

Temat:	<b>Budowa ścieżek rowerowych na terenie miasta Ostrów Mazowiecka o długości ok. 17km wraz z budową infrastruktury towarzyszącej i przebudową kolizji</b>	
Branża:	<b>Konstrukcja – TOM 6</b>	
Wykonawca:	<b>ROAD CONCEPT RENATA KOZAK UL. SIENKIEWICZA 21 11-600 WĘGORZEWO</b>	
Inwestor:	<b>MIASTO OSTRÓW MAZOWIECKA UL. 3 MAJA 66 07-300 OSTRÓW MAZOWIECKA</b>	
Nazwa opracowania:	<b>PROJEKT WYKONAWCZY KŁADKI DLA ROWERZYSTÓW</b>	
Numerы działek:	<b>Wg. Załącznika na str. 2-4</b>	
Projektował		
Branża konstrukcyjna: inż. Tomasz Sikorski	Nr uprawnień WAM/0056/PWOK/08	Podpis
Sprawdził		
Branża konstrukcyjna: mgr inż. Anna Sikorska	Nr uprawnień WAM/0099/POOK/10	Podpis
Kategoria obiektu: IV,	Data: Olsztyn, czerwiec 2017 r.	Numer egz. 1-2-3-4-5-6
<b>SPIS ZAWARTOŚCI:</b> 1. Opis techniczny i obliczenia – str. od 2 do 56 2. Rysunki – str. str. od 57 do 63  <b>Oświadczenia, zaświadczenia z izb, warunki i uzgodnienia znajdują się w tomie nr 1 – Projekt zagospodarowania terenu</b>		Numer tomu:  <div style="font-size: 2em; text-align: center;">6</div>

## OPIS TECHNICZNY – KONSTRUKCJA

### 1.0 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy branży konstrukcyjnej i mostowej **KŁADKI DLA ROWERYSTÓW PRZY BUDOWIE ŚCIEŻEK ROWEROWYCH NA TERENIE MIASTA OSTRÓW MAZOWIECKA O DŁUGOŚCI OK. 17 km WRAZ Z BUDOWĄ INFRASTRUKTURY TOWARZYSZĄCEJ I PRZEBUDOWĄ KOLIZJI.**

### 2.0 Podstawa opracowania

- Zlecenie inwestora
- Inwentaryzacja terenu
- Projekt architektury
- Projekty branżowe
- Fachowa literatura
- Normy
  - PN – EN – 1990:2004 Podstawy projektowania konstrukcji
  - PN – EN – 1991-1-1:2004 Oddziaływania ogólne
  - PN – EN – 1992-1-1:2005 Konstrukcje żelbetowe
  - PN – EN – 1993-1-1:2005 Konstrukcje stalowe
  - PN – EN – 1995-1-1:2008 Konstrukcje DREWNIANE
  - PN – EN – 1997-1:2008 Projektowanie geotechniczne
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 2003 r. Nr 207 poz. 2016 wraz z późn.zm.)
- Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie
- Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 1 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.

### 3.0 Warunki geologiczno – inżynierskie

Wartości parametrów geotechnicznych zostały przyjęte na podstawie odwiertów własnych

Symbol	$I_D$	$I_L$	$\rho$	stopień	$c_u$	$\Phi_u$	$M_0$	M
gruntu	[-]	[-]	[t/m <sup>3</sup> ]	wilgotn.	[kPa]	[°]	[kPa]	[kPa]
Ps	0,40		2,00	mokry	0,00	32,4	79327	88141

Teren zaliczono do I kategorii geotechnicznej  
Warunki posadowienia - PROSTE

## 4.0 Opis rozwiązań konstrukcyjno – materiałowych

### 4.1 Parametry kładki

- Nośność obiektu: 5,0 kN/m<sup>2</sup>
- Całkowita długość kładki: 9,00 m
- Ilość przęseł kładki: 1
- Rozpiętości przęsła kładki: 8,75 m
- Szerokość całkowita kładki: 3,00 m
- Szerokość użytkowa kładki: 2,80 m
- Geometria obiektu w planie: prosta

### 4.2. Posadowienie

Zaprojektowano posadowienie bezpośrednie na ławach żelbetowych.

Fundamentowanie należy wykonać z betonu C16/20 (B20) o wodoszczelności W4. W ławach fundamentowych należy umieścić startery do elementów przyczółkowych.

Pod stopami fundamentowymi należy wykonać podkład z chudego betonu np. C8/12 o minimalnej wytrzymałości 7,5MPa. Grubość betonu podkładowego – około 10cm.

W trakcie wykonywania wykopu nie wolno dopuścić do naruszenia naturalnej struktury gruntu w poziomie posadowienia, dlatego zaleca się wykonanie ostatnich 30cm wykopu jako kopanie ręczne. Dopuszcza się wykonanie fundamentowania bez szalunku – tj. w bezpośrednim wykopie – takie rozwiązanie dopuszcza się w okresie suchym przy zachowaniu braku wody w wykopie.

### 4.3. Konstrukcja kładki

#### 4.3.1 Nawierzchnia kładki

Zaprojektowano nawierzchnię z desek drewna egzotycznego lub modrzewia o grubości min. 60mm. Deski należy przykręcić do legarów ułożonych na belkach głównych za pomocą wkrętów ze stali kwasoodpornej minimum A2 – np. SPAX lub rozwiązanie równoważne. Wkręty o średnicy 8mm i minimalnej długości 120mm.

#### 4.3.2 Legary drewniane

Zaprojektowano legary drewniane o przekroju H=10cm S=10cm z drewna o klasie min C24. Belki są przymocowane do poprzecznicy stalowych za pomocą typowych łączników ciesielskich w kształcie litery L.

Belki należy zaimpregnować przeciwegniewostnie i przeciwogniowo.

### 4.3.3 Poprzecznice

Zaprojektowano poprzecznice z kształtownika RKA 80x80x4. Kształtownik należy przyspawać bezpośrednio do środka głównych belek nośnych IPE 360. Elementy należy wykonać ze stali S235 JRG1.

### 4.3.4 Belki główne

Belki główne należy wykonać z kształtownika goraczowalowanego IPE 360 wykonanego ze stali S235.

Wszystkie połączenia zaprojektowano jako spawane. Połączenia pachwinowe należy wykonywać o grubości 0,7 t cieńszego elementu, natomiast połączenia czołowe należy wykonać na pełną grubość łączonych elementów. Spawy widoczne należy oszlifować, spawy niewidoczne muszą być oczyszczone z pozostałości spawania.

### 4.3.5 Balustrady

Zaprojektowano balustradę stalową ze stali S235.

Słupki balustrady stanowią płaskowniki 70x10mm przyspawane bezpośrednio do półki górnej belki nośnej IPE 360.

Pochwyt stanowi rura okrągła Ø 70x3,2mm przyspawana do słupków.

Wypełnienie należy wykonać z płaskowników 40x5mm umieszczonych w ramce 4 płaskowników 40x10mm.

## 5.0 Zabezpieczenia antykorozyjne

### 5.1 Zabezpieczenie elementów drewnianych

Wszystkie elementy drewniane należy zabezpieczyć przed wilgocią, grzybami i ogniem preparatem FOBOS M2.

#### 5.1.1 Przygotowanie roztworu i wykonanie impregnacji

Należy stosować 20% roztwór preparatu FOBOS M-2, który przygotowuje się rozpuszczając 1 część wagową środka w 4 częściach wagowych wody. Preparat należy stopniowo wsypywać do wody (najkorzystniej o temp. 50°C) mieszając aż do jego całkowitego rozpuszczenia. Tak przygotowany roztwór FOBOSU M-2 nadaje się do użytku. Drewno przed impregnacją powinno być w stanie powietrzno-suchym. Impregnację można wykonać powierzchniowo bądź wgłębnie.

**Po wykonaniu impregnacji materiał należy przesuszyć w przewiewnym, zadaszonym miejscu, poukładany w sztaple na przekładkach, do stanu powietrzno-suchego. Dopiero w takim stanie drewno nadaje się do wbudowania. Efekt zabezpieczenia drewna uzyskuje się po wykonaniu impregnacji.**

## 5.2.2 Metody impregnacji

**Metoda malowania lub natrysku** polega na naniesieniu roztworu impregnującego przy użyciu pędzla, wałka lub metodą natrysku. Całkowita ilość 20% roztworu FOBOSU M-2 naniesionego na 1 m<sup>2</sup> drewna powinna wynosić 1 kg, co oznacza zużycie 200 g suchego preparatu na 1 m<sup>2</sup>. Zabieg należy powtarzać kilkakrotnie, aż do wymaganej ilości preparatu. Kolejne malowania lub natryski należy wykonywać po wyschnięciu uprzednio naniesionej warstwy.

**Kąpiel "zimna"** polega na zanurzeniu drewna w 20% roztworze FOBOSU M-2. Orientacyjny czas nasycania drewna sosnowego niestruganego w roztworze w temp. 20°C jest następujący:

Rodzaj wyrobu	Czas nasycania w godzinach
Deska do 2 cm	1,5
Bale do 5 cm	6,0
Krawędziaki do 10cm	18,0
Drewno okrągłe do 12 cm	36,0

**Kąpiel "gorąco-zimna"** polega na zanurzeniu drewna najpierw w gorącym 20% roztworze FOBOSU M-2 o temperaturze 60-65°C na około 2 godziny, a następnie szybkim przeniesieniu drewna do roztworu o takim samym stężeniu i temperaturze 15-20°C i zanurzeniu na minimum 5 godzin. Temperaturę roztworu należy utrzymywać na możliwie stałym poziomie.

**Kontrolę procesu nasycenia i ilości wchłoniętego roztworu należy przeprowadzać dla każdej partii zabezpieczonego materiału metodą wagową, ważąc drewno przed i po impregnacji.**

**Metoda próżniowo-ciśnieniowa** polega na wytworzeniu w specjalnej autoklawie wypełnionym drewnem podciśnienia i wyssaniu powietrza znajdującego się we wnętrzu komórek drewna, a następnie wprowadzeniu impregnatu i zwiększeniu ciśnienia do 0,7-0,8 MPa. Kontrolę procesu nasycania i ilości wchłoniętego roztworu należy przeprowadzić dla każdej partii zabezpieczanego materiału metodą wagową ważąc drewno przed i po impregnacji.

### Normy zużycia:

Zużycie preparatu wynosi:

- 0,2 kg na 1 m<sup>2</sup> drewna przy impregnacji powierzchniowej,
- 40 kg na 1 m<sup>3</sup> drewna przy impregnacji głębokiej.

Przy sporządzaniu roztworu oraz wykonywaniu impregnacji należy przestrzegać rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 4.02.1956 r. w sprawie bezpieczeństwa przy robotach impregnacyjnych (Dz.U. nr 5/56, poz. 25). W czasie impregnacji należy pracować w ubraniu roboczym i rękawicach ochronnych oraz unikać bezpośredniego kontaktu ze skórą. W przypadku podrażnienia skóry należy przemyć dużą ilością wodą. W przypadku dostania się preparatu lub jego roztworu do oka należy natychmiast przemyć je kilkakrotnie wodą. W razie przypadkowego spożycia należy podać do popicia wodę. Nie są znane inne uboczne skutki stosowania preparatu.

### 5.1.3 Warunki końcowe

Preparat nie utrwała się w drewnie i pod wpływem długotrwałego działania opadów atmosferycznych ulega wypłukaniu.

W przypadku impregnacji powierzchniowej powierzchnie po późniejszych cięciach oraz pojawiające się wskutek przesychania drewna pęknięcia mogą ujemnie wpłynąć na ogólną skuteczność zabezpieczenia, dlatego należy te miejsca zaimpregnować ponownie.

Na drewno zaimpregnowane FOBOSEM M-2 można nakładać środki dekoracyjne bądź powłoki wodoodporne ogólnie dostępne, oparte na rozpuszczalnikach organicznych.

Nie stosować środków wodorozcieńczalnych.

Trwałość zabezpieczenia FOBOSEM M-2 równa się okresowi użytkowania drewna przy zachowaniu wszystkich zaleceń producenta. Uszkodzenie impregnowanej powierzchni drewna lub wypłukanie impregnatu powoduje konieczność uzupełnienia impregnacji.

Wykonawca robót impregnacji ogniochronnej składa oświadczenie o wykonaniu robót zgodnie z instrukcją w postaci wpisu do dziennika budowy. Zgodność tego oświadczenia ze stanem faktycznym potwierdza inspektor nadzoru.

## 5.2 Zabezpieczenie elementów stalowych

### Przygotowanie powierzchni

- Powierzchnia stalowa oczyszczona **metodą strumieniowo-ścierną** do stopnia czystości co najmniej **Sa 2.5 według PN-ISO 8501 - 1**.
- Ostre krawędzie stępić, usunąć odpryski spawalnicze i oszlifować szwy spawów.
- Po oczyszczeniu powierzchnię dokładnie odkurzyć przez przedmuchiwanie strumieniem czystego sprężonego powietrza lub odessanie zanieczyszczeń odkurzaczem przemysłowym.
- Powierzchnia przygotowana do malowania powinna być sucha, pozbawiona tłuszczu i kurzu.
- Wszystkie trudno dostępne miejsca, krawędzie przed malowaniem właściwym należy dobrze wyrobić pędzlem.

### System malarski

Właściwość	Nazwa wyrobu	Zawartość części stałych (%)	Ilość warstw	Grubość warstwy $\mu\text{m}$	Zużycie teoretyczne $\text{dm}^3/\text{m}^2$
grunt epoksydowy pigm. Al.	TEMABOND ST 200 (czerwony)	80	1	150	0,188
grunt epoksydowy pigm. Al.	TEMABOND ST 200 (szary)	80	1	150	0,188
gruntoemalia epoksydowa	TEMACOAT HB 30 RAL	63	1	100	0,159
			<b>3</b>	<b>400</b>	

## Parametry wymagane na gruncie

### DANE TECHNICZNE

**Zawartość części stałych** 80 ± 2 % obj. (ISO 3233)

86 ± 2 % wag.

**Masa właściwa** 1,4 kg / l (po zmieszaniu)

**Kody i stosunek mieszania**  
Żywica 1 część objętościowo 008 7298  
Utwardzacz 1 część objętościowo 008 7501

**Żywotność mieszanki** 1½ godzin (23°C)

**Grubość warstwy i wydajność teoretyczna**

Zalecana grubość warstwy		Wydajność teoretyczna
suchej	mokrej	
100 µm	125 µm	8,0 m <sup>2</sup> /l
200 µm	250 µm	4,0 m <sup>2</sup> /l

Wydajność praktyczna uzależniona jest od warunków i techniki nakładania oraz od kształtu i chropowatości powierzchni.

**Czasy schnięcia**

DFT 150 µm	+ 10°C	+ 23°C	+ 35°C
Suchość pyłowa, po	5 godz	3 godz	1½ godz
Suchość dotykowa, po	20 godz	7 godz	3½ godz
Kolejne malowanie, po	32 godz.	16 godz.	8 godz.
Kolejne malowanie, bez piaskowania, max	7 dni	5 dni	2 dni

Czasy schnięcia i ponownego malowania zależą od grubości warstwy, temperatury, wilgotności względnej i wentylacji.

## Parametry wymagane na emalii wierzchniej

### DANE TECHNICZNE

**Zawartość części stałych** 63 ± 2 % obj. (ISO 3233)  
75 ± 2 % wag.

**Masa właściwa** 1,3 – 1,4 kg / l (po zmieszaniu)

**Kody i stosunek mieszania**  
Żywica 4 części objętościowo 164-seria  
Utwardzacz 1 część objętościowo 008 5600 lub 008 5605 (szybki)

**Żywotność mieszanki**  
8 godzin (23°C) z utwardzaczem 008 5600  
4 godziny (23°C) z utwardzaczem 008 5605

**Grubość warstwy i wydajność teoretyczna**

Zalecana grubość warstwy		Wydajność teoretyczna
suchej	mokrej	
80 µm	130 µm	7,9 m <sup>2</sup> /l
150 µm	240 µm	4,2 m <sup>2</sup> /l

Wydajność praktyczna uzależniona jest od warunków i techniki nakładania oraz od kształtu i chropowatości powierzchni.

