



## PROJEKT TECHNICZNY KONSTRUKCJI

NAZWA INWESTYCJI	NADBUDOWA I PRZEBUDOWA BUDYNKU PRZEDSZKOLA WRAZ ZE ZMIANĄ SPOSOBU UŻYTKOWANIA PODDASZA NIEUŻYTKOWEGO NA POTRZEBY PRZEDSZKOLA
ADRES INWESTYCJI	PL. DĄBROWSKIEGO 1A, 64-130 RYDZYNA JEDNOSTKI EWIDENCYJNA: 301304_4 RYDZYNA OBRĘBU EWIDENCYJNY: 0001 RYDZYNA DZIAŁKI NR: 494/1; 495/7; 497/2
KATEGORIA OBIEKTU	<u>IX</u>
INWESTOR	GMINA RYDZYNA UL. RYNEK 1; 64 - 130 RYDZYNA

PROJEKTANT  
**mgr inż. Tomasz Marciniak**  
upr bud. nr WKP/0019/PWOK/17  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej b/o

PROJEKTANT SPRAWDZAJĄCY  
**mgr inż. Łukasz Kurzawski**  
upr bud. nr WKP/0065/POOK/09  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej b/o

**Czerwiec 2024 r.**

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

# Spis treści

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW.....	3
CZĘŚĆ OPISOWA.....	4
1. Przedmiot opracowania.....	4
2. Podstawa opracowania.....	4
3. Opinia geotechniczna, sposób posadowienia.....	4
4. Opis stanu istniejącego i ekspertyza techniczna konstrukcji.....	4
5. Opis podstawowych rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych.....	5
6. Obliczenia statyczne i wymiarowanie.....	7
a. Zebranie obciążeń.....	7
b. Podstawowe wyniki obliczeń statycznych.....	11
Nadproże stalowe N1.....	11
Nadproże N2.....	12
KONSTRUKCJA DACHU.....	14
PŁATEW STALOWA.....	17
SŁUPY DREWNIANE NOWE.....	21
ŻEBRO STROPOWE.....	22

## CZĘŚĆ RYSUNKOWA:

- K-1. Rzuty - konstrukcja
- K-2. Konstrukcja – strop nad 1 piętrem
- K-3. Rzut konstrukcji dachu
- K-4. Elementy żelbetowe - szczegóły
- K-5. Elementy stalowe - szczegóły

## **OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW**

Ja niżej podpisany, po zapoznaniu się z przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku „Prawo Budowlane” (Dz.U. z 2013 r. poz.1409 z późniejszymi zmianami) zgodnie z art. 34, ust.3d, oświadczam, że niniejszy Projekt Techniczny Konstrukcji dla inwestycji „**NADBUDOWA I PRZEBUDOWA BUDYNKU PRZEDSZKOLA WRAZ ZE ZMIANĄ SPOSOBU UŻYTKOWANIA PODDASZA NIEUŻYTKOWEGO NA POTRZEBY PRZEDSZKOLA**”, został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Jednocześnie, zgodnie z art. 34 ust. 3da informuję że jestem wpisany do centralnego rejestru osób posiadających uprawnienia budowlane.

PROJEKTANT

**mgr inż. Tomasz Marciniak**

upr bud. nr WKP/0019/PWOK/17

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej b/o

(data i podpis)

PROJEKTANT SPRAWDZAJĄCY

**mgr inż. Łukasz Kurzawski**

upr bud. nr WKP/0065/POOK/09

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej b/o

(data i podpis)

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

## **CZĘŚĆ OPISOWA**

### **1. Przedmiot opracowania.**

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny konstrukcji dla robót związanych z przebudową i adaptacją poddasza istniejącego przeszkoła.

### **2. Podstawa opracowania.**

- Projekt Architektoniczno-Budowlany,
- Opinia geotechniczna,
- obowiązujące normy i przepisy budowlane, w tym:
  - PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji,
  - PN-EN 1991 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje,
  - PN-EN 1992 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu,
  - PN-EN 1993 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych,
  - PN-EN 1995 Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych,
  - PN-EN 1996 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych,
  - PN-EN 1997 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne.

### **3. Opinia geotechniczna, sposób posadowienia.**

Z uwagi na brak istotnej ingerencji w posadowienie budynku a także niewielki wpływ projektowanych obciążeń na stan posadowienia nie jest konieczne przeprowadzenie badań gruntu i fundamentów.

Podsumowując, projektowany obiekt zaliczona się do I kategorii geotechnicznej, w generalnie prostych warunkach gruntowych.

### **4. Opis stanu istniejącego i ekspertyza techniczna konstrukcji.**

Budynek na planie prostokąta, z przybudówką od strony zachodniej. Wymiary istniejącej głównej bryły budynku to ok. 27,1x10,4 m w rzucie i ok. 12,5 m wysokości w kalenicy mierząc od poziomu terenu przy wejściu głównym. Budynek częściowo podpiwniczony (w części wschodniej), ma dwie kondygnacje użytkowe oraz poddasze (będące w niniejszym opracowaniu przedmiotem przebudowy i adaptacji).

Ocenę stanu technicznego przeprowadzono na podstawie bieżących pomiarów i oględzin a także biorąc pod uwagę dostępną dokumentację, tj. m.in. ekspertyzę autorstwa firmy „Studio K2 architekt Piotr Koński” będącą częścią ostatecznie niewykorzystanego projektu adaptacji poddasza z roku 2009. Stwierdzono że w ciągu 15 lat które upłynęły od czasu opracowania tej ekspertyzy ogólny stan techniczny głównych elementów konstrukcyjnych budynku nie uległ istotnemu pogorszeniu.

Posadowienie budynku bezpośrednie, na ławach fundamentowych betonowych, z wykorzystaniem kamieni polnych. Ocenia się że praca fundamentów pod obecnymi obciążeniami jest prawidłowa. Widoczne jest charakterystyczne zarysowanie na styku części podpiwniczonej i tej bez piwnicy, jednak bazując na poprzednich opracowaniach można stwierdzić że zarysowanie to nie postępuje i nie powiększa się. Ocenia się że projektowana przebudowa nie wpłynie w sposób istotny na obciążenia przekazywane na istniejące fundamenty i ich nośność będzie wystarczająca.

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

Ściany nośne budynku murowane z cegły ceramicznej kratówki oraz cegły pełnej, na zaprawie cementowo-wapiennej, murowane na 1,5 cegły tj. o grubości ok 38 cm. Ściany obustronnie tynkowane tynkiem cementowo-wapiennym. W toku oględzin nie stwierdzono istotnych uszkodzeń czy spękań ścian, ich stan ocenia się jako dobry.

Stropy nad piwnicą oraz nad parterem i pierwszym piętrem gęstożebrowe o wysokości konstrukcyjnej 24 cm i rozstawie belek nośnych 60 cm. Na stropie nad 1 piętrem wylewka włókno-betonowa izolacyjna, którą należy rozebrać i zastąpić nowymi warstwami stropowymi zgodnie z projektem architektury. Stan techniczny stropów dobry – nie są widoczne ugięcia czy spękania, nie da się rozpoznać przebiegu elementów konstrukcyjnych co wskazuje na ich jednolitą i prawidłową pracę. Nośność stropów jest wystarczająca dla projektowanych obciążeń.

Istniejąca konstrukcja dachu drewniana krokwiowo-płatwiowa z dwiema ściankami stolcowymi – jedna oparta na ścianie wewnętrznej nośnej budynku, drugi rząd słupów opiera się na stropie za pośrednictwem murłat. Spadek dachu głównego ok 40 st. Dach posiada regularnie rozmieszczone lukarny z zadaszeniem dwuspadowym symetrycznym o kącie ok 43 st. Stan techniczny konstrukcji dachu dobry wizualnie drewno jest zdrowe, niezniszczone przez wilgoć, próchnicę czy korniki. Pokrycie dachu – dachówka ceramiczna. Z uwagi na konieczną kapitalną przebudowę celem zwiększenia przestrzeni użytkowej na poddaszu konstrukcja dachu, z wyjątkiem ścianki stolcowej tj. słupów mieczy i płatwi opartych na ścianie nośnej wewnętrznej, przeznaczona jest do rozbiórki. Po dokonaniu rozbiórek należy w porozumieniu z projektantem konstrukcji poddać ocenie stan techniczny zdemontowanych elementów i zdecydować o ich ewentualnym ponownym wykorzystaniu.

