

---

**PROJEKTY ARCHITEKTONICZNE I KONSTRUKCYJNE**  
TEL: +48 602 62 62 64 E-MAIL: [ABNPROJEKT@GMAIL.COM](mailto:ABNPROJEKT@GMAIL.COM)  
ADRES: UL. W. S. REYMONTA 31/72, 96-100 SKIERNIEWICE

---

## PROJEKT KONSTRUKCYJNY

---

Zadanie inwestycyjne: **BUDOWA BUDYNKU MUZEALNEGO CENTRUM EDUKACYJNEGO**

Adres inwestycji: 18-230 Ciechanowiec, ul. Pałacowa 5  
Dz. nr ew. 1753/2, obręb 0005

Zamawiający: **Muzeum Rolnictwa im. Ks. Krzysztofa Kluka w Ciechanowcu**  
18-230 Ciechanowiec, ul. Pałacowa 5

---

Stadium opracowania: **Projekt techniczny**

---

Zespół projektowy:

---

Projektant: mgr inż. Michał Walendzik  
upr. nr MAZ/0512/PWBKb/18  
specjalność konstrukcyjno-budowlana

---

Sprawdzający: mgr inż. Kamil Kowalczyk  
upr. nr MAZ/0406/PWBKb/17  
specjalność konstrukcyjno-budowlana

---

Data opracowania: 05 grudnia 2024 r.

---

## SPIS ZAWARTOŚCI

<b>1. INFORMACJE WSTĘPNE .....</b>	<b>3</b>
1.1. <i>Przedmiot opracowania .....</i>	3
1.2. <i>Podstawy opracowania .....</i>	3
<b>2. OPIS TECHNICZNY .....</b>	<b>5</b>
2.1. <i>Rozwiązania konstrukcyjne .....</i>	5
2.2. <i>Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej .....</i>	7
2.3. <i>Warunki wykonania i montażu konstrukcji stalowej .....</i>	7
<b>3. OBLICZENIA STATYCZNE .....</b>	<b>9</b>
3.1. <i>Zestawienie obciążeń .....</i>	9
3.2. <i>Dobór dachowej blachy trapezowej .....</i>	19
3.3. <i>Dobór płatwi dachowych .....</i>	20
3.4. <i>Obliczenia stalowych rygli dachowych .....</i>	21
3.5. <i>Obliczenia rygli z drewna klejonego .....</i>	28
3.6. <i>Obliczenia belek żelbetowych piętra .....</i>	32
3.7. <i>Obliczenia słupów żelbetowych piętra .....</i>	68
3.8. <i>Obliczenia schodów .....</i>	72
3.9. <i>Obliczenia płyty żelbetowej nad parterem .....</i>	82
3.10. <i>Obliczenia belek żelbetowych parteru .....</i>	92
3.11. <i>Obliczenia fundamentów .....</i>	105
<b>4. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW .....</b>	<b>108</b>
<b>5. KOPIE UPRAWNIEŃ PROJEKTANTÓW I ZAŚWIADCZEŃ O PRZYNALEŻNOŚCI DO IZB ZAWODOWYCH .....</b>	<b>109</b>
<b>6. CZĘŚĆ RYSUNKOWA .....</b>	<b>112</b>
<b>7. OPINIA GEOTECHNICZNA .....</b>	<b>117</b>

## 1. Informacje wstępne

### 1.1. Przedmiot opracowania

Celem inwestycji jest budowa budynku usługowego Muzealnego Centrum Edukacyjnego.

Budynek będzie wykonany w technologii tradycyjnej murowanej posadowionej za pomocą stóp i ław fundamentowych na gruncie rodzimym. Ściany murowane zostaną wzmocnione rdzeniami i słupami żelbetowymi. Pomiedzy kondygnacjami będzie znajdował się strop żelbetowy. Komunikację pionową zapewnią żelbetowe schody oraz winda. Dach zostanie wykonany w technologii stalowej – blacha trapezowa będzie opierać się na układzie płatwi zimnogiętych zetowych i rygli głównych z profili dwuteowych walcowanych. Konstrukcja dachu zostanie zabezpieczona przeciwogniowo do klasy EI30.

### 1.2. Podstawy opracowania

- projekt architektoniczno-budowlany
- projekt zagospodarowania działki
- obowiązujące normy i przepisy branżowe

Niniejszy projekt został opracowany zgodnie z:

PN-EN ISO 11091:2001	Rysunek budowlany – Projekty zagospodarowania terenu.
PN-B-01025:2004	Rysunek budowlany -- Oznaczenia graficzne na rysunkach architektoniczno-budowlanych
PN-B-01027:2002	Rysunek budowlany -- Oznaczenia graficzne stosowane w projektach zagospodarowania działki lub terenu
PN-B-01029:2000	Rysunek budowlany -- Zasady wymiarowania na rysunkach architektoniczno-budowlanych
PN-ISO 9836: 1997	Właściwości użytkowe w budownictwie - Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych
PN-B-02000:1982	Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
PN-B-03020:1981	Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
PN-B-03200:1990	Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie
PN-B-03264:2002	Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie. (Ap1)
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.
PN-80/B-02010 / Az1	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
PN-77/B-02011 / Az1	Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.

PN-96/B-06200

Konstrukcje stalowe budowlane. Wymagania i badania.

Dz.U. 2010 Nr 243. poz. 1623 Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane.  
(z późniejszymi zmianami)

Dz.U. 2012 poz. 462 Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa  
i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r.  
w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu  
budowlanego.

Dz.U. 2012 poz. 463 Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa  
i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012r.  
w sprawie ustalania geotechnicznych warunków  
posadawiania obiektów budowlanych.

Dz.U. Nr 75, poz. 690 Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa  
i Gospodarki Morskiej z dnia 13 sierpnia 2013r.  
w sprawie warunków technicznych, jakim powinny  
odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (z późniejszymi  
zmianami)

Dz.U. Nr 120 poz. 1126 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23  
czerwca 2003r. w sprawie informacji dotyczącej  
bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu  
bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.



## 2. Opis techniczny

### 2.1. Rozwiązania konstrukcyjne

#### Ściany fundamentowe

Projektowane – dwuwarstwowe, wykonane jako żelbetowe gr. 25 cm z hydroizolacją bitumiczną nakładaną od strony zewnętrznej oraz od strony zewnętrznej z termoizolacją w postaci styropianu wodoodpornego grubości 12 cm. Ze ścian fundamentowych należy wypuścić zbrojenie montażowe dla rdzeni i słupów żelbetowych.

#### Ściany poziomów nadziemnych

Projektowane ściany zewnętrzne – dwuwarstwowe, murowane z bloczków cementowo-piaskowych (silikatowych) gr. 25 cm z termoizolacją zewnętrzną w postaci wełny mineralnej gr. 20cm mocowanej do ścian za pomocą kołków systemowych. i przekrojów). Termoizolacja będzie zabezpieczona od zewnętrznej strony okładziną z desek drewnianych mocowanych do stelaża drewnianego mocowanego do ścian konstrukcyjnych za pomocą aluminiowych konsol.

Projektowane ściany wewnętrzne jednowarstwowe, otynkowane tynkiem cementowo-wapiennym.

#### Nadproża, belki, podciąg

Nad otworami okiennymi i drzwiowymi zaprojektowano nadproża monolityczne z betonu C25/30 zbrojone stalą A-IIIIN i A-II o zróżnicowanych wymiarach przekrojów poprzecznych (wg rysunków konstrukcyjnych). Część nadproży, belek i podciągów jest połączonych z płytami stropowymi. Podciąg połączony sztywno ze słupami. Opcjonalnie zamiast nadproży monolitycznych można zastosować nadproża prefabrykowane o odpowiedniej nośności – wartości obciążeń wg obliczeń statycznych.

#### Wience

Wykonane z betonu konstrukcyjnego C25/30 i stali zbrojeniowej A-IIIIN (pręty podłużne) i A-II (pręty poprzeczne) - zbrojenie 4#12 mm, strzemiona Ø6 co 25 cm. Wience zespolone ze słupami, rdzeniami i płytami stropowymi.

#### Schody

Schody wewnętrzne – żelbetowe płytowe, wykonane z betonu C25/30, zbrojone prętami ze stali klasy A-IIIIN i A-II, połączone monolitycznie ze stropem żelbetowym, w części parterowej oparte bezpośrednio na zagęszczonym gruncie.

#### Słupy i rdzenie żelbetowe w ścianach konstrukcyjnych

W budynku zaprojektowano rdzenie żelbetowe ścian konstrukcyjnych o zróżnicowanych wymiarach przekrojów poprzecznych. Rdzenie są zbrojone 4, 6 lub 8 prętami #16 mm ze stali A-IIIIN (podłużne) i Ø8 ze stali A-II (strzemiona) w rozstawie ok. 20 cm z zagęszczeniem do 7 cm w strefach przypodporowych i odcinkach zakładów prętów. Słupy są zbrojone wg rysunków konstrukcyjnych prętami ze stali klasy A-IIIIN. Beton klasy C25/30.

### Strop

Konstrukcję stropu zaprojektowano jako płytę żelbetową wielopolową grubości 18cm. Płytę należy wykonać przy użyciu betonu C25/30 i stali klasy A-IIIIN. Wieńce i część belek żelbetowych jest połączona z płytą żelbetową i należy te elementy wykonać w jednym ciągu technologicznym.

### Podłoga na stropie międzykondygnacyjnym

Projektowane – podłoga w postaci posadzki betonowej:

- grubości 7 cm ze zbrojeniem rozproszonym (wykończona wykładziną PCV lub płytkami gresowymi) – na podkładzie z folii PE, styropianu EPS-100 grub. 9 cm, podwójnej warstwie folii wywiniętej na ściany

### Fundamenty

Ławy i stopy fundamentowe należy wykonać ściśle wg projektu rysunków konstrukcyjnych. Materiały: beton C25/30, stal zbrojeniowa A-II i A-IIIIN, beton podkładowy C8/10 grub. 10 cm. Poziomy wg rysunków fundamentów. Z fundamentów należy wypuścić zbrojenie montażowe dla rdzeni i słupów żelbetowych.

Grunt pod fundamentami zagęścić do poziomu  $I_D > 0,96$ .

### Podłoga na gruncie

Projektowane – podłoga w postaci posadzki betonowej:

- grubości 10 cm ze zbrojeniem rozproszonym w postaci włókien stalowych lub polipropylenowych – na podkładzie z folii PE, styropianu EPS-100 grub. 15 cm, podwójnej warstwie folii wywiniętej na ściany i betonie podkładowym grub. 15 cm (w strefie pracy z pomocą wózków widłowych i lekkich wózków paletowych)

Beton podkładowy grubości 15 cm klasy C8/10 zostanie wykonany na zagęszczonym piasku grubości min. 30 cm (grubość dostosować do poziomu gruntu nośnego). W wylewce w wybranych pomieszczeniach (wg projektu instalacji grzewczej) umieścić rurociągi ogrzewania podłogowego.

Poziom dolnej warstwy betonu podkładowego należy dostosować do grubości warstw powyżej, zachowując górny poziom posadzki (wykończonej) na jednakowej rzędnej w całym budynku (wg części architektonicznej).

### Płatwie i rygle

Konstrukcję pokrycia dachowego stanowią płatwie jednoprzęsłowe wykonane z profili zetowych zimnogiętych. Płatwie są mocowane do rygli dwuteowych walcowanych za pomocą śrub M16. Nakrętki muszą być zabezpieczone przed możliwością samoczynnego odkręcenia.

### Stężenia

Stateczność konstrukcji stalowej dachu zapewnia układ rygli i płatwi oraz stężeń prętowych  $\phi 16$ mm poziomych z nakrętkami rurowymi. Stężenia będą mocowane do konstrukcji głównej za pomocą połączeń śrubowych.

### Pokrycie dachu

Jako pokrycie dachu przewidziano płyty wykonane z blachy trapezowej ocynkowanej, pomalowanej

## **2.2. Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej**

Główne elementy wysyłkowe (montażowe) należy jednokrotnie zagruntować w wytwórni, bezpośrednio po ich wykonaniu. Do gruntowania należy użyć jednej z farb gruntowych: olejna lub ftalowa do gruntowania 2121-001-270, 2121-002-270, 3121-002-270. Przed gruntowaniem konieczne jest przygotowanie powierzchni. Wymagany stopień czystości 2 można uzyskać przy pomocy drucianych szczotek. W miejscach niedostępnych zaleca się śrutowanie lub piaskowanie. Elementy należy zagruntować najpóźniej 6 godzin po oczyszczeniu powierzchni.

Rozwiązaniem alternatywnym w stosunku do gruntowania jest cynkowanie ogniowe. Po zmontowaniu konstrukcji należy oczyścić drucianą szczotką wszystkie miejsca, gdzie wykryto mechaniczne uszkodzenia pierwszej powłoki farby oraz gdzie wykonywano spoiny montażowe. Następnie miejsca te należy zagruntować.

Po upływie 7 dni całą konstrukcję pokryć należy jedną warstwą farby nawierzchniowej. Grubość pokrycia farbą powinna wynosić 120µm.

## **2.3. Warunki wykonania i montażu konstrukcji stalowej**

Wykonanie i odbiór konstrukcji stalowej należy przeprowadzić zgodnie z zaleceniami normy PN-B-06200:2002.

### Konstrukcja stalowa

Elementy stalowe należy wykonać zgodnie z opisami i oznaczeniami zawartymi w części rysunkowej w projekcie budowlanym i wykonawczym. Zwraca się szczególną uwagę na dokładność wykonania gabarytowego (tolerancje wymiarowe nie powinny przekraczać 2 mm) oraz na właściwą jakość złączy. Wyklucza się stosowanie materiałów z wadami.

### Wytyczne spawania

Ocenę sposobu wykonania spoin należy wykonać wg normy PN-B-06200:2002. Klasę konstrukcji spawanej dla projektowanej hali przyjęto jako: 2 (wymagania podwyższone). Ocenę po wykonaniu spawania należy przeprowadzić:

- dla wszystkich elementów ram zakres badań zgodnie z normą PN-B-06200:2002 punkt 9.4.2 i tabl. 19 dla gatunków stali wg normy PN-EN 10025:2002.
- dla pozostałych elementów konstrukcji - zakres badań jak dla konstrukcji klasy 2 zgodnie z normą PN-B-06200:2002 - punkt 9.4.2 podpunkt b).

Dobór gatunków elektrod - wg wytycznych zawartych w projekcie i "Ogólnej instrukcji technologicznej spawania i kontroli jakości złączy spawanych w konstrukcjach stalowych i żelbetowych w budownictwie przemysłowym" - wydanej przez Spawalniczy Ośrodek Budownictwa, Warszawa. Sprawdzenie wstępne i kontrola jakości spoin wg "Warunków technicznych wykonania i odbioru elementów wysyłkowych stalowych konstrukcji budowlanych" wydanych przez Branżowy Ośrodek Informacji Technicznej i Ekonomicznej "Mostostal" - Warszawa.

### Odbiór elementów

Należy każdorazowo dokonywać odbioru (odnośnie zgodności wykonania z dokumentacją i jakości wykonania) elementów konstrukcji wraz z protokołami ich wykonania. Zaleca się montaż próbny ram.

### Montaż konstrukcji

1. Montaż konstrukcji wykonany będzie przy pomocy specjalistycznych narzędzi elektrycznych. Do zmontowania ram nośnych przewidziano dźwig samojezdny.
2. Montaż konstrukcji stalowej ram rozpocząć należy po wykonaniu fundamentów i podłoża na elementach żelbetowych istniejących.
3. Przed przystąpieniem do montażu należy zniwelować rzędne górnych powierzchni oczepów oraz wyznaczyć osie geometryczne słupów przy pomocy teodolitu nanosząc je trwale na tych powierzchniach.
4. Montaż należy rozpocząć od ustawienia słupów, których pionowość i usytuowanie w planie kontrolować należy przy pomocy przyrządów geodezyjnych.
5. Montaż rygli reklamowych przeprowadzić należy bezpośrednio (lub równolegle) po ustawieniu słupów. Po ustawieniu kolejnych ram łączyć je należy elementami oczepowymi dla zwiększenia stateczności montowanego układu, tak by w każdej fazie montażu tworzyć układy stateczne zarówno dla kierunku poprzecznego i podłużnego.
6. Dokręcenie śrub i elementów stężających należy przeprowadzić zgodnie z wytycznymi opisanymi w punkcie 6.3.1 normy PN-B-06200:2002.
7. Należy pamiętać, że montaż konstrukcji nie może odbywać się przy wietrze o szybkości powyżej 10 m/s, a zaleca się, aby nie przekraczał 5 m/s.
8. Należy wykonać inwentaryzację powykonawczą montażu konstrukcji.

### Uwagi końcowe:

- Wszelkie odstępstwa lub ewentualne niezgodności od projektu należy konsultować z Projektantem
- Wszystkie roboty budowlane i rzemieślnicze powinny być prowadzone zgodnie z przepisami technoczo – budowlanymi (w szczególności z "Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montazowych"), obowiązującymi Polskimi Normami oraz zasadami wiedzy technicznej i przepisami BHP – pod nadzorem osoby do tego uprawnionej
- Roboty prowadzić przy użyciu wyrobów bud. dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie (posiadające aktualne atesty PZH i ITB oraz certyfikaty bezpieczeństwa ze znakiem "B" i "CE")
- Przed przystąpieniem do robót budowlanych Wykonawca zobowiązany jest do opracowania dokumentacji wykonawczych dla poszczególnych robót, zaakceptowanych przez głównego Projektanta oraz w porozumieniu z Kierownikiem budowy
- Kierownik budowy jest obowiązany, sporządzić lub zapewnić wykonanie, przed rozpoczęciem budowy, planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, uwzględniając specyfikę obiektu budowlanego i warunki prowadzenia robót budowlanych (Dz.U. nr 120 z dnia 10 lipca 2003r.) - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia ze szczególnym uwzględnieniem przypadku robót, przy których wykonywaniu występuje ryzyko upadku z wysokości ponad 5m.

### 3. Obliczenia statyczne

#### 3.1. Zestawienie obciążeń

Tablica 1.1 Pokrycie dachu

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Blacha trapezowa T50P grub. 1,00mm / S350 (Pruszyński)	stałe	0,091	1,35	0,123

Tablica 1.2 Wykończenie dachu

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Membrana dachowa	stałe	0,01	1,35	0,01
2.	Wełna mineralna w płytach grub.40 cm	stałe	0,80	1,35	1,08
3.	Folia paroizolacyjna	stałe	0,00	1,35	0,00
4.	Ruszt metalowy dla płyt g-k	stałe	0,02	1,35	0,03
5.	Płyty g-k grub. 2x1,25 cm	stałe	0,45	1,35	0,61
Σ:			1,28		1,73

Tablica 1.3 Obciążenie dachu instalacją PV

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Panele PV 1894x1096 mm ze stałaczami	stałe	0,20	1,50	0,30

Tablica 2.1 Warstwy podłogi na gruncie - Pd1

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Gres grub. do 14mm na kleju gr. 16-23 mm	stałe	0,64	1,35	0,86
2.	Wylewka cementowa grub.10 cm	stałe	2,10	1,35	2,84
3.	2 x Folia PE grub. 2x0,3 mm	stałe	0,01	1,35	0,01
4.	Styropian EPS 100 grub.25 cm	stałe	0,13	1,35	0,18
5.	Papa na lepiku - grub.2x5 mm	stałe	0,11	1,35	0,15
6.	Beton podkładowy	stałe	3,60	1,35	4,86
Σ:			6,59		8,90

Tablica 2.2 Wykończenie stropu nad parterem - Pd2

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Gres grub. do 14mm na kleju gr. 16-23 mm	stałe	0,64	1,35	0,86
2.	Wylewka cementowa grub.6 cm	stałe	1,26	1,35	1,70
3.	2 x Folia PE grub. 2x0,3 mm	stałe	0,01	1,35	0,01
4.	Styropian EPS 50 grub.10 cm	stałe	0,05	1,35	0,07
5.	Tynk wapienno-cementowy grub.1,5 cm	stałe	0,29	1,35	0,39
Σ:			2,25		3,04

Tablica 2.3 Wykończenie stropu nad parterem (taras) - Pd3

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Deski kompozytowe pełne drewnopodobne grubości 26mm	stałe	0,26	1,35	0,35
2.	Legary kompozytowe do montażu desek tarasowych w rozstawach 40cm	stałe	0,04	1,35	0,05
3.	Papa wierzchniego krycia i podkładowa grub.2x5 mm	stałe	0,11	1,35	0,15
4.	Styropian EPS 100 grub.24 cm	stałe	0,12	1,35	0,16
5.	Papa termozgrzewalna podkładowa grub.0,5 cm	stałe	0,06	1,35	0,08
6.	Tynk wapienno-cementowy grub.1,5 cm	stałe	0,29	1,35	0,39
Σ:			0,88		1,19

Tablica 2.4 Wykończenie stropu nad parterem (pomieszczenie wentylatorni) - Pd4

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Gres grub. do 14mm na kleju gr. 16-23 mm	stałe	0,64	1,35	0,86
2.	Wylewka cementowa grub.8 cm	stałe	1,68	1,35	2,27
3.	2 x Folia PE grub. 2x0,3 mm	stałe	0,01	1,35	0,01
4.	Styropian EPS 50 grub.8 cm	stałe	0,04	1,35	0,05
5.	Tynk wapienno-cementowy grub.1,5 cm	stałe	0,29	1,35	0,39
Σ:			2,66		3,59

Tablica 2.5 Wykończenie schodów

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Gres grub. do 14mm na kleju gr. 16-23 mm	stałe	0,64	1,35	0,86
2.	Tynk wapienno-cementowy grub.1,5 cm	stałe	0,29	1,35	0,39
Σ:			0,93		1,26

Tablica 2.6 Ciężar instalacji podwieszonych do sufitu wraz z obudową gipsowo-kartonową

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Wentylacja z obudową	stałe	0,45	1,35	0,61

Tablica 2.7 Ciężar centrali wentylacyjnej N1W1

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Centrala wentylacyjna N1W1	stałe	0,50	1,35	0,68

Tablica 2.8 Ciężar centrali wentylacyjnej N2W2

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Centrala wentylacyjna N2W2	stałe	0,70	1,35	0,95

Tablica 3.1 Ciężar ściany zewnętrznej konstrukcyjnej Sz1

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Tynk wapienno-cementowy grub.1,5 cm	stałe	0,29	1,35	0,39
2.	Cegła wapienno-piaskowa (silikat), pełna grub. 25 cm	stałe	4,75	1,35	6,41
3.	Wełna mineralna skalna w płytach twardych (mocowanie za pomocą kołków montażowych) grub.8+12 cm	stałe	0,40	1,35	0,54
4.	Łaty drewniane (modrzew) do montażu desek elewacyjnych o przekroju 45x80mm w rozstawie 60cm	stałe	0,04	1,35	0,05
5.	Folia paroszczelna	stałe	0,01	1,35	0,01
6.	Konsole metalowe do montażu łat (rozstaw poziomy 1,0m)	stałe	0,01	1,35	0,01
7.	Kontrłaty drewniane (modrzew) o przekroju 35x22mm montowane na łatach	stałe	0,01	1,35	0,01
8.	Deski elewacyjne (modrzew syberyjski) grub.3,2 cm	stałe	0,22	1,35	0,30
Σ:			5,73		7,74

Tablica 3.2 Ciężar ściany wewnętrznej konstrukcyjnej Sw1

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γF	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Tynk wapienno-cementowy grub.1,5 cm	stałe	0,29	1,35	0,39
2.	Cegła wapienno-piaskowa (silikat), pełna grub. 25 cm	stałe	4,75	1,35	6,41
3.	Tynk wapienno-cementowy grub.1,5 cm	stałe	0,29	1,35	0,39
Σ:			5,33		7,20



**Tabela 3.3 Ciężar ściany zewnętrznej fundamentowej SZF1**

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>F</sub>	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Folia kubełkowa	stałe	0,01	1,35	0,01
2.	Polistyren ekstrudowany grub.12 cm	stałe	0,06	1,35	0,08
3.	Polimerowo-bitumiczna izolacja przeciwwilgociowa, grub.0,3 cm	stałe	0,02	1,35	0,03
4.	Błoczki betonowe C16/20 na zaprawie M15 grub.25 cm	stałe	6,00	1,35	8,10
5.	Polimerowo-bitumiczna izolacja przeciwwilgociowa, grub.0,3 cm	stałe	0,02	1,35	0,03
Σ:			6,11		8,25

**Tabela 3.4 Ciężar ściany wewnętrznej fundamentowej SZF2**

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>F</sub>	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Polimerowo-bitumiczna izolacja przeciwwilgociowa, grub.0,3 cm	stałe	0,02	1,35	0,03
2.	Błoczki betonowe C16/20 na zaprawie M15 grub.25 cm	stałe	6,00	1,35	8,10
3.	Polimerowo-bitumiczna izolacja przeciwwilgociowa, grub.0,3 cm	stałe	0,02	1,35	0,03
Σ:			6,04		8,15

**Tabela 3.5 Ciężar ściany wewnętrznej działowej Sw2**

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>F</sub>	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Tynk wapienno-cementowy grub.1,5 cm	stałe	0,29	1,35	0,39
2.	Cegła wapienno-piaskowa (silikat), drążona grub.12 cm	stałe	2,16	1,35	2,92
3.	Tynk wapienno-cementowy grub.1,5 cm	stałe	0,29	1,35	0,39
Σ:			2,74		3,70

**Tabela 4.1 Technologiczne na dachu**

Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1 / Obciążenia użytkowe powierzchni dachów (6.3.4)  
Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe powierzchni dachu - powierzchnia kategorii H  
**q=1,0 kN/m<sup>2</sup>**

**Tabela 4.2 Zmienne użytkowe w salach warsztatowo-edukacyjnych, na korytarzach i schodach)**

Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1 / Obciążenia użytkowe powierzchni administracyjnych (6.3.1)  
Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii C3  
**q=5,0 kN/m<sup>2</sup>**

**Tabela 4.3 Zmienne użytkowe w pracowniach**

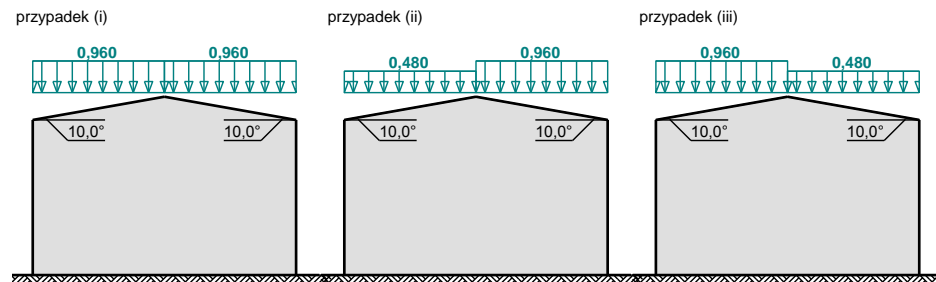
Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1 / Obciążenia użytkowe powierzchni administracyjnych (6.3.1)  
Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii B  
**q=3,0 kN/m<sup>2</sup>**

**Tabela 4.4 Zmienne użytkowe w pomieszczeniach technicznych**

Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1 / Obciążenia użytkowe powierzchni składowania (z włączeniem składowania książek i innych dokumentów) (6.3.2)  
Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii E1  
**q=7,5 kN/m<sup>2</sup>**

**Tablica 5.1** Obciążenie śniegiem połaci dachowej  
Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (5.3.3)

$s$  [kN/m<sup>2</sup>]



- Dach dwupołaciowy
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):  
Strefa obciążenia śniegiem 3; A = 117 m n.p.m.  
 $s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 0,102 \text{ kN/m}^2 < 1,2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:  
Teren: normalny  
 $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny:  $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:  
Kąt nachylenia połaci dachowej:  $\alpha = 10,0^\circ$   
 $\mu_2 = 0,8$

Cały dach - przypadek (i) - równomierny układ obciążenia:

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = \mathbf{0,960 \text{ kN/m}^2}$$

Mniej obciążona połać dachu - przypadek (ii/iii) - nierównomierny układ obciążenia:

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = \mathbf{0,480 \text{ kN/m}^2}$$

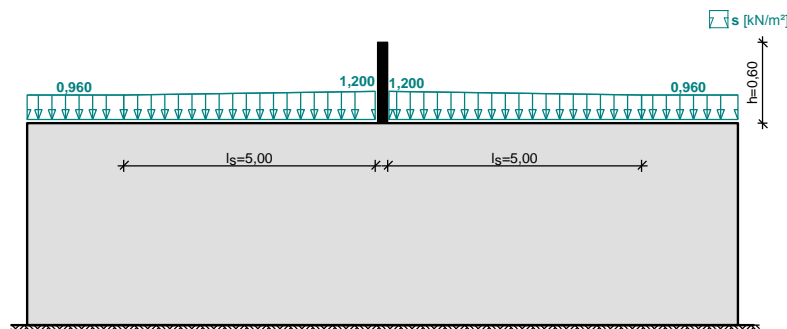
Bardziej obciążona połać dachu - przypadek (ii/iii) - nierównomierny układ obciążenia:

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = \mathbf{0,960 \text{ kN/m}^2}$$

**Tablica 5.2** Obciążenie śniegiem połaci dachu w pobliżu paneli PV, wyłazłów dachowych i wyrzutni wentylacyjnych

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Zaspy przy wystęgach i przeszkodach (6.2, B4)



- Wystęg lub przeszkoda na dachu,  $h = 0,6 \text{ m}$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):  
Strefa obciążenia śniegiem 3; A = 117 m n.p.m.



$$s_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 0,102 \text{ kN/m}^2 < 1,2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

- Współczynnik ekspozycji:

Teren: normalny

$$C_e = 1,0$$

- Współczynnik termiczny:  $C_t = 1,0$

Dach przy występie lub przeszkodzie:

- Długość zasy:

$$l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 0,60 = 1,20 \text{ m} < 5 \text{ m} \rightarrow l_s = 5 \text{ m}$$

- Ciężar objętościowy śniegu:  $\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$

- Współczynnik kształtu dachu:

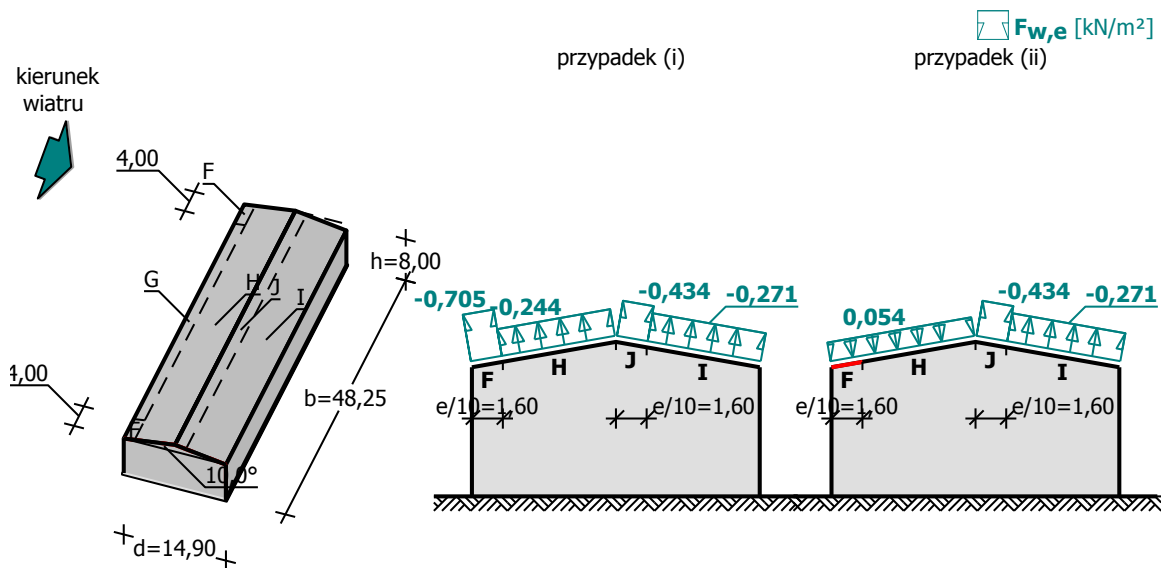
$$\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k = 2 \cdot 0,6 / 1,200 = 1,000$$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 1,200 \text{ kN/m}^2$$

**Tablica 6.1** Obciążenie wiatrem połaci dachowej

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.5)



- Dach dwuspadowy o wymiarach:  $b = 48,25 \text{ m}$ ,  $d = 14,90 \text{ m}$ , kąt nachylenia połaci  $\alpha = 10,0^\circ$

- Budynek o wysokości  $h = 8,00 \text{ m}$

- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 16,0 \text{ m}$

- Wiatr wiejący na ścianę boczną ( $\theta = 0^\circ$ )

- Obliczany element: element konstrukcyjny

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:

Strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 117 \text{ m n.p.m.}$

$$v_{b,0} = 22 \text{ m/s (wg załącznika krajowego)}$$

- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$

- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$

- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$

- Kategoria terenu III  $\rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 5 \text{ m}$

- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 8,00 \text{ m}$

- Szczytowe ciśnienie prędkości obliczono za pomocą współczynnika ekspozycji

- Współczynnik ekspozycji:  $c_e(z_e) = 1,9 \cdot (z_e/10)^{0,26} = 1,9 \cdot (8,0/10)^{0,26} = 1,79$  (wg załącznika krajowego)

- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

- Bazowe ciśnienie prędkości:  $q_b = (1/2) \cdot \rho \cdot v_b^2 = 302,50 \text{ Pa}$

- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = c_e(z_e) \cdot q_b = 542,4 \text{ Pa} = 0,542 \text{ kPa}$

- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_s c_d = 1,000$

Połąć w przekroju x/b = 0,04 - pole F - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,100$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot 0,100 = \mathbf{0,054 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć w przekroju x/b = 0,04 - pole F - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,300$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-1,300) = \mathbf{-0,705 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć w przekroju x/b = 0,04 - pole H - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,100$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot 0,100 = \mathbf{0,054 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć w przekroju x/b = 0,04 - pole H - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,450$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,450) = \mathbf{-0,244 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć w przekroju x/b = 0,04 - pole I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,500$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,500) = \mathbf{-0,271 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć w przekroju x/b = 0,04 - pole J - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,100$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot 0,100 = \mathbf{0,054 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć w przekroju x/b = 0,04 - pole J - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,800$

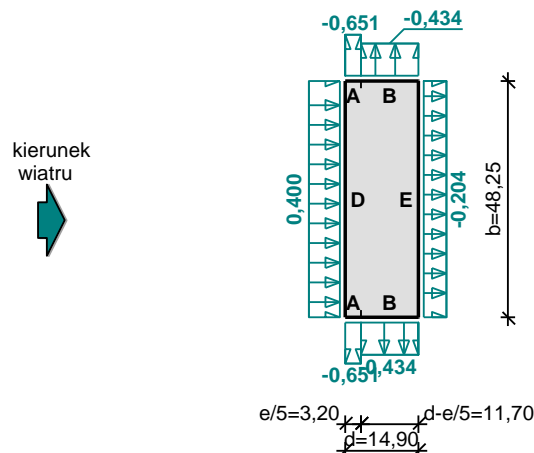
Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,800) = \mathbf{-0,434 \text{ kN/m}^2}$$

**Tablica 6.2** Obciążenie wiatrem – wiatr działający na ścianę dłuższą

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta - ciśnienie zewnętrzne (7.2.2)

  $F_{w,e} \text{ [kN/m}^2\text{]}$



- Budynek o wymiarach:  $d = 14,90 \text{ m}$ ,  $b = 48,25 \text{ m}$ ,  $h = 8,00 \text{ m}$

- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 16,0 \text{ m}$

- Obliczany element: element konstrukcyjny

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:

Strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 117 \text{ m n.p.m.}$

$$v_{b,0} = 22 \text{ m/s (wg załącznika krajowego)}$$

- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu III  $\rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}, z_{min} = 5 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 8,00 \text{ m}$
- Szczytowe ciśnienie prędkości obliczono za pomocą współczynnika ekspozycji
- Współczynnik ekspozycji:  $c_e(z_e) = 1,9 \cdot (z_e/10)^{0,26} = 1,9 \cdot (8,0/10)^{0,26} = 1,79$  (wg załącznika krajowego)
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Bazowe ciśnienie prędkości:  $q_b = (1/2) \cdot \rho \cdot v_b^2 = 302,50 \text{ Pa}$
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = c_e(z_e) \cdot q_b = 542,4 \text{ Pa} = 0,542 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_s c_d = 1,000$

Ściana nawietrzna - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,738$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot 0,738 = \mathbf{0,400 \text{ kN/m}^2}$$

Ściana zawietrzna - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,377$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,377) = \mathbf{-0,204 \text{ kN/m}^2}$$

Ściana boczna - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-1,2) = \mathbf{-0,651 \text{ kN/m}^2}$$

Ściana boczna - pole B:

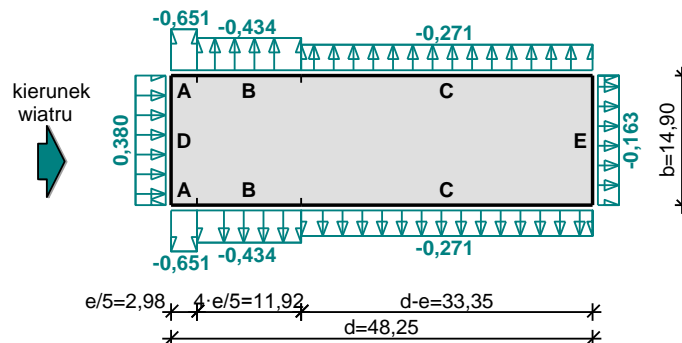
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,8) = \mathbf{-0,434 \text{ kN/m}^2}$$

**Tabela 6.3** Obciążenie wiatrem – wiatr działający na ścianę krótszą  
**Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta**  
**- ciśnienie zewnętrzne (7.2.2)**

  $F_{w,e} [\text{kN/m}^2]$



- Budynek o wymiarach:  $d = 48,25 \text{ m}, b = 14,90 \text{ m}, h = 8,00 \text{ m}$
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 14,9 \text{ m}$
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:  
Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 117 m n.p.m.  
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s (wg załącznika krajowego)}$

- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu III  $\rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}, z_{min} = 5 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 8,00 \text{ m}$
- Szczytowe ciśnienie prędkości obliczono za pomocą współczynnika ekspozycji
- Współczynnik ekspozycji:  $c_e(z_e) = 1,9 \cdot (z_e/10)^{0,26} = 1,9 \cdot (8,0/10)^{0,26} = 1,79$  (wg załącznika krajowego)
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Bazowe ciśnienie prędkości:  $q_b = (1/2) \cdot \rho \cdot v_b^2 = 302,50 \text{ Pa}$
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = c_e(z_e) \cdot q_b = 542,4 \text{ Pa} = 0,542 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_s c_d = 1,000$

Ściana nawietrzna - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,700$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot 0,700 = \mathbf{0,380 \text{ kN/m}^2}$$

Ściana zawietrzna - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,3$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,3) = \mathbf{-0,163 \text{ kN/m}^2}$$

Ściana boczna - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-1,2) = \mathbf{-0,651 \text{ kN/m}^2}$$

Ściana boczna - pole B:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,8) = \mathbf{-0,434 \text{ kN/m}^2}$$

Ściana boczna - pole C:

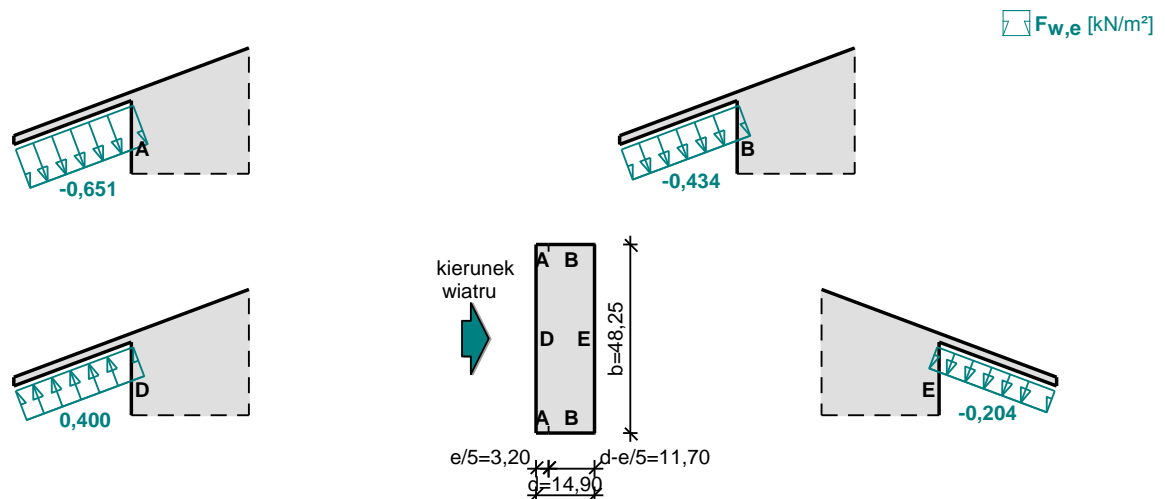
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,5$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,5) = \mathbf{-0,271 \text{ kN/m}^2}$$

**Tablica 6.4** Obciążenie wiatrem okapu (wzdłuż ścian podłużnych)

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Wystające części dachu - ciśnienie pod okapem (7.2.1(3) i 7.2.2)



- Okap w budynku o wymiarach:  $d = 14,90 \text{ m}, b = 48,25 \text{ m}, h = 8,00 \text{ m}$
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 16,0 \text{ m}$

- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:  
Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 117 m n.p.m.  
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$  (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu III  $\rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}, z_{min} = 5 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 8,00 \text{ m}$
- Szczytowe ciśnienie prędkości obliczono za pomocą współczynnika ekspozycji
- Współczynnik ekspozycji:  $c_e(z_e) = 1,9 \cdot (z_e/10)^{0,26} = 1,9 \cdot (8,0/10)^{0,26} = 1,79$  (wg załącznika krajowego)
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Bazowe ciśnienie prędkości:  $q_b = (1/2) \cdot \rho \cdot v_b^2 = 302,50 \text{ Pa}$
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = c_e(z_e) \cdot q_b = 542,4 \text{ Pa} = 0,542 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_s c_d = 1,000$

Okap przy ścianie nawietrznej - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,738$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot 0,738 = \mathbf{0,400 \text{ kN/m}^2}$$

Okap przy ścianie zawietrznej - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,377$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,377) = \mathbf{-0,204 \text{ kN/m}^2}$$

Okap przy ścianie bocznej - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-1,2) = \mathbf{-0,651 \text{ kN/m}^2}$$

Okap przy ścianie bocznej - pole B:

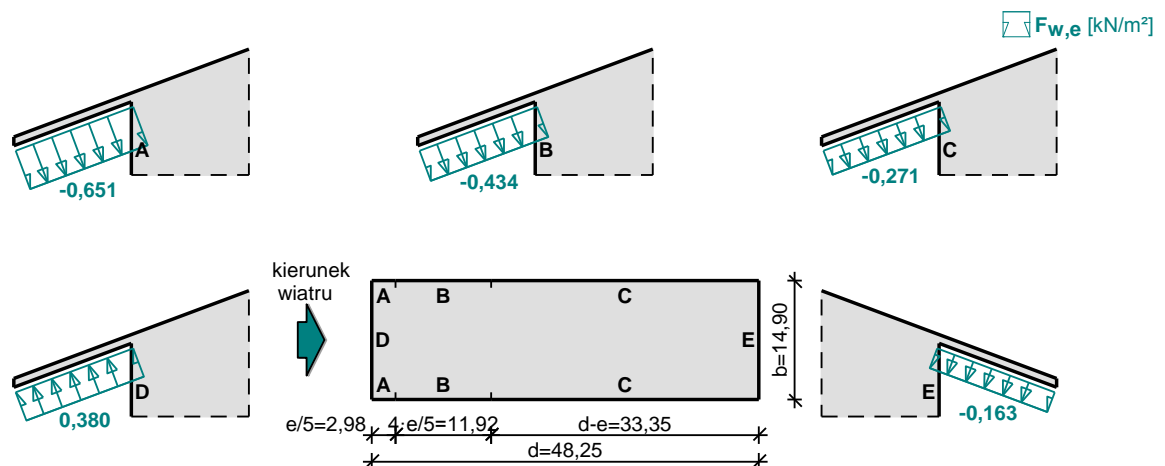
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,8) = \mathbf{-0,434 \text{ kN/m}^2}$$

**Tablica 6.5** Obciążenie wiatrem okapu (nad elewacją frontową)

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Wystające części dachu - ciśnienie pod okapem (7.2.1(3) i 7.2.2)



- Okap w budynku o wymiarach:  $d = 48,25 \text{ m}, b = 14,90 \text{ m}, h = 8,00 \text{ m}$
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 14,9 \text{ m}$
- Obliczany element: element konstrukcyjny

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:  
Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 117 m n.p.m.  
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$  (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu III  $\rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}$ ,  $z_{min} = 5 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 8,00 \text{ m}$
- Szczytowe ciśnienie prędkości obliczono za pomocą współczynnika ekspozycji
- Współczynnik ekspozycji:  $c_e(z_e) = 1,9 \cdot (z_e/10)^{0,26} = 1,9 \cdot (8,0/10)^{0,26} = 1,79$  (wg załącznika krajowego)
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Bazowe ciśnienie prędkości:  $q_b = (1/2) \cdot \rho \cdot v_b^2 = 302,50 \text{ Pa}$
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = c_e(z_e) \cdot q_b = 542,4 \text{ Pa} = 0,542 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_{sCd} = 1,000$

**Okap przy ścianie nawietrznej - pole D:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,700$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot 0,700 = \mathbf{0,380 \text{ kN/m}^2}$$

**Okap przy ścianie zawietrznej - pole E:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,3$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,3) = \mathbf{-0,163 \text{ kN/m}^2}$$

**Okap przy ścianie bocznej - pole A:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-1,2) = \mathbf{-0,651 \text{ kN/m}^2}$$

**Okap przy ścianie bocznej - pole B:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,8) = \mathbf{-0,434 \text{ kN/m}^2}$$

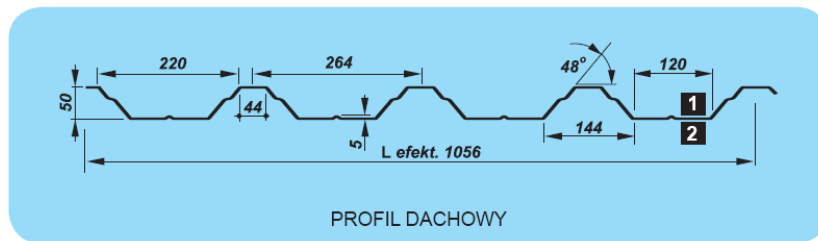
**Okap przy ścianie bocznej - pole C:**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,5$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,542 \cdot (-0,5) = \mathbf{-0,271 \text{ kN/m}^2}$$

### 3.2. Dobór dachowej blachy trapezowej



#### Dane wejściowe:

T50P S350 t = 1,00 mm

Układ blachy: NEGATYW

WYMIARY [mm]

L<sub>1</sub> = 550 L<sub>2</sub> = 2100 L<sub>3</sub> = 2100 L<sub>4</sub> = 2000 L<sub>5</sub> = 950

Długość układu = 7700 mm

Podpora skrajna: Profil zimnogięty typu Z, Kategoria 2

Grubość blachy podpory = 6.00 mm

Szerokość półki = 72.0 mm

Nominalna długość sztywnego podparcia = 50 mm

Efektowna długość podparcia = 50 mm

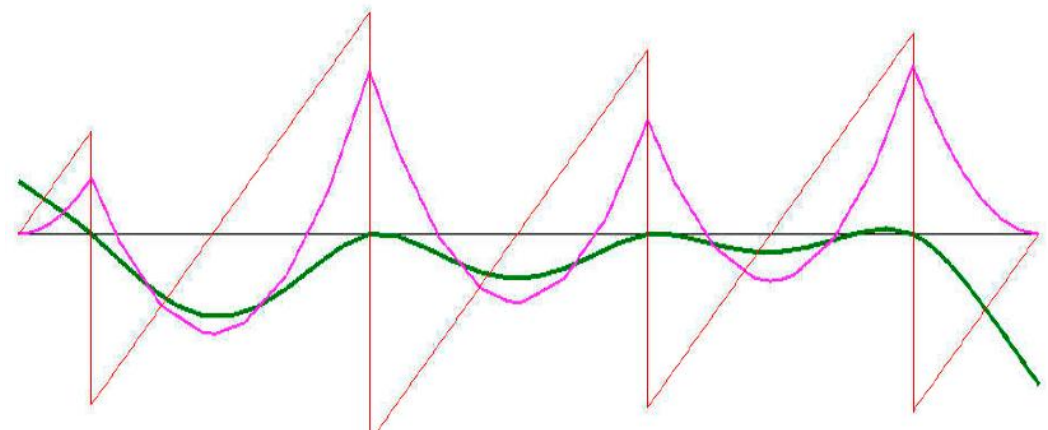
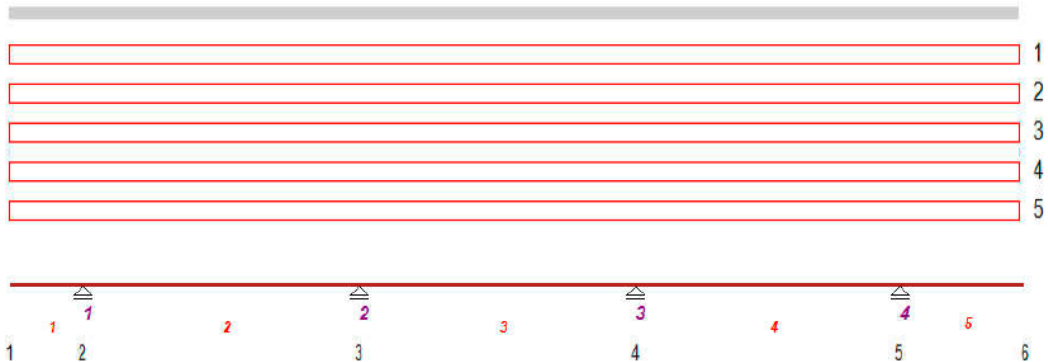
Długość swobodnego końca = 1320 mm

Szerokość podpory wewnętrznej = 60

MOMENT BEZWŁADNOŚCI J<sub>y</sub> = 41,82 cm<sup>4</sup>/m

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

	q <sub>a</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>b</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	a [mm]	b [mm]	γ <sub>f</sub>
1	1,28	1,28	0	7700	1,35
2	0,20	0,20	0	7700	1,50
3	1,00	1,00	0	7700	1,50
4	1,20	1,20	0	7700	1,50
5	0,71	0,71	0	7700	1,50





## Wykorzystanie nośności

2 : (6.13)	$R_{Ed} / R_{Rd} = 9,53 / 32,51 = 29,3\%$
2 : (6.7)	$ M_{Ed}  / M_{Rd} = 0,98 / 4,92 = 20,0 \%$
2 : (6.28c)	$( M_{Ed}  / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1,25 = (0,98 / 4,92 + 9,53 / 32,51) / 1,25 = 39,4 \%$
3 : (6.13)	$R_{Ed} / R_{Rd} = 14,97 / 32,51 = 46,0\%$
3 : (6.7)	$ M_{Ed}  / M_{Rd} = 2,85 / 4,92 = 57,8 \%$
3 : (6.28c)	$( M_{Ed}  / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1,25 = (2,85 / 4,92 + 14,97 / 32,51) / 1,25 = 83,1 \%$
4 : (6.13)	$R_{Ed} / R_{Rd} = 12,45 / 32,51 = 38,3\%$
4 : (6.7)	$ M_{Ed}  / M_{Rd} = 1,98 / 4,92 = 40,2 \%$
4 : (6.28c)	$( M_{Ed}  / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1,25 = (1,98 / 4,92 + 12,45 / 32,51) / 1,25 = 62,8 \%$
5 : (6.13)	$R_{Ed} / R_{Rd} = 13,17 / 32,51 = 40,5\%$
5 : (6.7)	$ M_{Ed}  / M_{Rd} = 2,94 / 4,92 = 59,6 \%$
5 : (6.28c)	$( M_{Ed}  / M_{Rd} + R_{Ed} / R_{Rd}) / 1,25 = (2,94 / 4,92 + 13,17 / 32,51) / 1,25 = 80,1 \%$
2 - 3 (6.7)	$M_{Ed} / M_{Rd} = 1,73 / 4,40 = 39,4 \%$
3 - 4 (6.7)	$M_{Ed} / M_{Rd} = 1,19 / 4,40 = 27,0 \%$
4 - 5 (6.7)	$M_{Ed} / M_{Rd} = 0,81 / 4,40 = 18,5 \%$

Krytyczne wykorzystanie nośności: 83,1 %

## Ugięcia

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

Max. ugięcie względne L/453

Min. ugięcie względne L / -6421

### 3.3. Dobór płatwi dachowych



**L = 6,000 m**

Pokrycie blachą trapezową

Obciążenia:

Przypadek 1: Obciążenie obliczeniowe (typ 1)  $Q_d = 7,140 \text{ kN/m}$

Przypadek 2: Obciążenie obliczeniowe (typ 2)  $Q_{dN} = 7,140 \text{ kN/m}$   $N = 10,000 \text{ kN}$

Przypadek 3: Ssanie wiatru  $w = 2,220 \text{ kN/m}$

Przypadek 4: Obciążenie charakterystyczne (dla ugięcia L/200)  $q = 5,290 \text{ kN/m}$

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.

## Wyniki:

Płatwie spełniające zadane warunki:

	Stal :	Ciężar [kN/m]	Wykorzystanie nośności			
			Przypadek 1	Przypadek 2	Przypadek 3	Przypadek 4
Z280x75x65x3.50	S350GD	0,119	83%	86%	30%	89%
Z280x85x75x3.00	S350GD	0,108	90%	94%	30%	93%
Z300x75x65x3.00	S350GD	0,108	88%	92%	31%	85%
Z350x75x65x3.00	S350GD	0,120	76%	79%	27%	60%
Z350x85x75x2.50	S350GD	0,104	92%	97%	31%	68%
Z400x75x65x2.50	S350GD	0,110	86%	90%	31%	63%
Z400x85x75x2.50	S350GD	0,114	81%	85%	27%	59%

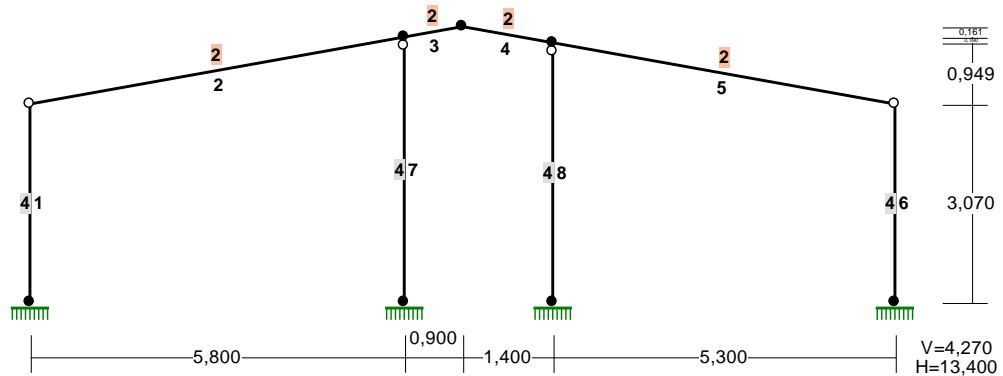
Wymagana liczba tężników w każdym przęśle: 1

Do zadanych obciążeń dodano automatycznie ciężar własny płatwi.



### 3.4. Obliczenia stalowych rygli dachowych

PRZEKROJE PRĘTÓW (rygle w osiach 5-10):



#### PRĘTY UKŁADU:

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

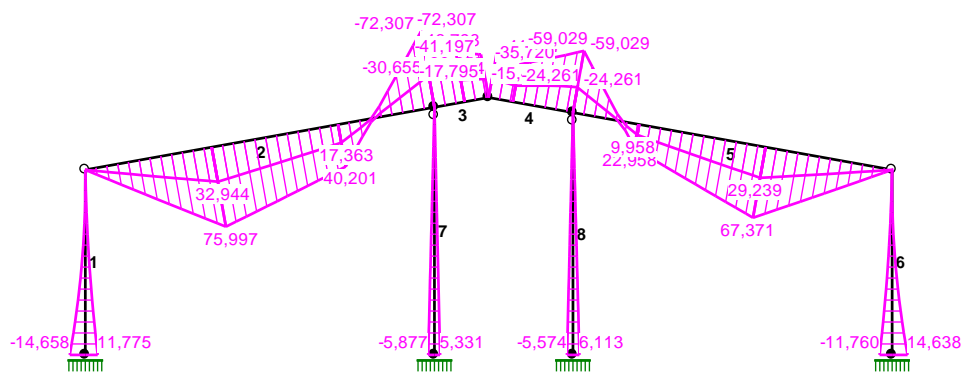
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	01	1	2	0,000	3,070	3,070	1,000	4 B 250x250
2	10	2	6	5,800	1,039	5,892	1,000	2 I 330 PE
3	00	6	3	0,900	0,161	0,914	1,000	2 I 330 PE
4	00	3	7	1,400	-0,251	1,422	1,000	2 I 330 PE
5	01	7	4	5,300	-0,949	5,384	1,000	2 I 330 PE
6	01	5	4	0,000	3,070	3,070	1,000	4 B 250x250
7	01	8	6	0,000	4,109	4,109	1,000	4 B 250x250
8	01	9	7	0,000	4,019	4,019	1,000	4 B 250x250

#### STAŁE MATERIAŁOWE:

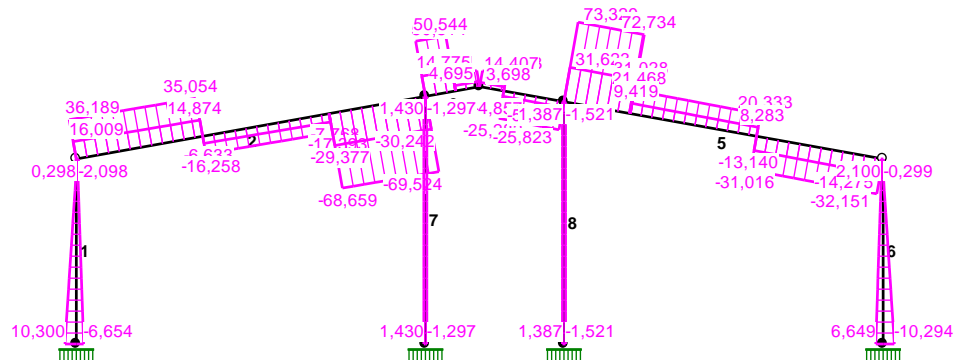
Materiał:	Moduł E: [kN/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
4 18G2 (A)	205	295,000	1,20E-05
20 B30	31	16,700	1,00E-05

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

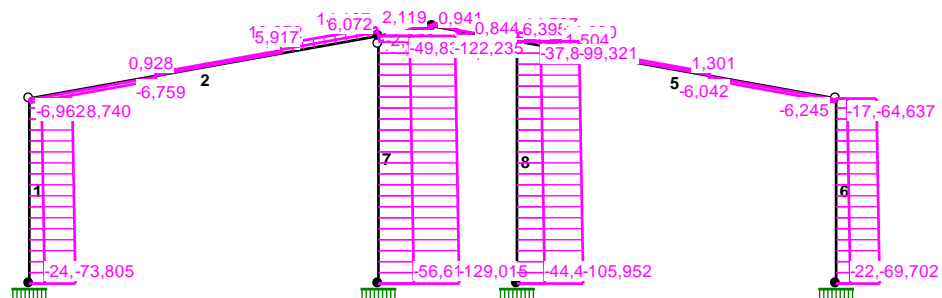
MOMENTY-OBWIEDNIE:



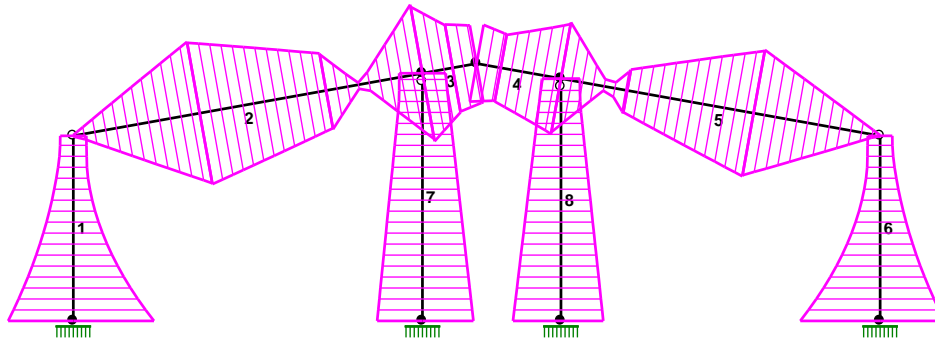
TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



NAPEŹENIA-OBWIEDNIE:



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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>6,654*</b>	31,456	32,152	-11,775	ABKM
	<b>-10,300*</b>	72,349	73,079	14,658	ABCDGHKL
	-0,184	<b>73,805*</b>	73,805	0,565	ABCDGHK
	-8,954	<b>24,719*</b>	26,291	10,525	ABEK
	-0,184	73,805	<b>73,805*</b>	0,565	ABCDGHK
	-10,300	72,349	73,079	<b>14,658*</b>	ABCDGHKL
	6,654	31,456	32,152	<b>-11,775*</b>	ABKM
5	<b>10,294*</b>	68,259	69,031	-14,638	ABCDGHKM
	<b>-6,649*</b>	29,742	30,476	11,760	ABKL
	0,183	<b>69,702*</b>	69,702	-0,562	ABCDGHK
	8,952	<b>22,875*</b>	24,564	-10,519	ABFK
	0,183	69,702	<b>69,702*</b>	-0,562	ABCDGHK
	-6,649	29,742	30,476	<b>11,760*</b>	ABKL
	10,294	68,259	69,031	<b>-14,638*</b>	ABCDGHKM
8	<b>1,297*</b>	57,709	57,724	-5,331	ABKM
	<b>-1,430*</b>	125,636	125,644	5,877	ABCDGHKL
	-0,092	<b>129,015*</b>	129,015	0,377	ABCDGK
	1,295	<b>56,611*</b>	56,626	-5,323	ABHKM
	-0,092	129,015	<b>129,015*</b>	0,377	ABCDGK
	-1,430	125,636	125,644	<b>5,877*</b>	ABCDGHKL
	1,297	57,709	57,724	<b>-5,331*</b>	ABKM
9	<b>1,521*</b>	103,940	103,951	-6,113	ABCDGHKM
	<b>-1,387*</b>	46,277	46,298	5,574	ABKL
	0,092	<b>105,952*</b>	105,952	-0,368	ABCDHK
	-1,384	<b>44,488*</b>	44,510	5,562	ABGKL
	0,092	105,952	<b>105,952*</b>	-0,368	ABCDHK
	-1,387	46,277	46,298	<b>5,574*</b>	ABKL
	1,521	103,940	103,951	<b>-6,113*</b>	ABCDGHKM

\* = Wartości ekstremalne

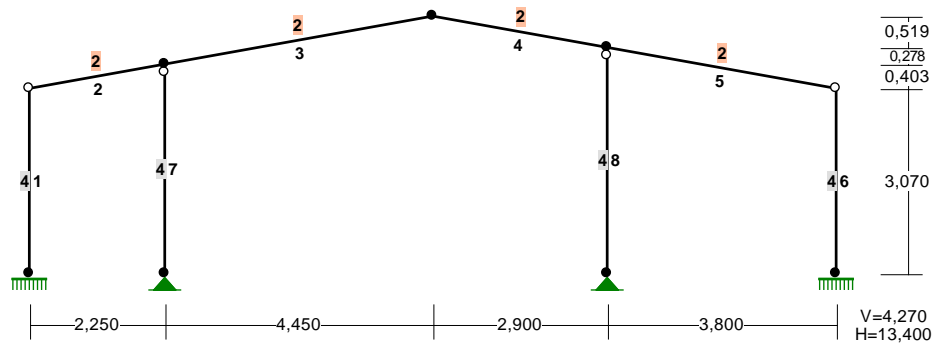
# NOŚNOŚĆ PRĘTÓW:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Przekrój:	Pręt:	Warunek:	Wykorzystanie:	Kombinacja obc.
2	2	Śc.zg. (58)	71,5%	ABCDGHK
	3	Śc.zg. (58)	34,3%	ABCDGK
	4	Śc.zg. (58)	28,7%	ABCDHK
	5	Śc.zg. (58)	58,8%	ABCDGHK

PRZEKROJE PRĘTÓW (rygle w osi 3):



# PRĘTY UKŁADU:

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

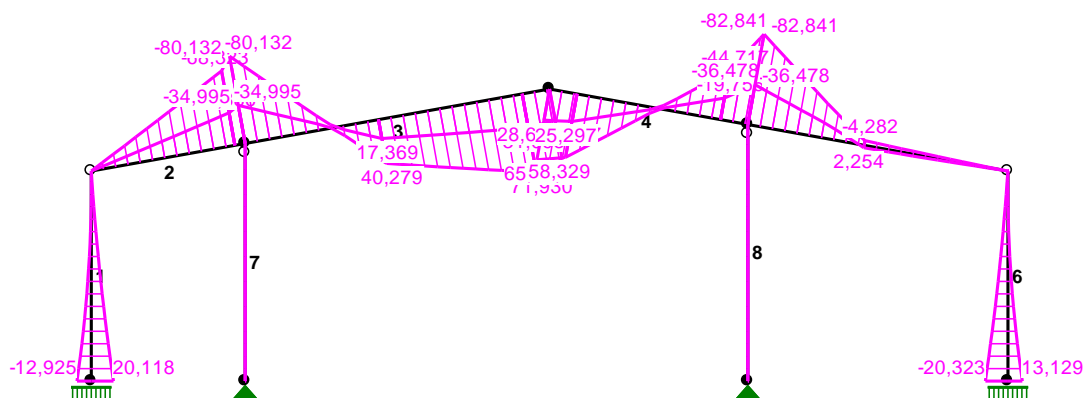
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	01	1	2	0,000	3,070	3,070	1,000	4 B 250x250
2	10	2	7	2,250	0,403	2,286	1,000	2 I 330 PE
3	00	7	3	4,450	0,797	4,521	1,000	2 I 330 PE
4	00	3	6	2,900	-0,519	2,946	1,000	2 I 330 PE
5	01	6	4	3,800	-0,681	3,861	1,000	2 I 330 PE
6	01	5	4	0,000	3,070	3,070	1,000	4 B 250x250
7	01	8	7	0,000	3,473	3,473	1,000	4 B 250x250
8	01	9	6	0,000	3,751	3,751	1,000	4 B 250x250