**Czasy schnięcia**

DFT 100 µm		+ 10°C	+ 23°C	+ 35°C
Suchość pyłowa, po	utw. 008 5600	4 h	2 h	1 h
	<b>utw. 008 5605</b>	2,5 h	1,5 h	¾ h
Suchość dotykowa, po	utw. 008 5600	10 h	4 h	2 h
	<b>utw. 008 5605</b>	6 h	3 h	1,5 h
Kolejne malowanie, min., po	utw. 008 5600	10 h	4 h	2 h
	<b>utw. 008 5605</b>	6 h	3 h	1,5 h
Kolejne malow. pow. przezn. do zanurzenia, min., po	utw. 008 5600	28 h	12 h	6 h
	<b>utw. 008 5605</b>	16 h	8 h	4 h
Kolejne malowanie farbami poliuretan., min., po	utw. 008 5600	28 h	12 h	6 h
	<b>utw. 008 5605</b>	16 h	8 h	4 h

Czasy schnięcia i ponownego malowania zależą od grubości warstwy, temperatury, wilgotności względnej i wentylacji.

## 6.0 Uwagi końcowe

### 6.1 Montaż detali na projektowanej kładce

Nie dopuszcza się montowania dodatkowych elementów (nie ujętych w projekcie np. tablice reklamowe itp.) Mogłyby one bowiem spowodować lokalne zwiększenie obciążenia nieuwzględnionego w projekcie. W przypadku montażu dodatkowych elementów należy przeprowadzić ponowne obliczenia konstrukcji.

### 6.2 Zatrudnienie

Pracownicy zatrudnieni przy obrotach budowlano konstrukcyjnych, oprócz koniecznych kwalifikacji zawodowych (np. uprawnienia spawalnicze) powinni być przeszkoleni w zakresie BHP, oraz powinni posiadać niezbędny sprzęt ochrony osobistej.

### 6.3 Atesty

Wszelkie użyte na budowie materiały i wyroby budowlane muszą posiadać aktualne atesty lub świadectwa dopuszczające do użytku w budownictwie, wydane przez uprawnione do tego organy.

Materiały muszą posiadać znak „CE” lub „B” zgodnie z **USTAWĄ O WYROBACH BUDOWLANYCH z dnia 16 kwietnia 2004.**

### 6.4 Kierowanie pracami

- prace wykonywać pod kierownictwem i nadzorem osób uprawnionych
- prace prowadzić zgodnie z projektem i sztuką budowlaną
- prace prowadzić zgodnie z przepisami BHP

### 6.5 Zaliczenie obiektu do kategorii konstrukcyjnej

Klasa konsekwencji – zgodnie z tablicą B1 Eurokodu 0  
**CC2**

Klasa niezawodności – zgodnie z tablicą B2 Eurokodu 0  
**RC2**

#### PROJEKTANT

inż. Tomasz SIKORSKI  
Upr. Bud. WAM/0056/PWOK/08  
Bez ograniczeń  
Członek Warmińsko – Mazurskiej  
Izby Inżynierów Budownictwa  
WAM/BO/0177/08

#### SPRAWDZAJĄCA

mgr inż. Anna SIKORSKA  
Upr. Bud. WAM/0099/POOK/10  
Bez ograniczeń  
Członek Warmińsko – Mazurskiej  
Izby Inżynierów Budownictwa  
WAM/BO/0009/11

## OBLICZENIA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWE

### Poz.1.0. Zebranie oddziaływań wg PN-EN-1990

### Poz.1.1. Oddziaływania stałe wg PN-EN-1991-1-1

#### Poz.1.1.1. Oddziaływanie rozłożone na powierzchni

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	Ψ	Wartość rep. kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>F</sub>	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Ciężar własny konstrukcji - automatycznie uwzględniony przez program obliczeniowy	stałe	0,00	--	0,00	1,35	0,00
2.	Deskowanie górne - drewno grub. 6 cm [7,800kN/m <sup>3</sup> ·0,06m]	stałe	0,47	--	0,47	1,50	0,71
3.	Legary drewniane	stałe	0,23	--	0,23	1,50	0,35
Σ:			<b>0,70</b>		<b>0,70</b>		<b>1,06</b>

#### Poz.1.1.2. Oddziaływanie liniowe od balustrady

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	Ψ	Wartość rep. kN/m	γ <sub>F</sub>	Wartość obl. kN/m
1.	Balustrada metalowa	stałe	1,20	--	1,20	1,50	1,80
Σ:			<b>1,20</b>		<b>1,20</b>		<b>1,80</b>

### Poz.1.2. Oddziaływania zmienne wg PN-EN-1991-1-1

#### Poz.1.2.1. Oddziaływanie tłumem

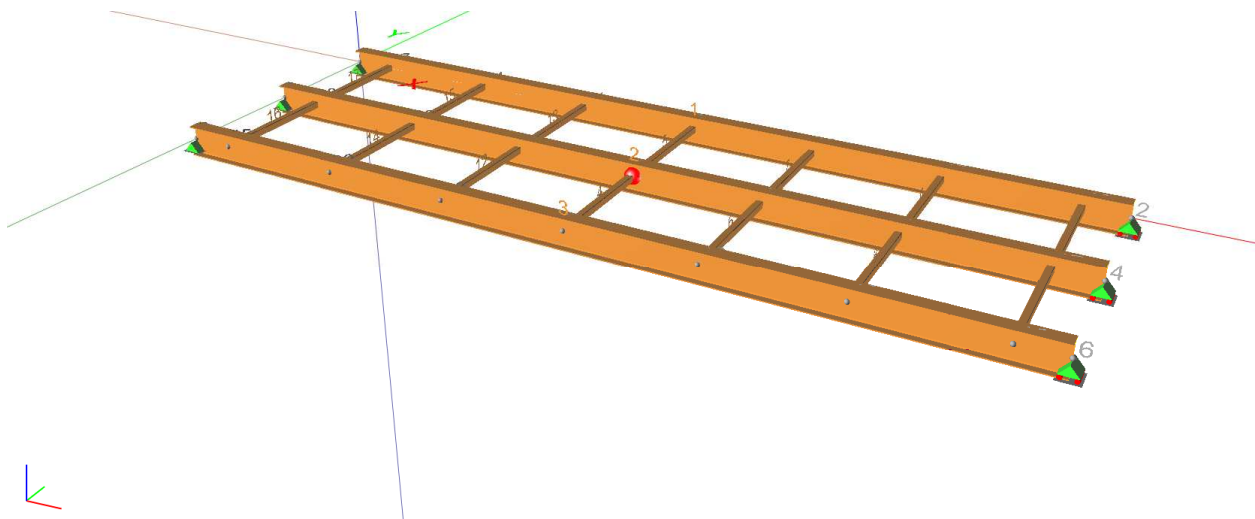
L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m <sup>2</sup>	Ψ	Wartość rep. kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>F</sub>	Wartość obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii C5 - obciążenie tłumem [5,000kN/m <sup>2</sup> ]	zmienne	5,00	1,00	5,00	1,50	7,50
Σ:			<b>5,00</b>		<b>5,00</b>		<b>7,50</b>

#### Poz.1.2.2. Oddziaływanie na balustradę

**Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1 / Obciążenia poziome ścian ograniczających i ścian działowych spełniających funkcje barier (p.6.4 i zał.B)**

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	Ψ	Wartość rep. kN/m
1.	Obciążenie poziome na ściany działowe lub ograniczające [1,000kN/m]	zmienne	1,00	1,50	1,50
Σ:			<b>1,00</b>		<b>1,50</b>

## Poz.2.0. Kładka – statyka



### Przekroje:

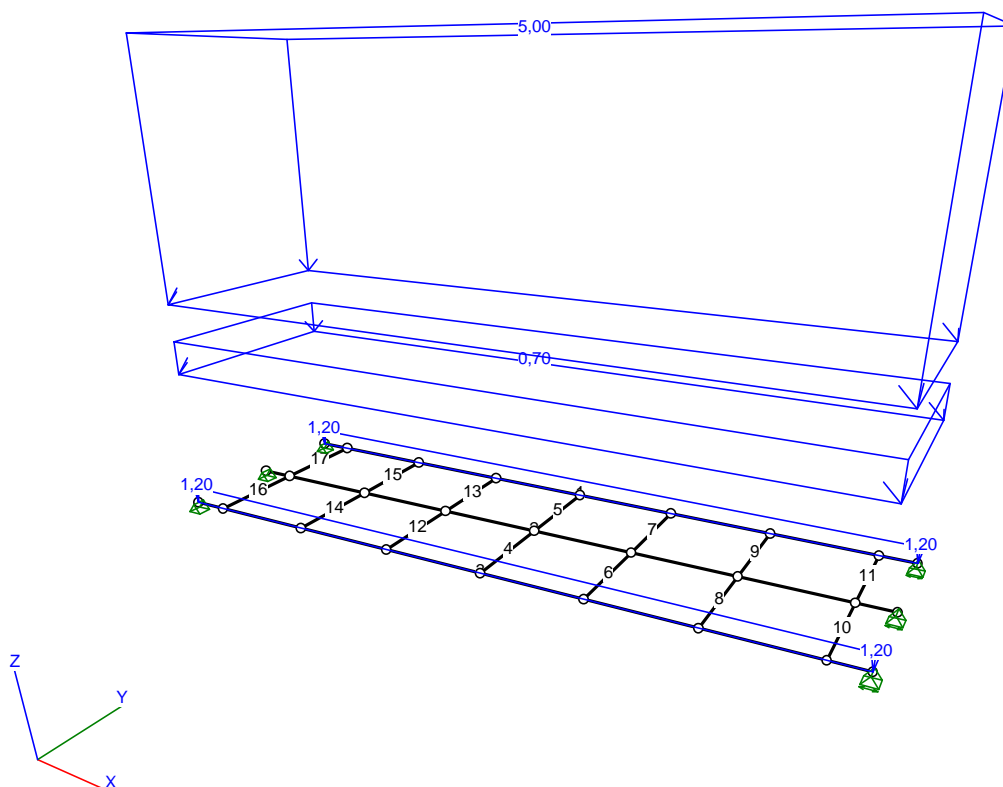
1 - H 80x 80x 4.0~		2 - I 360 PE			
Materiał:	S 235	Materiał:	S 235	Materiał:	
A [cm <sup>2</sup> ]	11,46	A [cm <sup>2</sup> ]	72,70	A [cm <sup>2</sup> ]	
Jy [cm <sup>4</sup> ]	106,90	Jy [cm <sup>4</sup> ]	16270,00	Jy [cm <sup>4</sup> ]	
Jz [cm <sup>4</sup> ]	106,90	Jz [cm <sup>4</sup> ]	1040,00	Jz [cm <sup>4</sup> ]	
Dyz [cm <sup>4</sup> ]	0,00	Dyz [cm <sup>4</sup> ]	0,00	Dyz [cm <sup>4</sup> ]	
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	
Iy [cm <sup>4</sup> ]	106,90	Iy [cm <sup>4</sup> ]	16270,00	Iy [cm <sup>4</sup> ]	
Iz [cm <sup>4</sup> ]	106,90	Iz [cm <sup>4</sup> ]	1040,00	Iz [cm <sup>4</sup> ]	
Jt [cm <sup>4</sup> ]	183,31	Jt [cm <sup>4</sup> ]	34,97	Jt [cm <sup>4</sup> ]	
Jω [cm <sup>4</sup> ]	1,48	Jω [cm <sup>4</sup> ]	313580,33	Jω [cm <sup>4</sup> ]	
iy [cm]	3,05	iy [cm]	14,96	iy [cm]	
iz [cm]	3,05	iz [cm]	3,78	iz [cm]	
is [cm]	4,32	is [cm]	15,43	is [cm]	
m [kg/m]	9,00	m [kg/m]	57,07	m [kg/m]	

### Materiały:

Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	v:	α <sub>T</sub> :	ρ:	Ro:
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[MPa]
6	Stal 1993	S 235	210	81	0,3	0	7850	235

### Zestawienie Materiału

Oznaczenie	Materiał	Długości [m]:	Masa [t]:
I 360 PE	6 - S 235	3x10,00 = 30,00	1,712
H 80x 80x 4.0~	6 - S 235	14x1,50 = 21,00	0,189
Masa całkowita ustroju			<b>1,901</b>
Materiał		Jednostka miary	Ilość:
Stal 1993: 6 - S 235		t	1,901



### Obciążenia:

Nr pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki			Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1$ :	$\gamma f2$ :	$\psi d$ :			xa:	xb:		
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma=1,4/1$												
B: Poz.1.1.2 Balustrada - Stałe												
1	Rozłoż. Z	1,20	1,20	1,35	1,00	1,00			0,00	10,00	Balustrada	
3	Rozłoż. Z	1,20	1,20	1,35	1,00	1,00			0,00	10,00	Balustrada	
St: Poz.1.1.1 Stałe na kładkę - Stałe												
	Powierzch.	0,70	0,70	1,35	1,00	1,00					Poszycie kładki	
T: Poz.1.2.1. Tłum - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=0,7$ $\psi_1=0,7$ $\psi_2=0,6$												
	Powierzch.	5.00	5.00	1.50		1.00					Tłum ludzi	