Schody w budynku wykonane są jako żelbetowe – nie planuje się ich przebudowy, stan techniczny dobry.

## **5. Opis podstawowych rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych.**

### **a. Nadproża.**

W związku z planowanymi nowymi otworami okiennymi i drzwiowymi zaprojektowano w ścianach zewnętrznych budynku wstawienie nadproży stalowych podwójnych. Nadproża wykonać zgodnie z projektem technicznym, każda z belek powinna mieć zagwarantowane podparcie w murze na min. 15 cm, na poduszce betonowej.

W ścianach wewnętrznych dla otworów drzwiowych zaprojektowano nadproża prefabrykowane tyłu SBN lub L-19.

W razie konieczności przemurować istniejącą ścianę cegłą pełną kl. 15 na zaprawie cementowo-wapiennej kl. M5.

### **b. Strop nad 1 piętrem.**

Stan techniczny istniejącego stropu jest dobry.

Planuje się wykucie w istniejącym stropie otwór na windę towarową o wymiarach ok. 0,98/1,22 m. Wokół otworu wykonać wymian żelbetowy zgodnie z projektem technicznym.

W związku z wykonywaną na nowo konstrukcją dachu oraz z uwagi na konieczność zachowania obecnego poziomu użytkowego posadzki pod częścią projektowanych słupów zaprojektowano stalowe żebra oparte na istniejących ścianach nośnych, zagłębione w istniejący strop, przebiegające w linii pustaków stropowych.

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

Belki stalowe wykonać z profilu HEA200, stal S235, z minimalnym oparciem na wieńcu równym 10 cm, przy czym należy zachować ciągłość zbrojenia wieńca uzupełniając je prętami odgiętymi lub np. poprzez przyspawanie przeciętych prętów do stalowych żeber.

Uwaga! Z uwagi na brak możliwości przeprowadzenia na etapie projektu kompleksowych robót odkrywkowych wszystkie rozwiązania konstrukcyjne dotyczące istniejącego stropu należy zweryfikować i potwierdzić w porozumieniu z projektantem w trakcie robót budowlanych.

#### **c. Ściany kolankowe – wieńce, trzpienie.**

Ściany kolankowe murowane, z wieńcem i trzpieniami żelbetowymi w rozstawie do 3 m. Zbrojenie projektowanych trzpieni należy wkleić na kotwy chemiczne w istniejący wieniec stropowy. Trzpienie wykonać w zazębieniach muru, bez docinania elementów. Ściana kolankowa murowana z bloczków z betonu komórkowego.

Elementy żelbetowe wykonać z betonu C20/25, stal główna A-IIIN, strzemiona ze stali A-0.

Zaprojektowano trzpienie oraz wieńce o przekroju 24x24 cm. Trzpienie zbrojone 4 prętami fi 16, każdy z których należy wkleić w istniejący wieniec stropu nad 1 piętrem.

#### **d. Konstrukcja dachu.**

Projektowana konstrukcja dachu analogiczna do istniejącej – krokwiowo płatwiowa z dwiema ściankami stolcowymi, jednak jeden rząd słupów oparty zamiast na murłatach ułożonych na stropie opierał się będzie na stalowych żebrach ukrytych w grubości płyty stropowej.

Wszystkie elementy drewniane z drewna klasy C24. Krokwie w rozstawie ok 90-100 cm, zgodnie z projektem technicznym. Rozstaw a także rozmieszczenie otworów okiennych, kominowych, wymianów itp. zweryfikować na budowie z uwzględnieniem wymiarów rzeczywistych. W przypadku kiedy stan elementów rozbiórkowych istniejącej konstrukcji dachu oceni się jako dobry zaleca się ich ponowne wykorzystanie, szczególnie dla kalenicowej części dachu.

Z uwagi na konieczność zapewnienia przestrzeni na poddaszu oraz ze względu na rozmieszczenie świetlików dachowych zaprojektowano płatew o profilu nośnym ze stali – przekrój HEA140 (stal S235). Do dwuteownika zamocować płatew drewnianą 10x14 cm, zgodnie z rys. technicznym K-4.

Integralną część konstrukcji dachu, zapewniającą przestrzenną sztywność układu jest pełne deskowanie z drewna sosnowego klasy C18, grubości 2,5 cm lub z płyty OSB grubości 22 mm.

Wszystkie elementy konstrukcyjne dachu powinny być zabezpieczone przeciwogniowo do klasy R30, np. przez malowanie farbą pęczniącą lub obudowę podwójną płytą gk o podwyższonej ognioodporności (gk-f)

## 6. Obliczenia statyczne i wymiarowanie.

### a. Zebranie obciążeń.

#### OBCIĄŻENIA STAŁE

##### DACH

Nr	Nazwa	War. kN/m <sup>2</sup>	- $\gamma$	+ $\gamma$
1	Dachówka ceramiczna	0.75		
2	Łaty+kontrłaty	0.05		
3	Papa	0.06		
4	Deskowanie	0.15		
5	Wełna mineralna 30 cm	0.20		
6	Sufit podwieszany	0.20		
7	Instalacje	0.40		
	<b>Podsumowanie</b>	<b>1.81</b>	<b>1.00</b>	<b>1.35</b>

##### STROP WEWNĘTRZNY

Nr	Nazwa	War. kN/m <sup>2</sup>	- $\gamma$	+ $\gamma$
1	Płytki ceramiczne+klej	0.72		
2	Posadzka 6 cm	1.44		
3	Styropian	0.01		
4	Strop gęstożebrowy	2.68		
5	Tynk cem-wap	0.27		
	<b>Podsumowanie</b>	<b>5.12</b>	<b>1.00</b>	<b>1.35</b>

##### ŚCIANA ZEWNĘTRZNA

Nr	Nazwa	War. kN/m <sup>2</sup>	- $\gamma$	+ $\gamma$
1	Tynk+siatka	0.18		
2	Styropian	0.06		
3	Mur - ceramika	4.94		
4	Tynk cem-wap	0.27		
	<b>Podsumowanie</b>	<b>5.45</b>	<b>1.00</b>	<b>1.35</b>

#### OBCIĄŻENIA ZMIENNE UŻYTKOWE

##### DACH

Typ: Obciążenie użytkowe

Opis: Dachy, H (dach bez dostępu)

Współczynniki normowe:  $+\gamma=1.50$ ;  $\Psi_0=0.00$ ;  $\Psi_1=0.00$ ;  $\Psi_2=0.00$

##### Parametry obciążenia

Wybrana kategoria obciążenia: Dachy

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

Wybrana kategoria powierzchni: H (dach bez dostępu)

Wartość obciążenia

Wartość obciążenia – maksymalna: 1.0 kN/m<sup>2</sup>, minimalna: 0.0 kN/m<sup>2</sup>, zalecana: 0.4 kN/m<sup>2</sup>

Do obliczeń przyjęto: 0.8 kN/m<sup>2</sup>

Strop

Typ: Obciążenie użytkowe

Opis: Stropy, schody wewnętrzne oraz balkony, A - stropy (obiekty mieszkalne)

Współczynniki normowe:  $+ \gamma = 1.50$ ;  $\Psi_0 = 0.70$ ;  $\Psi_1 = 0.50$ ;  $\Psi_2 = 0.30$

Parametry obciążenia

Wybrana kategoria obciążenia: Stropy, schody wewnętrzne oraz balkony

Wybrana kategoria powierzchni: A - stropy (obiekty mieszkalne)

Uwzględniono obciążenie przestawnymi ścianami działowymi o ciężarze własnym od 2.0 do 3.0 kN/m długości ściany  $\rightarrow 0.5 \text{ kN/m}_2$ .