# STAŁE MATERIAŁOWE:

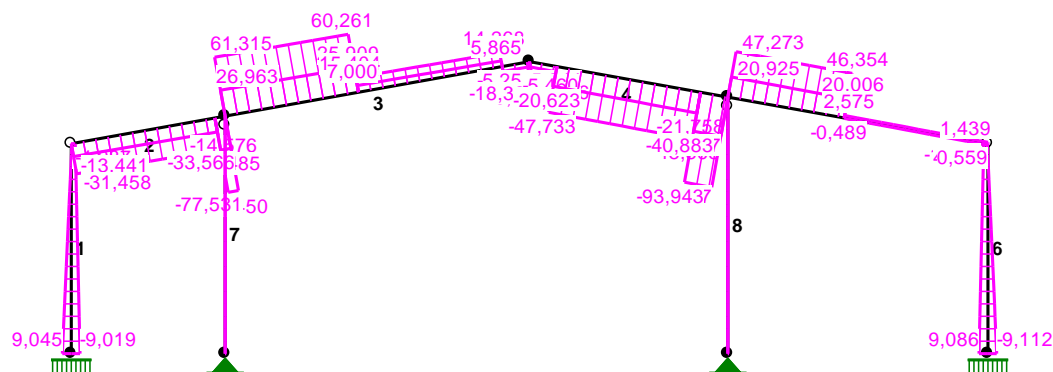
Materiał:	Moduł E: [kN/mm2]	Napręż.gr.: [N/mm2]	AlfaT: [1/K]
4 18G2 (A)	205	295,000	1,20E-05
20 B30	31	16,700	1,00E-05

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

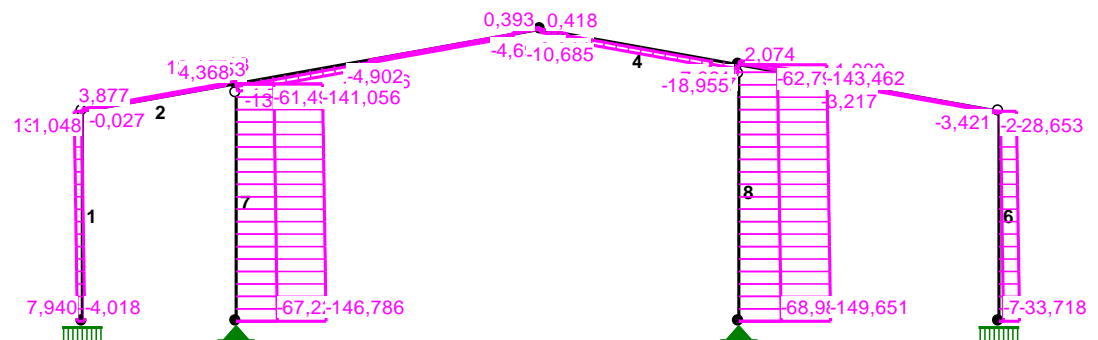
MOMENTY-OBWIEDNIE:



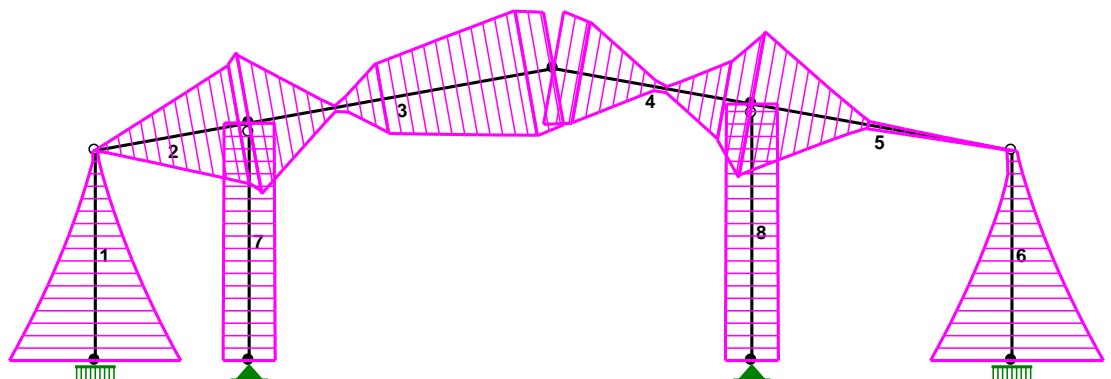
TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



NAPEŹENIA-OBWIEDNIE:



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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>9,019*</b>	1,079	9,083	-20,118	ABCDGHKM
	<b>-9,045*</b>	1,437	9,159	12,925	ABKL
	-8,307	<b>4,018*</b>	9,228	10,658	ABDKL
	-7,358	<b>-7,940*</b>	10,825	7,745	ABCEGHK
	-7,358	-7,940	<b>10,825*</b>	7,745	ABCEGHK
	-9,045	1,437	9,159	<b>12,925*</b>	ABKL
	9,019	1,079	9,083	<b>-20,118*</b>	ABCDGHKM
5	<b>9,112*</b>	17,866	20,056	-13,129	ABKM
	<b>-9,086*</b>	29,168	30,551	20,323	ABCDGHKL
	8,229	<b>33,718*</b>	34,708	-10,419	ABCDHKM
	7,515	<b>7,541*</b>	10,647	-8,228	ABFGK
	8,229	33,718	<b>34,708*</b>	-10,419	ABCDHKM
	-9,086	29,168	30,551	<b>20,323*</b>	ABCDGHKL

		9,112	17,866	20,056	<b>-13,129*</b>	ABKM
8	<b>-0,000*</b>	146,786	146,786			ABCDGHK
	<b>-0,000*</b>	67,222	67,222			ABFK
	<b>-0,000*</b>	81,903	81,903			ABK
	-0,000	<b>146,786*</b>	146,786			ABCDGHK
	-0,000	<b>67,222*</b>	67,222			ABFK
	-0,000	146,786	<b>146,786*</b>			ABCDGHK
9	<b>-0,000*</b>	149,651	149,651			ABCDGHK
	<b>-0,000*</b>	68,980	68,980			ABEK
	<b>-0,000*</b>	83,790	83,790			ABK
	-0,000	<b>149,651*</b>	149,651			ABCDGHK
	-0,000	<b>68,980*</b>	68,980			ABEK
	-0,000	149,651	<b>149,651*</b>			ABCDGHK

\* = Wartości ekstremalne

**NOŚNOŚĆ PRĘTÓW:**

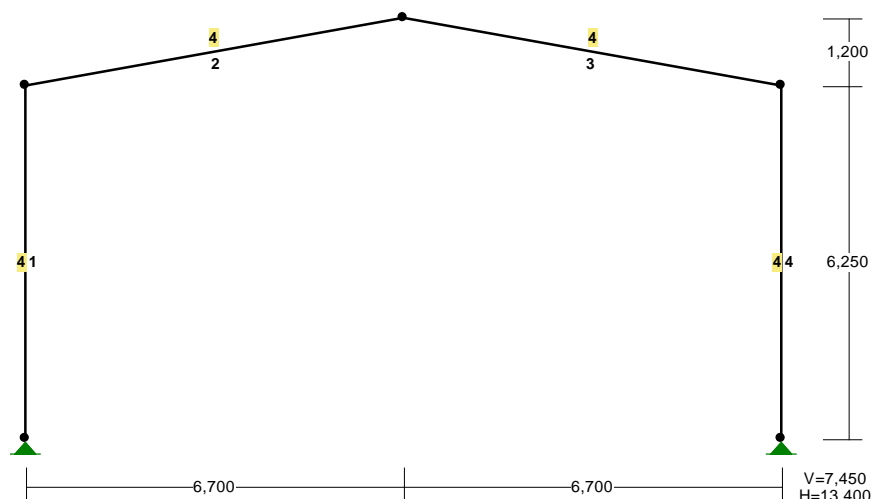
T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Przekrój:	Pręt:	Warunek:	Wykorzystanie:	Kombinacja obc.
2	2	Zgin. (54)	42,9%	ABCDGHK
	3	Śc.zg. (58)	81,3%	ABCDGHK
	4	Śc.zg. (58)	54,1%	ABCDGHK
	5	Zgin. (54)	62,9%	ABCDGHK
4	1	Zły przek.	0,0%	
	6	Zły przek.	0,0%	
	7	Zły przek.	0,0%	
	8	Zły przek.	0,0%	

### 3.5. Obliczenia rygli z drewna klejonego

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	6,250	6,250	1,000	4 B 600x240
2	00	2	3	6,700	1,200	6,807	1,000	4 B 600x240
3	00	3	4	6,700	-1,200	6,807	1,000	4 B 600x240
4	00	5	4	0,000	6,250	6,250	1,000	4 B 600x240

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm <sup>2</sup> ]	Ix[cm <sup>4</sup> ]	Iy[cm <sup>4</sup> ]	Wg[cm <sup>3</sup> ]	Wd[cm <sup>3</sup> ]	h[cm]	Materiał:
4	1440,0	432000	69120	14400	14400	60,0	75 Drewno GL24

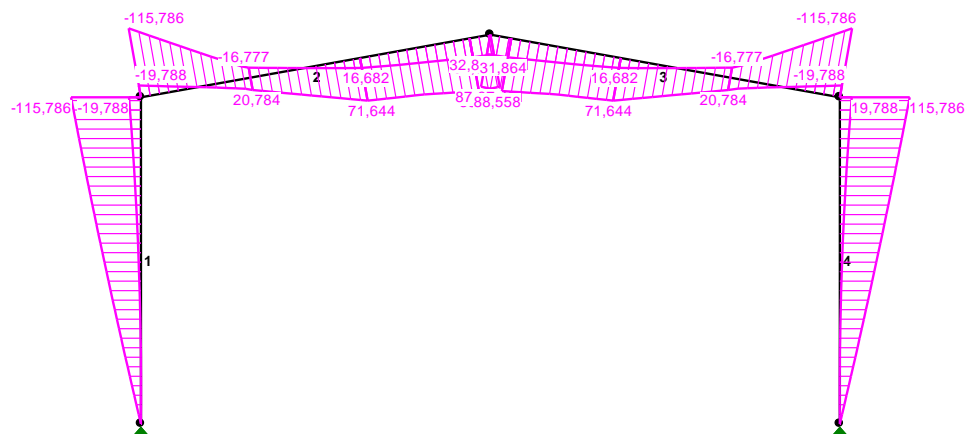
STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [kN/mm <sup>2</sup> ]	Napręż.gr.: [N/mm <sup>2</sup> ]	AlfaT: [1/K]
75 Drewno GL24	11	24,000	5,00E-06

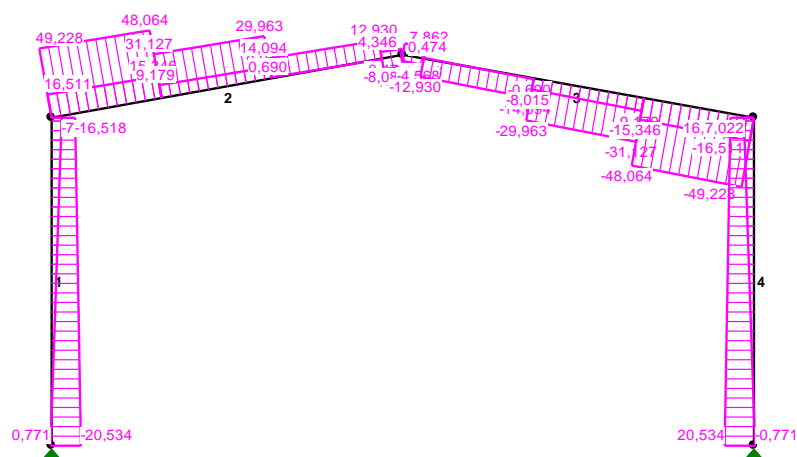


W Y N I K I wg PN 82/B-02000  
Teoria I-go rzędu  
Kombinatoryka obciążeń

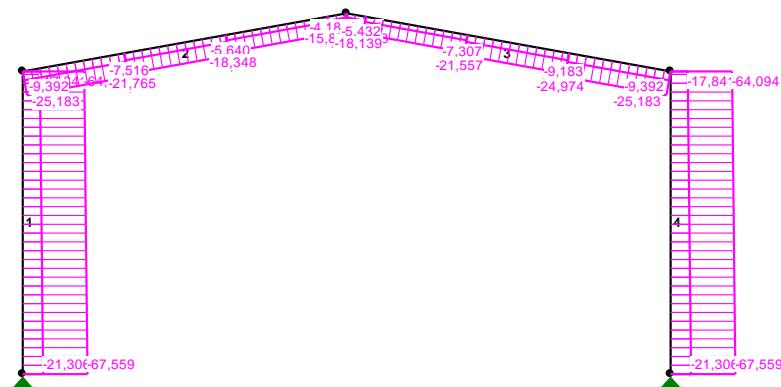
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



**SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,781	<b>0,218*</b>	-0,213	-26,305	ABKLN
	6,250	<b>-115,786*</b>	-16,518	-61,795	ABCDGHKM
	0,000	-0,000	<b>-20,534*</b>	-65,260	ABCDGHKM
	6,250	-20,603	-7,234	<b>-17,841*</b>	ABEKN
	0,000	0,000	-16,079	<b>-67,559*</b>	ABCDGHK
2	6,400	<b>88,558*</b>	9,849	-18,099	ABCDGHK
	6,400	<b>88,558*</b>	-2,613	-15,867	ABCDGHK
	0,000	<b>-115,786*</b>	48,441	-25,183	ABCDGHKM
	0,000	-100,497	<b>49,228*</b>	-25,152	ABCDGHK
	6,807	32,841	-3,995	<b>-4,186*</b>	ABEKN
	0,000	-115,786	48,441	<b>-25,183*</b>	ABCDGHKM
3	0,406	<b>88,558*</b>	-9,849	-18,099	ABCDGHK
	0,406	<b>88,558*</b>	2,613	-15,867	ABCDGHK
	6,807	<b>-115,786*</b>	-48,442	-25,183	ABCDGHKL
	6,807	-100,497	<b>-49,228*</b>	-25,152	ABCDGHK
	0,000	32,841	3,995	<b>-4,186*</b>	ABFKN
	6,807	-115,786	-48,442	<b>-25,183*</b>	ABCDGHKL
4	6,250	<b>115,786*</b>	16,518	-61,795	ABCDGHKL
	0,781	<b>-0,218*</b>	0,213	-26,305	ABKMN
	0,000	-0,000	<b>20,534*</b>	-65,260	ABCDGHKL
	6,250	20,603	7,234	<b>-17,841*</b>	ABFKN
	0,000	0,000	16,079	<b>-67,559*</b>	ABCDGHK

\* = Wartości ekstremalne

**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu

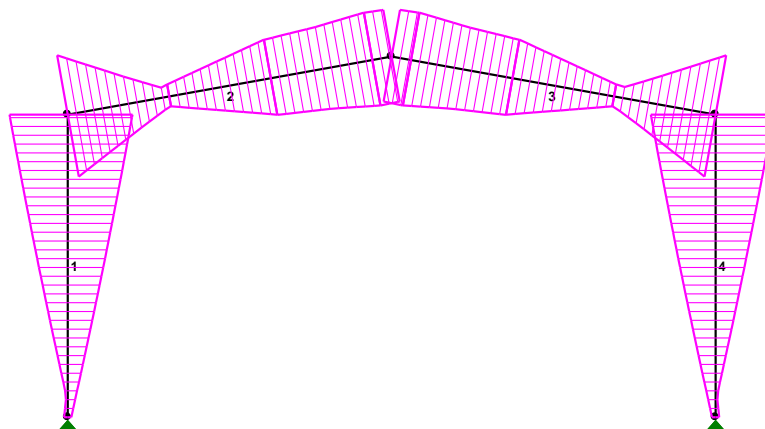
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>20,534*</b>	65,260	68,414		ABCDGHKM
	<b>-0,771*</b>	26,738	26,749		ABKLN
	16,079	<b>67,559*</b>	69,446		ABCDGHK
	-0,641	<b>21,306*</b>	21,315		ABEKN

	16,079	67,559	<b>69,446*</b>	ABCDGHK
5	<b>0,771*</b>	26,738	26,749	ABKMN
	<b>-20,534*</b>	65,260	68,414	ABCDGHL
	-16,079	<b>67,559*</b>	69,446	ABCDGHK
	0,641	<b>21,306*</b>	21,315	ABFKN
	-16,079	67,559	<b>69,446*</b>	ABCDGHK

\* = Wartości ekstremalne

NAPEŻENIA-OBWIEDNIE:



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

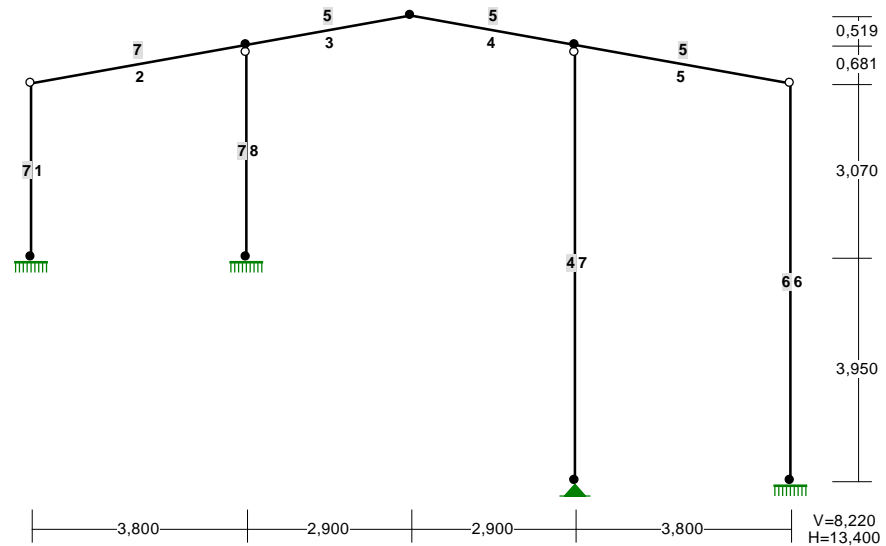
Pręt:	x[m]:	SigmaG:	SigmaD:	Sigma:	Kombinacja obciążeń:
		-----		[MPa]	
		Ro			
1	6,250	<b>0,317*</b>		7,612	ABCDGHKM
	0,000	<b>-0,020*</b>		-0,469	ABCDGHK
	0,391		<b>-0,006*</b>	-0,136	ABEKN
	6,250		<b>-0,353*</b>	-8,470	ABCDGHKM
2	0,000	<b>0,328*</b>		7,866	ABCDGHKM
	6,400	<b>-0,261*</b>		-6,276	ABCDGHK
	6,400		<b>0,252*</b>	6,040	ABCDGHK
	0,000		<b>-0,342*</b>	-8,216	ABCDGHKM
3	6,807	<b>0,328*</b>		7,866	ABCDGHL
	0,406	<b>-0,261*</b>		-6,276	ABCDGHK
	0,406		<b>0,252*</b>	6,040	ABCDGHK
	6,807		<b>-0,342*</b>	-8,216	ABCDGHL
4	0,391	<b>-0,006*</b>		-0,136	ABFKN
	6,250	<b>-0,353*</b>		-8,470	ABCDGHL
	6,250		<b>0,317*</b>	7,612	ABCDGHL
	0,000		<b>-0,020*</b>	-0,469	ABCDGHK

\* = Wartości ekstremalne

### 3.6. Obliczenia belek żelbetowych piętra

Rama żelbetowa w osi 2 i 12

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

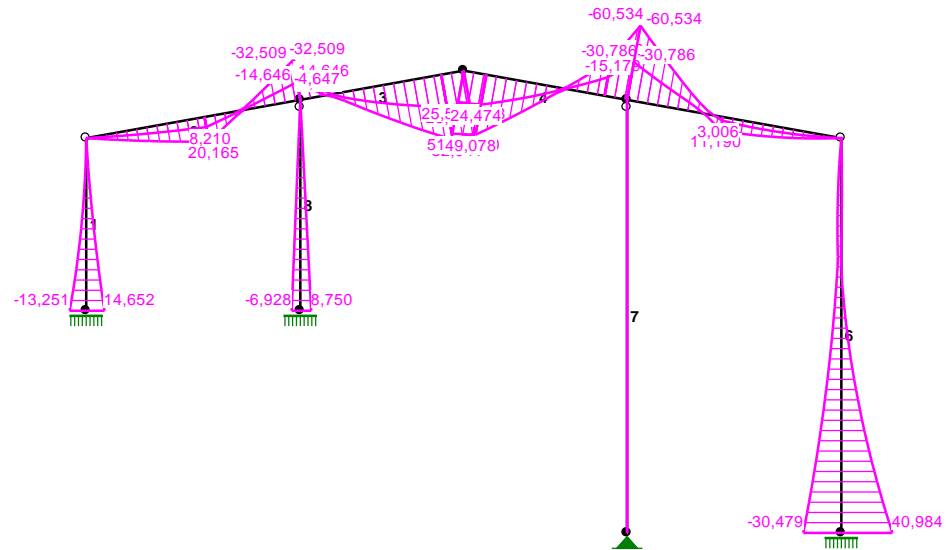
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	01	1	2	0,000	3,070	3,070	1,000	7 B 250x250
2	10	2	7	3,800	0,681	3,861	1,000	7 B 250x250
3	00	7	3	2,900	0,519	2,946	1,000	5 B 660x250
4	00	3	6	2,900	-0,519	2,946	1,000	5 B 660x250
5	01	6	4	3,800	-0,681	3,861	1,000	5 B 660x250
6	01	5	4	0,000	7,020	7,020	1,000	6 B 550x250
7	01	8	6	0,000	7,701	7,701	1,000	4 B 250x1000
8	01	9	7	0,000	3,751	3,751	1,000	7 B 250x250

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

Teoria I-go rzędu

Kombinatoryka obciążeń

MOMENTY-OBWIEDNIE:



SIŁY PRZEKROJOWE - WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

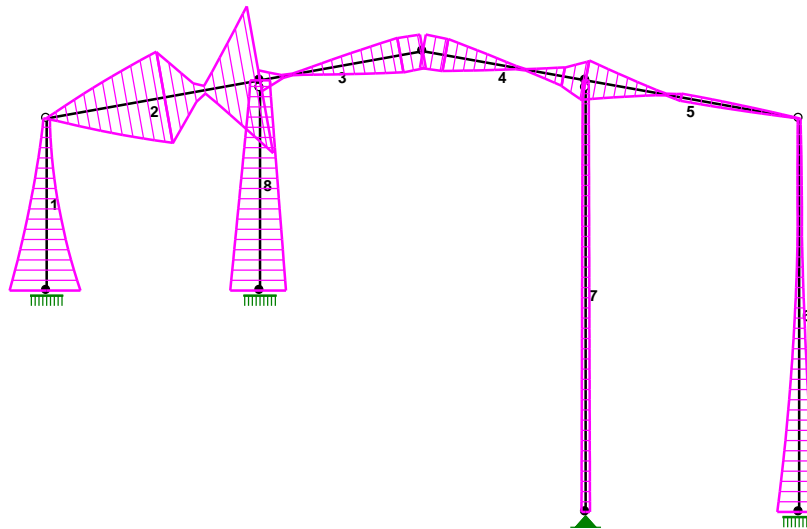
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,000	<b>14,652*</b>	-6,745	-35,283	ABCDGHKM
	0,000	<b>-13,251*</b>	8,185	-20,043	ABKLN
	0,000	-13,251	<b>8,185*</b>	-20,043	ABKLN
	3,070	0,000	-0,573	<b>-6,911*</b>	ABEHKN
	0,000	0,369	-0,120	<b>-38,854*</b>	ABCDGK
2	2,133	<b>20,165*</b>	-29,052	5,084	ABCDGK
	2,133	<b>20,165*</b>	7,719	-1,505	ABCDGK
	3,861	<b>-32,509*</b>	-31,877	5,588	ABCDGHK
	3,861	-32,509	<b>-31,877*</b>	5,588	ABCDGHK
	3,861	-29,076	-28,595	<b>6,832*</b>	ABCDEGHKN
	0,000	0,000	10,323	<b>-4,143*</b>	ABCDGKM
3	2,539	<b>52,941*</b>	22,330	-4,173	ABCDGHK
	2,539	<b>52,941*</b>	-3,038	0,367	ABCDGHK
	0,000	<b>-32,509*</b>	69,991	-12,702	ABCDGHK
	0,000	-32,509	<b>69,991*</b>	-12,702	ABCDGHK
	2,946	45,118	-4,789	<b>5,178*</b>	ABCDEGKN
	0,000	-29,641	63,689	<b>-15,432*</b>	ABCDGHKM
4	0,000	<b>51,350*</b>	-4,721	-1,021	ABCDGHK
	2,946	<b>-60,534*</b>	-79,494	-14,403	ABCDGHK
	2,946	-60,534	<b>-79,494*</b>	-14,403	ABCDGHK
	0,000	28,651	-3,937	<b>3,670*</b>	ABEHKN
	2,946	-57,043	-75,960	<b>-16,479*</b>	ABCDGHKM
5	1,727	<b>11,190*</b>	35,386	3,460	ABCDHKM
	1,727	<b>11,190*</b>	-0,672	-3,128	ABCDHKM
	0,000	<b>-60,534*</b>	44,276	7,759	ABCDGHK
	0,000	-60,534	<b>44,276*</b>	7,759	ABCDGHK
	0,000	-54,315	40,075	<b>9,797*</b>	ABCDEGHKN
	3,861	0,000	-9,819	<b>-4,767*</b>	ABCDHKM

6	0,000	<b>40,984*</b>	-14,683	-42,059	ABKMN
	0,000	<b>-30,479*</b>	8,853	-53,352	ABCDGHKL
	0,000	40,984	<b>-14,683*</b>	-42,059	ABKMN
	7,020	0,000	3,918	<b>-8,409*</b>	ABFGKN
	0,000	40,557	-14,623	<b>-57,783*</b>	ABCDHKM
7	0,000	<b>-0,000*</b>	0,000	-176,566	ABCDGHK
	7,701	<b>0,000*</b>	0,000	-125,739	ABCDGHK
	0,000	<b>-0,000*</b>	0,000	-176,566	ABCDGHK
	7,701	<b>0,000*</b>	0,000	-125,739	ABCDGHK
	0,000	-0,000	<b>0,000*</b>	-176,566	ABCDGHK
	7,701	0,000	<b>0,000*</b>	-125,739	ABCDGHK
	7,701	-0,000	-0,000	<b>-64,493*</b>	ABFKN
	0,000	-0,000	0,000	<b>-176,566*</b>	ABCDGHK
8	0,000	<b>8,750*</b>	-2,333	-100,924	ABCDGHKM
	0,000	<b>-6,928*</b>	1,847	-61,530	ABKLN
	0,000	8,750	<b>-2,333*</b>	-100,924	ABCDGHKM
	3,751	0,000	<b>-2,333*</b>	-94,735	ABCDGHKM
	3,751	0,000	-1,755	<b>-49,006*</b>	ABFKN
	0,000	0,190	-0,051	<b>-109,686*</b>	ABCDGHK

\* = Wartości ekstremalne

NAPEŹENIA-OBWIEDNIE:



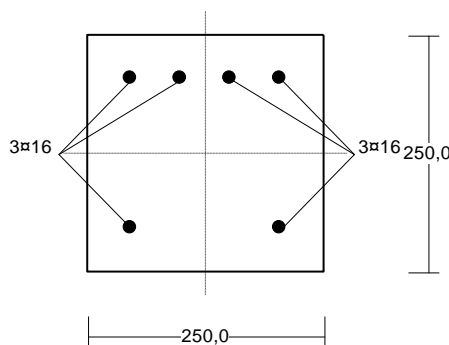
**REAKCJE - WARTOŚCI EKSTREMALNE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>6,745*</b>	35,283	35,922	-14,652	ABCDGHKM
	<b>-8,185*</b>	20,043	21,650	13,251	ABKLN
	0,120	<b>38,854*</b>	38,855	-0,369	ABCDGK
	-7,163	<b>11,976*</b>	13,955	10,116	ABEHKN
	0,120	38,854	<b>38,855*</b>	-0,369	ABCDGK
	-8,185	20,043	21,650	<b>13,251*</b>	ABKLN
	6,745	35,283	35,922	<b>-14,652*</b>	ABCDGHKM
5	<b>14,683*</b>	42,059	44,548	-40,984	ABKMN

	-8,853*	53,352	54,082	30,479	ABCDGHKL
	14,623	57,783*	59,605	-40,557	ABCDHKM
	13,772	33,891*	36,583	-34,588	ABFGKN
	14,623	57,783	59,605*	-40,557	ABCDHKM
	-8,853	53,352	54,082	30,479*	ABCDGHKL
	14,683	42,059	44,548	-40,984*	ABKMN
8	-0,000*	176,566	176,566		ABCDGHK
	0,000*	115,320	115,320		ABFKN
	-0,000*	128,614	128,614		ABK
	-0,000	176,566*	176,566		ABCDGHK
	0,000	115,320*	115,320		ABFKN
	-0,000	176,566	176,566*		ABCDGHK
9	2,333*	100,924	100,951	-8,750	ABCDGHKM
	-1,847*	61,530	61,557	6,928	ABKLN
	0,051	109,686*	109,686	-0,190	ABCDGHK
	1,755	55,195*	55,223	-6,582	ABFKN
	0,051	109,686	109,686*	-0,190	ABCDGHK
	-1,847	61,530	61,557	6,928*	ABKLN
	2,333	100,924	100,951	-8,750*	ABCDGHKM

\* = Wartości ekstremalne

## Pręt nr 2



Wymiary przekroju [cm]:

$h=25,0$ ,  $b=25,0$ ,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B30**

$f_{ck} = 25,0$  MPa,  $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 25,0 / 1,50 = 16,7$  MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 625$  cm<sup>2</sup>,  $J_{cx} = 32552$  cm<sup>4</sup>,  $J_{cy} = 32552$  cm<sup>4</sup>

**STAL: A-IIIN (B500SP)**

$f_{yk} = 500$  MPa,  $\gamma_s = 1,15$ ,  $f_{yd} = 420$  MPa

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$ ,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 12,06$  cm<sup>2</sup>,  $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 12,06 / 625 = 1,93$  %,

$J_{sx} = 753$  cm<sup>4</sup>,  $J_{sy} = 530$  cm<sup>4</sup>,

**Siły przekrojowe:**

zadanie: rama\_SGN+SGU, pręt nr 2, przekrój:  $x_a = 3,86$  m,  $x_b = 0,00$  m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCDEFGHIIJKLMN**

Momenty zginające:

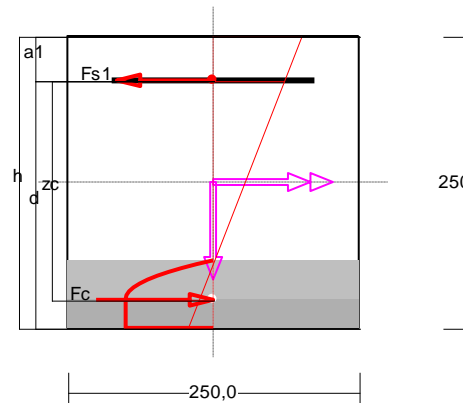
$M_x = 37,373$  kNm,  $M_y = 0,000$  kNm,

Siły poprzeczne:

$V_y = -36,749$  kN,  $V_x = 0,000$  kN,

Siła osiowa:  $N = 6,968 \text{ kN} = N_{Sd}$ .