### Wyniki Obliczeń wg PN-EN

#### Teoria I rzędu

#### Obwiednie sił

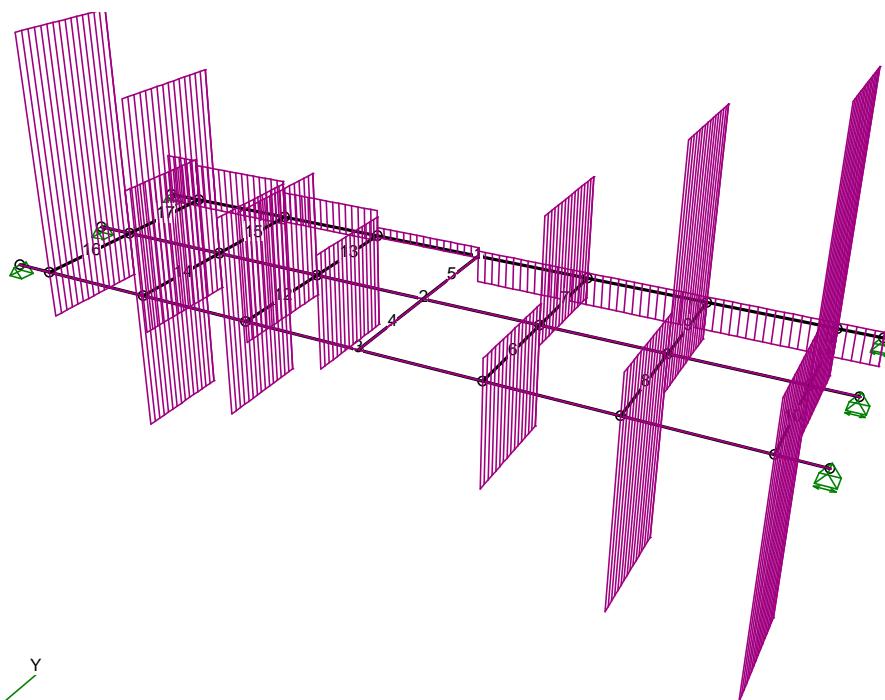
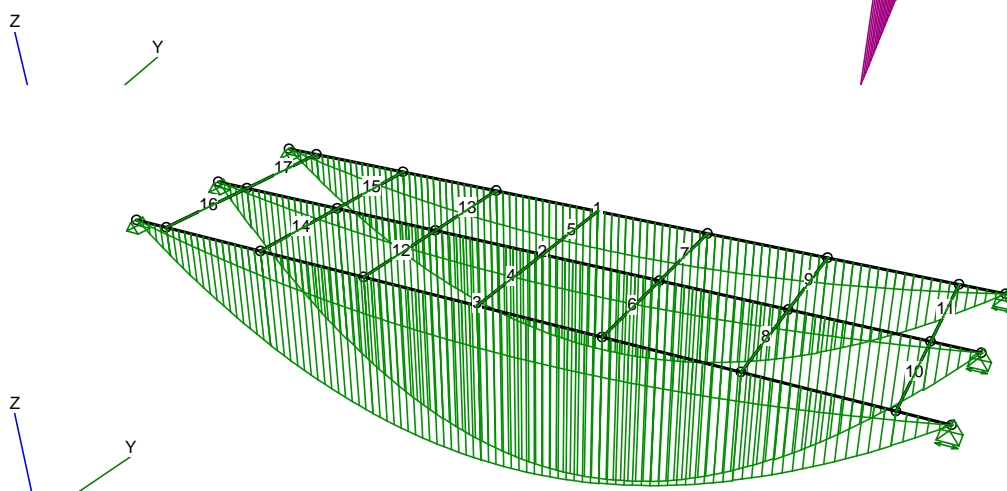
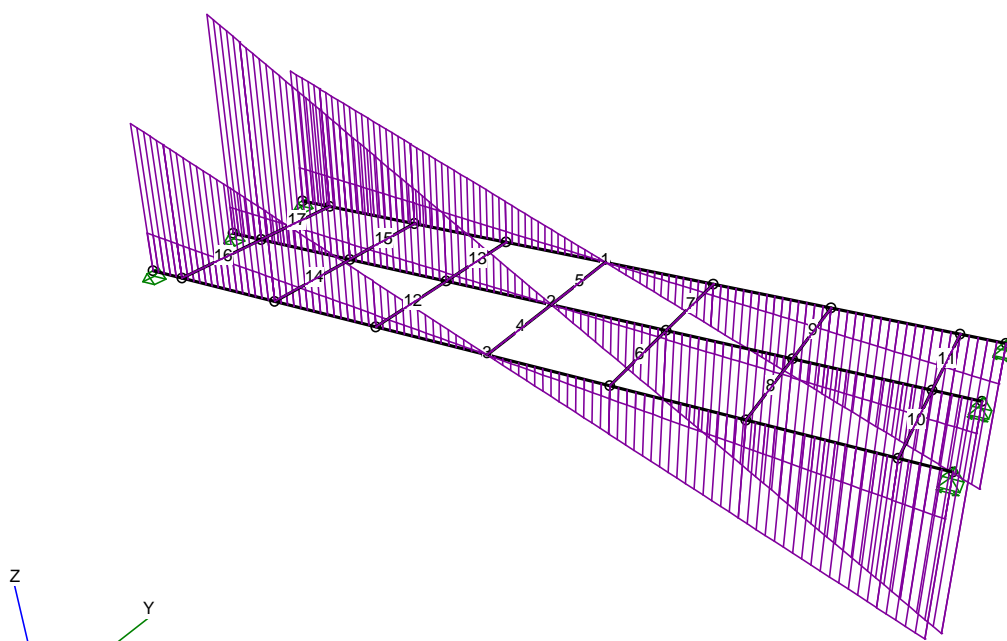
RM\_3d v. 8.1 licencja nr 28671

### Kombinacje Obciążeń:

Nr:	Zawsze:	Ewentalnie:
1	CW+B+St	T

### Relacje Grup Obciążeń:

Grupa obciążeń:	Relacje:
B - Poz.1.1.2 Balustrada	ZAWSZE
St - Poz.1.1.1 Stałe na kładkę	ZAWSZE

**Mx**

**My**

**Tz**


**Siły Przekrojowe:** Kombinacja obliczeniowa PN-EN

Nr przeta:	x [m]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:	Obciążenia:
<b>Belki główne</b>								
1	0,000	0,11	0	0	0	41,92	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
1	8,000	-0,07	67,6	0	0	-25,19	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
1	5,000	-0,06	111,23	0	0	-0,09	0	CW BS <sub>t</sub> T
1	10,000	-0,07	0	0	0	-40,97	0	CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )St <sub>t</sub> T
1	9,500	-0,06	20,9	0	0	-39,62	0	CW BS <sub>t</sub> T
1	0,000	0,11	0	0	0	41,92	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
1	0,000	0,1	0	0	0	44,01	0	CW BS <sub>t</sub> T
1	10,000	-0,06	0	0	0	-43,98	0	CW BS <sub>t</sub> T
1	9,500	-0,06	20,9	0	0	-39,62	0	CW BS <sub>t</sub> T
1	5,000	-0,06	111,23	0	0	-0,09	0	CW BS <sub>t</sub> T
1	0,000	-0,01	0	0	0	15,81	0	CW BS <sub>t</sub>
2	9,500	0	32,21	0	0	-61,07	0	CW BS <sub>t</sub> T
2	5,000	0	166,93	0	0	0,08	0	CW BS <sub>t</sub> T
2	10,000	0	0	0	0	-65,95	0	CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )St <sub>t</sub> T
2	0,000	0	0	0	0	67,75	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
2	9,500	0	32,21	0	0	-61,06	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
2	0,000	0	0	0	0	67,76	0	CW BS <sub>t</sub> T
2	10,000	0	0	0	0	-67,78	0	CW BS <sub>t</sub> T
2	0,000	0	0	0	0	66,59	0	( $\gamma_f$ )CW BS <sub>t</sub> T
2	5,000	0	166,93	0	0	0,08	0	CW BS <sub>t</sub> T
2	0,000	0	0	0	0	11,59	0	CW BS <sub>t</sub>
3	0,000	0	0	0	0	15,81	0	CW BS <sub>t</sub>
3	5,000	0	111,02	0	0	-0,05	0	CW BS <sub>t</sub> T
3	10,000	0	0	0	0	-39,84	0	( $\gamma_f$ )CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )St <sub>t</sub> T
3	9,500	0	20,88	0	0	-39,58	0	CW BS <sub>t</sub> T
3	0,000	0	0	0	0	41,84	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
3	0,000	0	0	0	0	43,94	0	CW BS <sub>t</sub> T
3	10,000	0	0	0	0	-43,94	0	CW BS <sub>t</sub> T
3	0,500	0	21,41	0	0	39,49	0	CW BS <sub>t</sub> T
3	5,000	0	111,02	0	0	-0,05	0	CW BS <sub>t</sub> T
3	10,000	0	0	0	0	-12,8	0	CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )St
<b>Poprzecznice</b>								
4	0,000	0	0	0	0	0,09	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
4	0,750	0	0,03	0	0	0	0	CW BS <sub>t</sub>
4	0,000	0	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_f$ )CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
4	0,000	0	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_f$ )CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )St
4	0,000	0	0	0	0	0,09	0	CW BS <sub>t</sub> T
4	0,000	0	0	0	0	0,09	0	CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )St
4	1,500	0	0	0	0	-0,09	0	CW BS <sub>t</sub> T
4	0,000	0	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_f$ )CW BS <sub>t</sub> T
4	0,750	0	0,03	0	0	0	0	CW BS <sub>t</sub>
4	0,000	0	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_f$ )CW BS <sub>t</sub>
5	0,000	0	0	0	0	0,08	0	( $\gamma_f$ )CW B( $\gamma_f$ )St
5	0,844	0	0,04	0	0	0	0	CW B( $\gamma_f$ )St
5	1,500	0	-0,09	0	0	-0,15	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
5	0,000	0	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_f$ )CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )St
5	0,000	0	0	0	0	0,03	0	CW BS <sub>t</sub> T
5	0,000	0	0	0	0	0,1	0	CW B( $\gamma_f$ )St
5	1,500	0	-0,09	0	0	-0,15	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
5	0,000	0	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_f$ )CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )St
5	1,500	0	-0,09	0	0	-0,15	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
5	0,000	0	0	0	0	0,1	0	CW B( $\gamma_f$ )St
6	0,000	0,05	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_f$ )CW B( $\gamma_f$ )St
6	0,000	-0,26	0	0	0	0,09	0	CW ( $\gamma_f$ )BS <sub>t</sub> T
6	0,750	0,04	0,03	0	0	0	0	CW BS <sub>t</sub>
6	0,000	-0,23	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_f$ )CW B( $\gamma_f$ )St <sub>t</sub> T
6	0,000	0,03	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_f$ )CW ( $\gamma_f$ )B( $\gamma_f$ )St
6	0,000	-0,24	0	0	0	0,09	0	CW BS <sub>t</sub> T
6	0,000	-0,23	0	0	0	0,09	0	CW B( $\gamma_f$ )St <sub>t</sub> T

6	1,500	0,04	0	0	0	<b>-0,09</b>	0	CW BSt
6	0,000	0,05	0	0	0	0,07	0	(γ/2)CW B(γ/2)St
6	0,750	0,04	<b>0,03</b>	0	0	0	0	CW BSt
6	0,000	0,04	<b>0</b>	0	0	0,07	0	(γ/2)CW BSt
<b>7</b>	0,000	<b>0,25</b>	0	0	0	0,09	0	CW (γ/2)BStT
7	0,000	<b>-0,05</b>	0	0	0	0,07	0	(γ/2)CW B(γ/2)St
7	0,750	0,25	<b>0,03</b>	0	0	0	0	CW (γ/2)BStT
7	0,000	0,25	<b>0</b>	0	0	0,09	0	CW (γ/2)BStT
7	0,000	-0,03	0	0	0	0,07	0	(γ/2)CW (γ/2)B(γ/2)St
7	0,000	0,23	0	0	<b>0</b>	0,09	0	CW BStT
7	0,000	0,25	0	0	0	<b>0,09</b>	0	CW (γ/2)BStT
7	1,500	0,23	0	0	0	<b>-0,09</b>	0	CW B(γ/2)StT
7	0,000	0,25	0	0	0	0,07	<b>0</b>	(γ/2)CW (γ/2)BStT
7	0,750	0,25	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW (γ/2)BStT
7	0,000	-0,04	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,07	<b>0</b>	(γ/2)CW BSt
<b>8</b>	0,000	<b>0,09</b>	0	0	0	0,07	0	(γ/2)CW B(γ/2)St
8	0,000	<b>-0,46</b>	0	0	0	0,09	0	CW (γ/2)BStT
8	0,750	-0,46	<b>0,03</b>	0	0	0	0	CW (γ/2)BStT
8	0,000	-0,41	<b>0</b>	0	0	0,07	0	(γ/2)CW B(γ/2)StT
8	0,000	0,06	0	<b>0</b>	0	0,07	0	(γ/2)CW (γ/2)B(γ/2)St
8	0,000	-0,43	0	0	<b>0</b>	0,09	0	CW BStT
8	0,000	-0,46	0	0	0	<b>0,09</b>	0	CW (γ/2)BStT
8	1,500	-0,45	0	0	0	<b>-0,09</b>	0	CW (γ/2)B(γ/2)StT
8	0,000	-0,46	0	0	0	0,07	<b>0</b>	(γ/2)CW (γ/2)BStT
8	0,750	-0,46	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW (γ/2)BStT
8	0,000	0,05	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,09	<b>0</b>	CW (γ/2)B(γ/2)St
<b>9</b>	0,000	<b>0,46</b>	0	0	0	0,09	0	CW (γ/2)BStT
9	0,000	<b>-0,09</b>	0	0	0	0,07	0	(γ/2)CW B(γ/2)St
9	0,750	-0,05	<b>0,03</b>	0	0	0	0	CW (γ/2)B(γ/2)St
9	0,000	0,46	<b>0</b>	0	0	0,09	0	CW (γ/2)BStT
9	0,000	-0,06	0	<b>0</b>	0	0,07	0	(γ/2)CW (γ/2)B(γ/2)St
9	0,000	0,43	0	0	<b>0</b>	0,09	0	CW BStT
9	0,000	-0,08	0	0	0	<b>0,09</b>	0	CW BSt
9	1,500	0,43	0	0	0	<b>-0,09</b>	0	CW BStT
9	0,000	-0,09	0	0	0	0,07	<b>0</b>	(γ/2)CW B(γ/2)St
9	0,750	-0,05	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW (γ/2)B(γ/2)St
9	0,000	-0,04	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,09	<b>0</b>	CW (γ/2)BSt
<b>10</b>	0,000	<b>0,12</b>	0	0	0	0,07	0	(γ/2)CW B(γ/2)St
10	0,000	<b>-0,58</b>	0	0	0	0,09	0	CW (γ/2)BStT
10	0,750	0,12	<b>0,03</b>	0	0	0	0	CW B(γ/2)St
10	0,000	-0,56	<b>0</b>	0	0	0,07	0	(γ/2)CW (γ/2)B(γ/2)StT
10	0,000	0,07	0	<b>0</b>	0	0,07	0	(γ/2)CW (γ/2)B(γ/2)St
10	0,000	-0,53	0	0	<b>0</b>	0,09	0	CW BStT
10	0,000	-0,58	0	0	0	<b>0,09</b>	0	CW (γ/2)BStT
10	1,500	0,05	0	0	0	<b>-0,09</b>	0	CW (γ/2)BSt
10	0,000	0,12	0	0	0	0,07	<b>0</b>	(γ/2)CW B(γ/2)St
10	0,750	0,12	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW B(γ/2)St
10	0,000	0,07	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,07	<b>0</b>	(γ/2)CW (γ/2)B(γ/2)St
10	0,750	-0,58	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW (γ/2)BStT
<b>11</b>	0,000	<b>0,58</b>	0	0	0	0,09	0	CW (γ/2)BStT
11	0,000	<b>-0,12</b>	0	0	0	0,07	0	(γ/2)CW B(γ/2)St
11	0,750	-0,09	<b>0,03</b>	0	0	0	0	CW BSt
11	0,000	-0,07	<b>0</b>	0	0	0,07	0	(γ/2)CW (γ/2)B(γ/2)St
11	0,000	-0,07	0	<b>0</b>	0	0,07	0	(γ/2)CW (γ/2)B(γ/2)St
11	0,000	0,53	0	0	<b>0</b>	0,09	0	CW BStT
11	0,000	-0,09	0	0	0	<b>0,09</b>	0	CW BSt
11	1,500	0,53	0	0	0	<b>-0,09</b>	0	CW BStT
11	0,000	0,58	0	0	0	0,09	<b>0</b>	CW (γ/2)BStT
11	0,750	0,56	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW (γ/2)B(γ/2)StT
11	0,000	-0,1	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,07	<b>0</b>	(γ/2)CW BSt