Wartość obciążenia

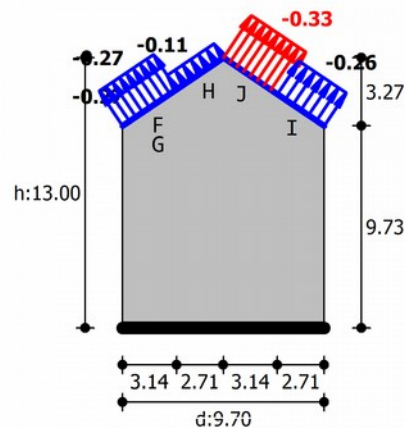
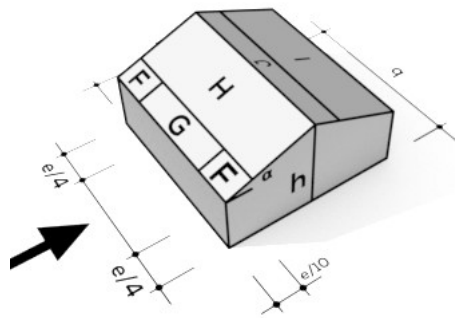
Wartość obciążenia – maksymalna: 3.2 kN/m<sup>2</sup>, minimalna: 2.7 kN/m<sup>2</sup>, zalecana: 3.2 kN/m<sup>2</sup>

**Do dalszych obliczeń przyjęto: 3.2 kN/m<sup>2</sup> (Zalecana)**



## OBCIĄŻENIA ZMIENNE KLIMATYCZNE – WIATR

Współczynniki normowe:  $+ \gamma = 1.50$ ;  $\Psi_0 = 0.60$ ;  $\Psi_1 = 0.20$



### Oznaczenia

$$h=13.0\text{ m } d=9.7\text{ m } b=27.4\text{ m } e=26.0\text{ m } \alpha=34.0^\circ$$

### Parametry obciążenia

Wybrana kategoria: Dachy dwuspadowe

Strefa obciążenia wiatrem: 1

Wysokość n.p.m.: A = 94.0 m

Kategoria terenu: II

Kierunek wiatru: 0

Wartość współczynnika kierunkowego:  $c_{dir} = 1.0$

Wartość współczynnika sezonowego:  $c_{season} = 1.0$

Wartość współczynnika orografii:  $c_o = 1.0$

Wysokość odniesienia przyjęta jako całkowita wysokość budowli.

Wysokość odniesienia:  $z_p = 13.0\text{ m}$

Wartość współczynnika konstrukcyjnego:  $c_s c_d = 1.0$

Obliczany element:  $A > 10 \text{ m}^2 \rightarrow c_{pe} = -0.447$

Powierzchnia wewnętrzna: na ścianę boczną

Obciążenie charakterystyczne

Przypadek obciążenia: Połąć dachu - pole J - ssanie

Podstawowa bazowa prędkość wiatru:  $v_{b,0} = 22.00 \text{ m/s}$

Intensywność turbulencji:  $I_v=0.180$

Współczynnik chropowatości:  $c_r = 1.046$

Wartość szczytowa ciśnienia prędkości wiatru:  $q_p = (1 + 7 \cdot I_v) \cdot 0.5 \cdot \rho \cdot (c_r \cdot c_o \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,o})^2$

$$q_p = (1 + 7 \cdot 0.180) \cdot 0.5 \cdot 1.25 \cdot (1.046 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 22.00)^2 = 0.747 \text{ kPa}$$

(schematy przykładowe – wszystkie rozpatrywane schematy w dokumentacji archiwalnej projektanta)

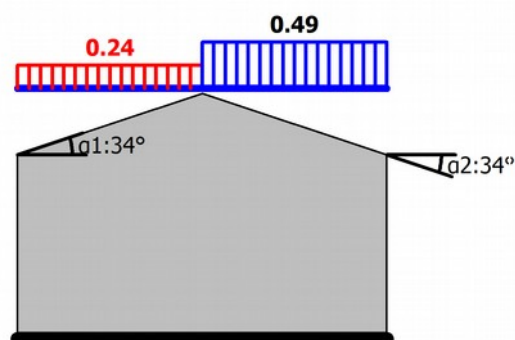
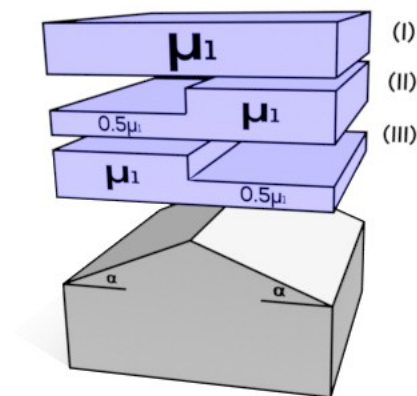
Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

## OBCIĄŻENIA ZMIENNE KLIMATYCZNE – ŚNIEG

Opis: Dachy dwupołaciowe, Obciążenie lewej połaci dachu

Współczynniki normowe:  $\gamma=1.50$ ;  $\Psi_0=0.50$ ;  $\Psi_1=0.20$ ;  $\Psi_2=0.20$

Widok oraz schemat obciążenia



### Oznaczenia

$$\alpha_1 = 34.0^\circ$$

### Parametry obciążenia

Wybrana kategoria: Dachy dwupołaciowe

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu (wg. tablicy NB.1) dla strefy: 1

$$s_k = 0.7 = 0.7 \frac{kN}{m^2}$$

Współczynnik termiczny  $\rightarrow C_t = 1.0$  (dach o niskim współczynniku przenikania ciepła)

Współczynnik ekspozycji  $\rightarrow C_e = 1.0$  (teren: normalny)

Warunki lokalizacyjne: normalne (przypadek A)

Sytuacja obliczeniowa: trwała/przejściowa  $\rightarrow C_{est} = 1.0$

### Obciążenie charakterystyczne

Przypadek obciążenia: Obciążenie lewej połaci dachu

**Wartość obciążenia charakterystycznego:**

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{est} \cdot s_k = 0.347 \cdot 1.00 \cdot 1.000 \cdot 1.00 \cdot 0.700 = 0.243 \frac{kN}{m^2}$$

**Wartość obciążenia charakterystycznego:**

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot C_{est} \cdot s_k = 0.693 \cdot 1.00 \cdot 1.000 \cdot 1.00 \cdot 0.700 = 0.485 \frac{kN}{m^2}$$

(schemat przykładowy – wszystkie rozpatrywane schematy w dokumentacji archiwalnej projektanta)

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

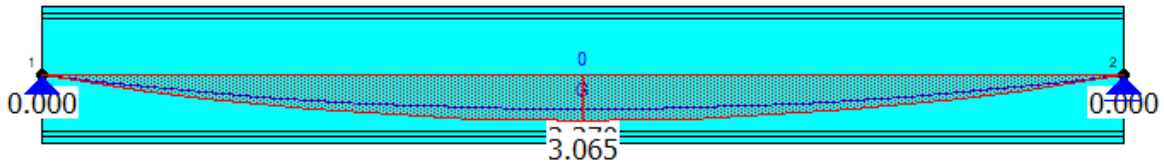
## b. Podstawowe wyniki obliczeń statycznych

### Nadproże stalowe N1

Belka jednoprzęsłowa wolnopodparta  $L_{eff} = 1,28 \text{ m}$

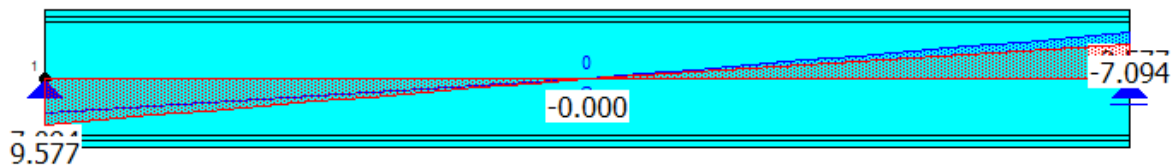
Obwiednia sił przekrojowych – Momenty zginające [kNm]

**M [kNm]**



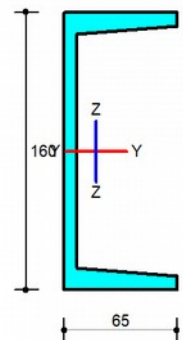
Obwiednia sił przekrojowych – Tnące [kN]

**T [kN]**



### Informacje o elemencie

Profil: C 160 (S 235)



### Zginanie (13.1 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=0.64\text{m}$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+0,+1,+11,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Uwzględniono efekt szerokiego pasa zgodnie z EN1993-1-5 p.3.3. Przy sprawdzaniu nośności przyjęto stan sprężysty (bez względu na klasę przekroju, również w drugim kierunku) z ew. uwzględnieniem niestateczności lokalnej.