### Zbrojenie wymagane:



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = 6,968 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(37,373^2 + 0,000^2)} = 37,373 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ( $\varepsilon_{s1} = 9,32 \text{ ‰}$ ):

$$A_{s1} = 4,82 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3 \times 16 = 6,03 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 4,82 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 4,82 / 625 = 0,77 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 25,0, \quad d = 21,2, \quad x = 5,8 \quad (\xi = 0,273),$$

$$a_1 = 3,8, \quad a_c = 2,4, \quad z_c = 18,8, \quad A_{cc} = 145 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -3,50 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1} = 9,32 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -195,649, \quad F_{s1} = 202,617,$$

$$M_c = 19,745, \quad M_{s1} = 17,628,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -195,649 + (202,617) = 6,968 \text{ kN} \quad (N_{Sd} = 6,968 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 19,745 + (17,628) = 37,373 \text{ kNm} \quad (M_{Sd} = 37,373 \text{ kNm})$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

#### - przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta jednostronnie zamocowanego w układzie nieprzesuwnym

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_o = \beta l_{col}, \quad l_{col} = 3,861 \text{ m},$$

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000 \Rightarrow \kappa_A = (1/\kappa_a - 1) = 0,000, \quad \kappa_b = 0,040 \Rightarrow \kappa_B = (1/\kappa_b - 1) = 24,111,$$

$$\beta = 0,7 + 1/(3\kappa + 3) = 0,7 + 1/(3 \times 24,111 + 3) \Rightarrow l_o = 0,713 \times 3,861 = 2,754 \text{ m}$$

#### - przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta dwustronnie zamocowanego w układzie nieprzesuwnym:

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_o = \beta l_{col}, \quad l_{col} = 3,861 \text{ m},$$

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000 \Rightarrow \kappa_A = (1/\kappa_a - 1) = 1,000, \quad \kappa_b = 1,000 \Rightarrow \kappa_B = (1/\kappa_b - 1) = 1,000,$$

$$(*T11P \quad \beta = 0,7 + 1/(3\kappa + 3) = 0,7 + 1/(3 \times 1,000 + 3) = 1,000*)$$

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000, \quad \kappa_b = 1,000, \quad \kappa_v = 0,000, \Rightarrow \mu = 1,000, \quad \text{dla } l_{col} = 3,861, \quad l_o = \mu l_{col} = 1,000 \times 3,861 = 3,861 \text{ m}^*)$$

### Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

#### - w płaszczyźnie ustroju:



mimośród niezamierzony: ( $l_{col}=3,861$  m,  $h=0,250$  m)  $e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600}, \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,006, 0,008, 0,010 \rangle = 0,010$  m, przyjęto:  $e_a=0,020$  m,

mimośród statyczny:  $M_{max}=M_{3Sd}=22,952$  kNm,  $N_{Sd}=-3,510$  kN  $\Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |22,952/(-3,510)| = 6,539$  m,

mimośród początkowy:  $e_o=e_a+e_e=0,020+6,539=6,559$  m,

obliczenie siły krytycznej:

- długość wybocheniowa:  $l_o=2,754$  m (obliczona wg PN),
- moduł sprężystości betonu:  $E_{cm}=31,0 \cdot 10^6$  kPa,
- momenty bezwładności:  $I_c=3,2552 \cdot 10^{-4}$  m<sup>4</sup>,  
 $I_s=0,0753 \cdot 10^{-4}$  m<sup>4</sup> (dla zbrojenia rzeczywistego)
- $e_o/h=\max \langle (e_a+e_e)/h, 0,05, 0,5-0,01(l_o/h+f_{cd}) \rangle = \max \langle 26,236, 0,05, 0,223 \rangle = 26,236$ ,
- $k_{lt}=1+0,5(N_{Sd,lt}/N_{Sd})\phi_{(t,t_0)}=1+0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000$ ,

$$N_{crit} = \frac{9}{l_o^2} \left[ \frac{E_{cm} I_c}{2k_{lt}} \left( \frac{0,11}{0,1 + \frac{e_o}{h}} + 0,1 \right) + E_s I_s \right] =$$

$$\frac{9}{2,754^2} \left[ \frac{3,100 \cdot 10^6 \times 3,255 \cdot 10^4}{2 \times 2,000} \left( \frac{0,11}{0,1 + 26,236} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 7,529 \cdot 10^6 \right] = 2099,255 \text{ kN}$$

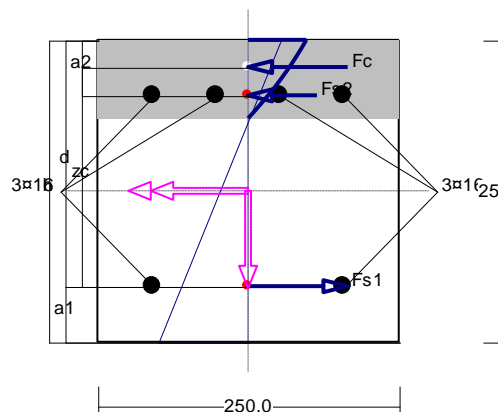
współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (3,510 / 2099,255)} = 1,002$$

**- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:**

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

**Nośność przekroju prostopadłego:**



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd}=6,465 \text{ kN},$$

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-23,674^2 + 0,000^2)} = 23,674 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=4,02 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=8,04 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=12,06 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 12,06/625=1,93 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=25,0, d=20,4, x=6,5 (\xi=0,318),$$

$$a_1=4,6, a_2=4,6, a_c=2,2, z_c=18,2, A_{cc}=162 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-0,81 \text{ ‰}, \varepsilon_{s2}=-0,24 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1}=1,73 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -94,667, F_{s1} = 138,978, F_{s2} = -37,846,$$

$$M_c = 9,705, M_{s1} = 10,979, M_{s2} = 2,990,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = \mathbf{30,144 \text{ kNm}} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 9,705 + (10,979) + (2,990) = \mathbf{23,674 \text{ kNm}}$$

### Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi = 8 \text{ mm}$  ze stali A-IIIIN, dla której  $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$ .

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,\min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{25} / 500 = 0,00080$$

Rozstaw strzemion:

#### Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$   $x_b = 213,3 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion - wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 204 = 153 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 153 \text{ mm}$ .

Ze względu na pręty ściskane  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$ .

Maksymalny rozstaw strzemion - wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 250,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$ .

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$ .

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,3 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (15,3 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00263$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00263} > \mathbf{0,00080} = \rho_{w \min}$$

#### Strefa nr 2

Początek i koniec strefy:  $x_a = 213,3$   $x_b = 386,1 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion - wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 204 = 153 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 153 \text{ mm}$ .

Ze względu na pręty ściskane  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$ .

Maksymalny rozstaw strzemion - wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 250,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$ .

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$ .

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **15,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (15,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00268$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00268} > \mathbf{0,00080} = \rho_{w \min}$$

### Ścinanie

#### Odcinek nr 7

Początek i koniec odcinka:  $x_a = 256,5$   $x_b = 299,7 \text{ cm}$

Siły przekrojowe:  $N_{Sd} = 6,717;$

$$V_{Sd \max} = -35,346 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{4,02}{25,0 \times 20,4} = 0,00788; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,00788$ .

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = -6,717 / 702,83 \times 10 = -0,10 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$ .

$$\begin{aligned} V_{Rd1} &= [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = \\ &= [0,35 \times 1,40 \times 1,20 \times (1,2 + 40 \times 0,00788) + 0,15 \times 0,00] \times 25,0 \times 20,4 \times 10^{-1} = 45,444 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{Sd} = 35,346 < 45,444 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{35,346} < \mathbf{45,444} = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 25 / 250) = 0,540$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,540 \times 16,7 \times 25,0 \times 18,3 \times 10^{-1} = 206,520 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{35,346} < \mathbf{206,520} = V_{Rd2}$$

### Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 2,133 \text{ m}$ :

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 9,364 \times (1,000) = 4,682 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 134,631 + 4,682 = 139,313 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 138,978 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 138,978 \text{ kN}$

$$F_{td} = \mathbf{138,978} < \mathbf{168,892} = 4,02 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

### Zarysowanie

Położenie przekroju:  $x = 2,133 \text{ m}$

Siły przekrojowe od obc. całkowitych:  $M_{Sd} = 16,850 \text{ kNm}$

$$N_{Sd} = 4,574 \text{ kN} \quad e = 368,4 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = -24,165 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

$$d = h - a_1 = 25,0 - 4,6 = 20,4 \text{ cm}$$

$$A_c = 625 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 2604 \text{ cm}^3$$

### Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 313 / 240 = 1,35 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = \mathbf{4,02} > \mathbf{1,35} = A_s$$

### Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 2604 \times 10^{-3} = 6,771 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c + 1 / A_c} = \frac{2,6}{68,4 / 2604,17 + 1 / 625,00} \times 10^{-1} = 1,817 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 4,574 > 1,817 = N_{cr}$$

**Przekrój zarysowany.**

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto  $k_2 = 0,5$ .

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 4,02 / 149 = 0,02702$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,02702 = 109,22$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 242,23 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (1,817 / 4,574)^2] = 0,00112 \end{aligned}$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 109,22 \times 0,00112 = 0,21 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,21 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

### Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy  $\phi(t, t_0) = 2,00$ .

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{31000}{1 + 2,00} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 2604 \times 10^{-3} = 6,771 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{sd} = -27,086 \text{ kN}$  powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -27,086 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_I = 12,8 \text{ cm}$   $I_I = 37350 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 7,1 \text{ cm} \quad I_{II} = 12323 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{31000 \times 12323}{1 - 1,0 \times 0,5 (6,771 / 27,086)^2 \times (1 - 12323 / 37350)} \times 10^{-5} = 3902 \text{ kNm}^2 \end{aligned}$$

Sztywność dla krótkotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -21,431 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_I = 12,8 \text{ cm}$   $I_I = 37350 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 7,1 \text{ cm} \quad I_{II} = 12323 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{31000 \times 12323}{1 - 1,0 \times 0,5 (6,771 / 21,431)^2 \times (1 - 12323 / 37350)} \times 10^{-5} = 3952 \text{ kNm}^2 \end{aligned}$$

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

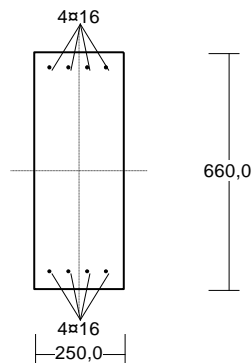
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -21,431 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_I = 13,2 \text{ cm}$   $I_I = 46684 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 9,9 \text{ cm} \quad I_{II} = 27434 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{10333 \times 27434}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (6,771 / 21,431)^2 \times (1 - 27434 / 46684)} \times 10^{-5} = 2894 \text{ kNm}^2 \end{aligned}$$

#### Pręt nr 4



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=66,0, \quad b=25,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B30**

$$f_{ck}=25,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 25,0/1,50=16,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=1650 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=598950 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=85938 \text{ cm}^4$$

**STAL: A-IIIIN (B500SP)**

$$f_{yk}=500 \text{ MPa}, \quad \gamma_s=1,15, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+420/200000)=0,625,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=16,08 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 16,08/1650=0,97 \%,$$

$$J_{sx}=12973 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=558 \text{ cm}^4,$$

**Siły przekrojowe:**

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCDEFGH IJKLMN**

Momenty zginające:

$$M_x = -13,234 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

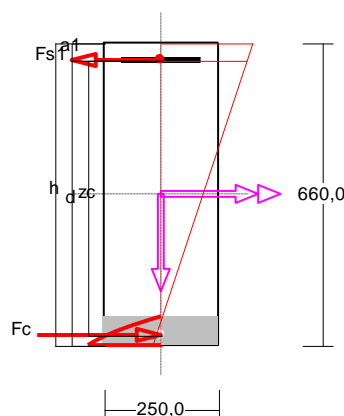
Siły poprzeczne:

$$V_y = -38,846 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

Siła osiowa:  $N = -5,305 \text{ kN} = N_{Sd},$

**Zbrojenie wymagane:**

(zadanie rama\_SGN+SGU, pręt nr 4, przekrój:  $x_a=2,95 \text{ m}, x_b=0,00 \text{ m}$ )



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd}=-16,341 \text{ kN},$$

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(66,597^2 + 0,000^2)} = 66,597 \text{ kNm}$$

$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td}$ ,

Zbrojenie rozciągane ( $\varepsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$ ):

$A_{s1}=2,44 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 16 = 4,02 \text{ cm}^2)$ ,

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$A_s=A_{s1}+A_{s2}=2,44 \text{ cm}^2$ ,  $\rho=100 \times A_s/A_c = 100 \times 2,44/1650=0,15 \text{ ‰}$

Wielkości geometryczne [cm]:

$h=66,0$ ,  $d=62,2$ ,  $x=6,3$  ( $\xi=0,101$ ),

$a_1=3,8$ ,  $a_c=2,2$ ,  $z_c=60,0$ ,  $A_{cc}=156 \text{ cm}^2$ ,

$\varepsilon_c=-1,12 \text{ ‰}$ ,  $\varepsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$ ,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -118,960$ ,  $F_{s1} = 102,619$ ,

$M_c = 36,632$ ,  $M_{s1} = 29,965$ ,

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c+F_{s1}=-118,960+(102,619)=-16,341 \text{ kN}$  ( $N_{sd}=-16,341 \text{ kN}$ )

$M_c+M_{s1}=36,632+(29,965)=66,597 \text{ kNm}$  ( $M_{sd}=66,597 \text{ kNm}$ )

**Długości wyboczeniowe pręta:**

**- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:**

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta dwustronnie zamocowanego w układzie przesuwym

ze wzoru (C.1)  $l_o = \beta l_{col}$ ,  $l_{col}=2,946 \text{ m}$ ,

podatności węzłów:  $\kappa_a=0,500 \Rightarrow k_A=(1/\kappa_a-1)=1,000$ ,  $\kappa_b=0,567 \Rightarrow k_B=(1/\kappa_b-1)=0,763$ ,

$\beta=1+1/(5k_A+1) + 1/(5k_B+1) + 0,2/(k_A+k_B) = 1 + 1/(5 \times 1,000+1) + 1/(5 \times 0,763+1) + 0,2/(1,000 + 0,763) = 1,488 \Rightarrow l_o = 1,488 \times 2,946 = 4,383 \text{ m}$

**- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:**

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta dwustronnie zamocowanego w układzie nieprzesuwym:

ze wzoru (C.1)  $l_o = \beta l_{col}$ ,  $l_{col}=2,946 \text{ m}$ ,

podatności węzłów:  $\kappa_a=1,000 \Rightarrow k_A=(1/\kappa_a-1)=1,000$ ,  $\kappa_b=1,000 \Rightarrow k_B=(1/\kappa_b-1)=1,000$ ,

(\*T11P  $\beta = 0,7+1/(3k+3) = 0,7+1/(3 \times 1,000+3) = 1,000$ \*)

podatności węzłów:  $\kappa_a=1,000$ ,  $\kappa_b=1,000$ ,  $\kappa_v=0,000$ ,  $\Rightarrow \mu = 1,000$ , dla  $l_{col} = 2,946$ ,  $l_o = \mu l_{col} = 1,000 \times 2,946 = 2,946 \text{ m}$ \*)

**Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:**

**- w płaszczyźnie ustroju:**

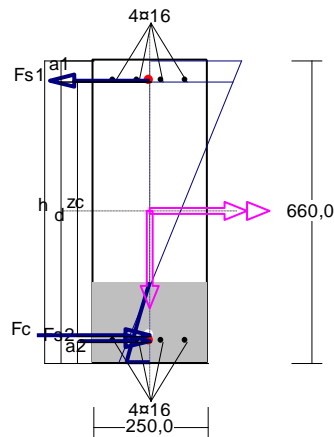
mimośród niezamierzony: ( $l_{col}=2,946 \text{ m}$ ,  $h=0,660 \text{ m}$ ,  $n=1$ )  $e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} \left( 1 + \frac{1}{n} \right), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,010, 0,022, 0,010 \rangle = 0,022 \text{ m}$ , przyjęto:  $e_a=0,022 \text{ m}$ ,

uwzględnienie wpływu smukłości nie jest wymagane,

**- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:**

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

**Nośność przekroju prostopadłego:**



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -16,341 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(66,597^2 + 0,000^2)} = 66,597 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} = 8,04 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 8,04 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 16,08 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 16,08 / 1650 = 0,97 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 66,0, d = 61,4, x = 17,4 (\xi = 0,284),$$

$$a_1 = 4,6, a_2 = 4,6, a_c = 5,9, z_c = 55,5, A_{cc} = 436 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,27 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -0,20 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 0,69 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -95,120, F_{s1} = 111,218, F_{s2} = -32,439,$$

$$M_c = 25,798, M_{s1} = 31,586, M_{s2} = 9,213,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 209,295 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 25,798 + (31,586) + (9,213) = 66,597 \text{ kNm}$$

### Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie rama\_SGN+SGU, pręt nr 4

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi = 8 \text{ mm}$  ze stali A-IIIN, dla której  $f_{ywd} = 420 \text{ MPa}$ .

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{25} / 500 = 0,00080$$

Rozstaw strzemion:

#### Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$   $x_b = 294,6 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion - wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 614 = 461 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{max} = 400 \text{ mm}$ .

Ze względu na pręty ściskane  $s_{max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$ .

Maksymalny rozstaw strzemion - wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 660,0\} = 250,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{max} = 250,0 \text{ mm}$ .

Ze względu na zbrojenie  $s_{max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$ .

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (20,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00201$$

$$\rho_w = 0,00201 > 0,00080 = \rho_{w,min}$$

## Ścinanie

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.

### Odcinek nr 2

Początek i koniec odcinka:  $x_a = 147,3$   $x_b = 294,6$  cm

Siły przekrojowe:  $N_{Sd} = -16,341$ ;

$V_{Sd\ max} = -88,472$  kN

### Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{8,04}{25,0 \times 61,4} = 0,00524; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,00524$ .

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 16,341 / 1753,77 \times 10 = 0,09 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,09$  MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = \\ = [0,35 \times 1,00 \times 1,20 \times (1,2 + 40 \times 0,00524) + 0,15 \times 0,09] \times 25,0 \times 61,4 \times 10^{-1} = 93,021 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 88,472 < 93,021 = V_{Rd1}$$

### Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 88,472 < 93,021 = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 25 / 250) = 0,540$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,540 \times 16,7 \times 25,0 \times 55,5 \times 10^{-1} = 625,871 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,09 / 16,7 = 1,006$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,006 \times 625,871 = 629,363 \text{ kN}$$

Przyjęto  $V_{Rd2,red} = 625,871$  kN

$$V_{Sd} = 88,472 < 625,871 = V_{Rd2,red}$$

### Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 2,692$  m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times -87,384 \times (1,000) = 43,692 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 71,480 + 43,692 = 115,171 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 111,218 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 111,218$  kN

$$F_{td} = 111,218 < 337,784 = 8,04 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

### Zarysowanie

Położenie przekroju:  $x = 2,946$  m

Siły przekrojowe od obc. całkowitych:  $M_{Sd} = -49,458$  kNm

$$N_{Sd} = -12,056 \text{ kN} \quad e = 412,4 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = -65,383 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 66,0 - 4,6 = 61,4 \text{ cm}$$

$$A_c = 1650 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 18150 \text{ cm}^3$$

### Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} =$$



$$= 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 825 / 240 = 3,57 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 8,04 > 3,57 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 18150 \times 10^{-3} = 47,190 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,6}{12,4 / 18150,00 - 1 / 1650,0} \times 10^{-1} = -11,755 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 12,056 > 11,755 = N_{cr}$$

**Przekrój zarysowany.**

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto  $k_2 = 0,5$ .

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 8,04 / 287 = 0,02797$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,02797 = 107,20$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 104,27 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-11,755 / 12,056)^2] = 0,00027 \end{aligned}$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 107,20 \times 0,00027 = 0,05 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,05 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

**Ugięcia**

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy  $\phi(t, t_o) = 2,00$ .

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_o)} = \frac{31000}{1 + 2,00} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 18150 \times 10^{-3} = 47,190 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{sd} = -49,458 \text{ kN}$  powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -49,458 \text{ kNm}$ .

$$\begin{aligned} \text{Wielkości geometryczne przekroju:} \quad x_I &= 33,0 \text{ cm} \quad I_I = 682650 \text{ cm}^4 \\ x_{II} &= 12,9 \text{ cm} \quad I_{II} = 143515 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{31000 \times 143515}{1 - 1,0 \times 0,5 (47,190 / 49,458)^2 (1 - 143515 / 682650)} \times 10^{-5} = 69461 \text{ kNm}^2 \end{aligned}$$

Sztywność dla krótkotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -40,910 \text{ kNm}$ .

$$\begin{aligned} \text{Wielkości geometryczne przekroju:} \quad x_I &= 33,0 \text{ cm} \quad I_I = 682650 \text{ cm}^4 \\ x_{II} &= 12,9 \text{ cm} \quad I_{II} = 143515 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$B = \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{31000 \times 143515}{-1,0 \times 0,5 (47,190/47,190)^2 \times (1 - 143515/68265)} \times 10^{-5} = 73522 \text{ kNm}^2$$

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

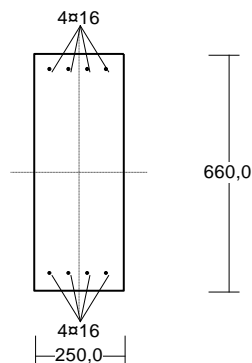
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -40,910 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_I = 33,0 \text{ cm}$   $I_I = 850050 \text{ cm}^4$   
 $x_{II} = 18,8 \text{ cm}$   $I_{II} = 369247 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{10333 \times 369247}{-1,0 \times 0,5 \times (47,190/47,190)^2 \times (1 - 369247/850050)} \times 10^{-5} = 53201 \text{ kNm}^2$$

### Pręt nr 5



Wymiary przekroju [cm]:

$h=66,0$ ,  $b=25,0$ ,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B30**

$f_{ck} = 25,0 \text{ MPa}$ ,  $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 25,0 / 1,50 = 16,7 \text{ MPa}$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c = 1650 \text{ cm}^2$ ,  $J_{cx} = 598950 \text{ cm}^4$ ,  $J_{cy} = 85938 \text{ cm}^4$

**STAL: A-IIIN (B500SP)**

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $\gamma_s = 1,15$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 420 / 200000) = 0,625$ ,

Zbrojenie główne:

$A_{s1} + A_{s2} = 16,08 \text{ cm}^2$ ,  $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 16,08 / 1650 = 0,97 \%$ ,

$J_{sx} = 12973 \text{ cm}^4$ ,  $J_{sy} = 558 \text{ cm}^4$ ,

**Siły przekrojowe:**

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCDEFGHIIKLMN**

Momenty zginające:

$M_x = 65,119 \text{ kNm}$ ,  $M_y = 0,000 \text{ kNm}$ ,

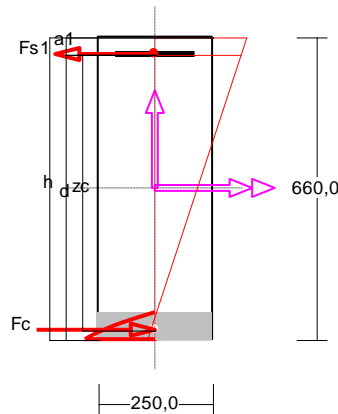
Siły poprzeczne:

$V_y = 49,269 \text{ kN}$ ,  $V_x = 0,000 \text{ kN}$ ,

Siła osiowa:  $N = 8,322 \text{ kN} = N_{sd}$ ,

**Zbrojenie wymagane:**

(zadanie rama\_SGN+SGU, pręt nr 5, przekrój:  $x_a = 0,00 \text{ m}$ ,  $x_b = 3,86 \text{ m}$ )



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=8,339 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(66,237^2 + 0,000^2)} = 66,237 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰}$ ):

$$A_{s1}=2,72 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 16 = 4,02 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=2,72 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c = 100 \times 2,72/1650=0,17 \text{ ‰}$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=66,0, d=62,2, x=5,9 (\xi=0,095),$$

$$a_1=3,8, a_c=2,1, z_c=60,1, A_{cc}=147 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,05 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -106,100, F_{s1} = 114,440,$$

$$M_c = 32,821, M_{s1} = 33,416,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -106,100 + (114,440) = 8,339 \text{ kN} (N_{sd}=8,339 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 32,821 + (33,416) = 66,237 \text{ kNm} (M_{sd}=66,237 \text{ kNm})$$

**Długości wyboczeniowe pręta:**

**- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:**

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta jednostronnie zamocowanego w układzie nieprzesuwnym

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_o = \beta l_{col}, \quad l_{col}=3,861 \text{ m},$$

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 0,433 \Rightarrow k_A = (1/\kappa_a - 1) = 1,310, \quad \kappa_b = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/\kappa_b - 1) = 0,000,$$

$$\beta = 0,7 + 1/(3k + 3) = 0,7 + 1/(3 \times 1,310 + 3) \Rightarrow l_o = 0,844 \times 3,861 = 3,259 \text{ m}$$

**- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:**

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik  $\beta$  obliczono jak dla pręta dwustronnie zamocowanego w układzie nieprzesuwnym:

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_o = \beta l_{col}, \quad l_{col}=3,861 \text{ m},$$

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000 \Rightarrow k_A = (1/\kappa_a - 1) = 1,000, \quad \kappa_b = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/\kappa_b - 1) = 1,000,$$

$$(*T11P \quad \beta = 0,7 + 1/(3k + 3) = 0,7 + 1/(3 \times 1,000 + 3) = 1,000*)$$

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000, \quad \kappa_b = 1,000, \quad \kappa_v = 0,000, \Rightarrow \mu = 1,000, \quad \text{dla } l_{col} = 3,861, \quad l_o = \mu l_{col} = 1,000 \times 3,861 = 3,861 \text{ m}^*)$$

**Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:**

zadanie rama\_SGN+SGU, pręt nr 5

**- w płaszczyźnie ustroju:**

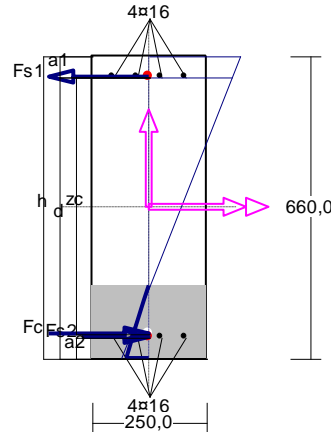
mimośród niezamierzony: ( $l_{col}=3,861$  m,  $h=0,660$  m)  $e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600}, \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,006, 0,022, 0,010 \rangle = 0,022$  m, przyjęto:  $e_a=0,022$  m,

uwzględnienie wpływu smukłości nie jest wymagane,

**- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:**

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

**Nośność przekroju prostopadłego:**



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd}=8,339 \text{ kN},$$

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(66,237^2 + 0,000^2)} = 66,237 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=16,7 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=8,04 \text{ cm}^2,$$

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2}=8,04 \text{ cm}^2,$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=16,08 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c = 100 \times 16,08/1650=0,97 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=66,0, d=61,4, x=15,9 (\xi=0,258),$$

$$a_1=4,6, a_2=4,6, a_c=5,3, z_c=56,1, A_{cc}=396 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-0,26 \text{ ‰}, \varepsilon_{s2}=-0,19 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1}=0,76 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -83,430, F_{s1} = 121,879, F_{s2} = -30,109,$$

$$M_c = 23,073, M_{s1} = 34,614, M_{s2} = 8,551,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 188,308 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 23,073 + (34,614) + (8,551) = 66,237 \text{ kNm}$$

**Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)**

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi=8$  mm ze stali A-IIIN, dla której  $f_{ywd} = 420$  MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{25} / 500 = 0,00080$$

Rozstaw strzemion:

**Strefa nr 1**

$$\text{Początek i koniec strefy: } x_a = 0,0 \quad x_b = 172,7 \text{ cm}$$

Maksymalny rozstaw strzemion - wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 614 = 461 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

$$\text{przyjęto } s_{max} = 400 \text{ mm.}$$

$$\text{Ze względu na pręty ściskane } s_{max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm.}$$

Maksymalny rozstaw strzemion - wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 660,0\} = 250,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$ .

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$ .

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (20,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00201$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00201} > \mathbf{0,00080} = \rho_{w \min}$$

### Strefa nr 2

Początek i koniec strefy:  $x_a = 172,7 \quad x_b = 386,1 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion - wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 614 = 461 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 400 \text{ mm}$ .

Ze względu na pręty ściskane  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$ .

Maksymalny rozstawy strzemion - wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 660,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$ .

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 16,0 = 240,0 \text{ mm}$ .

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **24,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (24,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00168$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00168} > \mathbf{0,00080} = \rho_{w \min}$$

## **Ścinanie**

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.

### Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka:  $x_a = 0,0 \quad x_b = 172,7 \text{ cm}$

Siły przekrojowe:  $N_{Sd} = 8,339;$

$$V_{Sd \max} = 49,366 \text{ kN}$$

### Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{8,04}{25,0 \times 61,4} = 0,00524; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,00524$ .

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = -8,339 / 1753,77 \times 10 = -0,05 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$ .

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$

$$= [0,35 \times 1,00 \times 1,20 \times (1,2 + 40 \times 0,00524) + 0,15 \times 0,00] \times 25,0 \times 61,4 \times 10^{-1} = 90,875 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 49,366 < 90,875 = V_{Rd1}$$

### Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{49,366} < \mathbf{90,875} = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 25 / 250) = 0,540$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,540 \times 16,7 \times 25,0 \times 56,1 \times 10^{-1} = 631,882 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{49,366} < \mathbf{631,882} = V_{Rd2}$$

## **Nośność zbrojenia podłużnego**

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 0,216 \text{ m}$ :

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 48,440 \times (1,000) = 24,220 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 102,963 + 24,220 = 127,183 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 121,879 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 121,879 \text{ kN}$

$$F_{td} = 121,879 < 337,784 = 8,04 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

### Zarysowanie

zadanie rama\_SGN+SGU, pręt nr 5,

Położenie przekroju:

$$x = 0,000 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. całkowitych:

$$M_{Sd} = -49,458 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 6,309 \text{ kN } e = 783,9 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = 37,183 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 25,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 66,0 - 4,6 = 61,4 \text{ cm}$$

$$A_c = 1650 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 18150 \text{ cm}^3$$

### Minimalne zbrojenie:

Wymagane pole zbrojenia rozciąganego dla zginania, przy naprężeniach wywołanych przyczynami zewnętrznymi, wynosi:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 825 / 240 = 3,58 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 8,04 > 3,58 = A_s$$

### Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 18150 \times 10^{-3} = 47,190 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c + 1 / A_c} = \frac{2,6}{83,9 / 18150,00 + 1 / 1650,0} \times 10^{-1} = 5,936 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 6,309 > 5,936 = N_{cr}$$

**Przekrój zarysowany.**

### Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto  $k_2 = 0,5$ .

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 8,04 / 287 = 0,02797$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,02797 = 107,20$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ = 114,01 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (5,936 / 6,309)^2] = 0,00032$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 107,20 \times 0,00032 = 0,06 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,06 < 0,3 = w_{lim}$$

### Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

### Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych.

Współczynniki pełzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy  $\phi(t, t_0) = 2,00$ .