11	0,000	-0,05	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,09	<b>0</b>	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub>
11	0,750	-0,09	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW BS <sub>t</sub>
<b>12</b>	0,000	<b>0,26</b>	0	0	0	0,09	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
12	0,000	<b>-0,05</b>	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
12	0,750	-0,04	<b>0,03</b>	0	0	0	0	CW BS <sub>t</sub>
12	0,000	0,26	<b>0</b>	0	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
12	0,000	-0,05	0	<b>0</b>	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
12	0,000	0,26	0	0	<b>0</b>	0,09	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
12	0,000	0,26	0	0	0	<b>0,09</b>	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
12	1,500	0,24	0	0	0	<b>-0,09</b>	0	CW BS <sub>t</sub> T
12	0,000	0,23	0	0	0	0,07	<b>0</b>	( $\gamma_2$ )CW BS <sub>t</sub> T
12	0,750	-0,04	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW BS <sub>t</sub>
12	0,000	-0,02	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,09	<b>0</b>	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub>
<b>13</b>	0,000	<b>0,05</b>	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
13	0,000	<b>-0,26</b>	0	0	0	0,06	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
13	0,797	0,05	<b>0,04</b>	0	0	0	0	CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
13	1,500	-0,26	<b>-0,05</b>	0	0	-0,12	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
13	0,000	-0,25	0	<b>0</b>	0	0,04	0	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
13	0,000	-0,23	0	0	<b>0</b>	0,06	0	CW BS <sub>t</sub> T
13	0,000	0,05	0	0	0	<b>0,1</b>	0	CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
13	1,500	-0,26	-0,05	0	0	<b>-0,12</b>	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
13	0,000	-0,25	0	0	0	0,04	<b>0</b>	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
13	1,500	-0,26	<b>-0,05</b>	<b>0</b>	0	-0,12	<b>0</b>	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
13	0,000	0,03	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,09	<b>0</b>	CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
<b>14</b>	0,000	<b>0,46</b>	0	0	0	0,09	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
14	0,000	<b>-0,09</b>	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
14	0,750	-0,05	<b>0,03</b>	0	0	0	0	CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
14	0,000	0,41	<b>0</b>	0	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub> T
14	0,000	0,43	0	<b>0</b>	0	0,09	0	CW BS <sub>t</sub> T
14	0,000	-0,06	0	0	<b>0</b>	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
14	0,000	0,46	0	0	0	<b>0,09</b>	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
14	1,500	0,41	0	0	0	<b>-0,09</b>	0	CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub> T
14	0,000	0,46	0	0	0	0,07	<b>0</b>	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
14	0,750	-0,05	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
14	0,000	-0,04	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,07	<b>0</b>	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub>
<b>15</b>	0,000	<b>0,09</b>	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
15	0,000	<b>-0,46</b>	0	0	0	0,07	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
15	0,797	0,09	<b>0,04</b>	0	0	0,00	0	CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
15	1,500	-0,46	<b>-0,03</b>	0	0	-0,11	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
15	0,000	-0,46	0	<b>0</b>	0	0,07	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
15	0,000	0,06	0	0	<b>0</b>	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
15	0,000	0,09	0	0	0	<b>0,1</b>	0	CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
15	1,500	-0,46	-0,03	0	0	<b>-0,11</b>	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
15	0,000	0,09	0	0	0	0,07	<b>0</b>	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
15	0,797	0,09	<b>0,04</b>	<b>0</b>	0	0,00	<b>0</b>	CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
15	0,000	0,08	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,07	<b>0</b>	( $\gamma_2$ )CW BS <sub>t</sub>
<b>16</b>	0,000	<b>0,58</b>	0	0	0	0,09	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
16	0,000	<b>-0,12</b>	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
16	0,750	0,56	<b>0,03</b>	0	0	0	0	CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub> T
16	0,000	0,56	<b>0</b>	0	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub> T
16	0,000	0,53	0	<b>0</b>	0	0,09	0	CW BS <sub>t</sub> T
16	0,000	-0,07	0	0	<b>0</b>	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
16	0,000	-0,07	0	0	0	<b>0,09</b>	0	CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
16	1,500	0,58	0	0	0	<b>-0,09</b>	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
16	0,000	-0,12	0	0	0	0,07	<b>0</b>	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
16	0,750	0,56	<b>0,03</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub> T
16	0,000	-0,07	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,07	<b>0</b>	( $\gamma_2$ )CW ( $\gamma_2$ )B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
<b>17</b>	0,000	<b>0,12</b>	0	0	0	0,07	0	( $\gamma_2$ )CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
17	0,000	<b>-0,58</b>	0	0	0	0,08	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
17	0,750	0,11	<b>0,03</b>	0	0	0,00	0	CW B( $\gamma_2$ )S <sub>t</sub>
17	1,500	-0,58	<b>-0,01</b>	0	0	-0,1	0	CW ( $\gamma_2$ )BS <sub>t</sub> T
17	0,000	-0,53	0	<b>0</b>	0	0,08	0	CW BS <sub>t</sub> T

17	0,000	0,07	0	0	0	0,07	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
17	0,000	0,11	0	0	0	0,09	0	CW B(γ <sub>2</sub> )St
17	1,500	-0,58	-0,01	0	0	-0,1	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
17	0,000	-0,58	0	0	0	0,08	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
17	0,750	0,11	0,03	0	0	0,00	0	CW B(γ <sub>2</sub> )St
17	0,000	0,07	0	0	0	0,09	0	CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
17	0,000	0,05	0	0	0	0,09	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT

### Reakcje podporowe: Kombinacja obliczeniowa PN-EN

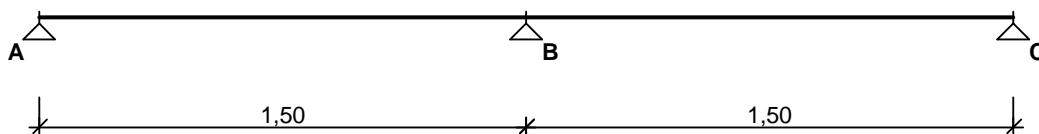
Nr węzła:	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Obciążenia:
1	0	0	12,79	0,01	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
1	0	0	41,92	-0,11	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
1	0	0	44,01	-0,1	0	0	CW BSiT
1	0	0	11,71	0,01	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
1	0	0	40,83	-0,11	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
1	0	0	44,01	-0,1	0	0	CW BSiT
1	0	0	13,8	0,02	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW B(γ <sub>2</sub> )St
1	0	0	41,92	-0,11	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
1	0	0	42,01	-0,1	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW B(γ <sub>2</sub> )StiT
1	0	0	40,83	-0,11	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
1	0	0	41,92	-0,11	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
1	0	0	41,92	-0,11	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
2	0	0	14,89	0,01	0	0	CW B(γ <sub>2</sub> )St
2	0	0	41,89	-0,07	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
2	0	0	43,98	-0,06	0	0	CW BSiT
2	0	0	11,71	0,01	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
2	0	0	41,89	-0,07	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
2	0	0	43,98	-0,06	0	0	CW BSiT
2	0	0	13,81	0,01	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW B(γ <sub>2</sub> )St
2	0	0	41,89	-0,07	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
2	0	0	40,97	-0,07	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )StiT
2	0	0	14,89	0,01	0	0	CW B(γ <sub>2</sub> )St
2	0	0	41,89	-0,07	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
2	0	0	41,89	-0,07	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
3	0	0	9,75	0	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
3	0	0	8,59	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW B(γ <sub>2</sub> )St
3	0	0	67,76	0	0	0	CW BSiT
3	0	0	8,58	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
3	0	0	67,75	0	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
3	0	0	67,76	0	0	0	CW BSiT
3	0	0	67,75	0	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
3	0	0	66,59	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW BSiT
3	0	0	8,59	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW B(γ <sub>2</sub> )St
3	0	0	66,59	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW BSiT
3	0	0	66,59	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW BSiT
4	0	0	65,95	0	0	0	CW B(γ <sub>2</sub> )StiT
4	0	0	8,58	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW B(γ <sub>2</sub> )St
4	0	0	67,78	0	0	0	CW BSiT
4	0	0	8,58	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
4	0	0	67,78	0	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
4	0	0	67,78	0	0	0	CW BSiT
4	0	0	9,75	0	0	0	CW B(γ <sub>2</sub> )St
4	0	0	65,95	0	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )StiT
4	0	0	67,78	0	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
4	0	0	66,62	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW BSiT
4	0	0	66,62	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW BSiT
5	0	0	11,71	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
5	0	0	41,84	0	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
5	0	0	43,94	0	0	0	CW BSiT
5	0	0	11,71	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )B(γ <sub>2</sub> )St
5	0	0	41,84	0	0	0	CW (γ <sub>2</sub> )BSiT
5	0	0	43,94	0	0	0	CW BSiT
5	0	0	15,81	0	0	0	CW BSiT
5	0	0	43,94	0	0	0	CW BSiT
5	0	0	40,76	0	0	0	(γ <sub>2</sub> )CW (γ <sub>2</sub> )BSiT

5	0	0	43,94	0	0	0	CW BStT
5	0	0	43,94	0	0	0	CW BStT
6	0	0	40,76	0	0	0	( $\gamma_f/2$ )CW ( $\gamma_f/2$ )BStT
6	0	0	41,84	0	0	0	CW ( $\gamma_f/2$ )BStT
6	0	0	43,94	0	0	0	CW BStT
6	0	0	11,71	0	0	0	( $\gamma_f/2$ )CW ( $\gamma_f/2$ )B( $\gamma_f/2$ )St
6	0	0	41,84	0	0	0	CW ( $\gamma_f/2$ )BStT
6	0	0	43,94	0	0	0	CW BStT
6	0	0	15,81	0	0	0	CW BSt
6	0	0	39,84	0	0	0	( $\gamma_f/2$ )CW ( $\gamma_f/2$ )B( $\gamma_f/2$ )StT
6	0	0	14,9	0	0	0	CW B( $\gamma_f/2$ )St
6	0	0	39,84	0	0	0	( $\gamma_f/2$ )CW ( $\gamma_f/2$ )B( $\gamma_f/2$ )StT
6	0	0	39,84	0	0	0	( $\gamma_f/2$ )CW ( $\gamma_f/2$ )B( $\gamma_f/2$ )StT

### Poz.3.0. Kładka - wymiarowanie elementów

#### Poz.3.1. Deski poszycia gr 60mm

#### SCHEMAT BELKI



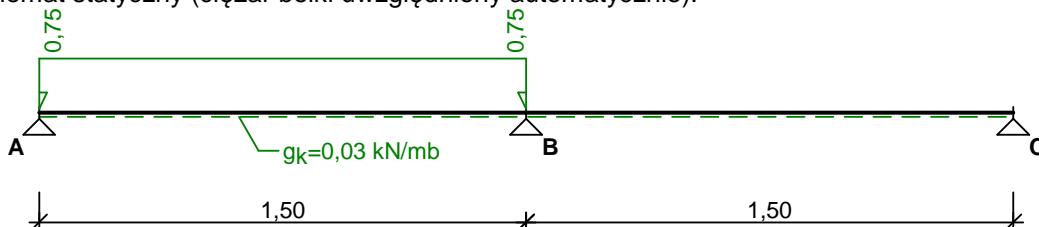
Parametry belki:

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

#### OBciążENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **P1: Tłum - rozłożone 1** ( $\gamma_f = 1,5$ , klasa trwania - średniotrwale)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

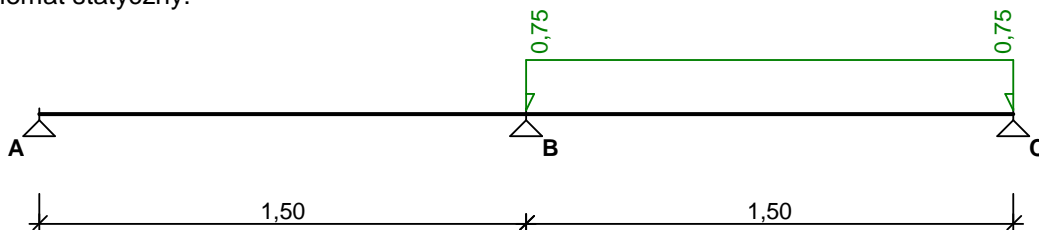


Tablica obciążeń charakterystycznych (dodatkowo ciężar belki  $g_k = 0,03$  kN/m)

Przekrój	x [m]	$q_l$ [kN/m]	$q_p$ [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	0,75	0,00	0,00
B.	1,50	0,75	0,00	0,00	0,00
C.	3,00	0,00	--	0,00	0,00

Przypadek **P2: Tłum - rozłożone 2** ( $\gamma_f = 1,5$ , klasa trwania - średniotrwale)

Schemat statyczny:



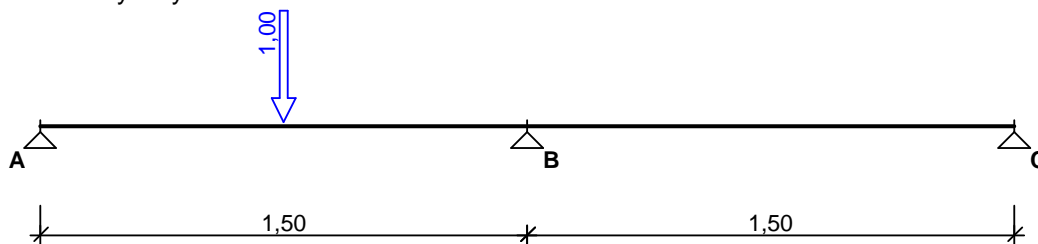
Tablica obciążeń charakterystycznych

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

B.	1,50	0,00	0,75	0,00	0,00
C.	3,00	0,75	--	0,00	0,00

Przypadek **P3: Tłum - punktowe 1** ( $\gamma_f = 1,5$ , klasa trwania - krótkotrwałe)

Schemat statyczny:

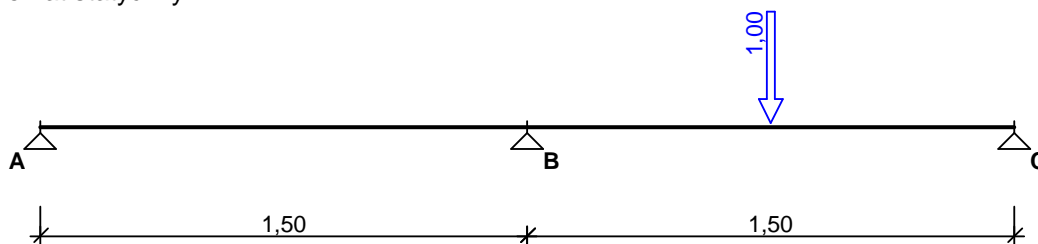


Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	x [m]	$q_l$ [kN/m]	$q_p$ [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	0,00	0,00	0,00
1.	0,75	0,00	0,00	1,00	0,00
B.	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
C.	3,00	0,00	--	0,00	0,00

Przypadek **P4: Tłum - punktowe 2** ( $\gamma_f = 1,5$ , klasa trwania - krótkotrwałe)

Schemat statyczny:



Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	x [m]	$q_l$ [kN/m]	$q_p$ [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	0,00	0,00	0,00
B.	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
1.	2,25	0,00	0,00	1,00	0,00
C.	3,00	0,00	--	0,00	0,00

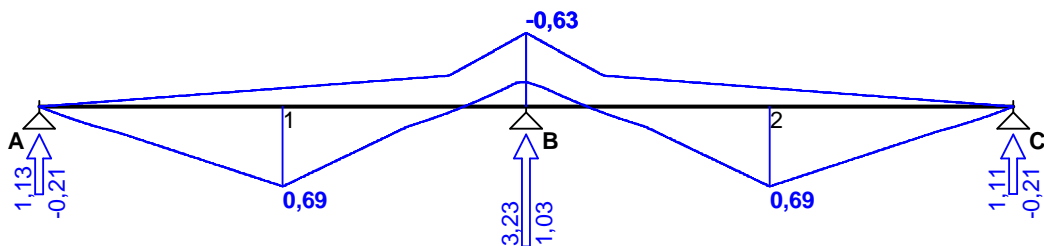
Tablica opisu kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1: 1,5·Tłum - rozłożone 1+1,5·Tłum - rozłożone 2	1,5·P1+1,5·P2
K2: Tłum - rozłożone 1+Tłum - rozłożone 2	1,0·P1+1,0·P2
K3: 1,5·Tłum - rozłożone 1	1,5·P1
K4: 1,5·Tłum - rozłożone 2	1,5·P2
K5: Tłum - rozłożone 1	1,0·P1
K6: Tłum - rozłożone 2	1,0·P2
K7: 1,5·Tłum - punktowe 1+1,5·Tłum - punktowe 2	1,5·P3+1,5·P4
K8: Tłum - punktowe 2+Tłum - punktowe 2	1,0·P4+1,0·P4
K9: 1,5·Tłum - punktowe 1	1,5·P3
K1 1,5·Tłum - punktowe 2	1,5·P4
0:	
K1 Tłum - punktowe 1	1,0·P3
1:	
K1 Tłum - punktowe 2	1,0·P4
2:	

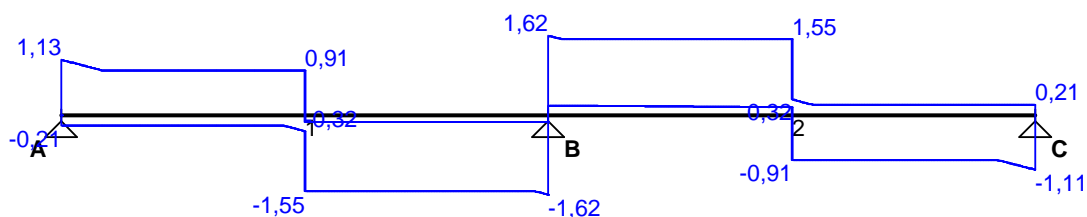
## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