Pas górny:

$$\kappa = b_0 / L_e = 61.2 / 1280.0 = 0.048 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1 / (1 + 6.4 \kappa^2) = 1 / (1.015) = 0.986$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^\kappa, A_{c,eff} \beta) = \max(502 \cdot 0.986^{0.048}, 502 \cdot 0.986) = 502 \text{ mm}^2$$

Pas dolny:

$$\kappa = b_0 / L_e = 61.2 / 1280.0 = 0.048 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1 / (1 + 6.4 \kappa^2) = 1 / (1.015) = 0.986$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^\kappa, A_{c,eff} \beta) = \max(502 \cdot 0.986^{0.048}, 502 \cdot 0.986) = 502 \text{ mm}^2$$

Przyjęto, że element jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

Nośność obliczeniowa przekroju (przekrój efektywny - efekt szerokiego pasa):

$$M_{c,Rd,y} = M_{eff,Rd,y} = \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{99.7 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 23.4 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{eff,Rd,y}} = \frac{3.1}{23.4} = 0.13 < 1.0$$

### Ugięcia (5.5 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=0.64\text{m}$ ; Kombinacja: *ext U (0,1,11,)*

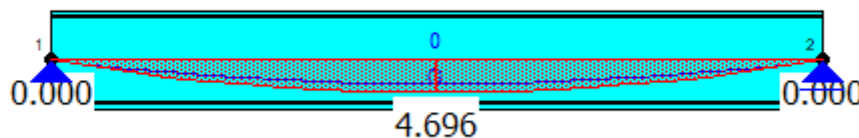
Przemieszczenie w płaszczyźnie układu:  $u_z = 0.2 \text{ mm} < 3.7 \text{ mm} = u_{z,lim}$

### Nadproże N2

Belka jednoprzęsłowa wolnopodparta  $L_{eff} = 1,58 \text{ m}$

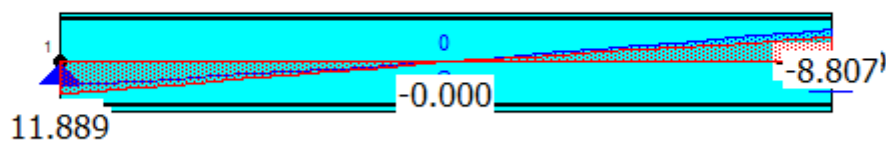
Obwiednia sił przekrojowych – Momenty zginające [kNm]

**M [kN]**



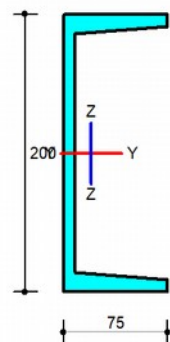
Obwiednia sił przekrojowych – Tnące [kN]

**T [kN]**



### Informacje o elemencie

Profil: C 200 (S 235)



## Zginanie (12.2 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=0.79m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+0,+1,+11,)$

Zginanie względem osi głównej Y-Y

Uwzględniono efekt szerokiego pasa zgodnie z EN1993-1-5 p.3.3. Przy sprawdzaniu nośności przyjęto stan sprężysty (bez względu na klasę przekroju, również w drugim kierunku) z ew. uwzględnieniem niestateczności lokalnej.

Pas górny:

$$\kappa = b_0 / L_e = 70.8 / 1579.9 = 0.045 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1 / (1 + 6.4 \kappa^2) = 1 / (1.013) = 0.987$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^k, A_{c,eff} \beta) = \max(625 \cdot 0.987^{0.045}, 625 \cdot 0.987) = 625 \text{ mm}^2$$

Pas dolny:

$$\kappa = b_0 / L_e = 70.8 / 1579.9 = 0.045 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1 / (1 + 6.4 \kappa^2) = 1 / (1.013) = 0.987$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^k, A_{c,eff} \beta) = \max(625 \cdot 0.987^{0.045}, 625 \cdot 0.987) = 625 \text{ mm}^2$$

Przyjęto, że element jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Nośność obliczeniowa przekroju (przekrój efektywny - efekt szerokiego pasa):

$$M_{c,Rd,y} = M_{eff,Rd,y} = \frac{W_{eff,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{163.8 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 38.5 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{eff,Rd,y}} = \frac{4.7}{38.5} = 0.12 < 1.0$$

Zginanie względem osi głównej Z-Z

Uwzględniono efekt szerokiego pasa zgodnie z EN1993-1-5 p.3.3. Przy sprawdzaniu nośności przyjęto stan sprężysty (bez względu na klasę przekroju, również w drugim kierunku) z ew. uwzględnieniem niestateczności lokalnej.

Środek:

$$\kappa = b_0 / L_e = 95.6 / 1579.9 = 0.060 \rightarrow \beta = \beta_1 = 1 / (1 + 6.4 \kappa^2) = 1 / (1.023) = 0.977$$

$$A_{eff} = \max(A_{c,eff} \beta^k, A_{c,eff} \beta) = \max(1625 \cdot 0.977^{0.060}, 1625 \cdot 0.977) = 1623 \text{ mm}^2$$

Nośność obliczeniowa przekroju (przekrój efektywny - efekt szerokiego pasa):

$$M_{c,Rd,z} = M_{eff,Rd,z} = \frac{W_{eff,z} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{25.6 \cdot 23.5}{1.0} 1e-2 = 6.0 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{eff,Rd,z}} = \frac{0.0}{6.0} = 0.00 < 1.0$$

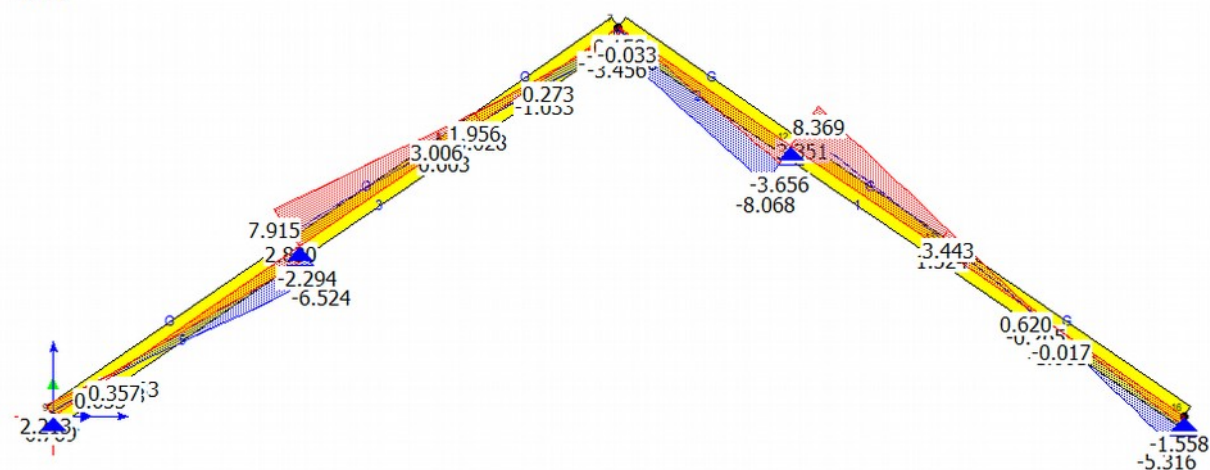
## Ugięcia (6.2 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=0.79m$ ; Kombinacja:  $\text{ext } U (0,1,11,)$