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{31000}{1 + 2,00} = 10333 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 18150 \times 10^{-3} = 47,190 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{sd} = -49,458 \text{ kNm}$  powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -49,458 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_I = 33,0 \text{ cm}$   $I_I = 682650 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 12,9 \text{ cm} \quad I_{II} = 143515 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{31000 \times 143515}{1 - 1,0 \times 0,5 (47,190 / 49,458)^2 \times (1 - 143515 / 682650)} \times 10^{-5} = 69461 \text{ kNm}^2$$

Sztywność dla krótkotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -40,910 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_I = 33,0 \text{ cm}$   $I_I = 682650 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 12,9 \text{ cm} \quad I_{II} = 143515 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{31000 \times 143515}{1 - 1,0 \times 0,5 (47,190 / 40,910)^2 \times (1 - 143515 / 682650)} \times 10^{-5} = 73522 \text{ kNm}^2$$

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = -40,910 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_I = 33,0 \text{ cm}$   $I_I = 850050 \text{ cm}^4$

$$x_{II} = 18,8 \text{ cm} \quad I_{II} = 369247 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$

$$= \frac{10333 \times 369247}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (47,190 / 40,910)^2 \times (1 - 369247 / 850050)} \times 10^{-5} = 53201 \text{ kNm}^2$$

### Belka B-203

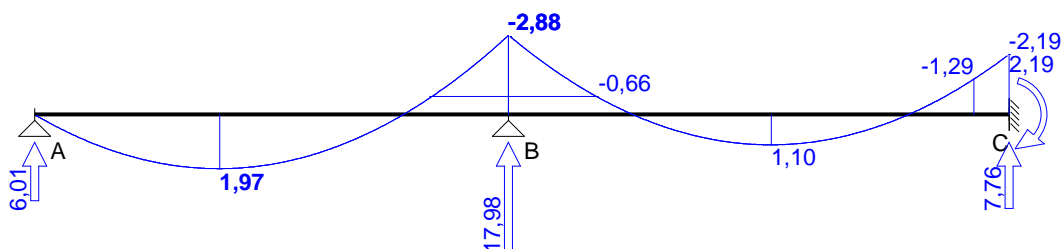
Wymiary przekroju:

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

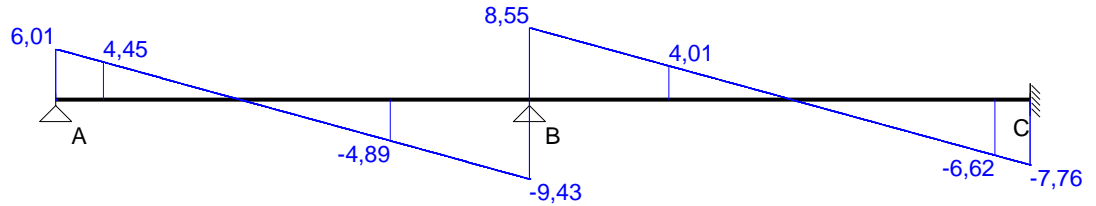
Wysokość przekroju  $h = 34,0 \text{ cm}$

**Obwiednia sił wewnętrznych**

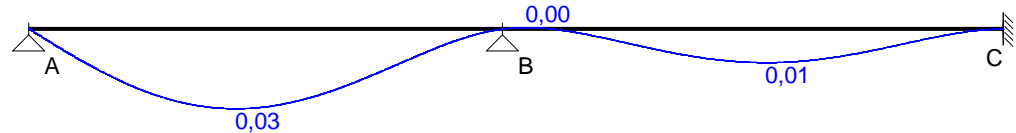
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



#### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

##### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 1,97 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,30\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 1,97 \text{ kNm} < M_{Rd} = 27,67 \text{ kNm}$  (7,1%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)4,89 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 220 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)4,89 \text{ kN} < V_{Rd1} = 45,76 \text{ kN}$  (10,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 1,48 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,48 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,03 \text{ mm} < a_{lim} = 1685/250 = 6,74 \text{ mm}$  (0,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 3,68 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

##### Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy zredukowany  $M_{Sd} = M - \Delta M = (-)[2,88 - 0,125 \cdot 17,98 \cdot 0,99] = (-)0,66 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,30\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)0,66 \text{ kNm} < M_{Rd} = 27,04 \text{ kNm}$  (2,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)2,17 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)2,17 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

##### Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 1,10 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,30\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 1,10 \text{ kNm} < M_{Rd} = 27,67 \text{ kNm}$  (4,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)6,62 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 220 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)6,62 \text{ kN} < V_{Rd1} = 45,76 \text{ kN}$  (14,5%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 0,83 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,83 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,01 \text{ mm} < a_{lim} = 1780/250 = 7,12 \text{ mm}$  (0,2%)



Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 4,97$  kN

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

#### Podpora C:

Zginanie: (przekrój d-d)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)1,29$  kNm

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,30\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26$  cm<sup>2</sup>

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)1,29$  kNm <  $M_{Rd} = 27,04$  kNm (4,8%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)1,64$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)1,64$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

#### Belka B-204

Wymiary przekroju:

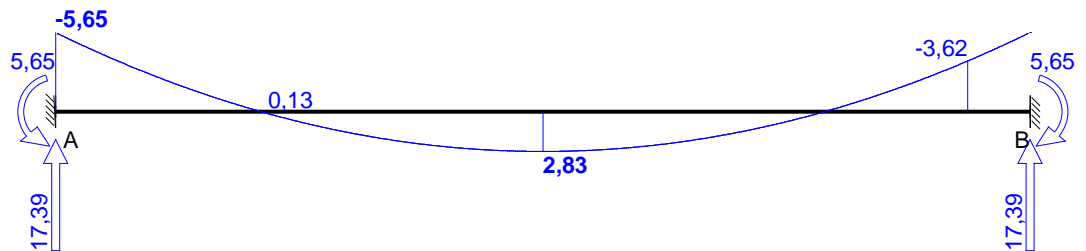
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0$  cm

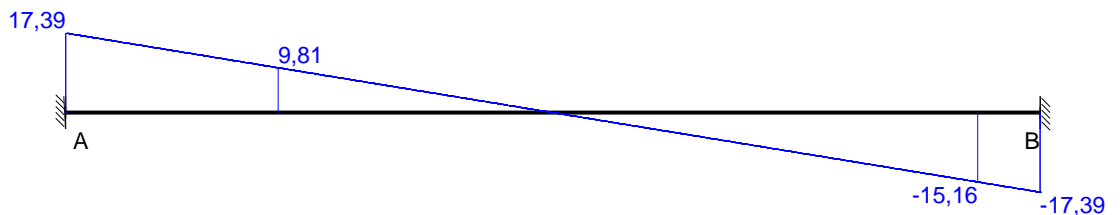
Wysokość przekroju  $h = 85,0$  cm

#### Obwiednia sił wewnętrznych

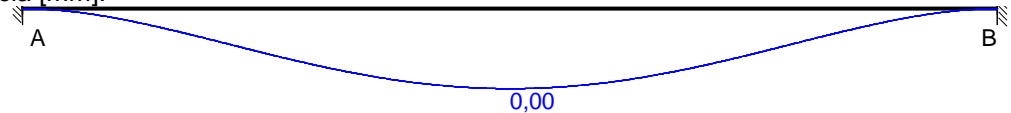
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



#### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

##### Podpora A:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = 0,13$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 2,73$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto  $3\phi 12$  o  $A_s = 3,39$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,17\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,13$  kNm <  $M_{Rd} = 112,28$  kNm (0,1%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)4,22$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)4,22$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 2,83 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 2,73 \text{ cm}^2$ . Przyjęto **3φ12** o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$   
( $\rho = 0,17\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 2,83 \text{ kNm} < M_{Rd} = 112,28 \text{ kNm}$  (2,5%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)15,16 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 200 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)15,16 \text{ kN} < V_{Rd1} = 91,38 \text{ kN}$  (16,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 2,11 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,11 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,00 \text{ mm} < a_{lim} = 1950/250 = 7,80 \text{ mm}$  (0,1%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 11,31 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Podpora B:

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)3,62 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 2,73 \text{ cm}^2$ . Przyjęto **3φ12** o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$   
( $\rho = 0,17\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)3,62 \text{ kNm} < M_{Rd} = 112,28 \text{ kNm}$  (3,2%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)4,22 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)4,22 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

### Belka B-205

Wymiary przekroju:

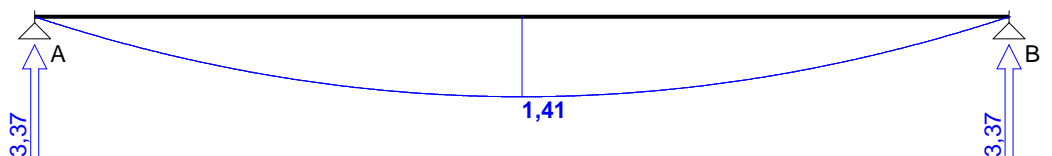
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

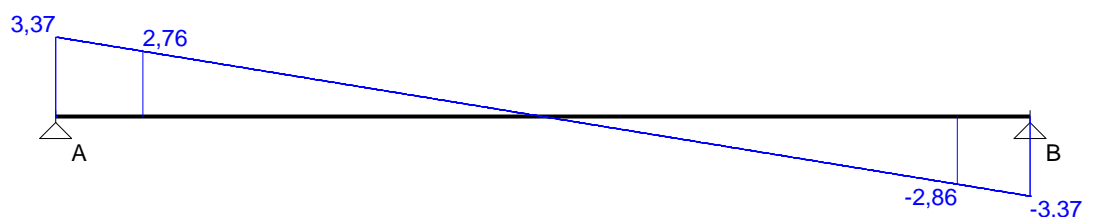
Wysokość przekroju  $h = 30,0 \text{ cm}$

### Obwiednia sił wewnętrznych

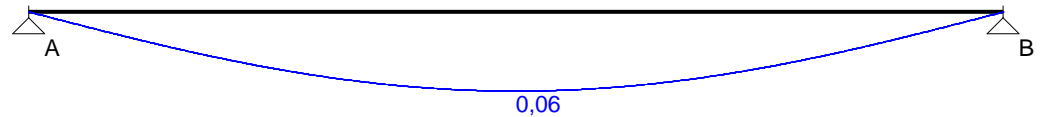
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 1,41 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,35\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 1,41 \text{ kNm} < M_{Rd} = 23,24 \text{ kNm}$  (6,1%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = (-)2,86 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = (-)2,86 \text{ kN} < V_{Rd1} = 41,42 \text{ kN}$  (6,9%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{sk} = 1,19 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{sk,lt} = 1,19 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{sk,lt}$ :  $a(M_{sk,lt}) = 0,06 \text{ mm} < a_{lim} = 1675/250 = 6,70 \text{ mm}$  (0,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{sk,lt} = 2,41 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Belka B-206

#### Wymiary przekroju:

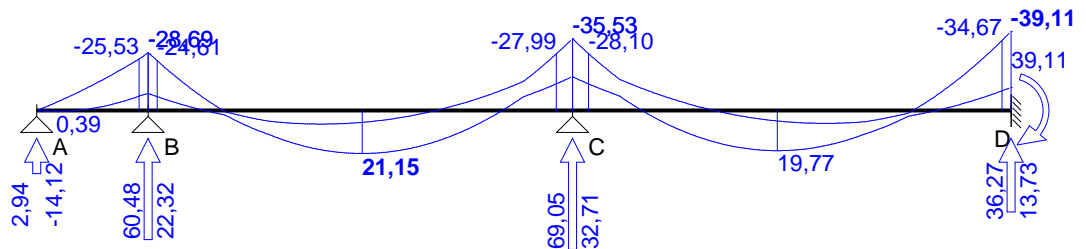
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

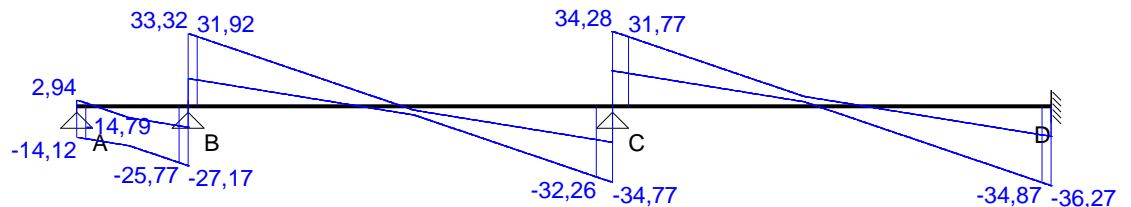
Wysokość przekroju  $h = 30,0 \text{ cm}$

#### Obwiednia sił wewnętrznych

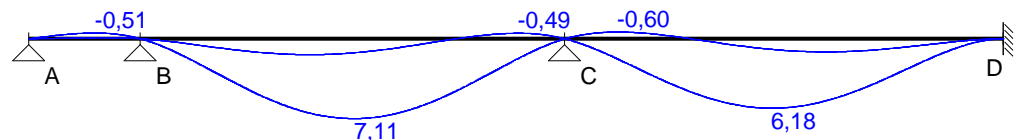
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



## WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

### Przęsło A - B:

#### Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,39 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 16$  o  $A_{s2} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,39 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (0,7%)

#### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)25,77 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)25,77 \text{ kN} < V_{Rd1} = 48,21 \text{ kN}$  (53,5%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,00 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)22,72 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)16,30 \text{ kNm}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)0,51 \text{ mm} < a_{lim} = 1550/500 = 3,10 \text{ mm}$  (16,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 14,82 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Podpora B:

#### Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)25,53 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)25,53 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (46,2%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)22,72 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)16,30 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,082 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (27,3%)

### Przęsło B - C:

#### Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 21,15 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 16$  o  $A_{s2} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 21,15 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (38,3%)

#### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)32,26 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)32,26 \text{ kN} < V_{Rd1} = 48,21 \text{ kN}$  (66,9%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 16,75 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 11,97 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,048 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (16,1%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 7,11 \text{ mm} < a_{lim} = 5900/500 = 11,80 \text{ mm}$  (60,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 19,13 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Podpora C:

#### Zginanie: (przekrój d-d)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)28,10 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)28,10 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (50,8%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)28,24 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)21,07 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,115 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (38,4%)

### Przęsło C - D:

Zginanie: (przekrój e-e)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 19,77 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 16$  o  $A_{s2} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 19,77 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (35,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)34,87 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)34,87 \text{ kN} < V_{Rd1} = 48,21 \text{ kN}$  (72,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 15,65 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 11,15 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,042 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (13,9%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 6,18 \text{ mm} < a_{lim} = 6100/500 = 12,20 \text{ mm}$  (50,7%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 20,20 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Podpora D:

Zginanie: (przekrój f-f)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)34,67 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)34,67 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (62,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)30,97 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)22,20 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,123 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (40,9%)

### Belka B-207

Wymiary przekroju:

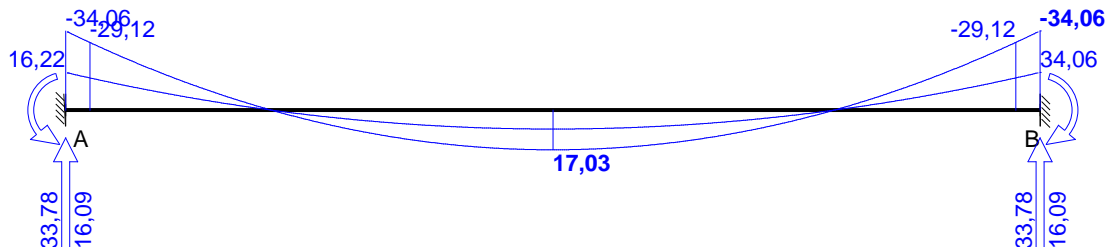
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

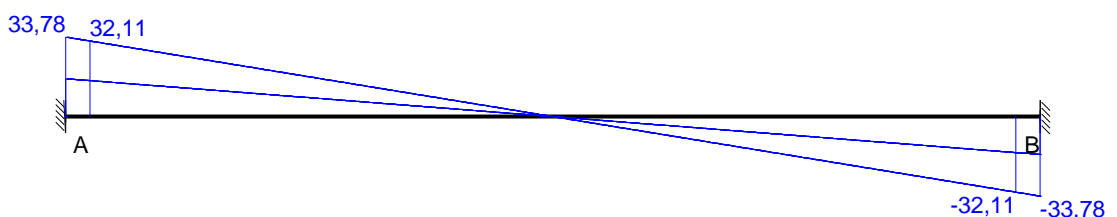
Wysokość przekroju  $h = 30,0 \text{ cm}$

### Obwiednia sił wewnętrznych

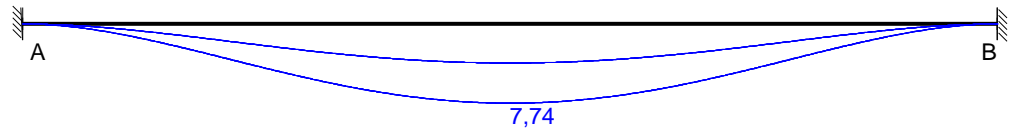
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



#### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

##### Podpora A:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{sd} = (-)29,12 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)29,12 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (52,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)27,09 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)27,09 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,155 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (51,6%)

##### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 17,03 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 16$  o  $A_{s2} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 17,03 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (30,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = (-)32,11 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = (-)32,11 \text{ kN} < V_{Rd1} = 48,21 \text{ kN}$  (66,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 13,54 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,061 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (20,2%)

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)27,09 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)27,09 \text{ kNm}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 7,74 \text{ mm} < a_{lim} = 6050/500 = 12,10 \text{ mm}$  (64,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 25,53 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

##### Podpora B:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{sd} = (-)29,12 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)29,12 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (52,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)27,09 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)27,09 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,155 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (51,6%)

#### Belka B-208

Wymiary przekroju:

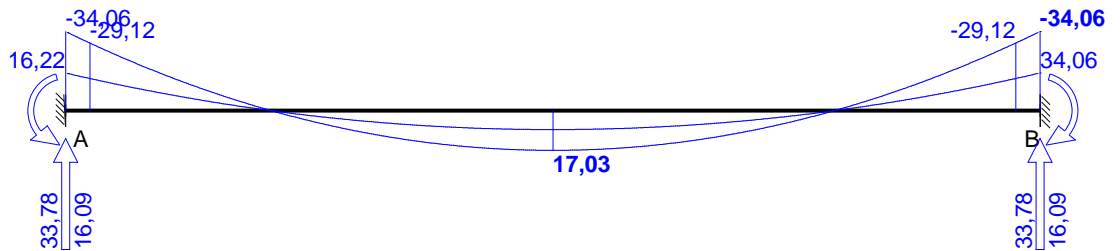
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

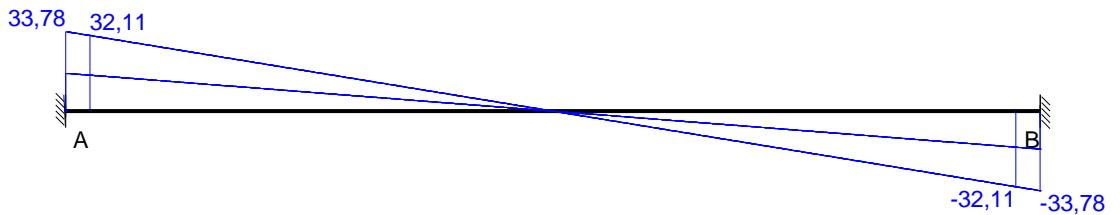
Wysokość przekroju  $h = 30,0 \text{ cm}$

### Obwiednia sił wewnętrznych

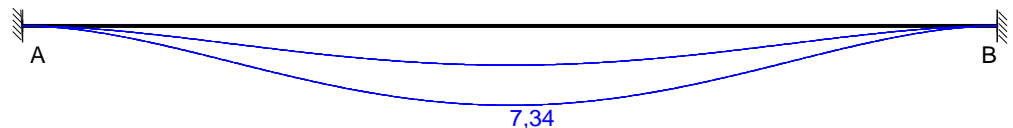
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

#### Podpora A:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{sd} = (-)29,12$  kNm

Przyjęto indywidualnie górą  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,95\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s2} = 6,03$  cm<sup>2</sup>

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)29,12$  kNm  $< M_{Rd} = 55,29$  kNm (52,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{sk} = (-)27,09$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{sk,lt} = (-)27,09$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,155$  mm  $< w_{lim} = 0,3$  mm (51,6%)

#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 17,03$  kNm

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 16$  o  $A_{s2} = 4,02$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,95\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 17,03$  kNm  $< M_{Rd} = 55,29$  kNm (30,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = (-)32,11$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = (-)32,11$  kN  $< V_{Rd1} = 48,21$  kN (66,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{sk} = 13,54$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{sk,lt} = 13,54$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,061$  mm  $< w_{lim} = 0,3$  mm (20,2%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{sk,lt}$ :  $a(M_{sk,lt}) = 7,34$  mm  $< a_{lim} = 6050/500 = 12,10$  mm (60,7%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{sk,lt} = 25,53$  kN

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

#### Podpora B:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{sd} = (-)29,12$  kNm

Przyjęto indywidualnie górą  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,95\%$ )



Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)29,12 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (52,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)27,09 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)27,09 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,155 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (51,6%)

### Belka B-209

Wymiary przekroju:

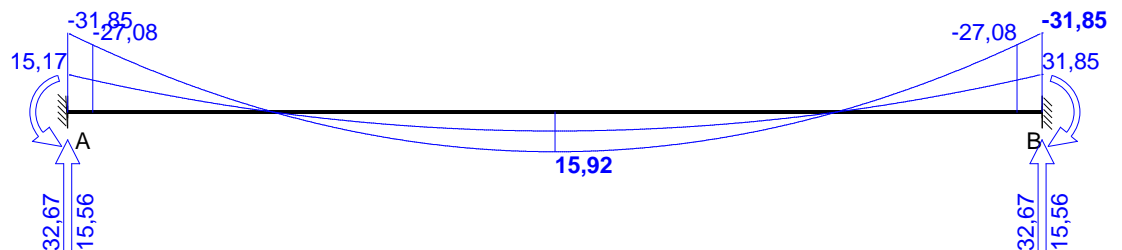
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

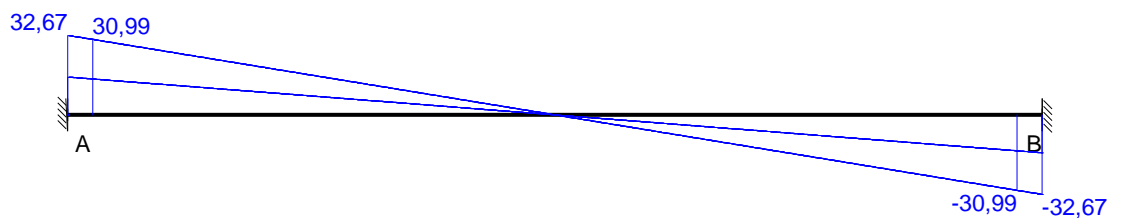
Wysokość przekroju  $h = 30,0 \text{ cm}$

### Obwiednia sił wewnętrznych

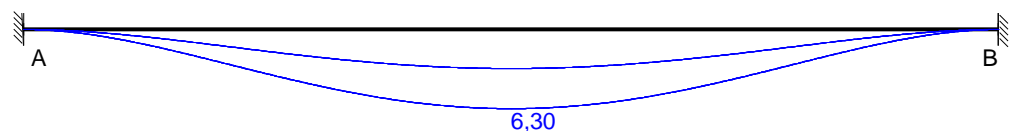
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

#### Podpora A:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{sd} = (-)27,08 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)27,08 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (49,0%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)25,32 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)25,32 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,143 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (47,8%)

#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 15,92 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 16$  o  $A_{s2} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 15,92 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (28,8%)



Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 30,99 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 30,99 \text{ kN} < V_{Rd1} = 48,21 \text{ kN}$  (64,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 12,66 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 12,66 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,054 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (17,9%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 6,30 \text{ mm} < a_{lim} = 5850/500 = 11,70 \text{ mm}$  (53,8%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 24,64 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

**Podpora B:**

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)27,08 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,95\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)27,08 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,29 \text{ kNm}$  (49,0%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)25,32 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)25,32 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,143 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (47,8%)

**Belka B-210**

Wymiary przekroju:

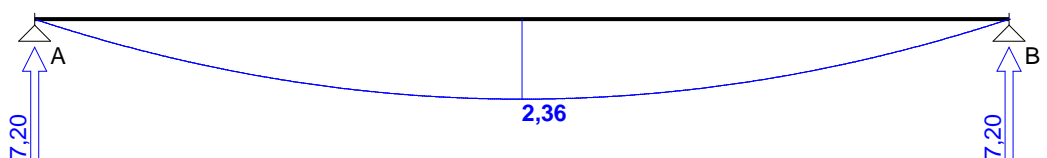
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

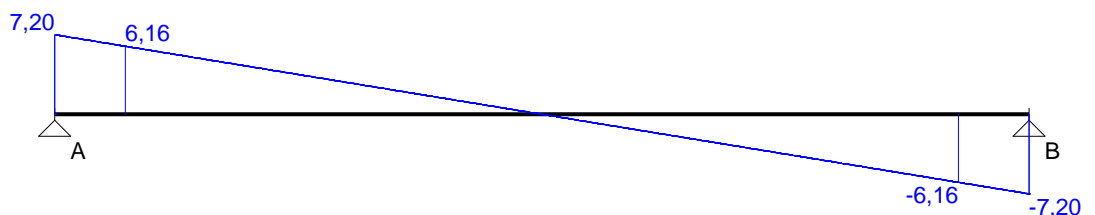
Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

**Obwiednia sił wewnętrznych**

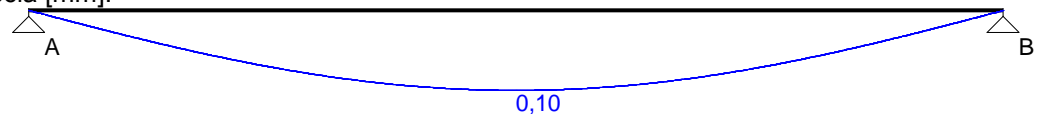
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



**WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002**

**Przęsło A - B:**

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 2,36 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 2,36 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (12,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 6,16 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 6,16 \text{ kN} < V_{Rd1} = 35,51 \text{ kN}$  (17,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 1,87 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,87 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,10 \text{ mm} < a_{lim} = 1310/250 = 5,24 \text{ mm}$  (2,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 4,87 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Belka B-211

Wymiary przekroju:

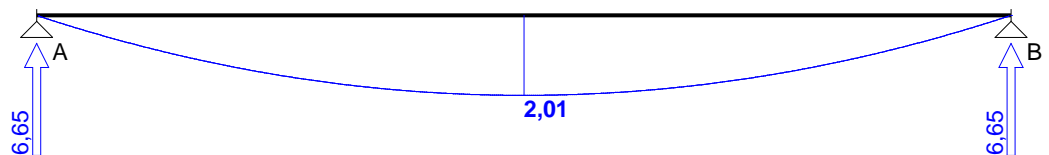
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

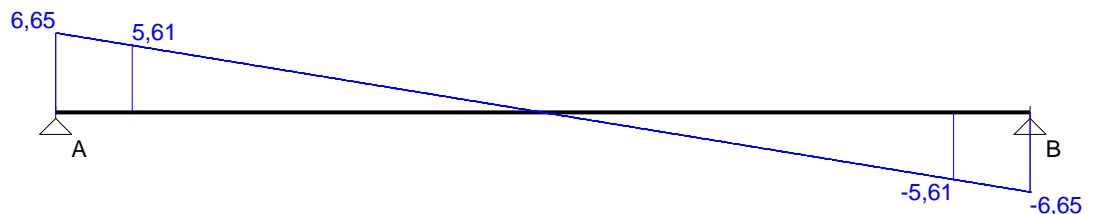
Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

### Obwiednia sił wewnętrznych

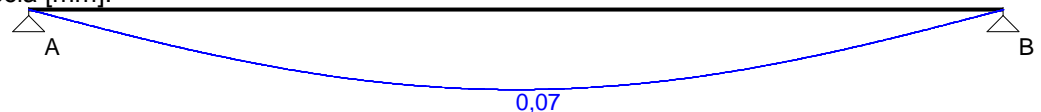
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 2,01 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 2,01 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (10,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 5,61 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 5,61 \text{ kN} < V_{Rd1} = 35,51 \text{ kN}$  (15,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 1,59 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,59 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,07 \text{ mm} < a_{lim} = 1210/250 = 4,84 \text{ mm}$  (1,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 4,44$  kN

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Belka B-212

Wymiary przekroju:

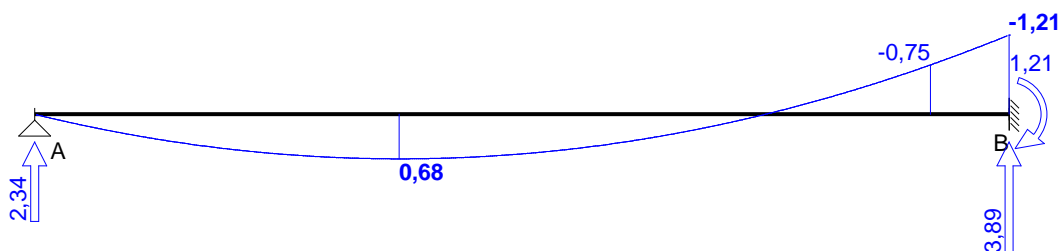
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0$  cm

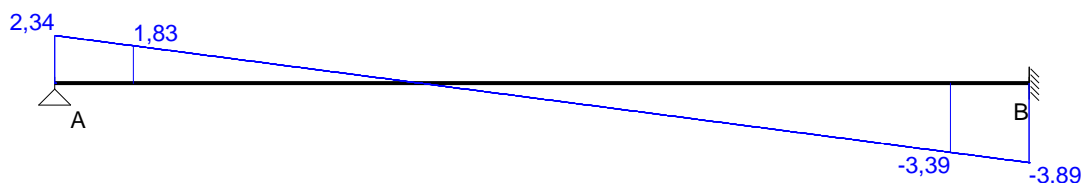
Wysokość przekroju  $h = 30,0$  cm

### Obwiednia sił wewnętrznych

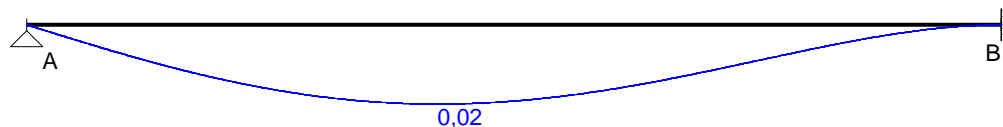
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,68$  kNm

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,35\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,68$  kNm  $< M_{Rd} = 23,24$  kNm (2,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)3,39$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)3,39$  kN  $< V_{Rd1} = 41,42$  kN (8,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 0,57$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,57$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,02$  mm  $< a_{lim} = 1550/250 = 6,20$  mm (0,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 2,85$  kN

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

#### Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)0,75$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 0,87 \text{ cm}^2$ . Przyjęto  $2\phi 12$  o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,35\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)0,75 \text{ kNm} < M_{Rd} = 23,24 \text{ kNm}$  (3,2%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)1,02 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)1,02 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

### Belka B-213

Wymiary przekroju:

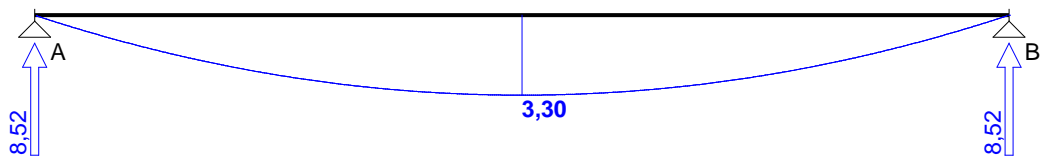
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

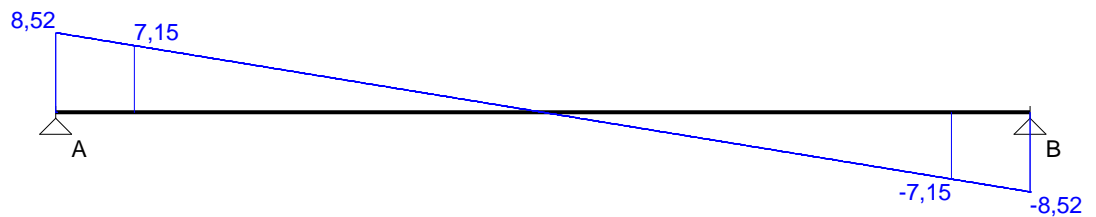
Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

### Obwiednia sił wewnętrznych

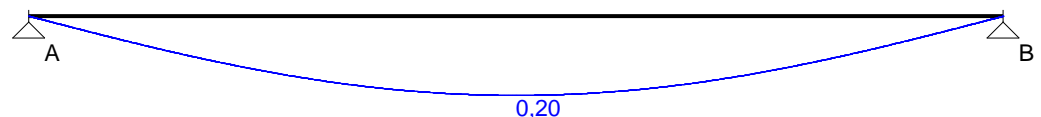
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 3,30 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 3,30 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (17,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = (-)7,15 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = (-)7,15 \text{ kN} < V_{Rd1} = 35,51 \text{ kN}$  (20,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 2,61 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,61 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,20 \text{ mm} < a_{lim} = 1550/250 = 6,20 \text{ mm}$  (3,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 5,65 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Belka B-214

#### Wymiary przekroju:

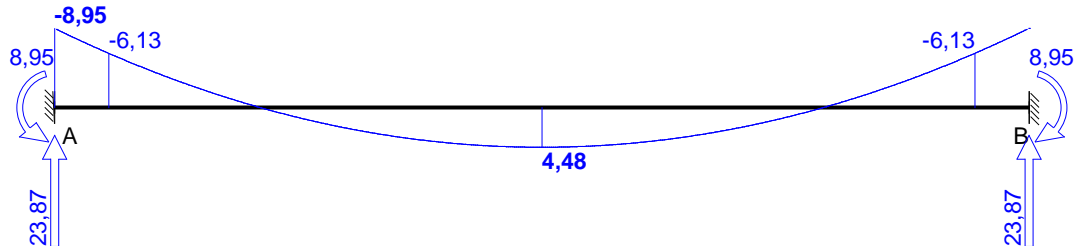
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

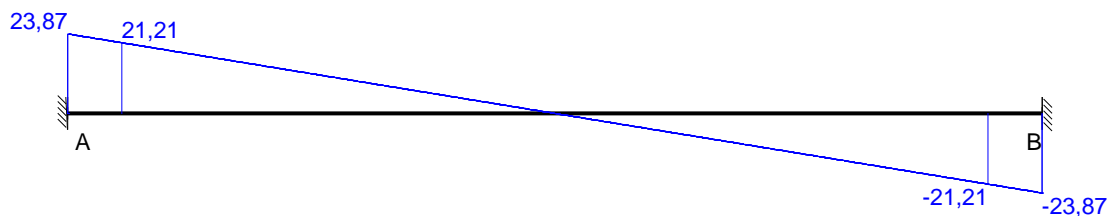
Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

#### Obwiednia sił wewnętrznych

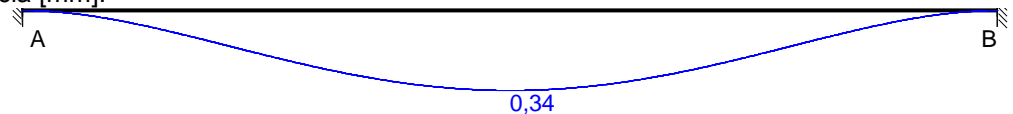
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



#### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

##### Podpora A:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{sd} = (-)6,13 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)6,13 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (33,2%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)6,99 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)6,99 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,100 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (33,2%)

##### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 4,48 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 4,48 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (24,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = 21,21 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = 21,21 \text{ kN} < V_{Rd1} = 35,51 \text{ kN}$  (59,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 3,49 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 3,49 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,34 \text{ mm} < a_{lim} = 2250/250 = 9,00 \text{ mm}$  (3,8%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 16,56 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

#### Podpora B:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)6,13 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)6,13 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (33,2%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)6,99 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)6,99 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,100 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (33,2%)

#### Belka B-215

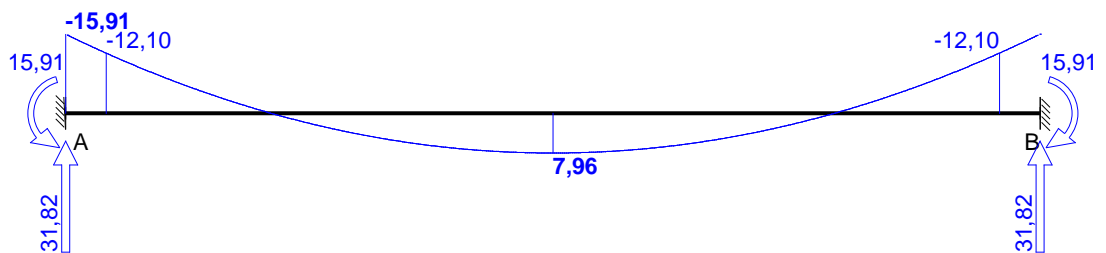
Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