### Obwiednia sił wewnętrznych

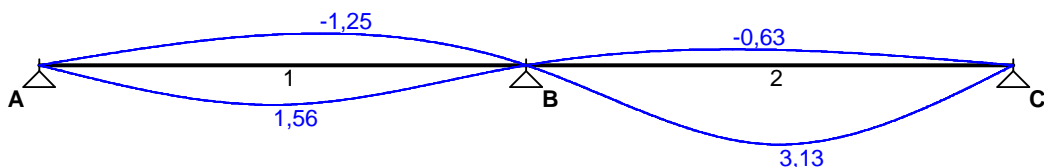
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



Tablica wyników obliczeń statycznych:

Przekrój	x [m]	$M_{max}$ [kNm]	$M_{min}$ [kNm]	$V_{max}$ [kN]	$V_{min}$ [kN]	$f_{k,max}$ [mm]	$f_{k,min}$ [mm]	uwagi
<b>Przęsło A - B (<math>l_0 = 1,50</math> m)</b>								
A.	0,00	0,00	0,00	1,13	-0,21	--	--	
	0,72	0,66	-0,15	0,91	-0,27	1,56	-1,20	max $f_k$
1. (L)	0,75	0,69	-0,16	0,91	-0,32	1,56	-1,22	max M
1. (P)		0,69	-0,16	-0,14	-1,55			
	0,86	0,53	-0,18	-0,14	-1,55	1,47	-1,25	min $f_k$
B.	1,50	-0,21	-0,63	-0,14	-1,62	--	--	min M
<b>Przęsło B - C (<math>l_0 = 1,50</math> m)</b>								
B.	1,50	-0,21	-0,63	1,62	0,19	--	--	min M
	2,14	0,53	-0,18	1,55	0,17	2,94	-0,63	min $f_k$
2. (L)	2,25	0,69	-0,16	1,55	0,16	3,12	-0,61	max M
2. (P)		0,69	-0,16	0,32	-0,91			
	2,28	0,66	-0,15	0,27	-0,91	3,13	-0,60	max $f_k$
C.	3,00	0,00	0,00	0,21	-1,11	--	--	

Reakcje podporowe:  $R_A = 1,13/-0,21$  kN,  $R_B = 3,23/1,03$  kN,  $R_C = 1,11/-0,21$  kN

### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

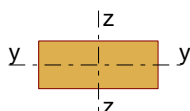
Klasa użytkowania konstrukcji - 2

Parametry analizy zwichrzenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek  $I_d/I = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki

Ugięcie graniczne przęsła  $u_{net,fin} = l_0 / 300$

## OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH WYMIAROWANIE WG PN-EN-1995-1-1



Przekrój prostokątny **15 / 6 cm**

$$W_y = 90,0 \text{ cm}^3, J_y = 270 \text{ cm}^4, m = 3,42 \text{ kg/m}$$

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C30**

$$\rightarrow f_{m,k} = 30 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 18 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 23 \text{ MPa}, f_{v,k} = 3 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 12 \text{ GPa}, \rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$$

### Belka

#### Zginanie

Przekrój  $x = 0,75 \text{ m}$  (**K9: 1,5-P3**)

Moment maksymalny  $M_{max} = 0,69 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,62 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 20,77 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,37 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 7,62 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 20,77 \text{ MPa} \quad (36,7\%)$$

#### Ścinanie

Przekrój  $x = 1,50 \text{ m}$  (**K1: 1,5-P1+1,5-P2**)

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{max} = 1,62 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,27 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,85 \text{ MPa} \quad (14,6\%)$$

#### Docisk na podporze

Reakcja podporowa  $R_B = 3,23 \text{ kN}$  (**K1: 1,5-P1+1,5-P2**)

$$a_p = 9,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,35$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,24 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 2,25 \text{ MPa} \quad (10,7\%)$$

#### Stan graniczny użytkowości

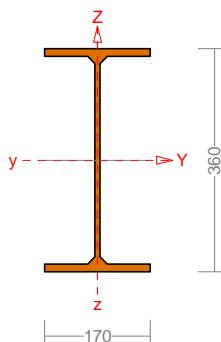
Przekrój  $x = 2,28 \text{ m}$  (**K8: 1,0-P4+1,0-P4**)

Ugięcie maksymalne  $u_{fin} = 3,13 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $u_{net,fin} = l_o / 300 = 1500 / 300 = 5,00 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 3,13 \text{ mm} < u_{net,fin} = 5,00 \text{ mm} \quad (62,6\%)$$

## Poz.3.2. Belki główne stalowe IPE 360



Wymiary przekroju:

$$h=360,0 \text{ g}=8,0 \text{ s}=170,0 \text{ t}=12,7 \text{ r}=18,0.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$I_{yg}=16270,0 \text{ I}_{zg}=1040,0 \text{ A}=72,70 \text{ i}_y=15,0 \text{ i}_z=3,8$$

$$I_w=313580,3 \text{ I}_t=35,0 \text{ i}_s=15,4.$$

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności  $f_y=235 \text{ MPa}$  oraz wytrzymałość na rozciąganie  $f_u = 360$  dla  $g=8,0$ .

### Długości wyboczeniowe pręta:

#### Przęsło Yc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 10,000$$

$$l_w = 1,000 \times 10,000 = 10,000 \text{ m}$$

**Przęsło Zc 8 (9,500;10,000)**

Przyjęto:

$$\kappa_a = 0,684 \quad \kappa_b = 0,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 0,627 \quad \text{dla } l_0 = 0,500$$

$$l_w = 0,627 \times 0,500 = 0,314 \text{ m}$$

**Przęsło w 8 (9,500;10,000)**

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_w = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{ow} = 0,500$  m. Długość wyboczeniowa  $l_w = 0,500$  m.

**Siły krytyczne:**

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 16270, \text{ cm}^4}{10,000^2} \times 10^{-2} = 3372,15 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 1040, \text{ cm}^4}{0,314^2} \times 10^{-2} = 219319,42 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EI_{\varpi}}{l_{\varpi}^2} + GI_T \right) = \frac{1}{15,4^2} \times \left( \frac{3,1416^2 \times 210 \times 313580, \text{ cm}^4}{0,500^2} \times 10^{-2} + 81 \times 35,0 \times 10^2 \right) = 110375,17 \text{ kN}$$

**Zwicherungie:**

**Przęsło nr: 5 (5,000;6,500)**

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

$$A_0 = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,610 \times 0,00 + 0,530 \times 0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_0 N_{cr,z} + \sqrt{(A_0 N_{cr,z})^2 + B^2 i_s^2 N_{cr,z} N_{cr,T}} =$$

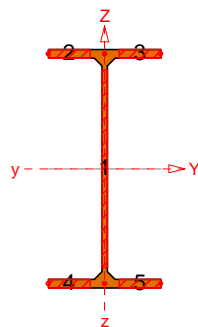
$$0,000 \times 23027,68 + \sqrt{(0,000 \times 23027,68)^2 + 1,140^2 \times 0,154^2 \times 23027,68 \times 13321,3} = 3080,96 \text{ kNm}$$

**Stan graniczny nośności.**

$x_a = 10,000$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 1, 8, 8. Obciążenia: CW+1,35·(B+St)+1,5·T

Przyjęto następujące współczynniki częściowe  $\gamma_M$ :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,25.$$



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	$\alpha$	$\psi$	$k_{\sigma}$	(c/t) <sub>1</sub>	(c/t) <sub>2</sub>	(c/t) <sub>3</sub>	c/t	Klasa
1	298,6	8,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	37,325	
2	63,0	12,7	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	4,961	
3	63,0	12,7	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	4,961	
4	63,0	12,7	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	4,961	
5	63,0	12,7	0,000	0,000	0	INF	INF	INF	4,961	

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 10,000$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 1, 8, 8. Obciążenia:  $1,35 \cdot CW + B + 1,35 \cdot St + 1,5 \cdot T$   
- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{32,12 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 435,82 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{67,78}{435,82} = \mathbf{0,156 < 1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto  $\eta = 1,2$ .

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 298,6/8,0 = \mathbf{37,325 < 59,717} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 5,000$ ;  $x_b = 5,000$ ; Przęsło nr: 1, 5, 5. Obciążenia:  $1,35 \cdot (CW + B + St) + 1,5 \cdot T$

Klasa przekroju 1.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1018,19 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 239,27 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{72,70 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 1708,45 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,00 / 1708,45 = 0,000; \quad \text{przyjęto } n = 0,000 \leq 1;$$

Dla dwuteownika bisymetrycznego:

$$a = (A - 2 b t_f) / A = (72,70 - 2 \times 17,00 \times 1,27) / 72,70 = 0,406; \quad \text{przyjęto } a = 0,406 \leq 0,5;$$

- zginanie y-y

$$N_{Ed} = \mathbf{0 < 427,11} = 0,25 \times 1708,45 = 0,25 N_{pl,Rd} \quad (6.33)$$

$$N_{Ed} = \mathbf{0 < 314,52} = \frac{0,5 \times 33,46 \times 0,80 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{0,5 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.34)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

- zginanie z-z

$$N_{Ed} = \mathbf{0 < 629,05} = \frac{33,46 \times 0,80 \times 235}{1} \times 10^{-1} = \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} \quad (6.35)$$

Nie ma potrzeby redukowania nośności na zginanie ze względu na siłę osiową.

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{166,93}{239,27} = \mathbf{0,698 < 1} \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0}{1708,45} + \frac{166,93}{239,27} + \frac{0}{44,96} = \mathbf{0,698 < 1} \quad (6.2)$$

### Zginanie (stateczność):

$x_a = 5,000$ ;  $x_b = 5,000$ ; Przęsło nr: 1, 5, 5. Obciążenia:  $1,35 \cdot (CW + B + St) + 1,5 \cdot T$

Przyjęto krzywą zwichrzenia „c”.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1018,19 \times 235}{3080,96 \times 10^3}} = 0,279$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,28 - 0,4) + 0,75 \times 0,28^2] = 0,499$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,499 + \sqrt{0,499^2 - 0,75 \times 0,279^2}} = 1,068;$$

$$\text{przyjęto } \chi_{LT} = \mathbf{1,000} \leq 1,000 = \min \{ 1; 1 / \bar{\lambda}_{LT}^2 \}$$

Warunek stateczności przy zginaniu:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1,000 \times 1018,19 \times \frac{235}{1} \times 10^{-3} = 239,27 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{166,93}{239,27} = \mathbf{0,698} < \mathbf{1} \quad (6.54)$$

#### Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

xa = 5,000; xb = 5,000; Przęsło nr: 1, 5, 5. Obciążenia: 1,35·(CW+B+St)+1,5·T

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $s_s = \mathbf{100,0}$  mm oraz typ obciążenia środka (**a**). Dodatkowo przyjęto rozstaw żebrow poprzecznych  $a = \mathbf{10,000}$  m. Nośność najbardziej obciążonego środka:

$$k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6 + 2 \times (298,6 / 10000,0)^2 = 6,00$$

$$m_1 = f_{yf} b_f / f_{yw} t_w = 235 \times 170,0 / (235 \times 8,0) = 21,250$$

$$m_2 = 0,02 (h_w / t_f)^2 = 0,02 \times (298,6 / 12,7)^2 = 11,056$$

$$l_y = s_s + 2t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 100,0 + 2 \times 12,7 \times (1 + \sqrt{21,250 + 11,056}) = 269,8 \text{ przyjęto } l_y = 269,8 \leq a$$

$$F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 0,9 \times 6,00 \times 210 \times 8,0^3 / 298,6 = 1945,01 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{269,8 \times 8,0 \times 235 \times 10^3}{1945,01}} = 0,511$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} = \frac{0,5}{0,511} = 0,979 \quad \text{przyjęto } \chi_F = 0,979 \leq 1,0$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 0,979 \times 269,8 = 264,1 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235 \times 264,1 \times 8,0 \times 10^3}{1} = 496,60 \text{ kN} \quad (6.1 \text{ EN 1993-1-5})$$

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{0,13}{496,60} = \mathbf{0,000} < \mathbf{1} \quad (6.14 \text{ EN 1993-1-5})$$

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff} / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{y,N}}{f_y W_{y,eff} / \gamma_{M0}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{z,N}}{f_y W_{z,eff} / \gamma_{M0}} = \frac{0}{72,7 \times 235 / 1} \times 10 + \frac{166,93 + 0 \times 0,000}{903,89 \times 235 / 1} \times 10^3 + \frac{0 + 0 \times 0,000}{122,35 \times 235 / 1} \times 10^3 = 0,786 \quad (4.15 \text{ EN 1993-1-5})$$

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,000 + 0,8 \times 0,786 = \mathbf{0,629} < \mathbf{1,4} \quad (7.2 \text{ EN 1993-1-5})$$

#### Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 4, 4. Obciążenia: CW+B+St+T

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 34,6 \text{ mm}$$

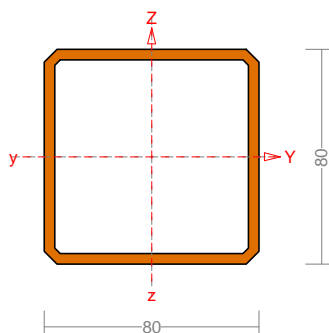
$$a_{gr} = 1 / 250 = 10000 / 250 = 40,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = \mathbf{34,6} < \mathbf{40,0} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 34,586 \text{ mm}; \quad L / a = 1500,0 / 34,586 = 43,4$$

### Poz.3.3.      Poprzecznice RKA 80x80x4



Wymiary przekroju:

$h=80,0$   $s=80,0$   $g=4,0$   $t=4,0$   $r=4,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=106,9$   $I_{zg}=106,9$   $A=11,46$   $i_y=3,1$   $i_z=3,1$   $I_w=1,5$

$I_t=183,3$   $i_s=4,3$ .

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności  $f_y=235$  MPa oraz  
wytrzymałość na rozciąganie  $f_u = 360$  dla  $g=4,0$ .

**Długości wyboczeniowe pręta:**

**Przęsło Yc**

Przyjęto:

$\kappa_a = 1,000$        $\kappa_b = 1,000$       węzły nieprzesuwne       $\Rightarrow$        $\mu = 1,000$       dla  $l_o = 1,500$   
 $l_w = 1,000 \times 1,500 = 1,500$  m

**Przęsło Zc**

Przyjęto:

$\kappa_a = 0,186$        $\kappa_b = 0,085$       węzły nieprzesuwne       $\Rightarrow$        $\mu = 0,530$       dla  $l_o = 1,500$   
 $l_w = 0,530 \times 1,500 = 0,795$  m

**Przęsło  $\omega$**

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

**Siły krytyczne:**

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 106,9}{1,500^2} \times 10^{-2} = 984,72 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 106,9}{0,795^2} \times 10^{-2} = 3505,6 \text{ kN}$$

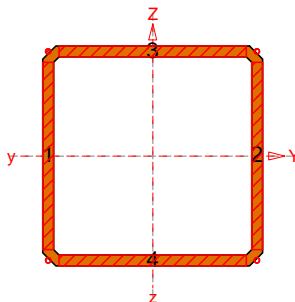
$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_T \right) = \frac{1}{4,32^2} \times \left( \frac{3,1416^2 \times 210 \times 1,48}{1,500^2} \times 10^{-2} + 81 \times 183,3 \times 10^2 \right) = 79589,39 \text{ kN}$$

**Stan graniczny nośności.**

$x_a = 1,500$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia:  $CW+1,35 \cdot (B+St)+1,5 \cdot T$

Przyjęto następujące współczynniki częściowe  $\gamma_M$ :

$\gamma_{M0} = 1$ ;  $\gamma_{M1} = 1$ ;  $\gamma_{M2} = 1,25$ .