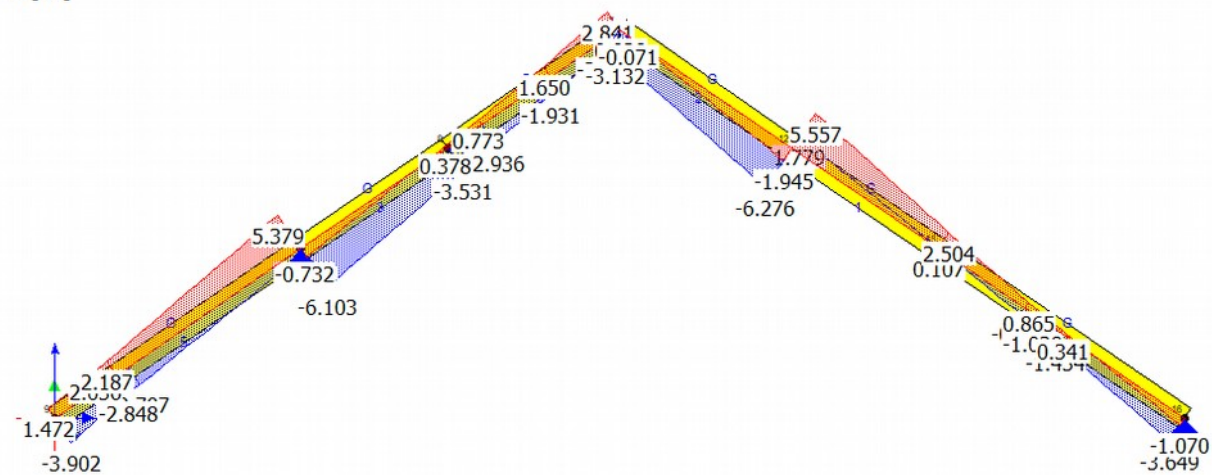
Przemieszczenie w płaszczyźnie układu:  $u_z = 0.2 \text{ mm} < 3.7 \text{ mm} = u_{z, \lim}$

## KONSTRUKCJA DACHU

T [kN]

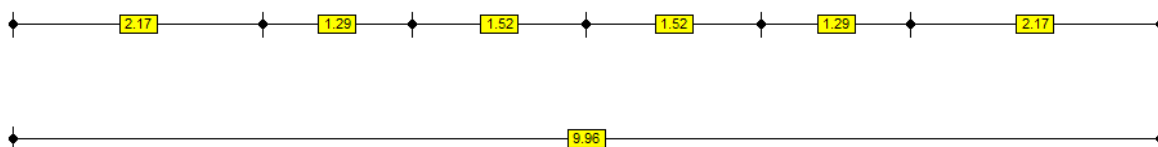
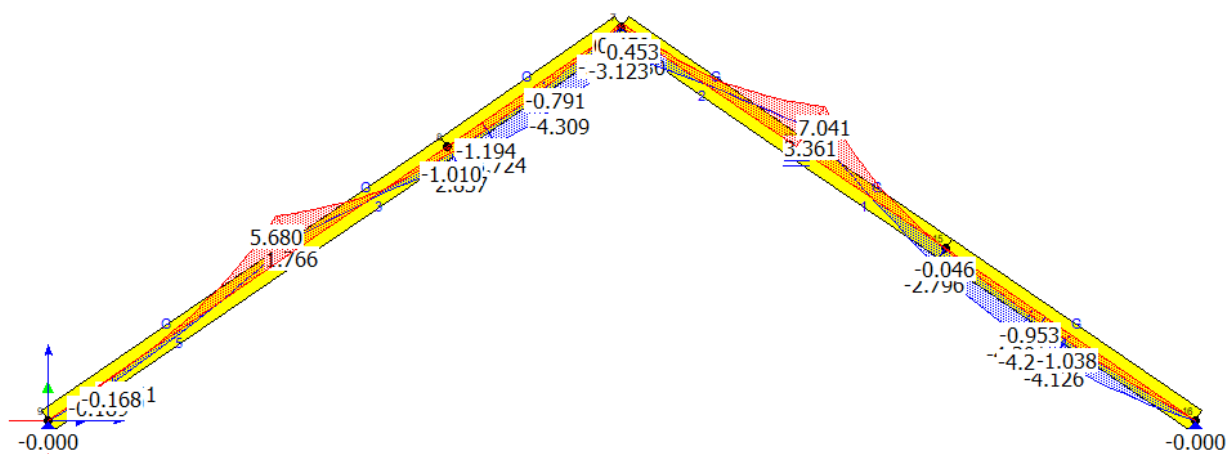


N [kN]



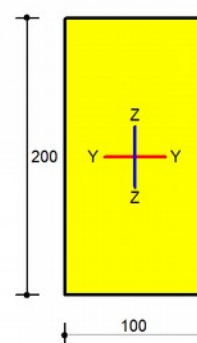
Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

M [kN]



## Informacje o elemencie

Profil: Poz. 1.1 Krokiew (C 24) 100X200 mm



Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

### Zginanie z rozciąganiem (60.5 %)

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00m$ ; Kombinacja:  $\max M_x (+0,+1,+2,+K4,+11,+K12,)$

Naprężenia od siły podłużnej oraz momentów zginających:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{5.2 \cdot 1e3}{200.0 \cdot 1e2} = 0.26 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{5.7 \cdot 1e5}{666.7 \cdot 1e2} = 8.52 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.0 \cdot 1e5}{333.3 \cdot 1e2} = 0.00 \text{ MPa}$$

Nośność elementu przy zginaniu i rozciąganiu:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{k_h f_{t,0,k} k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y} f_{m,k} k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z} f_{m,k} k_{mod}} = \dots$$
$$\dots = \frac{0.26}{\frac{1.084 \cdot 14.0 \cdot 0.8}{1.3}} + \frac{8.52}{\frac{1.000 \cdot 24.0 \cdot 0.8}{1.3}} + 0.7 \frac{0.00}{\frac{1.084 \cdot 24.0 \cdot 0.8}{1.3}} = 0.60 < 1.0$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{k_h f_{t,0,k} k_{mod}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{h,y} f_{m,k} k_{mod}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{h,z} f_{m,k} k_{mod}} = \dots$$
$$\dots = \frac{0.26}{\frac{1.084 \cdot 14.0 \cdot 0.8}{1.3}} + 0.7 \frac{8.52}{\frac{1.000 \cdot 24.0 \cdot 0.8}{1.3}} + \frac{0.00}{\frac{1.084 \cdot 24.0 \cdot 0.8}{1.3}} = 0.43 < 1.0$$

### Ugięcia (67.7 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=0.92m$ ; Kombinacja:  $\text{ext } U (0,1,11,2,K5,K12,S2,)$

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu:

$$u_{z,fin,G} = \sum_{i=1..n} u_{z,inst,Gi} (1 + k_{def}) = 10.3 \text{ mm} \text{ obc. stałe: } (0,1,11,)$$

$$u_{z,fin,Q} = u_{z,inst,Q1} + \sum_{i=2..n} \psi_{0,i} u_{z,inst,Qi} = 2.8 \text{ mm} \text{ obc. zm: } (2,K5,K12,)$$

$$u_{z,fin,QS} = \sum_{i=1..n} k_{def} \psi_{2,i} u_{z,inst,Qi} = 0.0 \text{ mm} \text{ obc. zm (część stała): } (S2,)$$

$$u_{z,fin} = u_{z,fin,G} + u_{z,fin,Q} + u_{z,fin,QS} = 13.1 \text{ mm}$$

Przemieszczenie prostopadłe do pł. układu:

$$u_{y,fin,G} = \sum_{i=1..n} u_{y,inst,Gi} (1 + k_{def}) = -0.0 \text{ mm} \text{ obc. stałe: } (0,1,11,)$$

$$u_{y,fin,Q} = u_{y,inst,Q1} + \sum_{i=2..n} \psi_{0,i} u_{y,inst,Qi} = -0.0 \text{ mm} \text{ obc. zm: } (2,K5,K12,)$$

$$u_{y,fin,QS} = \sum_{i=1..n} k_{def} \psi_{2,i} u_{y,inst,Qi} = 0.0 \text{ mm} \text{ obc. zm (część stała): } (S2,)$$