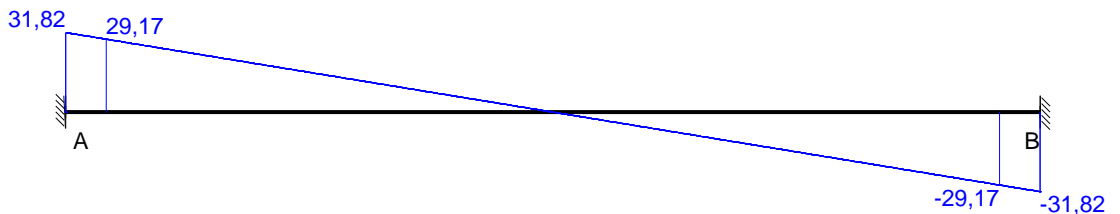
Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Obwiednia sił wewnętrznych

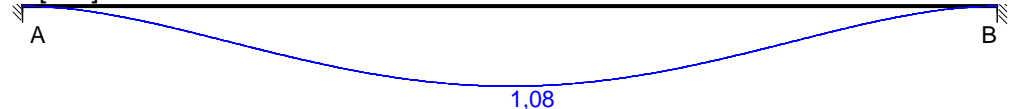
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



#### WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002

##### Podpora A:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)12,10 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)12,10 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (65,5%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)12,42 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)12,42 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,285 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (94,9%)

#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 7,96 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą **2φ12** o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem **2φ12** o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 7,96 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (43,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 29,17 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 29,17 \text{ kN} < V_{Rd1} = 35,51 \text{ kN}$  (82,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 6,21 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 6,21 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 1,08 \text{ mm} < a_{lim} = 3000/250 = 12,00 \text{ mm}$  (9,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 22,77 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

**Podpora B:**

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{Sd} = (-)12,10 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą **2φ12** o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Przyjęto indywidualnie dołem **2φ12** o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)12,10 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (65,5%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)12,42 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)12,42 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,285 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (94,9%)

### 3.7. Obliczenia słupów żelbetowych piętra

#### DANE MATERIAŁOWE

##### Parametry betonu:

Klasa betonu: **C25/30 (B30)** →  $f_{cd} = 14,17 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,02 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 31,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 2,86$

##### Zbrojenie podłużne:

Klasa stali A-IIIIN (**RB500W**) →  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Zbrojenie wzdłuż boku "b"

Średnica prętów  $\phi = 16 \text{ mm}$

Zbrojenie wzdłuż boku "h"

Średnica prętów  $\phi = 16 \text{ mm}$

##### Strzemiona:

Klasa stali A-II (**18G2-b**) →  $f_{yk} = 355 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 310 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 480 \text{ MPa}$

Średnica strzemion  $\phi_s = 8 \text{ mm}$

##### Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-II (**18G2-b**)

Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$

##### Otulenie:

Klasa środowiska: XC3

Wartość dopuszczalnej odchyłki  $\Delta c = 5 \text{ mm}$

→ nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

#### Rdzeń CC-201/Słup C-221

##### Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

##### Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą **2 $\phi$ 16** o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem **2 $\phi$ 16** o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po **2 $\phi$ 16** o  $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto **4 $\phi$ 16** o  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,29\%$ )

Warunek nośności:

- dla  $N_d = 74,23 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 16,50 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 37,53 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = 16,50 \text{ kNm}$  :  $N_d = 74,23 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 1052,97 \text{ kN}$

#### Rdzeń CC-202

##### Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$



Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $2\phi 16$  o  $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $4\phi 16$  o  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,29\%$ )

Warunek nośności:

- dla  $N_d = 75,29 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 16,97 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 37,62 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = 16,97 \text{ kNm}$  :  $N_d = 75,29 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 1048,34 \text{ kN}$

### **Rdzeń CC-203**

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $2\phi 16$  o  $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $4\phi 16$  o  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,29\%$ )

Warunek nośności:

- dla  $N_d = 74,41 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 16,53 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 37,54 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = 16,53 \text{ kNm}$  :  $N_d = 74,41 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 1052,70 \text{ kN}$

### **Rdzeń CC-204**

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $2\phi 16$  o  $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $4\phi 16$  o  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,29\%$ )

Warunek nośności:

- dla  $N_d = 75,57 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 17,04 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 37,64 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = 17,04 \text{ kNm}$  :  $N_d = 75,57 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 1047,61 \text{ kN}$

### **Rdzeń CC-205**

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$   
Wysokość przekroju  $h = 40,0 \text{ cm}$

Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $3\phi 16$  o  $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $6\phi 16$  o  $A_s = 12,06 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,21\%$ )

Warunek nośności:

- dla  $N_d = 79,50 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 16,81 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 94,25 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = 16,81 \text{ kNm}$  :  $N_d = 79,50 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 1796,59 \text{ kN}$

### **Rdzeń CC-206**

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$   
Wysokość przekroju  $h = 50,0 \text{ cm}$

Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $3\phi 16$  o  $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $6\phi 16$  o  $A_s = 12,06 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,97\%$ )

Warunek nośności:

- dla  $N_d = 81,74 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 17,11 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 123,18 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = 17,11 \text{ kNm}$  :  $N_d = 81,74 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 2176,81 \text{ kN}$

### **Rdzeń CC-207**

Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$   
Wysokość przekroju  $h = 55,0 \text{ cm}$

Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $3\phi 16$  o  $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $6\phi 16$  o  $A_s = 12,06 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,88\%$ )

Warunek nośności:

- dla  $N_d = 79,72 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 17,21 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 137,08 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = 17,21 \text{ kNm}$  :  $N_d = 79,72 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 2363,58 \text{ kN}$

### Rdzeń CC-208

#### Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$   
Wysokość przekroju  $h = 50,0 \text{ cm}$

#### Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $3\phi 16$  o  $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $6\phi 16$  o  $A_s = 12,06 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,97\%$ )

#### Warunek nośności:

- dla  $N_d = 79,11 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 17,07 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 122,68 \text{ kNm}$
- dla  $M_{d,x} = 17,07 \text{ kNm}$  :  $N_d = 79,11 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 2177,05 \text{ kN}$

### Rdzeń CC-209

#### Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$   
Wysokość przekroju  $h = 28,0 \text{ cm}$

#### Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $3\phi 16$  o  $A_{2s} = 6,03 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $3\phi 16$  o  $A_{s1} = 6,03 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $3\phi 16$  o  $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $8\phi 16$  o  $A_s = 16,08 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 2,30\%$ )

#### Warunek nośności:

- dla  $N_d = 75,75 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 16,64 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 74,24 \text{ kNm}$
- dla  $M_{d,x} = 16,64 \text{ kNm}$  :  $N_d = 75,75 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 1484,32 \text{ kN}$

### Rdzeń CC-210

#### Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$   
Wysokość przekroju  $h = 55,0 \text{ cm}$

#### Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $4\phi 16$  o  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $8\phi 16$  o  $A_s = 16,08 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,17\%$ )

#### Warunek nośności:

- dla  $N_d = 79,34 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 17,20 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 166,20 \text{ kNm}$
- dla  $M_{d,x} = 17,20 \text{ kNm}$  :  $N_d = 79,34 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 2527,76 \text{ kN}$

### Rdzeń CC-211

#### Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$   
Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

#### Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $2\phi 16$  o  $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $4\phi 16$  o  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,29\%$ )

#### Warunek nośności:

- dla  $N_d = 74,23 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 16,50 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 37,53 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = 16,50 \text{ kNm}$  :  $N_d = 74,23 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 1052,97 \text{ kN}$

### Rdzeń CC-211/Słup C-222

#### Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość przekroju  $b = 25,0 \text{ cm}$   
Wysokość przekroju  $h = 45,0 \text{ cm}$

#### Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie niesymetryczne wzdłuż boków "b":

Przyjęto przez użytkownika górą  $2\phi 16$  o  $A_{2s} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto przez użytkownika dołem  $2\phi 16$  o  $A_{s1} = 4,02 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Przyjęto przez użytkownika po  $3\phi 16$  o  $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto  $6\phi 16$  o  $A_s = 12,06 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,07\%$ )

#### Warunek nośności:

- dla  $N_d = 78,42 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 16,93 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 108,31 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = 16,93 \text{ kNm}$  :  $N_d = 78,42 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 1987,91 \text{ kN}$

## 3.8. Obliczenia schodów

### DANE MATERIAŁOWE

#### Parametry betonu:

Klasa betonu **C25/30** (B30)  $\rightarrow f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,20 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 31,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 2,81$

#### Zbrojenie główne - płyta:

Klasa stali A-IIIIN (**RB500W**) →  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$   
Średnica prętów  $\phi = 10 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki

$\Delta c = 5 \text{ mm}$

→ nominalna grubość otulenia

$c_{nom} = 20 \text{ mm}$

**ZAŁOŻENIA**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys

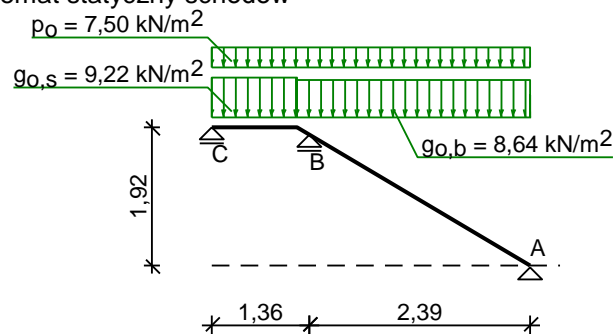
$w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach

$a_{lim} = l_{eff}/250$

**Bieg schodowy CS-101**

Schemat statyczny schodów



**WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

Przęsło A-B: maksymalny moment obliczeniowy  $M_{Sd} = 7,92 \text{ kNm/mb}$

Podpora B: moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd,p} = -8,37 \text{ kNm/mb}$

Przęsło B-C: maksymalny moment obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,96 \text{ kNm/mb}$

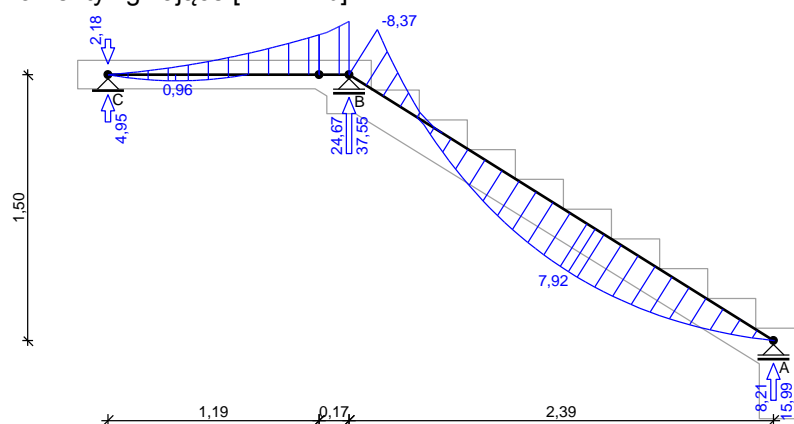
Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A,max} = 15,99 \text{ kN/mb}$ ,  $R_{Sd,A,min} = 8,21 \text{ kN/mb}$

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,B,max} = 37,55 \text{ kN/mb}$ ,  $R_{Sd,B,min} = 24,67 \text{ kN/mb}$

Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,C,max} = 4,95 \text{ kN/mb}$ ,  $R_{Sd,C,min} = -2,18 \text{ kN/mb}$

**Obwiednia sił wewnętrznych:**

Momenty zginające [kNm/mb]:



**Przęsło A-B- sprawdzenie**

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 7,92 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,83 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co 15,0 cm o

$A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,39\%$ )

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 7,92 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 28,24 \text{ kNm/mb}$  (28,1%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 20,73 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 20,73 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 70,97 \text{ kN/mb}$  (29,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 6,21 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 5,16 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = 1,00 \text{ mm} < a_{lim} = 2385/250 = 9,54 \text{ mm}$

(10,4%)

#### Podpora B- sprawdzenie

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 8,37 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,39 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą  $\phi 10$  co 15,0

cm o  $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-) 8,37 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 37,40 \text{ kNm/mb}$

(22,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 6,57 \text{ kNm/mb}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 5,46 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

#### Przęsło B-C- sprawdzenie

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,96 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,83 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co 15,0 cm o

$A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,39\%$ )

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,96 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 28,24 \text{ kNm/mb}$  (3,4%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 13,21 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 13,21 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 70,97 \text{ kN/mb}$  (18,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 0,75 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,63 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk, podp} = 6,57 \text{ kNm/mb}$

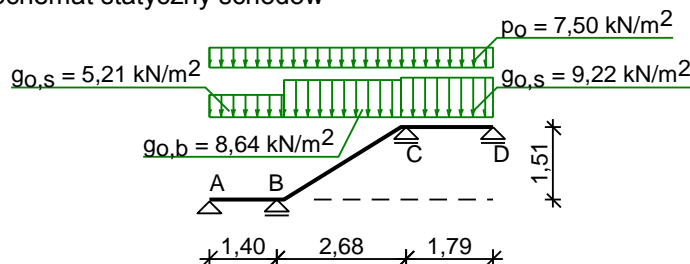
Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt, podp} = 5,46 \text{ kNm/mb}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk, podp}$ :  $a(M_{Sk, podp}) = (-) 0,17 \text{ mm} < a_{lim} = 1355/250 = 5,42 \text{ mm}$

(3,1%)

#### Bieg schodowy CS-102

Schemat statyczny schodów

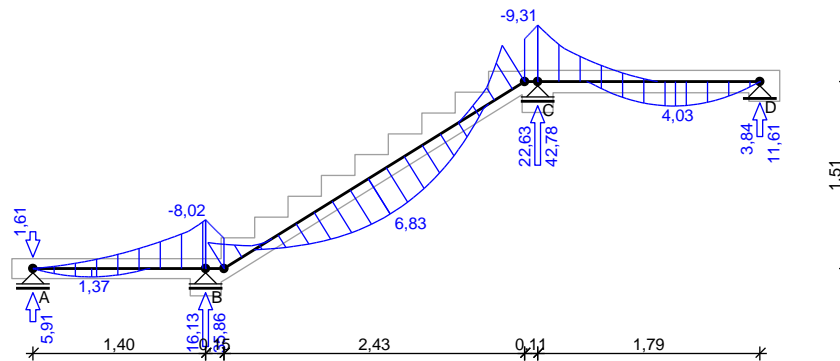


#### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Przęsło A-B: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 1,37 \text{ kNm/mb}$
Podpora B: moment podporowy obliczeniowy	$M_{Sd,p} = -8,02 \text{ kNm/mb}$
Przęsło B-C: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 6,83 \text{ kNm/mb}$
Podpora C: moment podporowy obliczeniowy	$M_{Sd,p} = -9,31 \text{ kNm/mb}$
Przęsło C-D: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 4,03 \text{ kNm/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,A,max} = 5,91 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,A,min} = -1,61 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,B,max} = 35,86 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,B,min} = 16,13 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,C,max} = 42,78 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,C,min} = 22,63 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,D,max} = 11,61 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,D,min} = 3,84 \text{ kN/mb}$

### Obwiednia sił wewnętrznych:

Momenty zginające [kNm/mb]:



### Przęsło A-B- sprawdzenie

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 1,37 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,83 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co 15,0 cm o  $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,39\%$ )

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 1,37 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 28,24 \text{ kNm/mb}$  (4,9%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 13,03 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 13,03 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 70,97 \text{ kN/mb}$  (18,4%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 1,08 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,86 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = (-) 0,16 \text{ mm} < a_{lim} = 1395/250 = 5,58 \text{ mm}$

(2,9%)

### Podpora B- sprawdzenie

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 8,02 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,39 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą  $\phi 10$  co 15,0 cm o  $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-) 8,02 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 37,40 \text{ kNm/mb}$

(21,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 6,29 \text{ kNm/mb}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 5,05 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

### Przęsło B-C- sprawdzenie

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 6,83 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,83 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co 15,0 cm o  $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,39\%$ )

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 6,83 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 28,24 \text{ kNm/mb}$  (24,2%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 20,51 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 20,51 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 70,97 \text{ kN/mb}$  (28,9%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 5,36 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 4,30 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = 0,95 \text{ mm} < a_{lim} = 2680/250 = 10,72 \text{ mm}$

(8,8%)

### Podpora C- sprawdzenie

Zginanie: (przekrój d-d)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 9,31 \text{ kNm}$



Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,39 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą  $\phi 10$  co 15,0 cm o  $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$   
(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)  
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-) 9,31 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 37,40 \text{ kNm/mb}$  (24,9%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 7,31 \text{ kNm/m}$   
Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 5,86 \text{ kNm/mb}$   
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

#### Przęsło C-D- sprawdzenie

Zginanie: (przekrój e-e)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 4,03 \text{ kNm/mb}$   
Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,10 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co 15,0 cm o  $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,34\%$ )  
(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)  
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 4,03 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 32,64 \text{ kNm/mb}$  (12,3%)

Ścinanie:

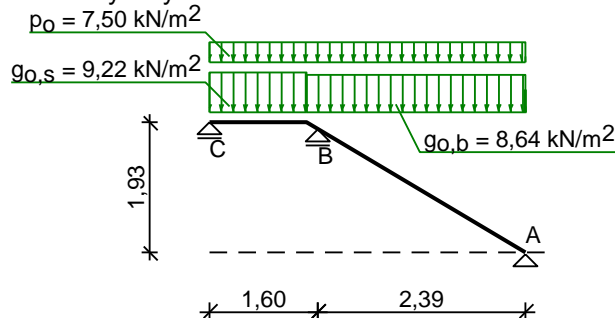
Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 18,11 \text{ kN/mb}$   
Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 18,11 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 81,05 \text{ kN/mb}$  (22,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 3,16 \text{ kNm/mb}$   
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,54 \text{ kNm/mb}$   
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )  
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = 0,18 \text{ mm} < a_{lim} = 1795/250 = 7,18 \text{ mm}$  (2,5%)

#### Bieg schodowy CS-103

Schemat statyczny schodów



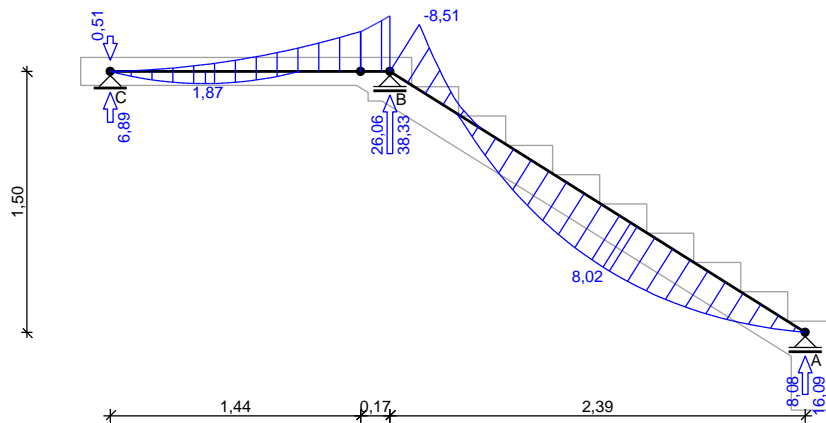
#### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Przęsło A-B: maksymalny moment obliczeniowy  $M_{Sd} = 8,02 \text{ kNm/mb}$   
Podpora B: moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd,p} = -8,51 \text{ kNm/mb}$   
Przęsło B-C: maksymalny moment obliczeniowy  $M_{Sd} = 1,87 \text{ kNm/mb}$   
Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,A,max} = 16,09 \text{ kN/mb}$ ,  $R_{Sd,A,min} = 8,08 \text{ kN/mb}$   
Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,B,max} = 38,33 \text{ kN/mb}$ ,  $R_{Sd,B,min} = 26,06 \text{ kN/mb}$   
Reakcja obliczeniowa  $R_{Sd,C,max} = 6,89 \text{ kN/mb}$ ,  $R_{Sd,C,min} = -0,51 \text{ kN/mb}$

#### Obwiednia sił wewnętrznych:

Momenty zginające [kNm/mb]:





### Przęsło A-B- sprawdzenie

#### Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 8,02 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,83 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co  $15,0 \text{ cm}$  o

$A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,39\%$ )

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 8,02 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 28,24 \text{ kNm/mb}$  (28,4%)

#### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 20,80 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 20,80 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 70,97 \text{ kN/mb}$  (29,3%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 6,29 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 5,25 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = 1,02 \text{ mm} < a_{lim} = 2385/250 = 9,54 \text{ mm}$

(10,7%)

### Podpora B- sprawdzenie

#### Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 8,51 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,39 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą  $\phi 10$  co  $15,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-) 8,51 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 37,40 \text{ kNm/mb}$

(22,8%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 6,68 \text{ kNm/m}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 5,57 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

### Przęsło B-C- sprawdzenie

#### Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 1,87 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,83 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co  $15,0 \text{ cm}$  o

$A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,39\%$ )

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 1,87 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 28,24 \text{ kNm/mb}$  (6,6%)

#### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 13,92 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 13,92 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 70,97 \text{ kN/mb}$  (19,6%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 1,46 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,22 \text{ kNm/mb}$

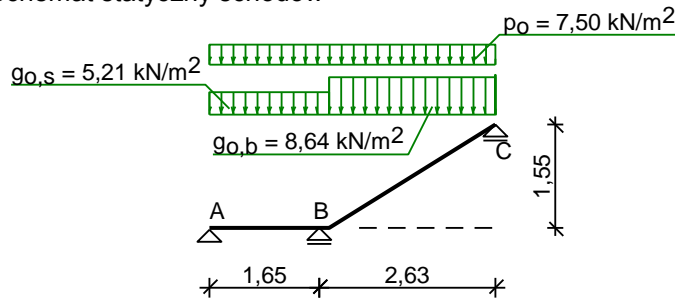
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = (-) 0,20 \text{ mm} < a_{lim} = 1605/250 = 6,42 \text{ mm}$

(3,1%)

### Bieg schodowy CS-104

### Schemat statyczny schodów

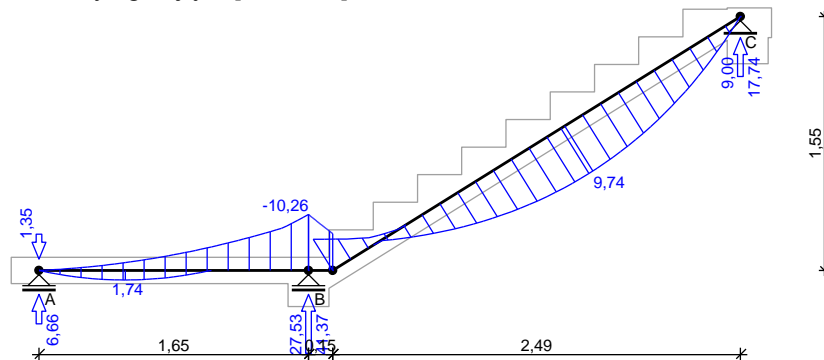


### WYNIKI - PŁYTA

Przęsło A-B: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 1,74 \text{ kNm/mb}$
Podpora B: moment podporowy obliczeniowy	$M_{Sd,p} = -10,26 \text{ kNm/mb}$
Przęsło B-C: maksymalny moment obliczeniowy	$M_{Sd} = 9,74 \text{ kNm/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,A,max} = 6,66 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,A,min} = -1,35 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,B,max} = 41,37 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,B,min} = 27,53 \text{ kN/mb}$
Reakcja obliczeniowa	$R_{Sd,C,max} = 17,74 \text{ kN/mb}$ , $R_{Sd,C,min} = 9,00 \text{ kN/mb}$

### Obwiednia sił wewnętrznych:

Momenty zginające [kNm/mb]:



### Przęsło A-B- sprawdzenie

#### Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 1,74 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,83 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co 15,0 cm o

$A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,39\%$ )

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 1,74 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 28,24 \text{ kNm/mb}$  (6,2%)

#### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 15,11 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 15,11 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 70,97 \text{ kN/mb}$  (21,3%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 1,37 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,10 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = (-) 0,27 \text{ mm} < a_{lim} = 1645/250 = 6,58 \text{ mm}$

(4,1%)

### Podpora B- sprawdzenie

#### Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 10,26 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,39 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą  $\phi 10$  co 15,0

cm o  $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-) 10,26 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 37,40 \text{ kNm/mb}$

(27,4%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 8,05 \text{ kNm/mb}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 6,46 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

**Przęsło B-C- sprawdzenie**

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 9,74 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,83 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co **15,0 cm** o  
 $A_s = 5,24 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 0,39\%$ )

(rozstaw prętów przyjęty przez użytkownika)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 9,74 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 28,24 \text{ kNm/mb}$  (34,5%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 23,08 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 23,08 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 70,97 \text{ kN/mb}$  (32,5%)

SGU:

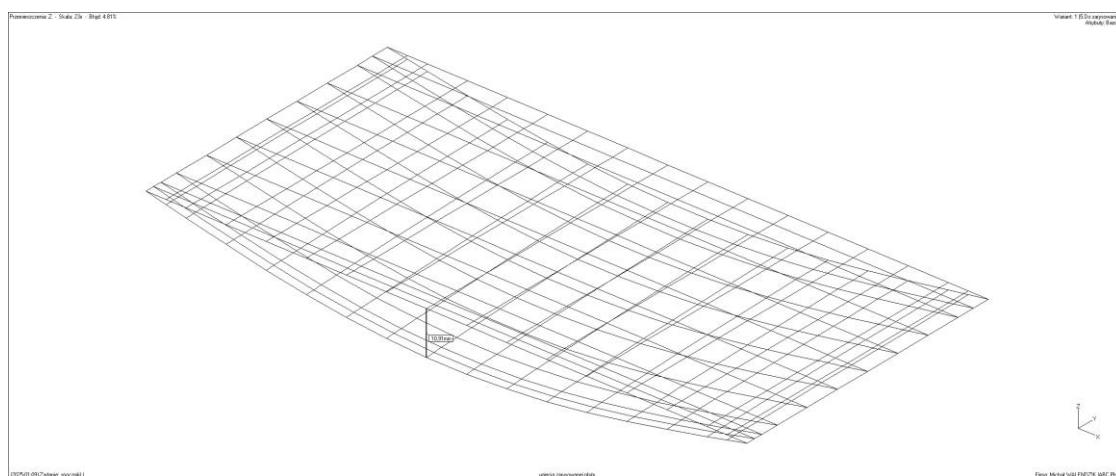
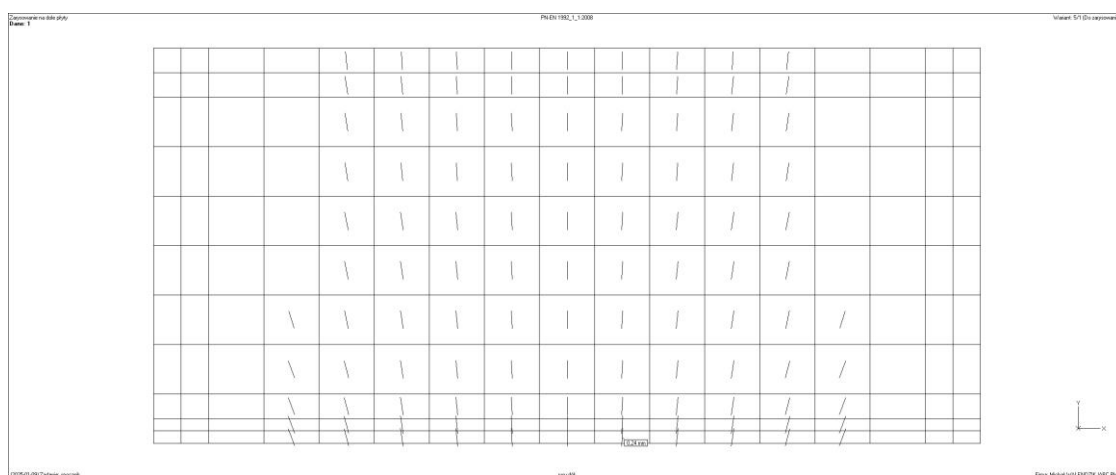
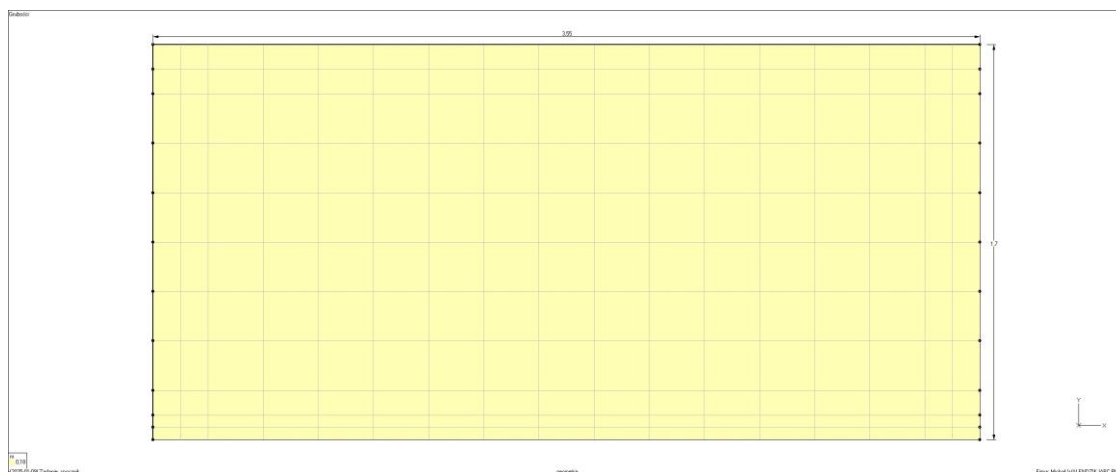
Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 7,64 \text{ kNm/mb}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 6,13 \text{ kNm/mb}$

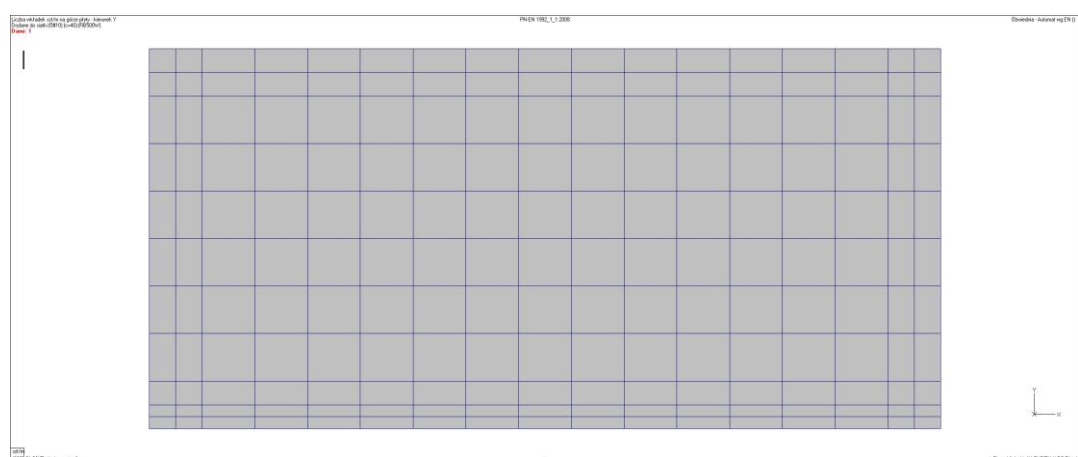
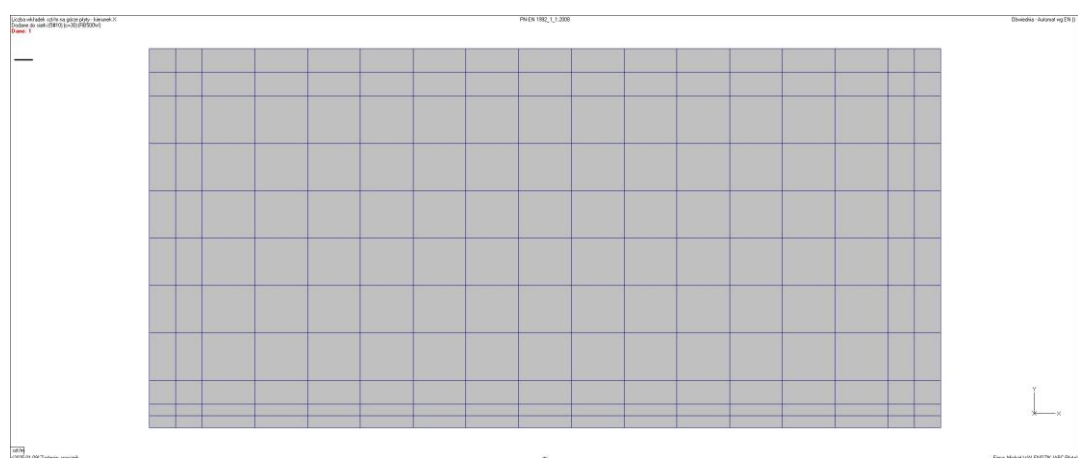
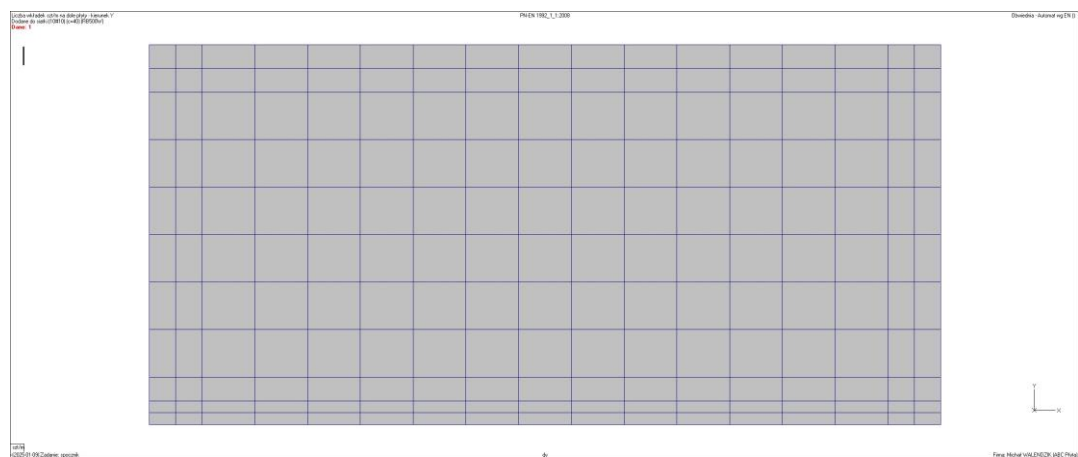
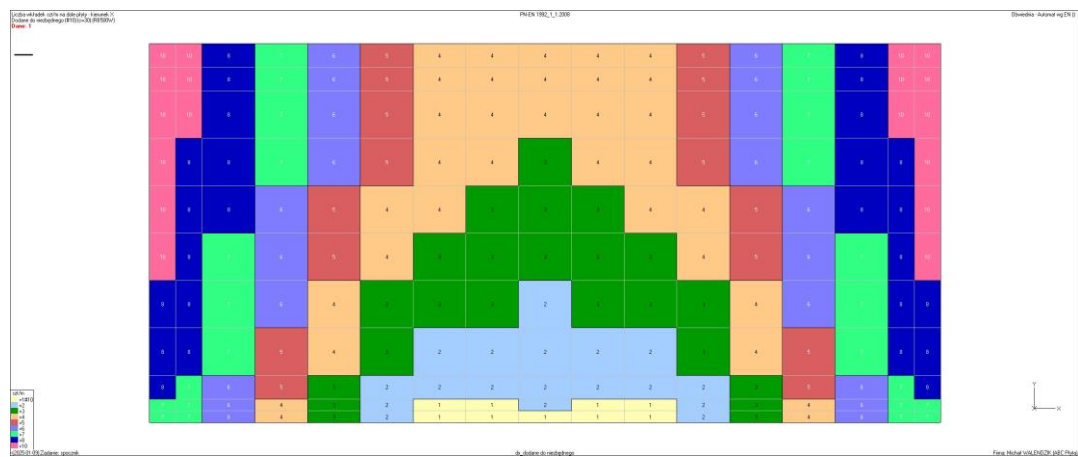
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk}$ :  $a(M_{Sk}) = 1,47 \text{ mm} < a_{lim} = 2635/250 = 10,54 \text{ mm}$   
(13,9%)