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	$\alpha$	$\psi$	$k_{\sigma}$	$(c/t)_1$	$(c/t)_2$	$(c/t)_3$	c/t	Klasa
1	68,0	4,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	17,000	
2	68,0	4,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	17,000	
3	68,0	4,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	17,000	
4	68,0	4,0	0,000	0,000	-	INF	INF	INF	17,000	

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

#### Nośność przekroju na skręcanie:

$x_a = 1,500$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+B+1,35·St+1,5·T

Naprężenia przy skręcaniu swobodnym:

$$W_t = J_t \left( \frac{t}{F_s} \right)_{\min} = 183,31 \times \frac{0,40}{1,59} = 46,14 \text{ cm}^3$$

$$T_{Rd} = \frac{W_t f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{46,14 \times 235}{1,732 \times 1} \times 10^{-3} = 6,26 \text{ kNm}$$

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{0,58}{6,26} = \mathbf{0,093} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

#### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 1,500$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·CW+B+1,35·St+1,5·T

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{5,73 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 77,74 \text{ kN}$$

Uwzględnienie występowania skręcania swobodnego:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[ 1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{(f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}} \right] V_{pl,Rd} = 1 - \frac{12,6}{(235 / 1,732) / 1} \times 77,74 = 70,54 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,09}{70,54} = \mathbf{0,001} < \mathbf{1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto  $\eta = 1,2$ .

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$h_w / t_w = 68,0 / 4,0 = \mathbf{17,000} < \mathbf{59,743} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$

#### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,750$ ;  $x_b = 0,750$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+1,35·(B+St)+1,5·T

Klasa przekroju **1**.

Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{33,23 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 7,81 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{11,46 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 269,31 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,00 / 269,31 = 0,000; \quad \text{przyjęto } n = 0,000 \leq 1;$$

Dla rury prostokątnej i bisymetrycznego przekroju skrzynkowego:

$$a_w = (A - 2 b t_f) / A = (11,46 - 2 \times 8,00 \times 0,40) / 11,46 = 0,442; \quad \text{przyjęto } a_w = 0,442 \leq 0,5$$

$$a_f = (A - 2 h t_w) / A = (11,46 - 2 \times 8,00 \times 0,40) / 11,46 = 0,442; \quad \text{przyjęto } a_f = 0,442 \leq 0,5$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n) / (1 - 0,5 a_w) = 7,81 \times (1 - 0,000) / (1 - 0,5 \times 0,442) = 10,02 \quad (6.39)$$

lecz  $M_{N,y,Rd} \leq M_{pl,y,Rd}$ , przyjęto  $M_{N,y,Rd} = 7,81 \text{ kNm}$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} (1 - n) / (1 - 0,5 a_f) = 7,81 \times (1 - 0,000) / (1 - 0,5 \times 0,442) = 10,02; \quad (6.40)$$

lecz  $M_{N,z,Rd} \leq M_{pl,z,Rd}$ , przyjęto  $M_{N,z,Rd} = 7,81 \text{ kNm}$

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{0,03}{7,81} = \mathbf{0,004} < \mathbf{1} \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0}{269,31} + \frac{0,03}{7,81} + \frac{0}{7,81} = \mathbf{0,004} < \mathbf{1} \quad (6.2)$$

#### Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 1,500$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+B+St)

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $s_s = \mathbf{100,0}$  mm oraz typ obciążenia środka (a). Dodatkowo przyjęto rozstaw żeber poprzecznych  $a = \mathbf{1,500}$  m. Nośność najbardziej obciążonego środka:

$$k_F = 6 + 2 (h_w / a)^2 = 6 + 2 \times (68,0 / 1500,0)^2 = 6,00$$

$$m_1 = f_{yf} b_f / f_{yw} t_w = 235 \times 38,0 / (235 \times 4,0) = 9,500$$

$$m_2 = 0,000$$

$$l_y = s_s + 2t_f (1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 100,0 + 2 \times 4,0 \times (1 + \sqrt{9,500 + 0,000}) = 132,7 \quad \text{przyjęto } l_y = 132,7 \leq a$$

$$F_{cr} = 0,9 k_F E t_w^3 / h_w = 0,9 \times 6,00 \times 210 \times 4,0^3 / 68,0 = 1068,03 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_{yw}}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{132,7 \times 4,0 \times 235 \times 10^3}{1068,03}} = 0,342$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\bar{\lambda}_F} = \frac{0,5}{0,342} = 1,463 \quad \text{przyjęto } \chi_F = 1,000 \leq 1,0$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 1,000 \times 132,7 = 132,7 \text{ mm}$$

$$F_{Rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = \frac{235 \times 132,7 \times 4,0 \times 10^3}{1} = 124,70 \text{ kN} \quad (6.1 \text{ EN 1993-1-5})$$

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{0,09}{124,70} = \mathbf{0,001} < \mathbf{1} \quad (6.14 \text{ EN 1993-1-5})$$

#### Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+B+St

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,0 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = 1 / 250 = 1500 / 250 = 6,0 \text{ mm}$$

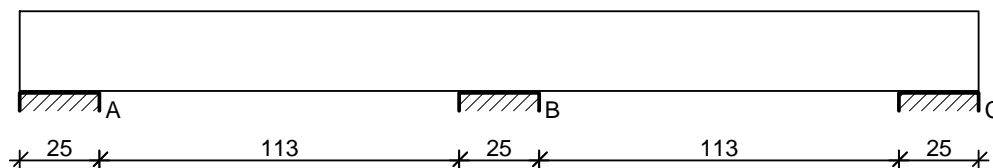
$$a_{\max} = \mathbf{0,0} < \mathbf{6,0} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

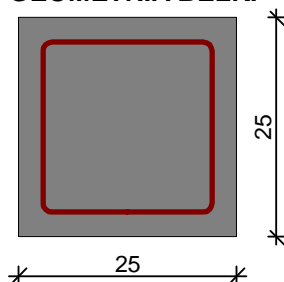
$$a = 0,026 \text{ mm}; \quad L / a = 1500,0 / 0,026 = 56784,5$$

### Poz.3.4. Wieniec przyczółka

#### SZKIC BELKI



#### GEOMETRIA BELKI



#### Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

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

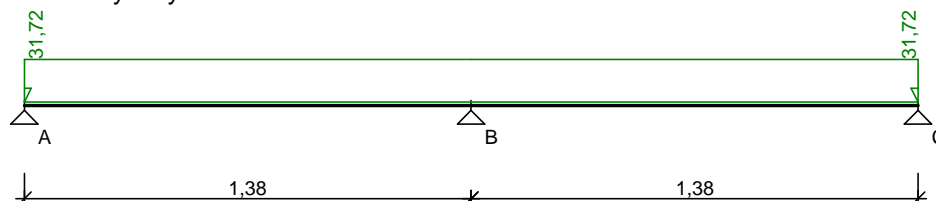
Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

## OBCIĄŻENIA NA BELCE

### Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obciążenia montażowe	20,00	1,50	--	30,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,25m·25,0kN/m <sup>3</sup> ]	1,56	1,10	--	1,72	cała belka
<b>Σ:</b>		<b>21,56</b>	<b>1,47</b>		<b>31,72</b>	

### Schemat statyczny belki



## DANE MATERIAŁOWE

### Parametry betonu:

Klasa betonu: **C20/25 (B25)** →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8$  mm

Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,52$

### Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-III (34GS)** →  $f_{yk} = 410$  MPa,  $f_{yd} = 350$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów górnych  $\phi_g = 12$  mm

Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 12$  mm

### Strzemiona:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)** →  $f_{yk} = 220$  MPa,  $f_{yd} = 190$  MPa,  $f_{tk} = 300$  MPa

Średnica strzemion  $\phi_s = 6$  mm

### Zbrojenie montażowe:

Klasa stali **A-III (34GS)**

Średnica prętów  $\phi = 12$  mm

### Otulenie:

Klasa środowiska: **XC3**

Wartość dopuszczalnej odchyłki  $\Delta c = 5$  mm

→ nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 25$  mm

## ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: **trwała**

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm

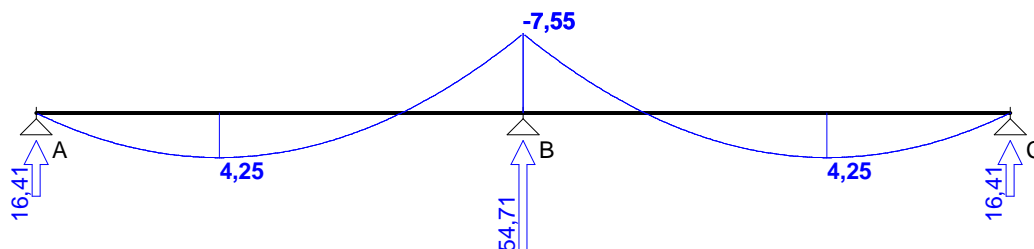
Graniczne ugięcie w przęsłach  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

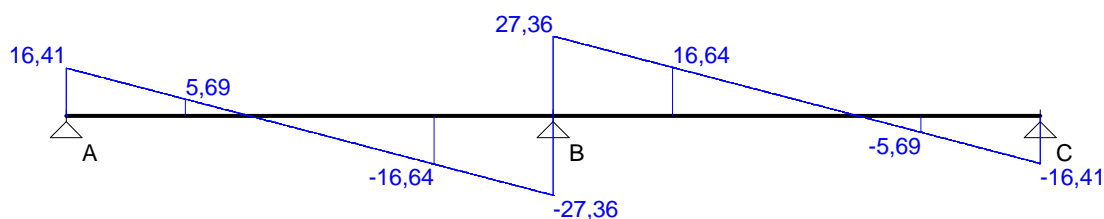
## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

### Obwiednia sił wewnętrznych

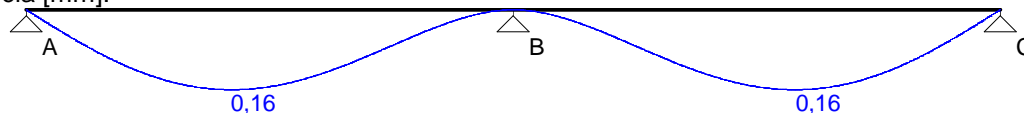
Momenty zginające [kNm]:



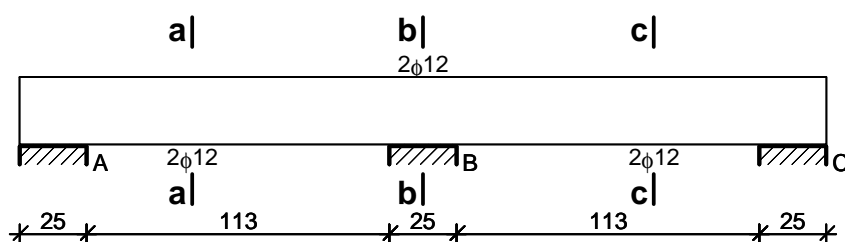
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE wg PN-EN-1992-1-1



#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 4,25$  kNm

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 0,74$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 2φ12 o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,42\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 4,25$  kNm <  $M_{Rd} = 15,92$  kNm (26,7%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)16,64$  kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi φ6 co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)16,64$  kN <  $V_{Rd1} = 35,41$  kN (47,0%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 2,89$  kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,89$  kNm

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,16$  mm <  $a_{lim} = 1380/200 = 6,90$  mm (2,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 15,90$  kN

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

#### Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)7,55$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 1,04$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 2φ12 o  $A_s = 2,26$  cm<sup>2</sup> ( $\rho = 0,42\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)7,55$  kNm <  $M_{Rd} = 15,92$  kNm (47,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)5,13 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)5,13 \text{ kNm}$

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

### Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 4,25 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 0,74 \text{ cm}^2$ . Przyjęto **2 $\phi$ 12** o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,42\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 4,25 \text{ kNm} < M_{Rd} = 15,92 \text{ kNm}$  (26,7%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 16,64 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi  $\phi 6$  co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 16,64 \text{ kN} < V_{Rd1} = 35,41 \text{ kN}$  (47,0%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 2,89 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,89 \text{ kNm}$

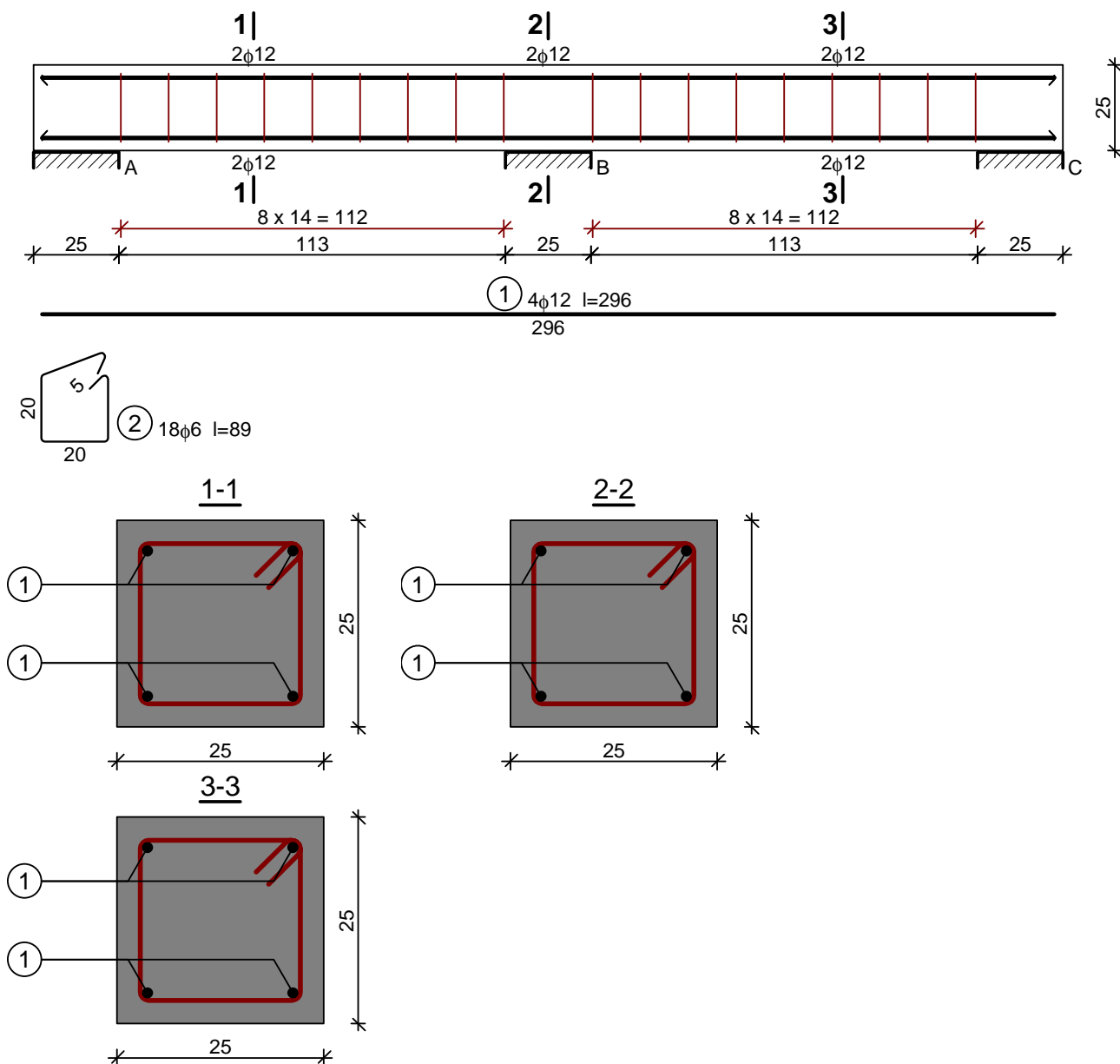
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,16 \text{ mm} < a_{lim} = 1380/200 = 6,90 \text{ mm}$  (2,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 15,90 \text{ kN}$

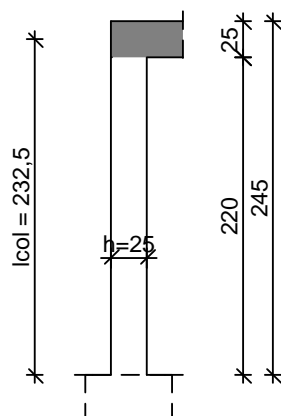
Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### SZKIC ZBROJENIA