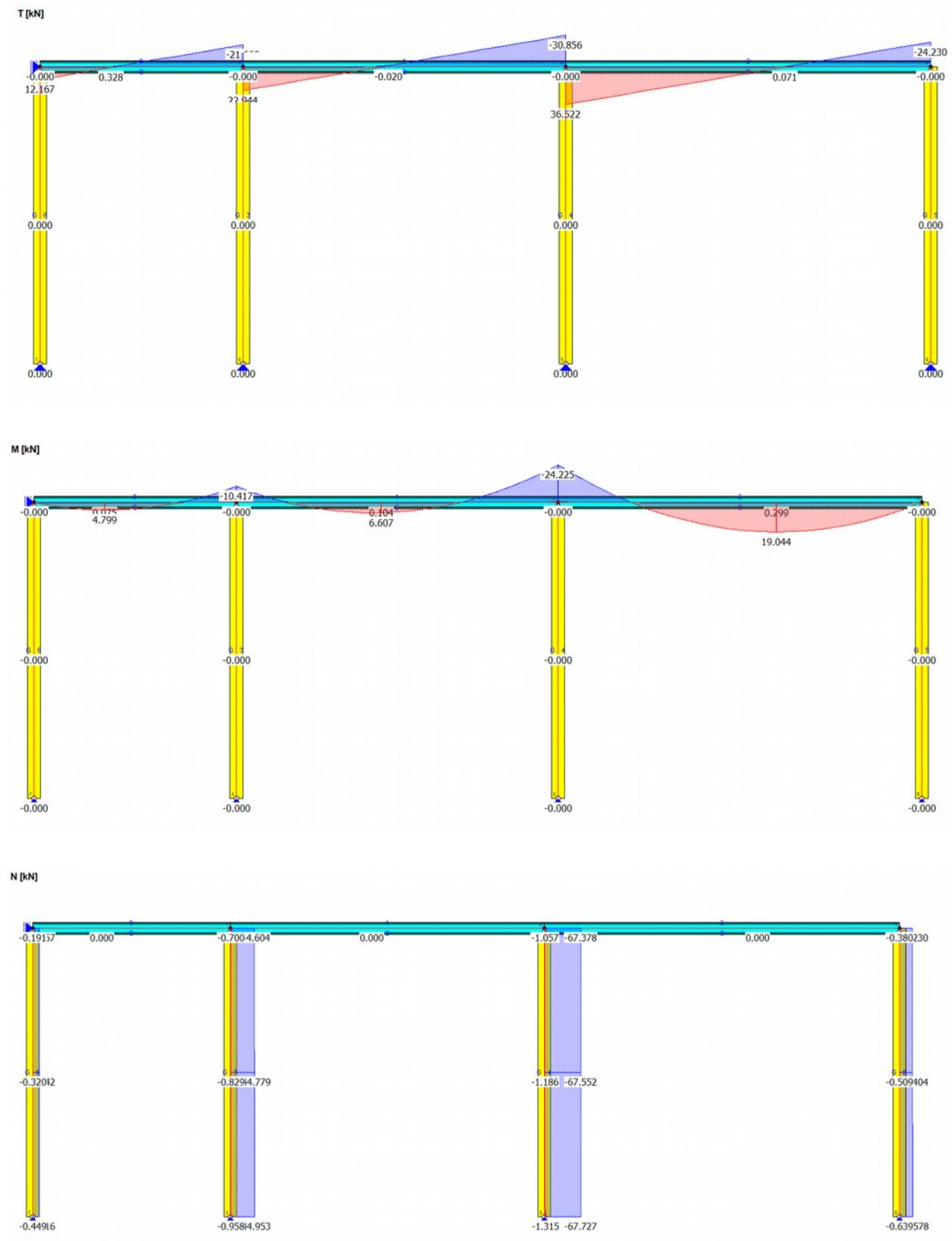
$$u_{y,fin} = u_{y,fin,G} + u_{y,fin,Q} + u_{y,fin,QS} = -0.0 \text{ mm}$$

Przemieszczenie wypadkowe prostopadłe do osi pręta:

$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = 13.1 \text{ mm} < 19.4 \text{ mm} = u_{lim.,net.}$$



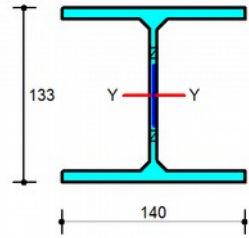
## PLATEW STALOWA



Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

## Informacje o elemencie

Profil: Płatew stalowa (S 235) HEA140



### Zginanie ze ściskaniem (77.3 %)

Przekrój:  $x/L=0.000$ ,  $L=0.00m$ ; Kombinacja:  $\min N (-0,+1,+2,+K3,+11,+K15,)$

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 1, Załącznik A):

$$C_{my,0} = 1 + \left( \frac{\pi^2 E J_y |\rho_x|}{L^2 |M_{y,Ed(x)}|} - 1 \right) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}$$

$$C_{my,0} = 1 + \left( \frac{\pi^2 \cdot 2.100e+08 \cdot 1.030e-05 \cdot |1.237e-02|}{3.9^2 \cdot |24.2|} - 1 \right) \frac{0.0}{1374.2} = 1.000$$

$$C_{mz,0} = 0.79 + 0.21 \psi_z + 0.36 (\psi_z - 0.33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}$$

$$C_{mz,0} = 0.79 + 0.21 \cdot 0.000 + 0.36 (0.000 - 0.33) \frac{0.0}{519.0} = 0.790$$

$$C_1 = \sqrt{k_c} = \sqrt{0.910} = 1.208$$

$$\bar{\lambda}_0 = 0.786 > 0.220 = 0.2 \sqrt{1.208} \sqrt[4]{\left(1 - \frac{0.0}{519.0}\right) \left(1 - \frac{0.0}{519.0}\right)} = 0.2 \sqrt{C_1} \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)}$$

$$\varepsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \frac{A}{W_{el,y}} = \frac{24.2}{0.0} \frac{31.4}{154.9} = 54301190164.289$$

$$a_{LT} = \max \left( 1 - \frac{J_T}{J_y}, 0 \right) = \max \left( 1 - \frac{7.7}{1030.0}, 0 \right) = 0.992$$

$$C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \frac{\sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}}{1 + \sqrt{\varepsilon_y} a_{LT}} = 1.000 \frac{\sqrt{54301190164.289} \cdot 0.992}{1 + \sqrt{54301190164.289} \cdot 0.992} = 1.000$$

$$C_{mz} = C_{mz,0} = 0.790$$

$$C_{mLT} = \max \left[ C_{my}^2 a_{LT} \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}, 1.0 \right]$$

$$C_{mLT} = \max \left[ 1.000^2 \frac{0.992}{\sqrt[4]{\left(1 - \frac{0.0}{519.0}\right) \left(1 - \frac{0.0}{1829.2}\right)}}, 1.0 \right] = 1.000$$

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} = \frac{1 - \frac{0.0}{1374.2}}{1 - \frac{0.765 \cdot 0.0}{1374.2}} = 1.000$$

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} = \frac{1 - \frac{0.0}{519.0}}{1 - \frac{0.765 \cdot 0.0}{519.0}} = 1.000$$

$$\lambda_{max}^- = \max(\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z) = 1.192$$

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}/\gamma_{M1}} = \frac{0.0}{737.9/1.0} = 0.000$$

$$w_y = \max\left[\frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}}, 1.5\right] = \max\left[\frac{172.3}{154.9}, 1.5\right] = 1.113$$

$$w_z = \max\left[\frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}}, 1.5\right] = \max\left[\frac{84.9}{55.6}, 1.5\right] = 1.500$$

$$a_{LT} = \max\left(1 - \frac{J_T}{J_y}, 0\right) = \max\left(1 - \frac{7.7}{1030.0}, 0\right) = 0.992$$

$$b_{LT} = 0.5 a_{LT} \bar{\lambda}_0^2 \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = 0.5 \cdot 0.992 \cdot 0.786^2 \frac{24.2}{0.799 \cdot 40.5} \frac{0.000}{19.9} = 0.279$$

$$C_{yy} = \max\left\{1 + (w_y - 1) \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \lambda_{max}^- - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \lambda_{max}^- \right) n_{pl} - b_{LT} \right], \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}} \right\}$$

$$C_{yy} = 1 + (1.113 - 1) \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{1.113} 1.000^2 \cdot 1.192 - \frac{1.6}{1.113} 1.000^2 \cdot 1.192^2 \right) 0.000 - 0.279 \right]$$