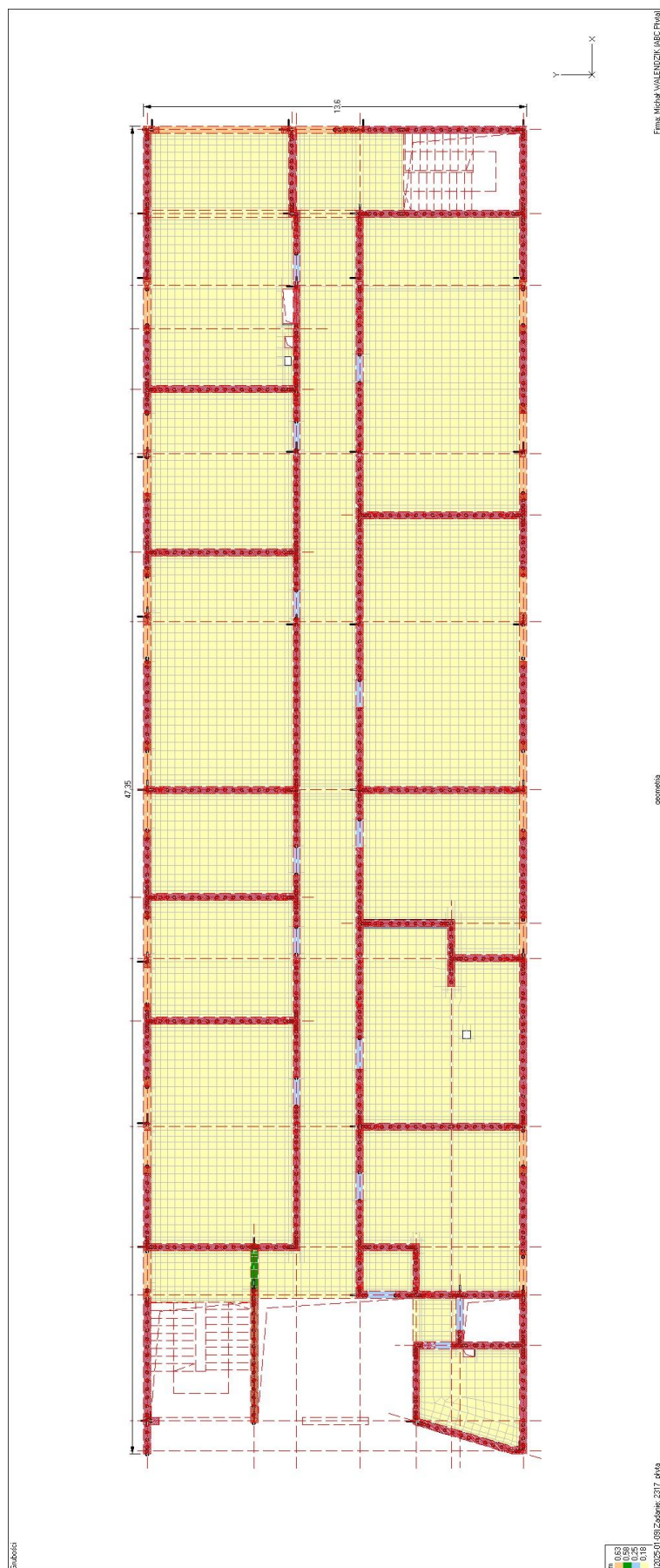
## PŁYTA SPOCZNIKA



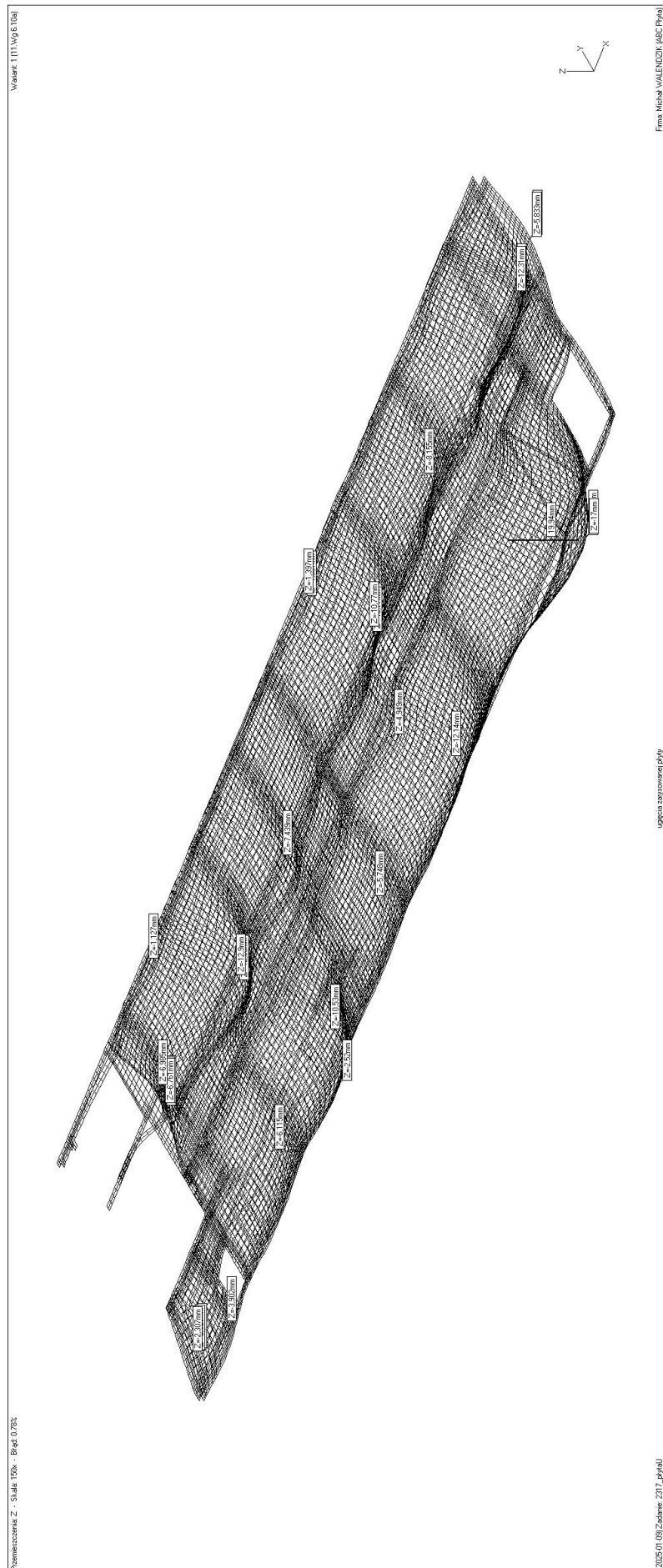
**BUDOWA BUDYNKU MUZEALNEGO CENTRUM EDUKACYJNEGO  
18-230 CIECHANOWIEC, UL. PAŁACOWA, DZ. NR EW. 1753/2, OBRĘB 0005**

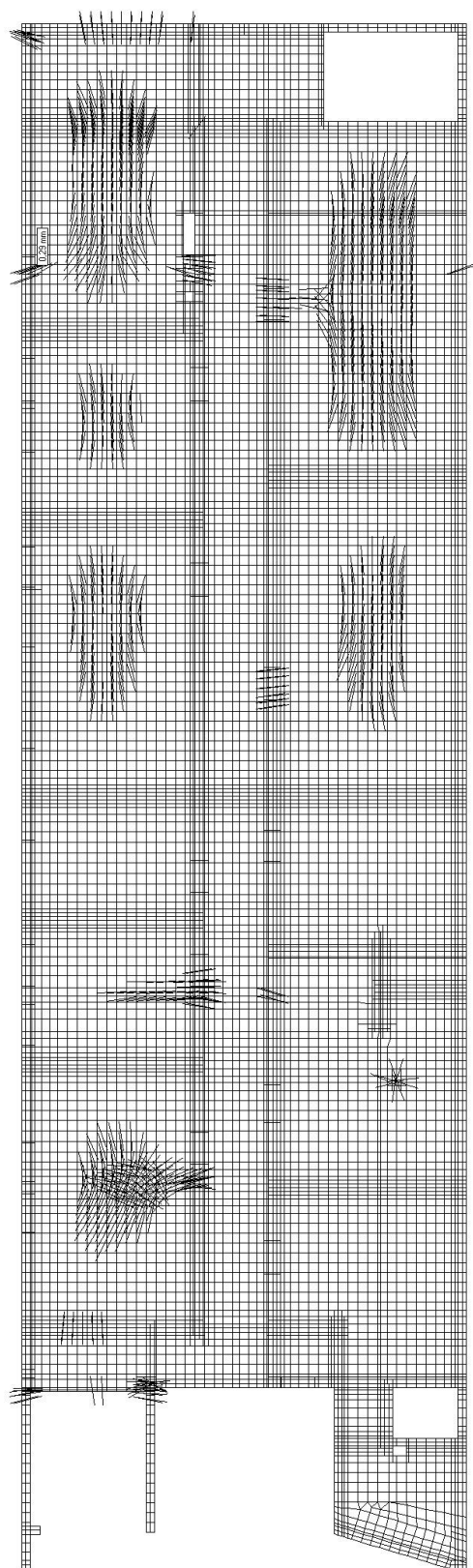


### 3.9. Obliczenia płyty żelbetowej nad parterem

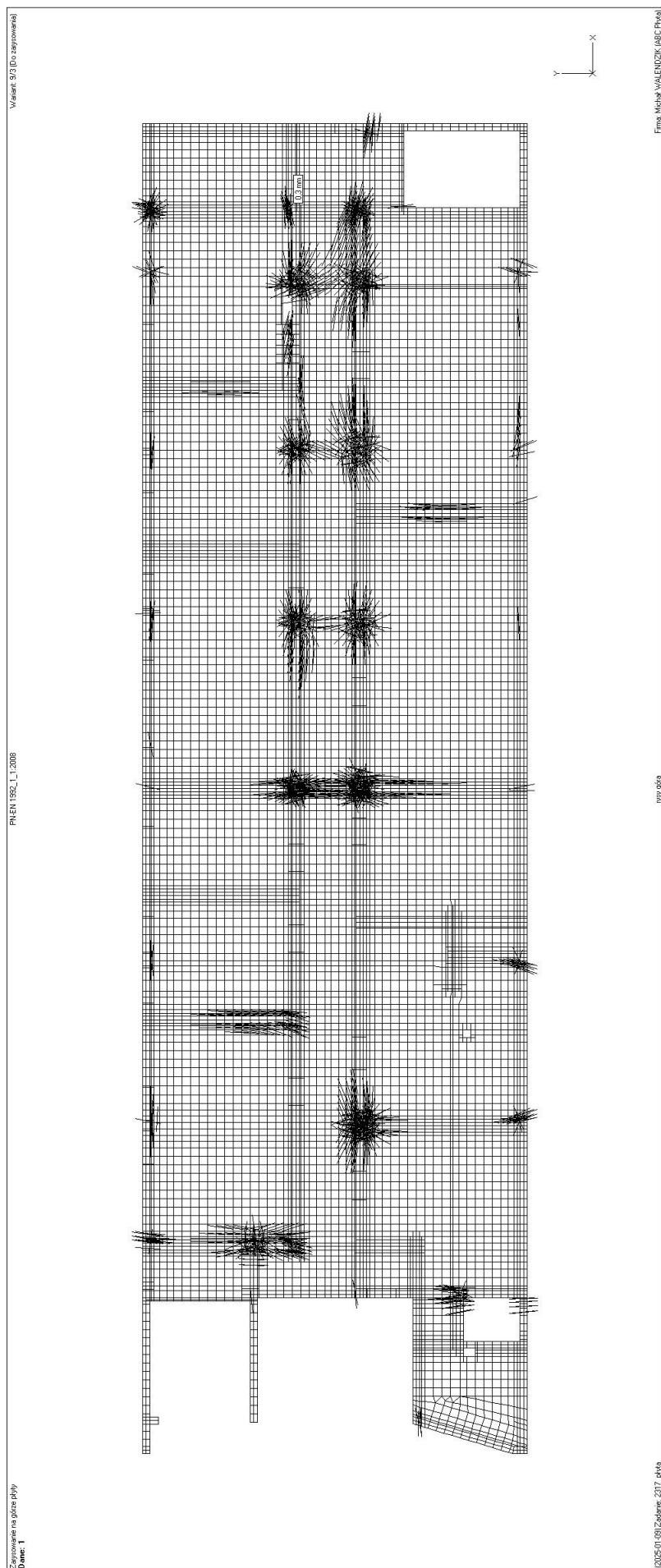


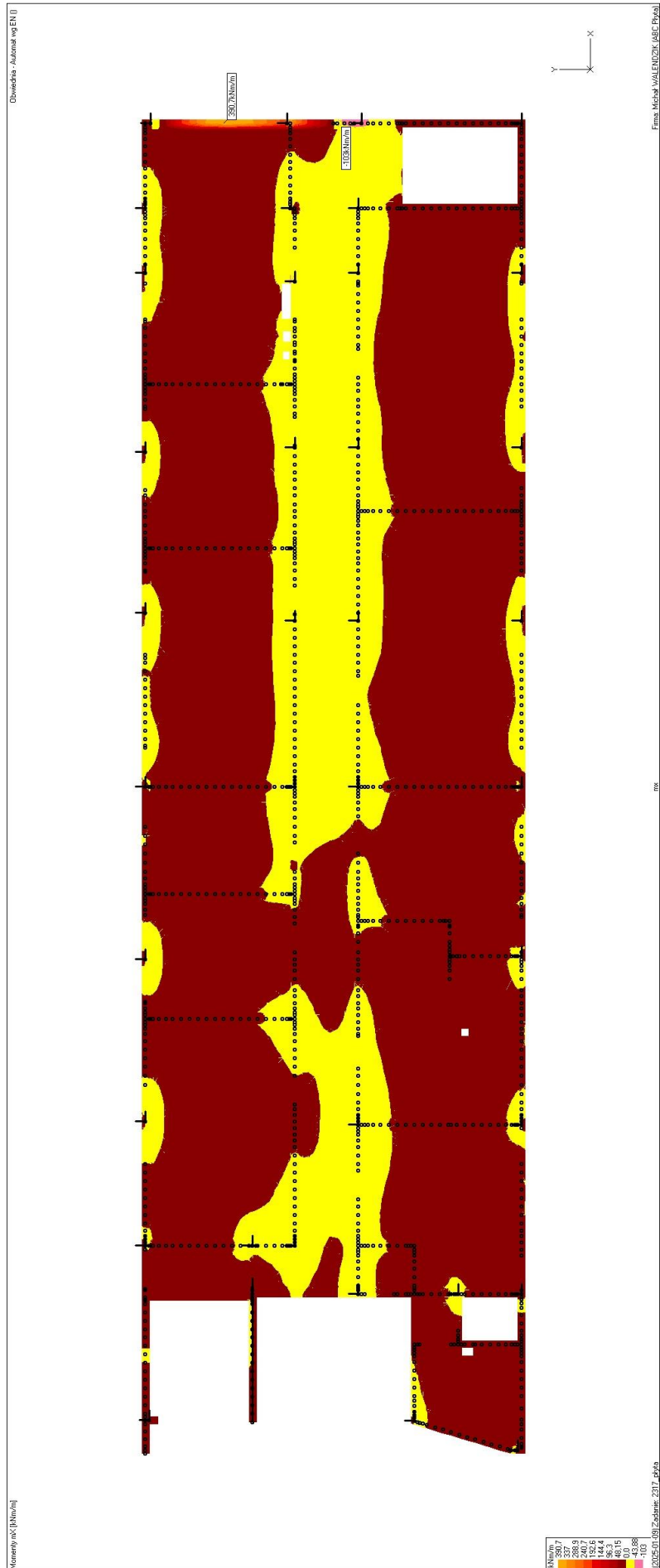


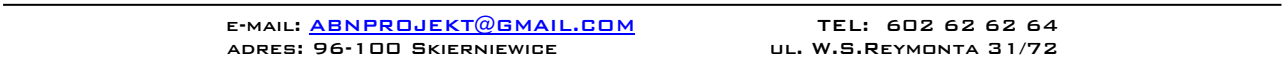








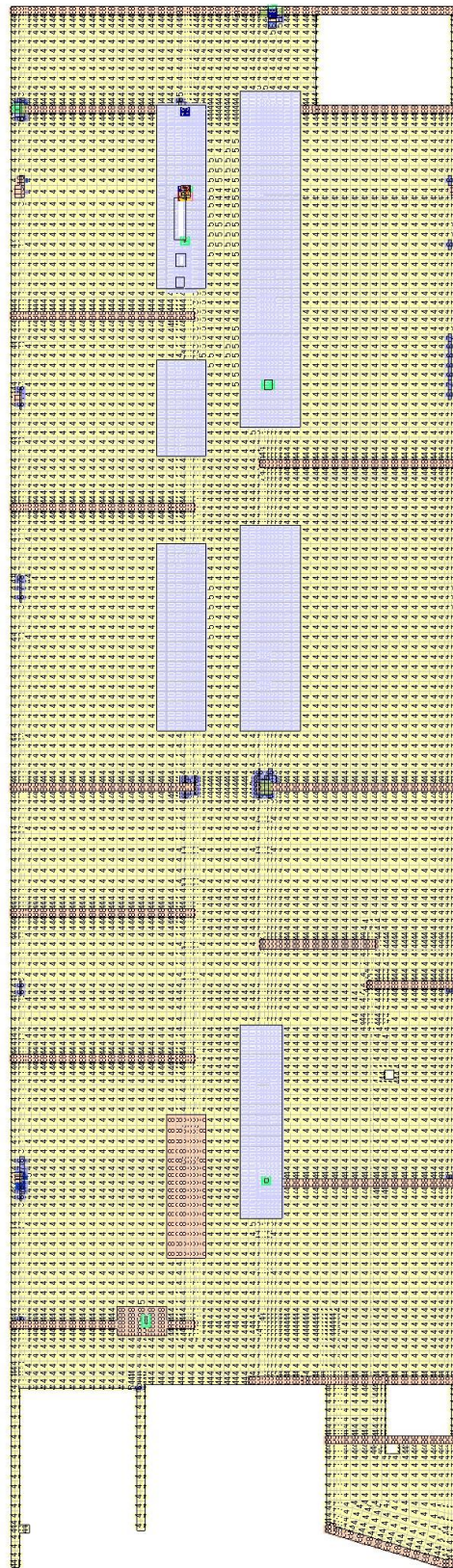
















### 3.10. Obliczenia belek żelbetowych parteru

#### DANE MATERIAŁOWE

##### Parametry betonu:

Klasa betonu: **C25/30** (B30)  $\rightarrow f_{cd} = 14,17 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,02 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 31,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 2,79$

##### Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-IIIIN (RB500W)**  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych  $\phi_g = 12 \text{ i } 16 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 12 \text{ i } 16 \text{ mm}$

##### Strzemiona:

Klasa stali **A-II (18G2-b)**  $\rightarrow f_{yk} = 355 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 310 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 480 \text{ MPa}$

Średnica strzemion  $\phi_s = 6 \text{ i } 8 \text{ mm}$

##### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 30 \text{ mm}$

#### ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

- element konstrukcyjny o wyjątkowym znaczeniu

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach  $a_{lim} = l_{eff}/250$

Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} = l_{eff}/250$

#### Belka B-101

##### Wymiary przekroju:

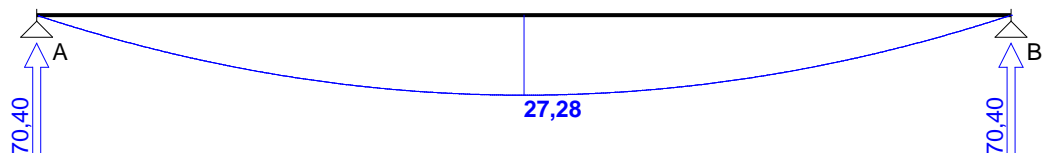
Typ przekroju: kątowny prawy

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

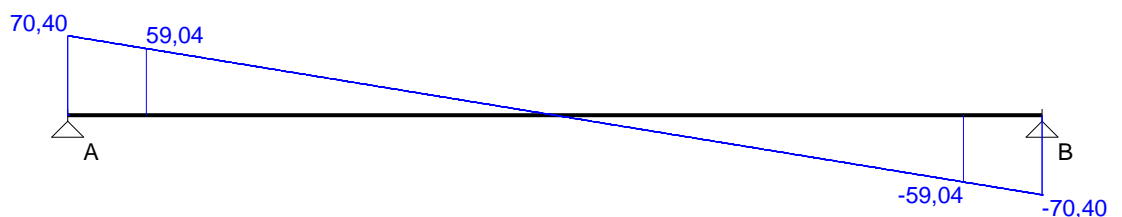
Wysokość przekroju  $h = 63,0 \text{ cm}$

#### Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:

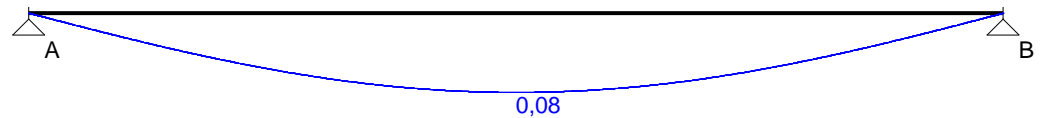


Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:





## WYMIAROWANIE

### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 27,28 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,99 \text{ cm}^2$ . Przyjęto  $2\phi 12$  o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$   
( $\rho = 0,15\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 27,28 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,22 \text{ kNm}$  (49,4%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)59,04 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 250 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)59,04 \text{ kN} < V_{Rd1} = 67,00 \text{ kN}$  (88,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 20,36 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 20,36 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,08 \text{ mm} < a_{lim} = 1550/250 = 6,20 \text{ mm}$  (1,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 44,07 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

## Belka B-102

Wymiary przekroju:

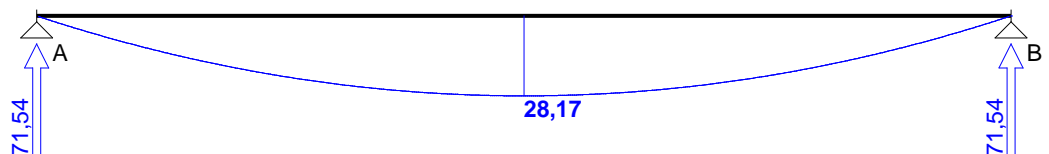
Typ przekroju: kątowny prawy

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

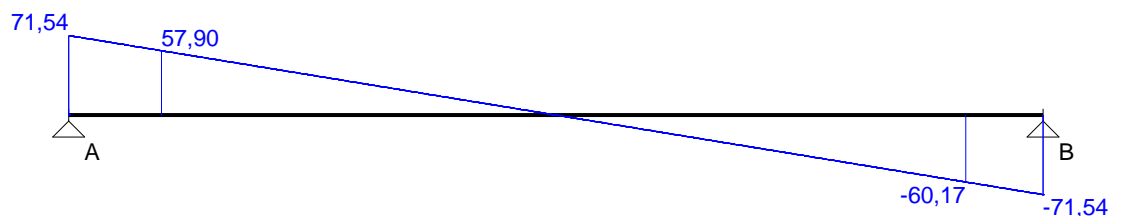
Wysokość przekroju  $h = 63,0 \text{ cm}$

### Obwiednia sił wewnętrznych

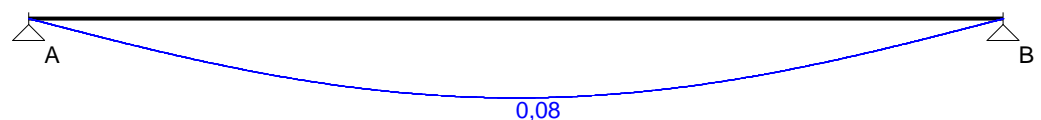
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



## WYMIAROWANIE

### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 28,17 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,99 \text{ cm}^2$ . Przyjęto  $2\phi 12$  o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,15\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 28,17 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,22 \text{ kNm}$  (51,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)60,17 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 250 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)60,17 \text{ kN} < V_{Rd1} = 67,00 \text{ kN}$  (89,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 21,03 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 21,03 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,08 \text{ mm} < a_{lim} = 1575/250 = 6,30 \text{ mm}$  (1,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 44,92 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

## Belka B-103

Wymiary przekroju:

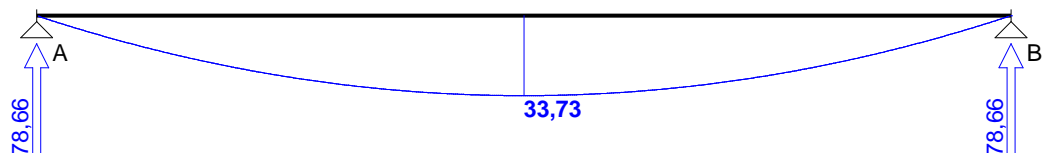
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

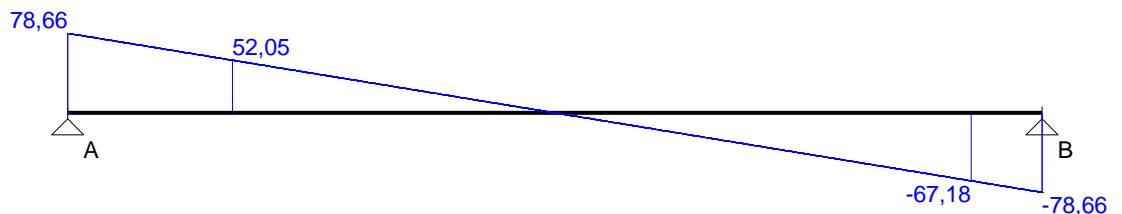
Wysokość przekroju  $h = 58,0 \text{ cm}$

### Obwiednia sił wewnętrznych

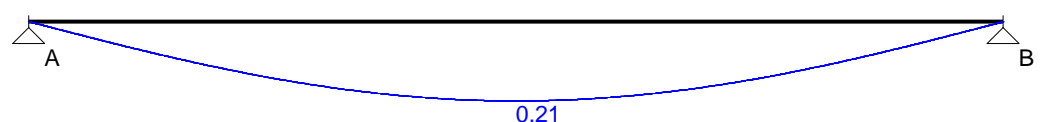
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



## WYMIAROWANIE

### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 33,73 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,82 \text{ cm}^2$ . Przyjęto  $2\phi 12$  o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,17\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 33,73 \text{ kNm} < M_{Rd} = 49,84 \text{ kNm}$  (67,7%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)67,18 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co **125 mm** na odcinku 100,0 cm przy prawej podporze oraz co 250 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)67,18 \text{ kN} < V_{Rd3} = 135,81 \text{ kN}$  (49,5%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 25,23 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 25,23 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,21 \text{ mm} < a_{lim} = 1715/250 = 6,86 \text{ mm}$  (3,1%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 50,26 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,048 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (15,9%)

**Belka B-104**

Wymiary przekroju:

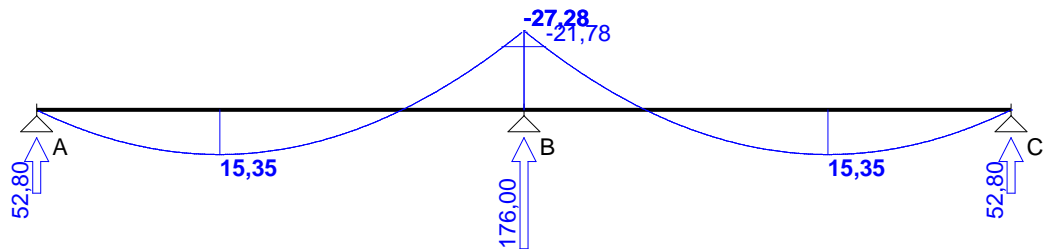
Typ przekroju: kątowy prawy

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

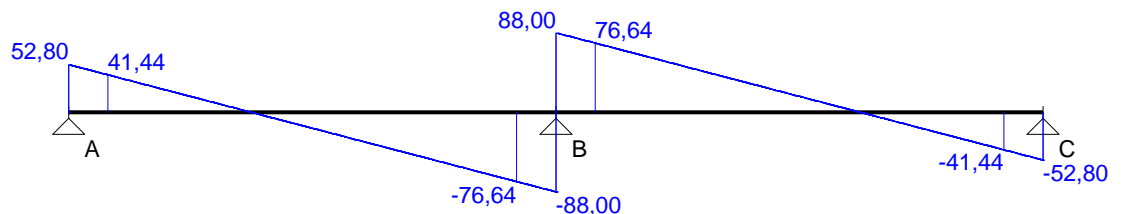
Wysokość przekroju  $h = 63,0 \text{ cm}$

**Obwiednia sił wewnętrznych**

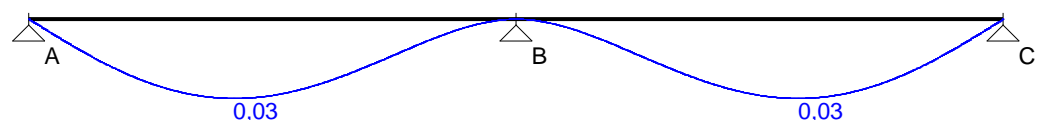
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



**WYMIAROWANIE**

**Przęsło A - B:**

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 15,35 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,99 \text{ cm}^2$ . Przyjęto **2 $\phi$ 12** o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,15\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 15,35 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,22 \text{ kNm}$  (27,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)76,64 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co **125 mm** na odcinku 112,5 cm przy prawej podporze oraz co 250 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)76,64 \text{ kN} < V_{Rd3} = 148,43 \text{ kN}$  (51,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 11,45 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 11,45 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,03 \text{ mm} < a_{lim} = 1550/250 = 6,20 \text{ mm}$  (0,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 57,21 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,052 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (17,3%)

#### Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy zredukowany  $M_{Sd} = M - \Delta M = (-)[27,28 - 0,125 \cdot 176,00 \cdot 0,25] = (-)21,78 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,99 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 2 $\phi$ 12 o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,15\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)21,78 \text{ kNm} < M_{Rd} = 54,59 \text{ kNm}$  (39,9%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)20,36 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)20,36 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

#### Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 15,35 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,99 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 2 $\phi$ 12 o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,15\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 15,35 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,22 \text{ kNm}$  (27,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 76,64 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuczętymi  $\phi$ 6 co 125 mm na odcinku 112,5 cm przy lewej podporze oraz co 250 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 76,64 \text{ kN} < V_{Rd3} = 148,43 \text{ kN}$  (51,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 11,45 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 11,45 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,03 \text{ mm} < a_{lim} = 1550/250 = 6,20 \text{ mm}$  (0,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 57,21 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,052 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (17,3%)