### Poz.3.5. Słupy przyczółka

#### SZKIC SŁUPA



#### GEOMETRIA SŁUPA

##### Wymiary przekroju słupa:

Typ przekroju: prostokątny

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

Wysokość przekroju  $h = 25,0 \text{ cm}$

##### Wymiary słupa:

Węzeł górny:

- Wysokość rygla prawego  $25,00 \text{ cm}$

Wysokość kondygnacji  $h_{\text{kond}} = 2,45 \text{ m}$

Odległość od górnej powierzchni fundamentu do kondygnacji  $0,00 \text{ m}$

Węzeł dolny:

- Fundament

→ przyjęto wysokość słupa  $l_{\text{col}} = 2,33 \text{ m}$

Rodzaj słupa: monolityczny

##### Model wyboczeniowy słupa:

Numer kondygnacji od góry: 1

W płaszczyźnie obciążenia:

- konstrukcja **przesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej  $\beta_x = 1,09$

Z płaszczyzny obciążenia:

- konstrukcja **przesuwna**

- współczynnik długości wyboczeniowej  $\beta_y = 1,48$

#### OBCIĄŻENIA SŁUPA

	typ wykresu	$N_{\text{Sd}}$ [kN]	$N_{\text{Sd,lt}}$ [kN]	$M_{1\text{Sd,x}}$ [kNm]	$M_{3\text{Sd,x}}$ [kNm]	$M_{2\text{Sd,x}}$ [kNm]
1.	prostoliniowy	67,68	0,00	10,00	--	-10,00

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości  $N_o = 4,00 \text{ kN}$

#### DANE MATERIAŁOWE

##### Parametry betonu:

Klasa betonu: **C20/25 (B25)** →  $f_{\text{cd}} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{ctd}} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{\text{cm}} = 30,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska  $\text{RH} = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia: 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,10$

##### Zbrojenie podłużne:

Klasa stali A-III (**34GS**) →  $f_{\text{yk}} = 410 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{yd}} = 350 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{tk}} = 550 \text{ MPa}$

Zbrojenie wzdłuż boku "b"

Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$

Zbrojenie wzdłuż boku "h"

Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-0 (**St0S-b**)  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}, f_{yd} = 190 \text{ MPa}, f_{tk} = 300 \text{ MPa}$

Średnica strzemion  $\phi_s = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-III (34GS)

Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC3

Wartość dopuszczalnej odchyłki  $\Delta c = 5 \text{ mm}$

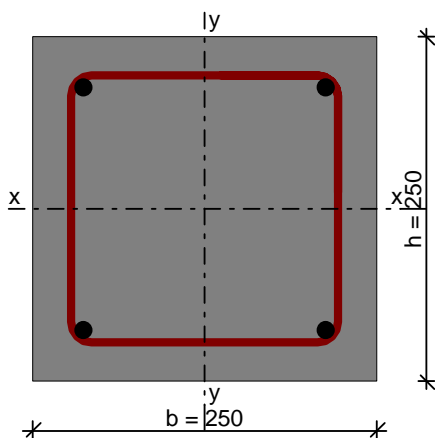
$\rightarrow$  nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

## ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

## WYMIAROWANIE wg PN-EN-1992-1-1



Ściskanie ze zginaniem:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b":

Zbrojenie potrzebne po **2 $\phi$ 12** o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h":

Zbrojenie potrzebne po **2 $\phi$ 12** o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto **4 $\phi$ 12** o  $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,72\%$ )

Warunek nośności:

- dla  $N_d = 67,68 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = 11,13 \text{ kNm} < M_{Rd,x,odp,max} = 22,17 \text{ kNm}$

- dla  $N_d = 71,68 \text{ kN}$  :  $M_{d,x} = (-)11,20 \text{ kNm} > M_{Rd,x,odp,min} = (-)22,52 \text{ kNm}$

- dla  $M_{d,x} = (-)11,20 \text{ kNm}$  :  $N_d = 71,68 \text{ kN} < N_{Rd,odp,max} = 884,63 \text{ kN}$

Strzemiona konstrukcyjne:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami pojedynczymi

- poza odcinkami zakładu zbrojenia głównego  $\phi 6$  co max. 180 mm

- na odcinkach zakładu zbrojenia głównego  $\phi 6$  co max. 90 mm

SGU:

Momenty charakterystyczne  $M_{Sk} = 8,33 \text{ kNm}, M_{Sk,lt} = 8,33 \text{ kNm}$

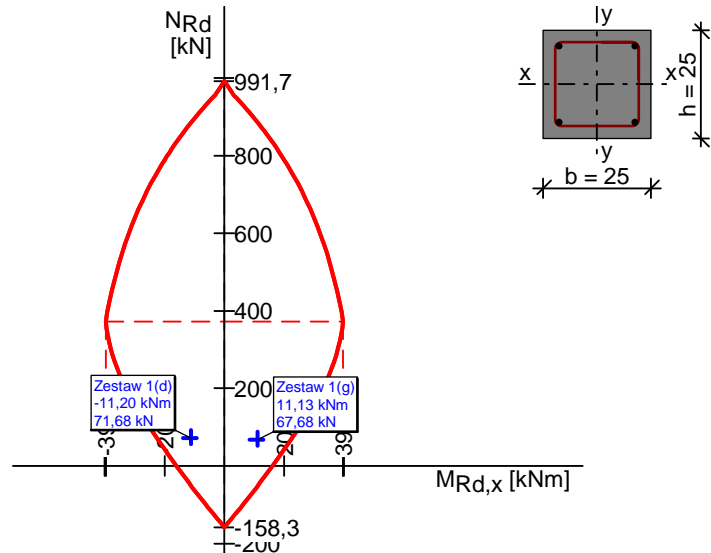
Siły charakterystyczne  $N_{Sk} = 56,40 \text{ kN}, N_{Sk,lt} = 56,40 \text{ kN}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,044 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (14,5%)

Uwaga:

Dodatkowo należy przeanalizować wpływ ścinania oraz przemieszczenie słupa

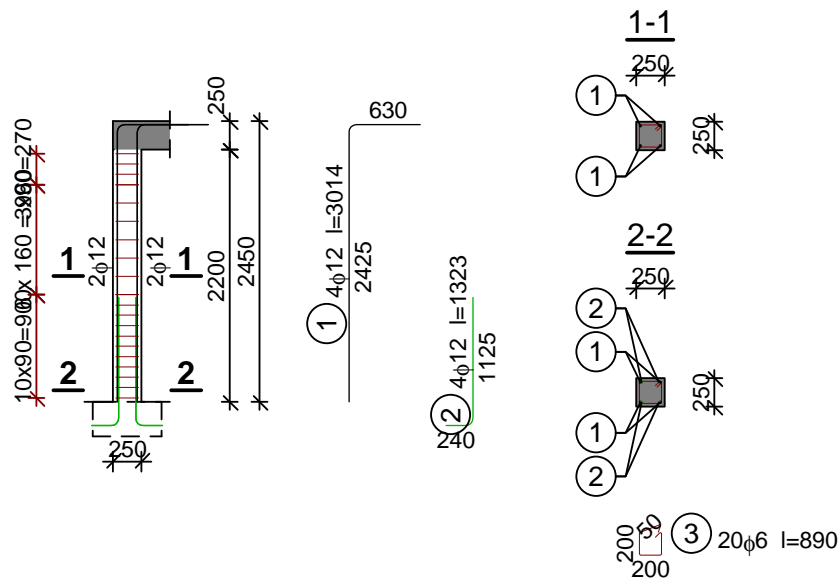
### WYKRES INTERAKCJI M-N



Wartości ekstremalne wykresu M-N:

$M_{Rd,x,max} = 39,68 \text{ kNm}$ ;  $N_{Rd,odp} = 372,34 \text{ kN}$   
 $M_{Rd,x,min} = -39,68 \text{ kNm}$ ;  $N_{Rd,odp} = 372,34 \text{ kN}$   
 $M_{Rd,x,odp} = 0,00 \text{ kNm}$ ;  $N_{Rd,max} = 991,67 \text{ kN}$   
 $M_{Rd,x,odp} = 0,00 \text{ kNm}$ ;  $N_{Rd,min} = -158,34 \text{ kN}$

### SZKIC ZBROJENIA



### WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręt a	Średnica [mm]	Długość [mm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				St0S-b	34GS
				φ6	φ12
dla jednego słupa					
1	12	3014	4		12,06
2	12	1323	4		5,29
3	6	890	20	17,80	
Długość całkowita wg średnic [m]				17,8	17,4
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				4,0	15,5
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				4,0	15,5
Masa całkowita [kg]				20	

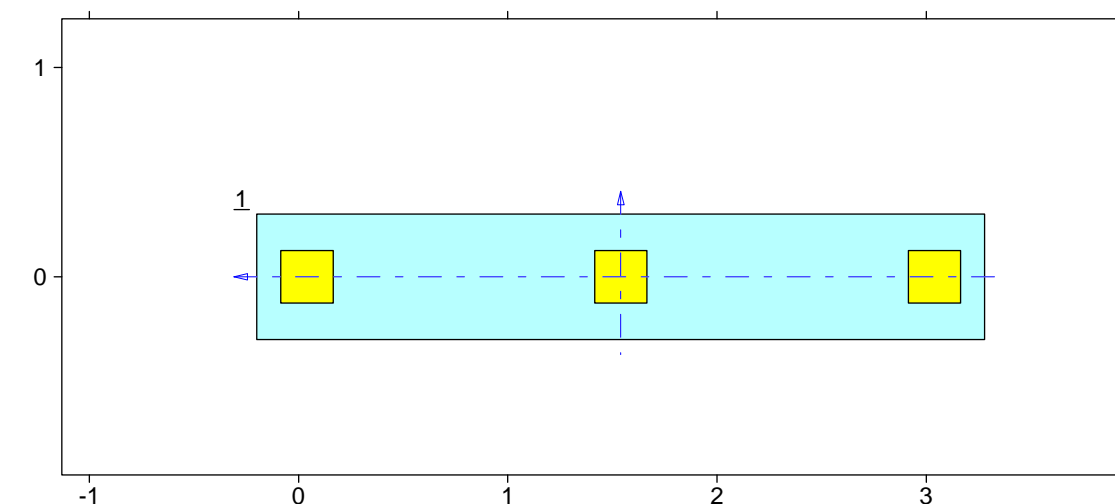
## Poz.4.0. Posadowienie

Zaprojektowano posadowienie bezpośrednie na ławie fundamentowej.

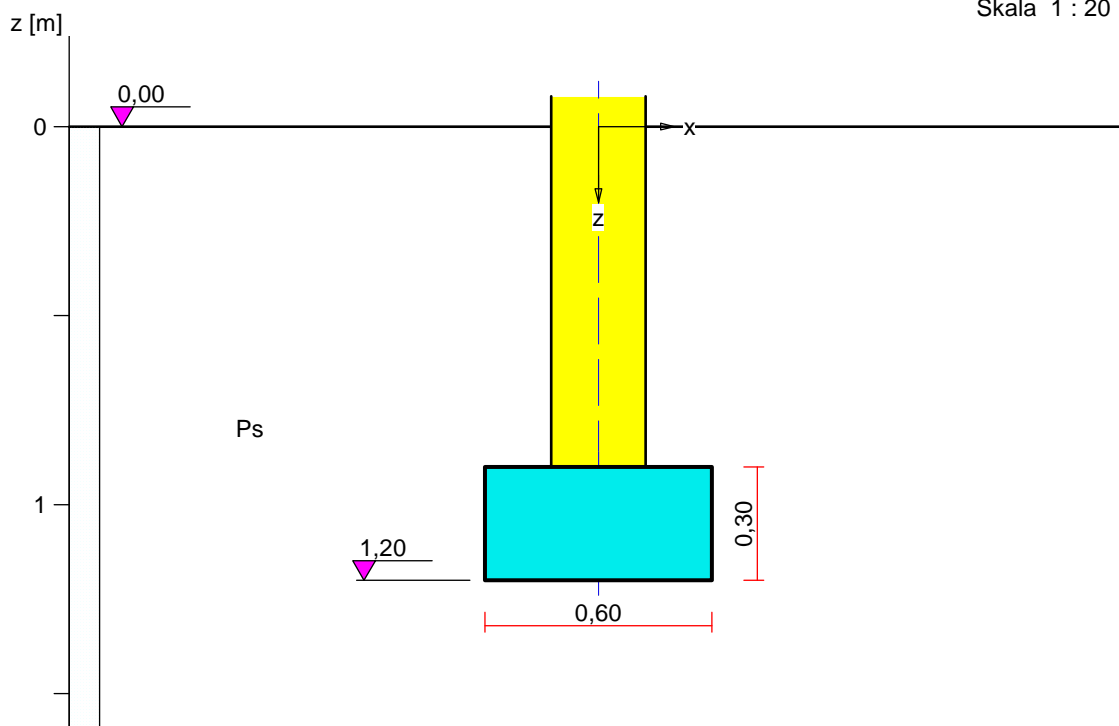
Maksymalna reakcja z kładki wynosi 67,78 kN. Ze względu na możliwość wystąpienia zmian w uzbrojeniu kładki, przyjęto maksymalną reakcję 90 kN.

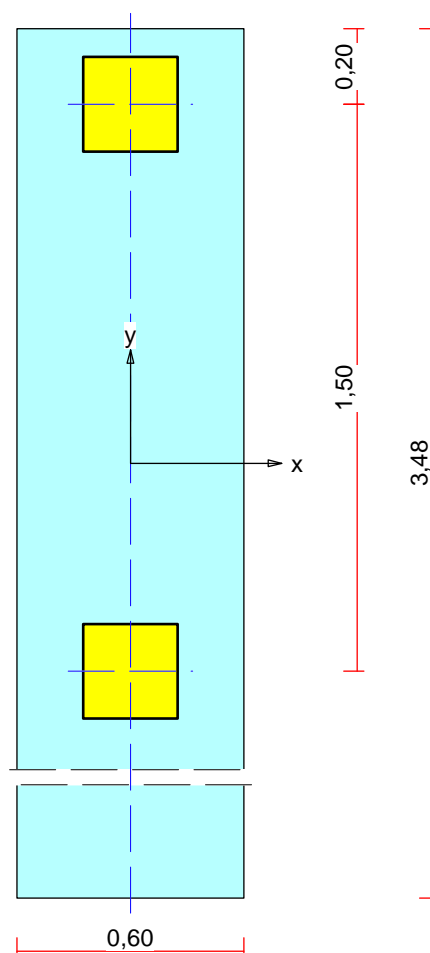
Na podstawie odkrywek własnych do obliczeń przyjęto Piasek średni o  $I_d = 0,4$ . W poziomie posadowienia przyjęto występowanie wod gruntowych.

### Poz.4.1. Ława L1



Skala 1 : 20





## Podłoże gruntowe

### Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody grunt.
	[m]	[m]		[m]
1	0,00	nieokreśl.	Piasek średni	0,00

### . Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	$I_D$	$I_L$	$\rho$	stopień	$c_u$	$\Phi_u$	$M_0$	M
gruntu	[-]	[-]	[t/m <sup>3</sup> ]	wilgotn.	[kPa]	[°]	[kPa]	[kPa]
Ps	0,40		2,00	mokry	0,00	32,4	79327	88141

## Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia:  $z_{obc} = 0,84$  m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	$H_x$	$H_y$	$M_x$	$M_y$	$\gamma$
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	90,0	0,0	0,0	0,00	0,00	1,20

\* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

D+K - obciążenia stałe, zmienne długotrwałe i krótkotrwałe.

## Stan graniczny I

### Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,20	0,68	0,00

### Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B = 0,60 \text{ m}$ ,  $L = 3,48 \text{ m}$ .

Względny poziom posadowienia:  $H = 1,20 \text{ m}$ .