$$C_{yy} = \max\left\{C_{yy}, \frac{154.9}{172.3}\right\} = 0.969$$

$$c_{LT} = 10 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}}$$

$$c_{LT} = \frac{10 \cdot 0.992 \cdot 0.786^2}{5 + 1.192^4} \frac{24.2}{1.000 \cdot 0.799 \cdot 40.5} = 0.655$$

$$C_{yz} = \max\left\{1 + (w_z - 1) \left[ \left( 2 - 14 \frac{C_{mz}^2 \lambda_{max}^-}{w_z^5} \right) n_{pl} - c_{LT} \right], 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y} \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}} \right\}$$

$$C_{yz} = \max\left\{1 + (1.500 - 1) \left[ \left( 2 - 14 \frac{0.790^2 \cdot 1.192^2}{1.500^5} \right) 0.000 - 0.655 \right], 0.6 \sqrt{\frac{1.500}{1.113} \frac{55.6}{84.9}} \right\} = 0.673$$

$$d_{LT} = 2 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{C_{mz} M_{pl,z,Rd}}$$

$$d_{LT} = \frac{2 \cdot 0.992 \cdot 0.786}{0.1 + 1.192^4} \frac{24.2}{1.000 \cdot 0.799 \cdot 40.5} \frac{0.000}{0.790 \cdot 19.9} = 0.847$$

$$C_{zy} = \max\left\{1 + (w_y - 1) \left[ \left( 2 - 14 \frac{C_{my}^2 \lambda_{max}^-}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right], 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z} \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}} \right\}$$

$$C_{zy} = \max \left\{ 1 + (1.113 - 1) \left[ \left( 2 - 14 \frac{1.000^2 \cdot 1.192^2}{1.113^5} \right) 0.000 - 0.847 \right], 0.6 \sqrt{\frac{1.113}{1.500}} \frac{154.9}{172.3} \right\} = 0.905$$

$$e_{LT} = 1.7 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \lambda_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} = \frac{1.7 \cdot 0.992 \cdot 0.786}{0.1 + 1.192^4} \frac{24.2}{1.000 \cdot 0.799 \cdot 40.5} = 0.468$$

$$C_{zz} = \max \left\{ 1 + (w_z - 1) \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \lambda_{max}^- - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \lambda_{max}^{\bar{2}} \right) n_{pl} - e_{LT} \right], \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}} \right\}$$

$$C_{zz} = 1 + (1.500 - 1) \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{1.500} 0.790^2 \cdot 1.192 - \frac{1.6}{1.500} 0.790^2 \cdot 1.192^2 \right) 0.000 - 0.468 \right]$$

$$C_{zz} = \max \left\{ C_{zz}, \frac{55.6}{84.9} \right\} = 0.766$$

$$k_{yy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}} = 1.000 \cdot 1.000 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{1374.2}} \frac{1}{0.969} = 1.032$$

$$k_{yz} = C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{yz}} 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} = 0.790 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{519.0}} \frac{1}{0.673} 0.6 \sqrt{\frac{1.500}{1.113}} = 0.818$$

$$k_{zy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} = 1.000 \cdot 1.000 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{1374.2}} \frac{1}{0.905} 0.6 \sqrt{\frac{1.113}{1.500}} = 0.571$$

$$k_{zz} = C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{zz}} = 0.790 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{519.0}} \frac{1}{0.766} = 1.032$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 1):

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\frac{Y_{M1}}{1.0}} = \frac{0.0}{0.765 \cdot 737.9} + 1.032 \frac{24.2 + 0.0}{0.799 \cdot 40.5} + 0.818 \frac{0.000 + 0.000}{19.9} = 0.77 < 1.0$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}}}{\frac{Y_{M1}}{1.0}} = \frac{0.0}{0.437 \cdot 737.9} + 0.571 \frac{24.2 + 0.0}{0.799 \cdot 40.5} + 1.032 \frac{0.000 + 0.000}{19.9} = 0.43 < 1.0$$

## Ugięcia (76.9 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=1.97m$ ; Kombinacja: *ext U (0,1,11,15)*

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu:  $u_z = 8.7 \text{ mm} < 11.3 \text{ mm} = u_{z, \lim}$ .

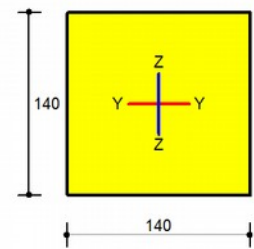
## SŁUPY DREWNIANE

### Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 3 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 2 (x=7.695m, y=6.200m); 5 (x=7.695m, y=3.000m)

Profil: Pr 140x140 (C 24)



### Ściskanie (78.0 %)

Przekrój:  $x/L=1.000$ ,  $L=3.20m$ ; Kombinacja:  $\min N (-0,+1,+2,+K3,+11,+K15,)$

Pole przekroju:  $A_{brutto}=196.0\text{ cm}^2$ ,  $A_d=A_n=196.0\text{ cm}^2$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach osi głównych przekroju:

- w płaszczyźnie Y-Y:  $l_{c,y}=\mu_y l_y=1.000 \cdot 3.200=3.200\text{ m}$

- w płaszczyźnie Z-Z:  $l_{c,z}=\mu_z l_z=1.000 \cdot 3.200=3.200\text{ m}$

Wpływ wyboczenia:

$$\lambda_y = \frac{l_{c,y}}{i_y} = \frac{320.0}{4.041} = 79.2, \quad \lambda_z = \frac{l_{c,z}}{i_z} = \frac{320.0}{4.041} = 79.2$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0.05} / \lambda_y^2 = \pi^2 \cdot 7400.0 / 79.2^2 = 11.6$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0.05} / \lambda_z^2 = \pi^2 \cdot 7400.0 / 79.2^2 = 11.6$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{21.0}{11.6}} = 1.343$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = \sqrt{\frac{21.0}{11.6}} = 1.343$$

$$k_y = 0.5 \left[ 1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2 \right] = 0.5 \left[ 1 + 0.2 (1.343 - 0.3) + 1.343^2 \right] = 1.506$$

$$k_z = 0.5 \left[ 1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2 \right] = 0.5 \left[ 1 + 0.2 (1.343 - 0.3) + 1.343^2 \right] = 1.506$$

$$k_{c,y} = \min \left[ 1 / \left( k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right), 1.0 \right] = \min \left[ 1 / \left( 1.506 + \sqrt{1.506^2 - 1.343^2} \right), 1.0 \right] = 0.457$$

$$k_{c,z} = \min \left[ 1 / \left( k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2} \right), 1.0 \right] = \min \left[ 1 / \left( 1.506 + \sqrt{1.506^2 - 1.343^2} \right), 1.0 \right] = 0.457$$

$$k_c = \min(k_{c,y}, k_{c,z}) = 0.457$$

Nośność elementu przy ściskaniu równoległym do włókien:

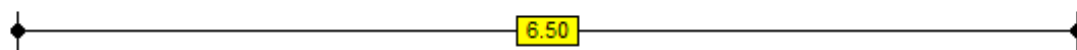
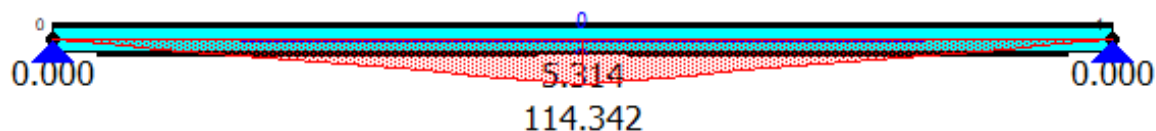
$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{k_c A_d} = \frac{67.7 \cdot 1e3}{0.457 \cdot 196.0 \cdot 1e2} = 7.56\text{ MPa} < 9.7\text{ MPa} = \frac{21.0 \cdot 0.60}{1.3} = \frac{f_{c,0,k} k_{mod}}{\gamma_M}$$