#### Belka B-105

Wymiary przekroju:

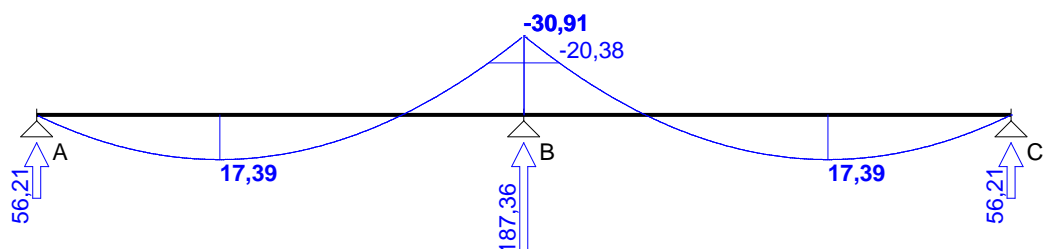
Typ przekroju: kątowy prawy

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

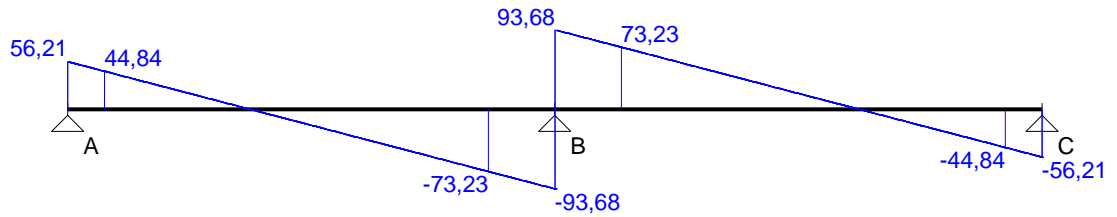
Wysokość przekroju  $h = 63,0 \text{ cm}$

#### Obwiednia sił wewnętrznych

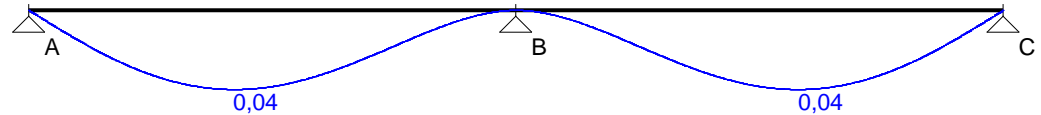
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



## WYMIAROWANIE

### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 17,39$  kNm

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,99$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 2 $\phi$ 12 o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,15\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 17,39$  kNm <  $M_{Rd} = 55,22$  kNm (31,5%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = (-)73,23$  kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  $\phi$ 6 co 125 mm na odcinku 112,5 cm przy prawej podporze oraz co 250 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = (-)73,23$  kN <  $V_{Rd3} = 148,43$  kN (49,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 12,98$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 12,98$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,04$  mm <  $a_{lim} = 1650/250 = 6,60$  mm (0,6%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 54,67$  kN

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,047$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (15,8%)

### Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy zredukowany  $M_{sd} = M - \Delta M = (-)[30,91 - 0,125 \cdot 187,36 \cdot 0,45] = (-)20,38$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,99$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 2 $\phi$ 12 o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,15\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)20,38$  kNm <  $M_{Rd} = 54,59$  kNm (37,3%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)23,08$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)23,08$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

### Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 17,39$  kNm

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 1,99$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 2 $\phi$ 12 o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,15\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 17,39$  kNm <  $M_{Rd} = 55,22$  kNm (31,5%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = 73,23$  kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  $\phi$ 6 co 125 mm na odcinku 112,5 cm przy lewej podporze oraz co 250 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = 73,23$  kN <  $V_{Rd3} = 148,43$  kN (49,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 12,98$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 12,98 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,04 \text{ mm} < a_{lim} = 1650/250 = 6,60 \text{ mm}$  (0,6%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 54,67 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,047 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (15,8%)

### Belka B-106

Wymiary przekroju:

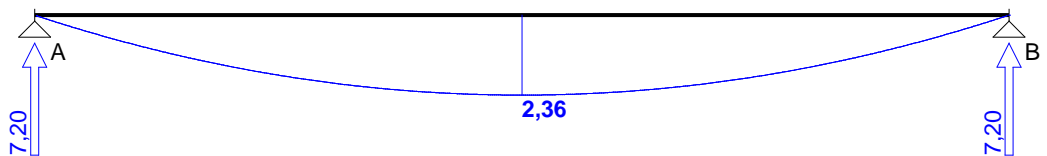
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$

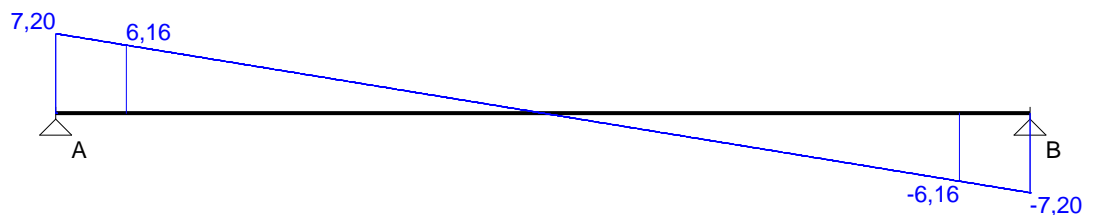
Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

### Obwiednia sił wewnętrznych

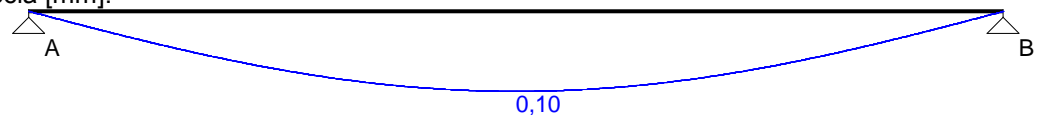
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE

**Przęsło A - B:**

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 2,36 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,43\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 2,36 \text{ kNm} < M_{Rd} = 18,49 \text{ kNm}$  (12,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 6,16 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 6,16 \text{ kN} < V_{Rd1} = 35,51 \text{ kN}$  (17,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 1,87 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,87 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,10 \text{ mm} < a_{lim} = 1310/250 = 5,24 \text{ mm}$  (2,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 4,87 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Belka B-107

#### Wymiary przekroju:

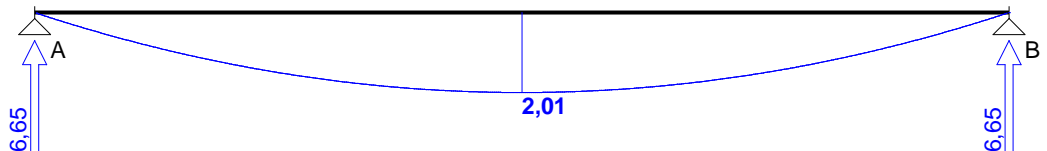
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0$  cm

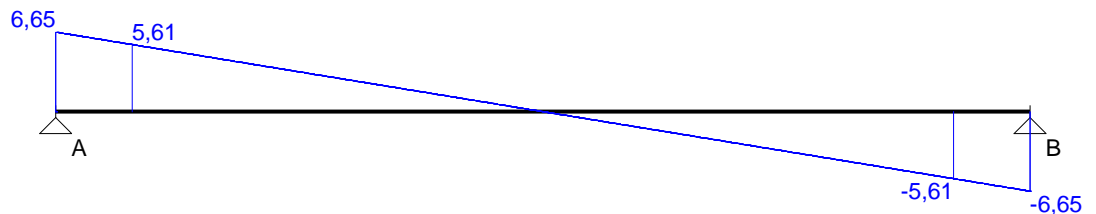
Wysokość przekroju  $h = 25,0$  cm

#### Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE

#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 2,01$  kNm

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,43\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 2,01$  kNm  $<$   $M_{rd} = 18,49$  kNm (10,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = 5,61$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = 5,61$  kN  $<$   $V_{rd1} = 35,51$  kN (15,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{sk} = 1,59$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{sk,lt} = 1,59$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{sk,lt}$ :  $a(M_{sk,lt}) = 0,07$  mm  $<$   $a_{lim} = 1210/250 = 4,84$  mm (1,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{sk,lt} = 4,44$  kN

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Belka B-108

#### Wymiary przekroju:

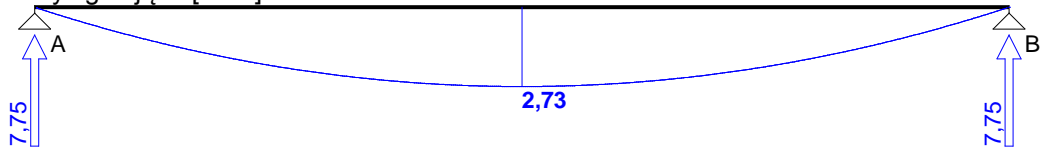
Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 25,0$  cm

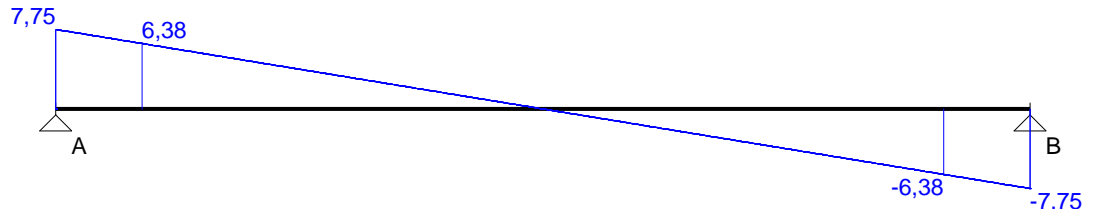
Wysokość przekroju  $h = 25,0$  cm

### Obwiednia sił wewnętrznych

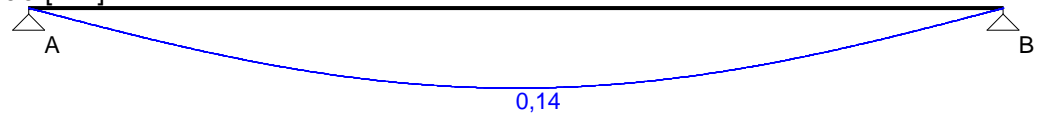
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE

#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 2,73$  kNm

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto indywidualnie dołem  $2\phi 12$  o  $A_{s1} = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,43\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 2,73$  kNm <  $M_{Rd} = 18,49$  kNm (14,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = 6,38$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = 6,38$  kN <  $V_{Rd1} = 35,51$  kN (18,0%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{sk} = 2,16$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{sk,lt} = 2,16$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{sk,lt}$ :  $a(M_{sk,lt}) = 0,14$  mm <  $a_{lim} = 1410/250 = 5,64$  mm (2,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{sk,lt} = 5,05$  kN

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Belka B-109

Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

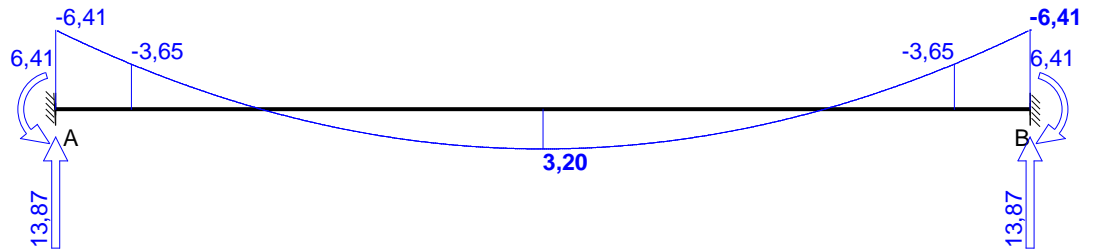
Szerokość przekroju  $b_w = 25,0$  cm

Wysokość przekroju  $h = 70,0$  cm

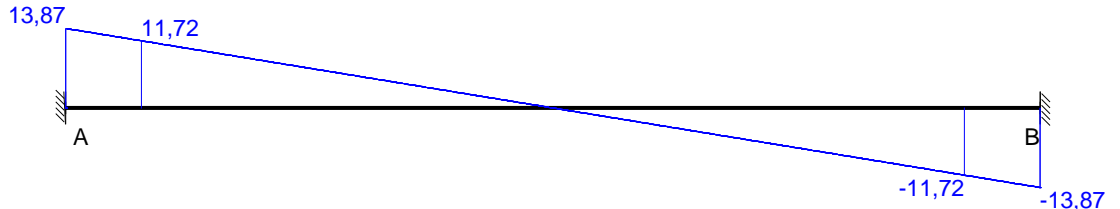
### Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:

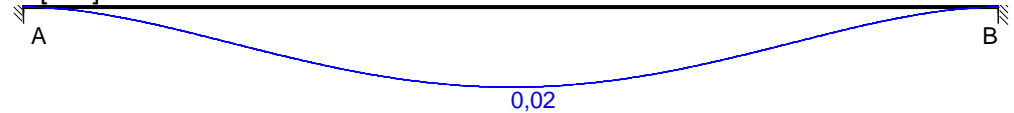




Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



## WYMIAROWANIE

### Podpora A:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{sd} = (-)3,65$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 2,22$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 2φ12 o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,14\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)3,65$  kNm <  $M_{Rd} = 61,24$  kNm (6,0%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)5,36$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)5,36$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 3,20$  kNm

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 2,22$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 2φ12 o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,14\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 3,20$  kNm <  $M_{Rd} = 61,24$  kNm (5,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = (-)11,72$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi φ6 co 400 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = (-)11,72$  kN <  $V_{Rd1} = 73,70$  kN (15,9%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 2,68$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,68$  kNm

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,02$  mm <  $a_{lim} = 2770/250 = 11,08$  mm (0,2%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 9,80$  kN

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Podpora B:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment podporowy obliczeniowy na krawędzi podpory  $M_{sd} = (-)3,65$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 2,22$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 2φ12 o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,14\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)3,65$  kNm <  $M_{Rd} = 61,24$  kNm (6,0%)

SGU:

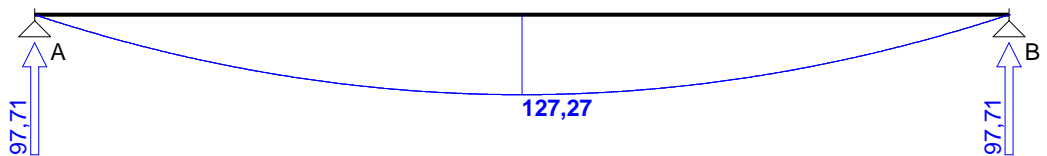
Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)5,36 \text{ kNm}$   
Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)5,36 \text{ kNm}$   
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

### Belka B-110

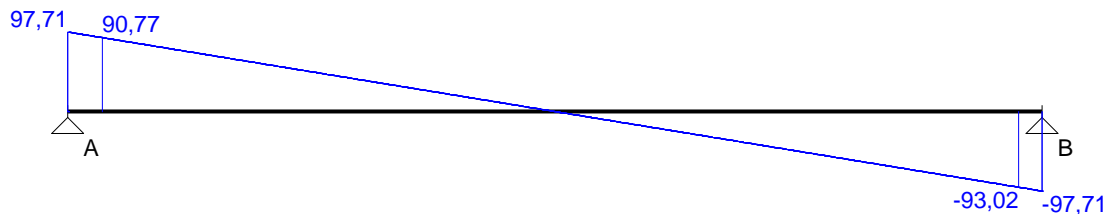
Wymiary przekroju:

Typ przekroju: teowy  
Szerokość przekroju  $b_w = 25,0 \text{ cm}$   
Wysokość przekroju  $h = 37,0 \text{ cm}$

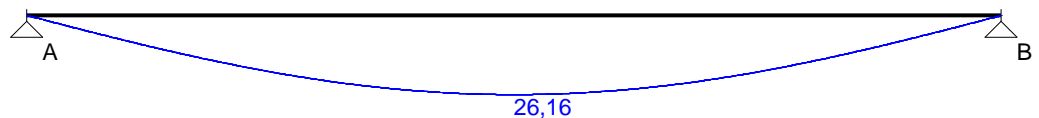
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE

**Przęsło A - B:**

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 127,27 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą  $2\phi 12$  o  $A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto indywidualnie dołem  $5\phi 16$  o  $A_{s1} = 10,05 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 1,23\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 127,27 \text{ kNm} < M_{Rd} = 131,35 \text{ kNm}$  (96,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)93,02 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuczętymi  $\phi 6$  co **100 mm** na odcinku 90,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 90,0 cm przy prawej podporze oraz co 240 mm na pozostałej części belki (decyduje warunek granicznej szerokości rys ukośnych)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)93,02 \text{ kN} < V_{Rd3} = 102,87 \text{ kN}$  (90,4%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 122,79 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 122,79 \text{ kNm}$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 89,75 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,265 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (88,5%)

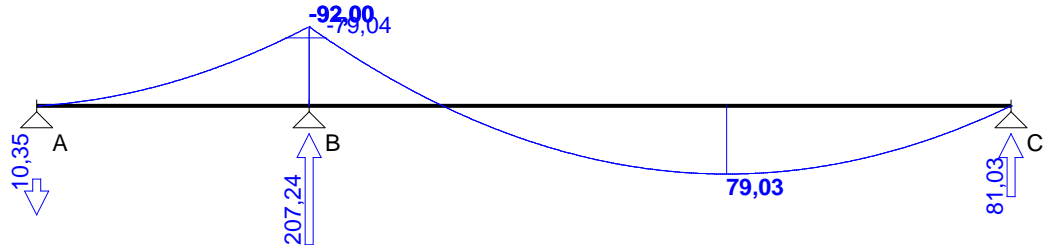
## Belka B-111

### Wymiary przekroju:

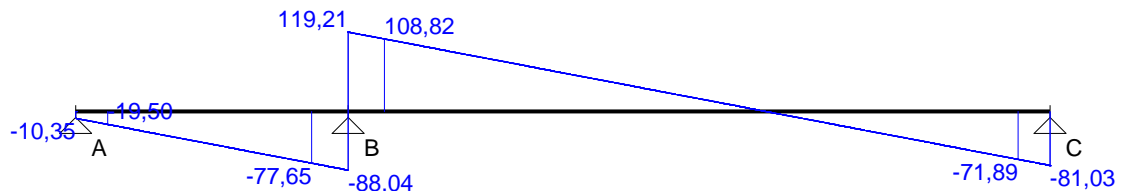
Typ przekroju: kątowy lewy  
Szerokość przekroju  $b_w = 25,0$  cm  
Wysokość przekroju  $h = 44,0$  cm

### Obwiednia sił wewnętrznych

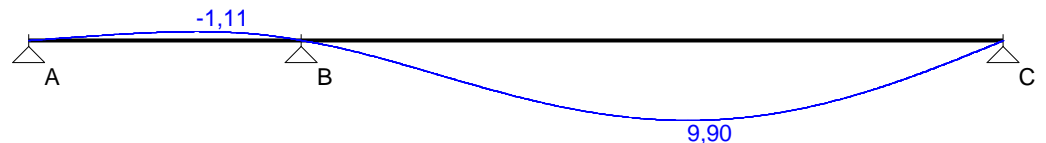
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE

#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Zbrojenie dolne w przęśle nie jest obliczeniowo potrzebne

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)77,65$  kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi  $\phi 8$  co 250 mm na odcinku 75,0 cm przy prawej podporze oraz co 290 mm na pozostałej części przęsła (decyduje warunek granicznej szerokości rys ukośnych)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)77,65$  kN <  $V_{Rd3} = 88,41$  kN (87,8%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)82,67$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)82,67$  kNm

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)1,11$  mm <  $a_{lim} = 1870/250 = 7,48$  mm (14,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 69,77$  kN

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,290$  mm <  $w_{lim} = 0,3$  mm (96,5%)

#### Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy zredukowany  $M_{Sd} = M - \Delta M = (-)[92,00 - 0,125 \cdot 207,24 \cdot 0,50] = (-)79,04$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 5,18$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto  $4\phi 16$  o  $A_s = 8,04$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,82\%$ ) (decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)79,04$  kNm <  $M_{Rd} = 116,98$  kNm (67,6%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)82,67$  kNm

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)82,67$  kNm

Szerokość rys prostokątnych:  $w_k = 0,235 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (78,5%)

**Przęsło B - C:**

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 79,03 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne  $A_{s1} = 4,96 \text{ cm}^2$ . Przyjęto **4φ16** o  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,82\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostokątnych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 79,03 \text{ kNm} < M_{Rd} = 125,03 \text{ kNm}$  (63,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 108,82 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi **φ8 co 180 mm** na odcinku 126,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 81,0 cm przy prawej podporze oraz co 290 mm na pozostałej części belki  
(decyduje warunek granicznej szerokości rys ukośnych)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 108,82 \text{ kN} < V_{Rd3} = 122,79 \text{ kN}$  (88,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 71,01 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 71,01 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostokątnych:  $w_k = 0,203 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (67,5%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 9,90 \text{ mm} < a_{lim} = 4820/250 = 19,28 \text{ mm}$  (51,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 97,78 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,290 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (96,5%)

### 3.11. Obliczenia fundamentów

#### DANE MATERIAŁOWE

##### Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

##### Parametry betonu:

Klasa betonu: **C25/30** (B30)  $\rightarrow f_{cd} = 16,67$  MPa,  $f_{ctd} = 1,20$  MPa,  $E_{cm} = 31,0$  GPa

Ciężar objętościowy  $\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

##### Zbrojenie:

Klasa stali: **A-II (18G2-b)**  $\rightarrow f_{yk} = 355$  MPa,  $f_{yd} = 310$  MPa,  $f_{tk} = 480$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B  $\phi_B = 8$  mm

Maksymalny rozstaw prętów  $\phi_L = 25,0$  cm

##### Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu  $c_{nom} = 40$  mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach  $c_{nom,b} = 40$  mm

#### ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50

Czas trwania robót: do 1 roku ( $\lambda = 0,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

#### Ława fundamentowa BF-0101

##### Wymiary fundamentu :

Typ: **ława schodkowa**

B = 0,80 m H = 1,09 m w = 0,40 m

B<sub>g</sub> = 0,25 m B<sub>t</sub> = 0,28 m

B<sub>s</sub> = 0,25 m e<sub>B</sub> = 0,00 m

##### Posadowienie fundamentu:

D = 1,20 m D<sub>min</sub> = 1,00 m

Brak wody gruntowej w zasypce

#### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

##### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fn} = 221,4$  kN/mb

$N_r = 87,0$  kN/mb  $< m \cdot Q_{fn} = 0,81 \cdot 221,4$  kN/mb = 179,4 kN/mb (48,5%)

##### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{ft} = 41,2$  kN/mb

$T_r = 4,0$  kN/mb  $< m \cdot Q_{ft} = 0,72 \cdot 41,2$  kN/mb = 29,7 kN/mb (13,5%)

##### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 165,2$  kPa

$\sigma_{max} = 165,2$  kPa  $< \sigma_{dop} = 305,0$  kPa (54,2%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2} = 6,36 \text{ kNm/mb}$ , moment utrzymujący  $M_{uB,2} = 33,21 \text{ kNm/mb}$

$$M_o = 6,36 \text{ kNm/mb} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 33,2 \text{ kNm/mb} = 23,9 \text{ kNm/mb} \quad (26,6\%)$$

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,09 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,09 \text{ cm}$

$$s = 0,09 \text{ cm} < s_{dop} = 0,50 \text{ cm} \quad (17,9\%)$$

**Ława fundamentowa BF-0102**

Wymiary fundamentu :

Typ: **ława schodkowa**

$B = 0,90 \text{ m}$   $H = 1,09 \text{ m}$   $w = 0,40 \text{ m}$

$B_g = 0,25 \text{ m}$   $B_t = 0,33 \text{ m}$

$B_s = 0,25 \text{ m}$   $e_B = 0,00 \text{ m}$

Posadowienie fundamentu:

$D = 1,20 \text{ m}$   $D_{min} = 1,20 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

**WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020**

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fn} = 333,4 \text{ kN/mb}$

$$N_r = 128,7 \text{ kN/mb} < m \cdot Q_{fn} = 0,81 \cdot 333,4 \text{ kN/mb} = 270,1 \text{ kN/mb} \quad (47,7\%)$$

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{ft} = 61,5 \text{ kN/mb}$

$$T_r = 4,0 \text{ kN/mb} < m \cdot Q_{ft} = 0,72 \cdot 61,5 \text{ kN/mb} = 44,3 \text{ kN/mb} \quad (9,0\%)$$

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne  $\sigma_{max} = 190,1 \text{ kPa}$

$$\sigma_{max} = 190,1 \text{ kPa} < \sigma_{dop} = 305,0 \text{ kPa} \quad (62,3\%)$$

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2} = 6,36 \text{ kNm/mb}$ , moment utrzymujący  $M_{uB,2} = 55,37 \text{ kNm/mb}$

$$M_o = 6,36 \text{ kNm/mb} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 55,4 \text{ kNm/mb} = 39,9 \text{ kNm/mb} \quad (16,0\%)$$

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,14 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,14 \text{ cm}$

$$s = 0,14 \text{ cm} < s_{dop} = 0,50 \text{ cm} \quad (28,6\%)$$

**Stopa fundamentowa SF-0111**

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa schodkowa**

$B = 1,00 \text{ m}$   $L = 1,50 \text{ m}$   $H = 2,40 \text{ m}$   $w = 0,40 \text{ m}$

$B_g = 0,35 \text{ m}$   $L_g = 0,70 \text{ m}$   $B_t = 0,33 \text{ m}$   $L_t = 0,40 \text{ m}$

$B_s = 0,24 \text{ m}$   $L_s = 0,60 \text{ m}$   $e_B = 0,00 \text{ m}$   $e_L = 0,00 \text{ m}$

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

#### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 1496,7 \text{ kN}$ ,  $Q_{fNL} = 1138,9 \text{ kN}$

$N_r = 154,3 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 1138,9 \text{ kN} = 922,5 \text{ kN} \quad (16,7\%)$

#### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 67,0 \text{ kN}$

$T_r = 20,5 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 67,0 \text{ kN} = 48,2 \text{ kN} \quad (42,6\%)$

#### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne  $\sigma_{\max} = 238,8 \text{ kPa}$

$\sigma_{\max} = 238,8 \text{ kPa} < \sigma_{\text{dop}} = 305,0 \text{ kPa} \quad (78,3\%)$

#### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 49,27 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 100,49 \text{ kNm}$

$M_o = 49,27 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 100,5 \text{ kNm} = 72,4 \text{ kNm} \quad (68,1\%)$

#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,03 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,03 \text{ cm}$

$s = 0,03 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 0,50 \text{ cm} \quad (5,0\%)$

### Stopa fundamentowa SF-0112

#### Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa schodkowa**

$B = 0,80 \text{ m}$   $L = 1,45 \text{ m}$   $H = 1,20 \text{ m}$   $w = 0,40 \text{ m}$

$B_g = 0,25 \text{ m}$   $L_g = 0,90 \text{ m}$   $B_t = 0,28 \text{ m}$   $L_t = 0,27 \text{ m}$

$B_s = 0,24 \text{ m}$   $L_s = 0,42 \text{ m}$   $e_B = 0,00 \text{ m}$   $e_L = 0,00 \text{ m}$

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

#### Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 542,0 \text{ kN}$ ,  $Q_{fNL} = 513,0 \text{ kN}$

$N_r = 100,2 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 513,0 \text{ kN} = 415,5 \text{ kN} \quad (24,1\%)$

#### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 46,3 \text{ kN}$

$T_r = 11,2 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 46,3 \text{ kN} = 33,3 \text{ kN} \quad (33,5\%)$

#### Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne  $\sigma_{\max} = 168,0 \text{ kPa}$

$\sigma_{\max} = 168,0 \text{ kPa} < \sigma_{\text{dop}} = 305,0 \text{ kPa} \quad (55,1\%)$

#### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{oL,3-4} = 12,00 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uL,3-4} = 67,16 \text{ kNm}$

$M_o = 12,00 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 67,2 \text{ kNm} = 48,4 \text{ kNm} \quad (24,8\%)$

#### Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 2**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,04 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,04 \text{ cm}$

$s = 0,04 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 0,50 \text{ cm} \quad (7,5\%)$

Skierniewice, 05 grudnia 2024

## OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art. 34 ust. 3d, pkt. 3) Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane (Dz.U. 2023r. poz. 682) z późniejszymi zmianami oświadczamy, że projekt techniczny – wykonawczy konstrukcji budynku Muzealnego Centrum Edukacyjnego p.t.:

**„BUDOWA BUDYNKU  
MUZEALNEGO CENTRUM EDUKACYJNEGO”  
zlokalizowanego w Ciechanowcu, 18-230 przy ul. Pałacowej 5  
na dz. nr ew. 1753/2, obręb 0005**

wykonany dla:

**MUZEUM ROLNICTWA IM. KS. KRZYSZTOFA KŁUKA W CIECHANOWCU  
z siedzibą w Ciechanowcu, 18-230 przy ul. Pałacowej 5**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

.....  
(podpisy i pieczęci projektantów)



## 5. Kopie uprawnień projektantów i zaświadczeń o przynależności do izb zawodowych

**MAZOWIECKA  
OKRĘGOWA  
IZBA  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA**

**MAZOWIECKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA**  
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt. MAZ/7131-7132/296/18/K  
Warszawa, dnia 28 czerwca 2018 r.

**DECYZJA**

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jedn.: Dz.U. z 2016 r., poz. 1725) i art. 12 ust. 1 pkt 1-5, ust. 2, 3 i 4 pkt 3, art. 13 ust. 1, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. z 2017 r., poz. 1332) oraz § 10 i 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan mgr inż. Michał Krzysztof Walendzik**  
ur. dnia 14 stycznia 1984 roku w Skierniewicach  
otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny MAZ/0512/PW/BKb/18  
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
bez ograniczeń

**UZASADNIENIE**

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

**Pouczenie**

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.  
Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (Dz.U. z 2017 r. poz. 1257 i.j.): § 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.  
§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się praw do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna prawomocna.  
W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługują prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw. ....  
mgr inż. Irena Churska ....  
mgr inż. Krzysztof Karol Booss ....

**Uprawnienia budowlane nadane**

**Panu mgr inż. Michałowi Krzysztofowi Walendzik**  
ur. dnia 14 stycznia 1984 roku w Skierniewicach

**numer ewidencyjny MAZ/0512/PW/BKb/18**  
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
bez ograniczeń

upoważniają do:

I. w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:  
projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego, w odniesieniu do konstrukcji obiektu;

II. w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:  
1) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,  
2) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrolę techniczną wytwarzania tych elementów,  
3) wykonywania nadzoru inwestorskiego,  
4) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,  
w odniesieniu do konstrukcji i architektury obiektu;

III. w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw. ....  
mgr inż. Irena Churska ....  
mgr inż. Krzysztof Karol Booss ....

Otrzymują:  
1. Wnioskodawca  
2. Okręgowa Rada Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa  
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego  
4. a.a



**Zaświadczenie**  
o numerze weryfikacyjnym:  
MAZ-HUI-LER-PBU \*

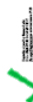
Pan MICHAŁ KRZYSZTOF WALENDZIK o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0528/18  
adres zamieszkania ul. REYMONTA 31 / 71, 96-100 SKIERNIEWICE  
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-08-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-07-30 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> k.c.  
§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go  
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.  
§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.pib.org.pl](http://www.pib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.



**Zaświadczenie**  
o numerze weryfikacyjnym:  
MAZ-RKF-RD4-ZIL \*

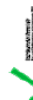
Pan KAMIL KRZYSZTOF KOWALCZYK o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0532/17  
adres zamieszkania ul. TUROWSKA 30, 05-230 KOBYŁKA  
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2025-01-01 do 2025-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-12-30 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> k.c.  
§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go  
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.  
§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.pib.org.pl](http://www.pib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.





Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa  
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt. MAZ/7131-7132/276/17/K  
Warszawa, dnia 30 czerwca 2017 r.

# DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jedn.: Dz.U. z 2016 r., poz. 1725) i art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, ust. 2, 3 i 4 pkt 3, art. 13 pkt 1, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. z 2016 r., poz. 290) oraz § 10 i 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan mgr inż. Kamil Krzysztof Kowalczyk**  
ur. dnia 22 maja 1986 roku w Warszawie  
otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny MAZ/0406/PWBKb/17  
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
bez ograniczeń

## UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

## Pouczenie

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

## Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw.

mgr inż. Irena Churska

mgr inż. Krzysztof Karol Booss



.....  
.....  
.....

## Uprawnienia budowlane nadane

**Panu mgr inż. Kamilowi Krzysztofowi Kowalczyk**  
ur. dnia 22 maja 1986 roku w Warszawie

numer ewidencyjny MAZ/0406/PWBKb/17  
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
bez ograniczeń

upowazniają do:

- I. w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:  
projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego, w odniesieniu do konstrukcji obiektu;
- II. w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:  
1) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,  
2) kierowania wytworzeniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrolę techniczną wytworzenia tych elementów,  
3) wykonywania nadzoru inwestorskiego,  
4) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,  
w odniesieniu do konstrukcji i architektury obiektu;
- III. w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu.

## Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw.

mgr inż. Irena Churska

mgr inż. Krzysztof Karol Booss



.....  
.....  
.....

Otrzymują:

1. Pan Kamil Krzysztof Kowalczyk

ul. Turowska 30

05-230 Kobylka,

2. Okręgowa Rada Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego

4. a/a

## 6. Część rysunkowa