## ŻEBRO STROPOWE

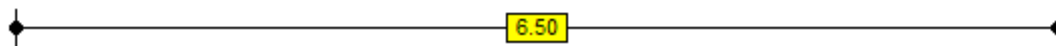
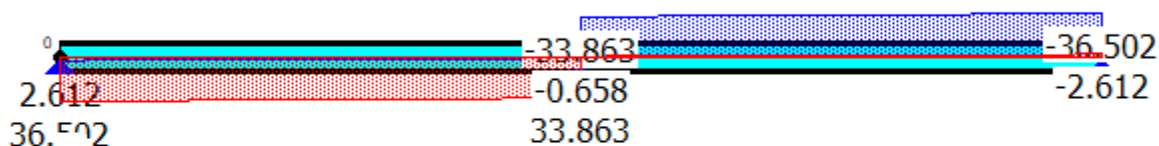
Belka jednoprzęsłowa wolnopodparta  $L_{eff} = 6,50$  m

Obwiednia sił przekrojowych – Momenty zginające [kNm]

**M [kNm]**



**T [kN]**



### **Zginanie ze ściskaniem (50.2 %)**

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=3.25$ m; Kombinacja: max  $M_x$  (+0,+1,-11,+15,)

Wyznaczenie współczynników interakcji (metoda 1, Załącznik A):

$$C_{my,0} = 1 - 0.18 \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}} = 1 + 0.03 \frac{0.0}{2796.2} = 1.000$$

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

$$C_{mz,0} = 0.79 + 0.21\psi_z + 0.36(\psi_z - 0.33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}$$

$$C_{mz,0} = 0.79 + 0.21 \cdot 0.000 + 0.36(0.000 - 0.33) \frac{0.0}{981.1} = 0.790$$

$$C_1 = \sqrt{k_c} = \sqrt{0.940} = 1.132$$

$$\bar{\lambda}_0 = 0.000 < 0.213 = 0.2 \sqrt{1.132} \sqrt[4]{\left(1 - \frac{0.0}{981.1}\right) \left(1 - \frac{0.0}{981.1}\right)} = 0.2 \sqrt{C_1} \sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,<}}\right)}$$

$$C_{my} = C_{my,0} = 1.000$$

$$C_{mz} = C_{mz,0} = 0.790$$

$$C_{mLT} = 1.0$$

$$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} = \frac{1 - \frac{0.0}{2796.2}}{1 - \frac{0.600 \cdot 0.0}{2796.2}} = 1.000$$

$$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} = \frac{1 - \frac{0.0}{981.1}}{1 - \frac{0.600 \cdot 0.0}{981.1}} = 1.000$$

$$\bar{\lambda}_{max} = \max(\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z) = 1.681$$

$$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk}/\gamma_{M1}} = \frac{0.0}{2772.5/1.0} = 0.000$$

$$w_y = \max\left[\frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}}, 1.5\right] = \max\left[\frac{642.2}{570.0}, 1.5\right] = 1.127$$

$$w_z = \max\left[\frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}}, 1.5\right] = \max\left[\frac{306.0}{200.0}, 1.5\right] = 1.500$$

$$a_{LT} = \max\left(1 - \frac{J_T}{J_y}, 0\right) = \max\left(1 - \frac{57.5}{5700.0}, 0\right) = 0.990$$

$$b_{LT} = 0.5 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0^2}{\chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = 0.5 \cdot 0.990 \cdot 0.000^2 \frac{114.3}{1.000 \cdot 228.0} \frac{0.000}{108.6} = 0.000$$

$$C_{yy} = \max\left\{1 + (w_y - 1) \left[ \left(2 - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2\right) n_{pl} - b_{LT} \right], \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}} \right\}$$

$$C_{\bar{y}\bar{y}} = 1 + (1.127 - 1) \left[ \left(2 - \frac{1.6}{1.127} 1.000^2 \cdot 1.681 - \frac{1.6}{1.127} 1.000^2 \cdot 1.681^2\right) 0.000 - 0.000 \right]$$

$$C_{yy} = \max\left\{C_{\bar{y}\bar{y}}, \frac{570.0}{642.2}\right\} = 1.000$$

$$c_{LT} = 10 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}}$$

$$c_{LT} = \frac{10 \cdot 0.990 \cdot 0.000^2}{5 + 1.681^4} \frac{114.3}{1.000 \cdot 1.000 \cdot 228.0} = 0.000$$

$$C_{yz} = \max\left\{1 + (w_z - 1) \left[ \left(2 - 14 \frac{C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_z^5}\right) n_{pl} - c_{LT} \right], 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y} \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}} \right\}$$

Niniejszy projekt jest chroniony prawem autorskim. Autor, zgodnie z Ustawą z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych, zastrzega sobie prawa autorskie i zakazuje bez jego wiedzy i zgody powielania i wykorzystywania tego projektu do celów niezgodnych z jego przeznaczeniem.

$$C_{yz} = \max \left\{ 1 + (1.500 - 1) \left[ \left( 2 - 14 \frac{0.790^2 \cdot 1.681^2}{1.500^5} \right) 0.000 - 0.000 \right], 0.6 \sqrt{\frac{1.500}{1.127} \frac{200.0}{306.0}} \right\} = 1.000$$

$$d_{LT} = 2 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{C_{mz} M_{pl,z,Rd}}$$

$$d_{LT} = \frac{2 \cdot 0.990 \cdot 0.000}{0.1 + 1.681^4} \frac{114.3}{1.000 \cdot 1.000 \cdot 228.0} \frac{0.000}{0.790 \cdot 108.6} = 0.000$$

$$C_{zy} = \max \left\{ 1 + (w_y - 1) \left[ \left( 2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right], 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z} \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}} \right\}$$

$$C_{zy} = \max \left\{ 1 + (1.127 - 1) \left[ \left( 2 - 14 \frac{1.000^2 \cdot 1.681^2}{1.127^5} \right) 0.000 - 0.000 \right], 0.6 \sqrt{\frac{1.127}{1.500} \frac{570.0}{642.2}} \right\} = 1.000$$

$$e_{LT} = 1.7 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0.1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} = \frac{1.7 \cdot 0.990 \cdot 0.000}{0.1 + 1.681^4} \frac{114.3}{1.000 \cdot 1.000 \cdot 228.0} = 0.000$$

$$C_{zz} = \max \left\{ 1 + (w_z - 1) \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - e_{LT} \right], \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}} \right\}$$

$$C_{zz} = 1 + (1.500 - 1) \left[ \left( 2 - \frac{1.6}{1.500} 0.790^2 \cdot 1.681 - \frac{1.6}{1.500} 0.790^2 \cdot 1.681^2 \right) 0.000 - 0.000 \right]$$

$$C_{zz} = \max \left\{ C_{zz}, \frac{200.0}{306.0} \right\} = 1.000$$

$$k_{yy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}} = 1.000 \cdot 1.000 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{2796.2}} \frac{1}{1.000} = 1.000$$

$$k_{yz} = C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{yz}} 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} = 0.790 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{981.1}} \frac{1}{1.000} 0.6 \sqrt{\frac{1.500}{1.127}} = 0.547$$

$$k_{zy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} = 1.000 \cdot 1.000 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{2796.2}} \frac{1}{1.000} 0.6 \sqrt{\frac{1.127}{1.500}} = 0.520$$

$$k_{zz} = C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{zz}} = 0.790 \frac{1.000}{1 - \frac{0.0}{981.1}} \frac{1}{1.000} = 0.790$$

Warunki nośności dla elementu zginanego i ściskanego (klasa 1):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.50 < 1.0$$

$$\frac{0.0}{0.600 \cdot 2772.5} + 1.000 \frac{114.3 + 0.0}{1.000 \cdot 228.0} + 0.547 \frac{0.000 + 0.000}{108.6} = 0.50 < 1.0$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = 0.26 < 1.0$$



$$-\frac{\frac{0.0}{0.262 \cdot 2772.5}}{1.0} + 0.520 \frac{\frac{114.3+0.0}{1.000 \cdot 228.0}}{1.0} + 0.790 \frac{\frac{0.000+0.000}{108.6}}{1.0} = 0.26 < 1.0$$

### Ugięcia (92.9 %)

Przekrój:  $x/L=0.500$ ,  $L=3.25m$ ; Kombinacja: ext U (0,1,11,15,)

Przemieszczenie w płaszczyźnie układu:  $u_z = 24.2 \text{ mm} < 26.0 \text{ mm} = u_{z,\text{lim}}$ .

\*pełna wersja obliczeń w archiwum Projektanta

Opracował,  
Tomasz Marciniak