Rodzaj obciążenia: D,

### Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	Ex	$\gamma$	Obc. obl. G	Mom. obl. $M_G$
	[kN/m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kNm/m]
Fundament	4,41	0,00	1,1(0,9)	4,86	0,00
Grunt - pole 1	4,82	-0,16	1,2(0,8)	5,79	-0,95
Grunt - pole 2	4,82	0,16	1,2(0,8)	5,79	0,95
Wypor wody				-7,61	0,00

Uwaga: Przy sprawdzaniu położenia wypadkowej alternatywnie brano pod uwagę obciążenia obliczeniowe wyznaczone przy zastosowaniu dolnych współczynników obciążenia.

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa:  $N = 77,59 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E = 0,00 \text{ m}$ ,

siła pozioma:  $H_x = 0,00 \text{ kN/m}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,36 \text{ m}$ ,

moment:  $M_y = 0,00 \text{ kNm/m}$ .

### Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (77,59 + 8,82 | 6,32) \cdot 3,48 = 300,69 | 292,00 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-77,59 \cdot 0,00 + 0,00 | 0,00) \cdot 3,48 = 0,00 | 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 292,00 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,10 \text{ m}.$$

**Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.**

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m}, \quad L' = L = 3,48 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 2):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 0,92 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 0,92 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 10,81 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 32,40 \cdot 0,90 = 29,16^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \cdot 0,90 = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 6,59 \quad N_C = 28,21, \quad N_D = 16,74.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 3,48 / 300,69 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5580 = 0,000,$$

$$i_B = 1,00, \quad i_C = 1,00, \quad i_D = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,02 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,01 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'/L' = 0,96, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'/L' = 1,05, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'/L' = 1,26.$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 546,91 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 300,69 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 546,91 = 443,00 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## Stan graniczny II

### Osiadanie fundamentu

**Osiadanie całkowite:**

Osiadanie pierwotne:  $s' = 0,11 \text{ cm}$ .

Osiadanie wtórne:  $s'' = 0,00 \text{ cm}$ .

Współczynnik stopnia odprężenia podłoża:  $\lambda = 0$ .

Osiadanie:  $s = s' + \lambda \cdot s'' = 0,11 + 0 \cdot 0,00 = 0,11 \text{ cm}$ ,

Sprawdzenie warunku osiadania:

Dopuszczalne osiadanie:  $s_{dop} = 1,00 \text{ cm}$ .

$$s = 0,11 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm}$$

**Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.**

### Szczegółowe wyniki osiadania fundamentu

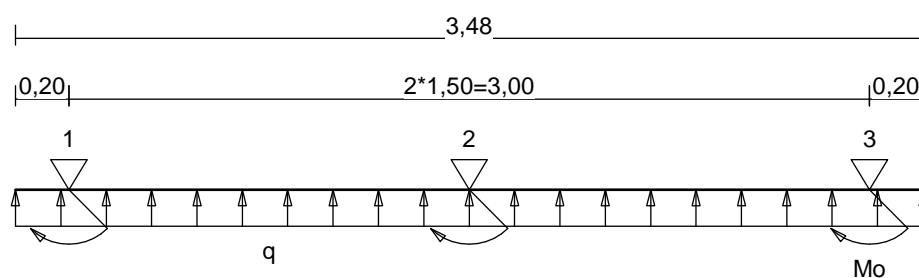
Nr warstwy	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Napr. pierwotne [kPa]	Napr. wtórne [kPa]	Napr. dodatk. [kPa]	Osiadanie pierwotne [cm]	Osiadanie wtórne [cm]	Osiadanie sumaryczne [cm]
1	0,00	0,12	1	0	0	0,00	0,00	0,00
2	0,12	0,12	4	0	0	0,00	0,00	0,00
3	0,24	0,12	6	0	0	0,00	0,00	0,00
4	0,36	0,12	8	0	0	0,00	0,00	0,00
5	0,48	0,12	11	0	0	0,00	0,00	0,00
6	0,60	0,12	13	0	0	0,00	0,00	0,00
7	0,72	0,12	15	0	0	0,00	0,00	0,00
8	0,84	0,12	18	0	0	0,00	0,00	0,00
9	0,96	0,12	20	0	0	0,00	0,00	0,00
10	1,08	0,12	23	0	0	0,00	0,00	0,00
11	1,20	0,12	25	0	100	0,02	0,00	0,02
12	1,32	0,12	27	0	85	0,01	0,00	0,01
13	1,44	0,12	30	0	73	0,01	0,00	0,01
14	1,56	0,12	32	0	62	0,01	0,00	0,01
15	1,68	0,12	34	0	53	0,01	0,00	0,01
16	1,80	0,12	37	0	46	0,01	0,00	0,01
17	1,92	0,12	39	0	40	0,01	0,00	0,01
18	2,04	0,12	42	0	35	0,01	0,00	0,01
19	2,16	0,12	44	0	31	0,00	0,00	0,00
20	2,28	0,12	46	0	28	0,00	0,00	0,00
21	2,40	0,12	49	0	25	0,00	0,00	0,00
22	2,52	0,12	51	0	23	0,00	0,00	0,00
23	2,64	0,12	54	0	21	0,00	0,00	0,00

24	2,76	0,12	56	0	19	0,00	0,00	0,00
25	2,88	0,12	58	0	17	0,00	0,00	0,00
26	3,00	0,12	61	0	16	0,00	0,00	0,00
27	3,12	0,12	63	0	15	0,00	0,00	0,00
28	3,24	0,12	65	0	14	0,00	0,00	0,00
29	3,36	0,12	68	0	13	0,00	0,00	0,00
30	3,48	0,12	70	0	12	0,00	0,00	0,00
31	3,60	0,12	73	0	11	0,00	0,00	0,00
Suma						0,11	0,00	0,11

Uwaga: Wartości naprężeń są średnimi wartościami naprężeń w warstwie

## Zagadnienie zginania ławy-belki

### Schemat statyczny

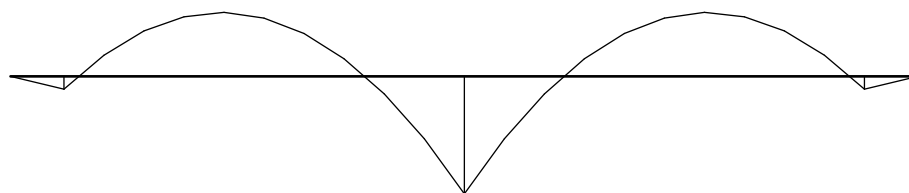


### Zestawienie obciążeń:

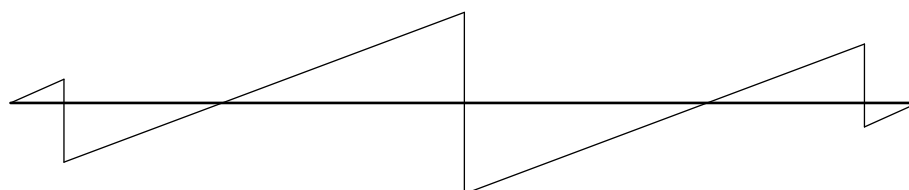
Nr obc.	N	$q = N/n$	$H_v$	$M_x$	$M_0 = H_v(z_f - z_{obc}) - M_x$
	[kN]	[kN/m]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	90,0	77,59	0,0	0,00	0,00

### Siły wewnętrzne

#### Wykresy momentów zginających



#### Wykresy sił tnących



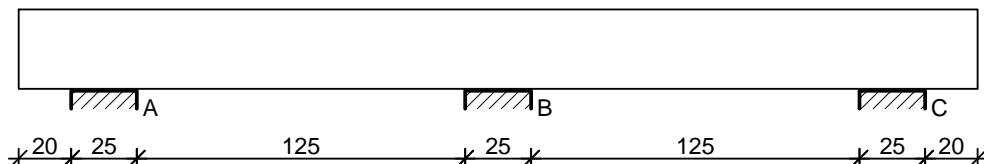
### Zestawienie sił wewnętrznych dla obciążenia nr 1

Nr słupa	$M_l$	$M_p$	$M_s$	$T_l$	$T_p$
----------	-------	-------	-------	-------	-------

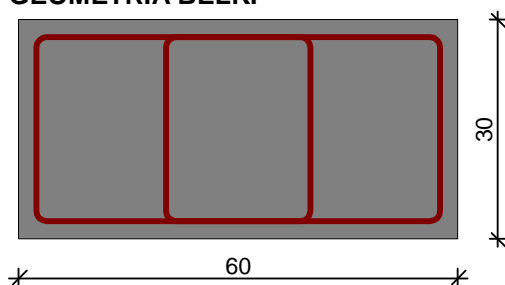
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	2,2	2,2	-11,3	18,6	-45,9
2	20,7	20,7	-11,3	70,5	-70,5
3	2,2	2,2		45,9	-18,6

## Wymiarowanie zginania ławy-belki

### SZKIC BELKI



### GEOMETRIA BELKI



#### Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju  $b_w = 60,0$  cm

Wysokość przekroju  $h = 30,0$  cm

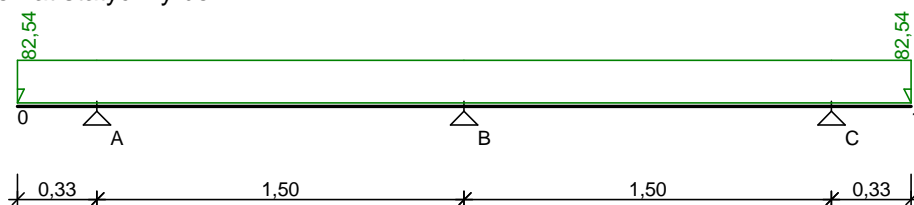
Rodzaj belki: monolityczna

### OBCIĄŻENIA NA BELCE

#### Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.		77,59	1,00	--	77,59	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,60m·0,30m·25,0kN/m <sup>3</sup> ]	4,50	1,10	--	4,95	cała belka
<b>Σ:</b>		<b>82,09</b>	<b>1,01</b>		<b>82,54</b>	

#### Schemat statyczny belki



### DANE MATERIAŁOWE

#### Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy  $\rho = 25,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8$  mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,11$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-III (**34GS**)  $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa}, f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych  $\phi_g = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych  $\phi_d = 12 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-0 (**St0S-b**)  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}, f_{yd} = 190 \text{ MPa}, f_{tk} = 300 \text{ MPa}$

Średnica strzemion  $\phi_s = 8 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-III (34GS)

Średnica prętów  $\phi = 12 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: XC1

Wartość dopuszczalnej odchyłki  $\Delta c = 5 \text{ mm}$

$\rightarrow$  nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

## ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

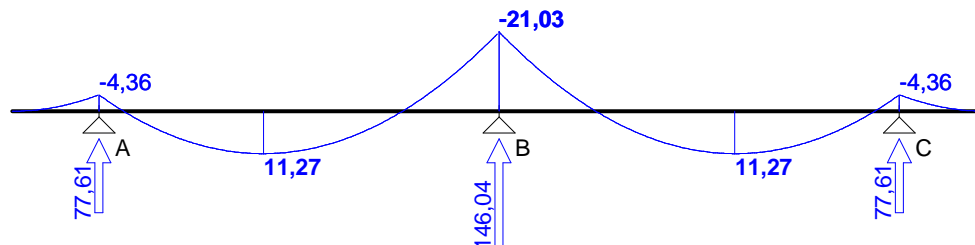
Graniczne ugięcie w przęsłach  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach  $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

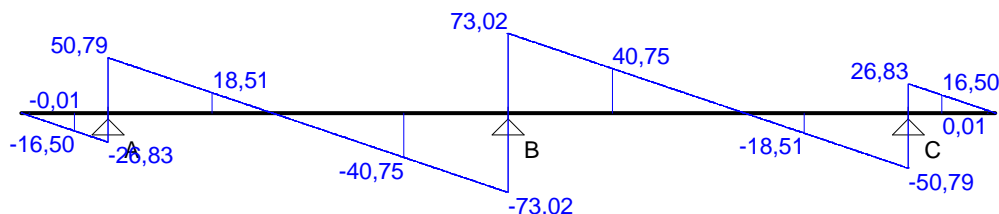
## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

### Obwiednia sił wewnętrznych

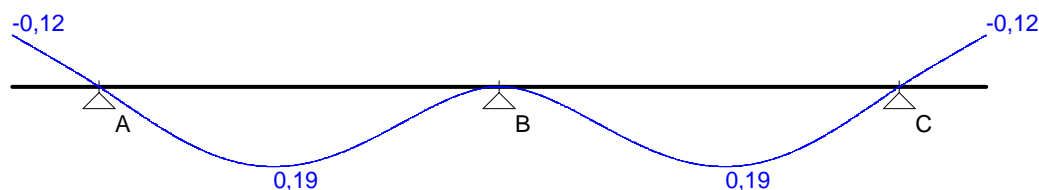
Momenty zginające [kNm]:



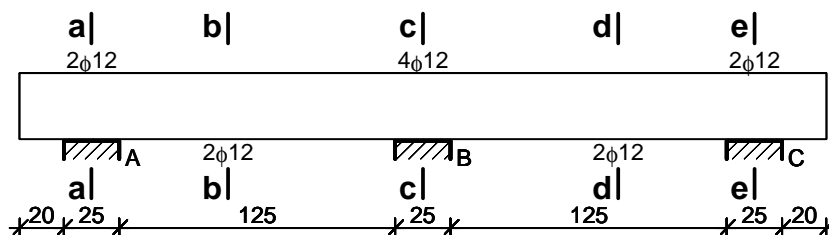
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



### WYMIAROWANIE wg PN-EN-1992-1-1



#### Lewy wspornik:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)4,36 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 2,07 \text{ cm}^2$ . Przyjęto  $2\phi 12$  o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,14\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)4,36 \text{ kNm} < M_{Rd} = 20,57 \text{ kNm}$  (21,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)16,50 \text{ kN}$

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

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)16,50 \text{ kN} < V_{Rd1} = 81,16 \text{ kN}$  (20,3%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)4,34 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)4,34 \text{ kNm}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)0,12 \text{ mm} < a_{lim} = 325/150 = 2,17 \text{ mm}$  (5,6%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 16,41 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

#### Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 11,27 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,07 \text{ cm}^2$ . Przyjęto  $2\phi 12$  o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,14\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 11,27 \text{ kNm} < M_{Rd} = 20,57 \text{ kNm}$  (54,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)40,75 \text{ kN}$

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

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)40,75 \text{ kN} < V_{Rd1} = 81,16 \text{ kN}$  (50,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 11,20 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 11,20 \text{ kNm}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,19 \text{ mm} < a_{lim} = 1500/200 = 7,50 \text{ mm}$  (2,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 62,35 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

#### Podpora B:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)21,03 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 2,31 \text{ cm}^2$ . Przyjęto  $4\phi 12$  o  $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,28\%$ )

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)21,03 \text{ kNm} < M_{Rd} = 40,16 \text{ kNm}$  (52,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)20,92 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)20,92 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,180 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (60,0%)

#### Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój d-d)

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 11,27 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,07 \text{ cm}^2$ . Przyjęto  $2\phi 12$  o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,14\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 11,27 \text{ kNm} < M_{Rd} = 20,57 \text{ kNm} \quad (54,8\%)$

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = 40,75 \text{ kN}$

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

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 40,75 \text{ kN} < V_{Rd1} = 81,16 \text{ kN} \quad (50,2\%)$

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 11,20 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 11,20 \text{ kNm}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,19 \text{ mm} < a_{lim} = 1500/200 = 7,50 \text{ mm} \quad (2,5\%)$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 62,35 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

### Prawy wspornik:

Zginanie: (przekrój **e-e**)

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)4,36 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = 2,07 \text{ cm}^2$ . Przyjęto **2 $\phi$ 12** o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $\rho = 0,14\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)4,36 \text{ kNm} < M_{Rd} = 20,57 \text{ kNm} \quad (21,2\%)$

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 16,50 \text{ kN}$

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

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 16,50 \text{ kN} < V_{Rd1} = 81,16 \text{ kN} \quad (20,3\%)$

SGU:

5.5.5. Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = (-)4,34 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)4,34 \text{ kNm}$

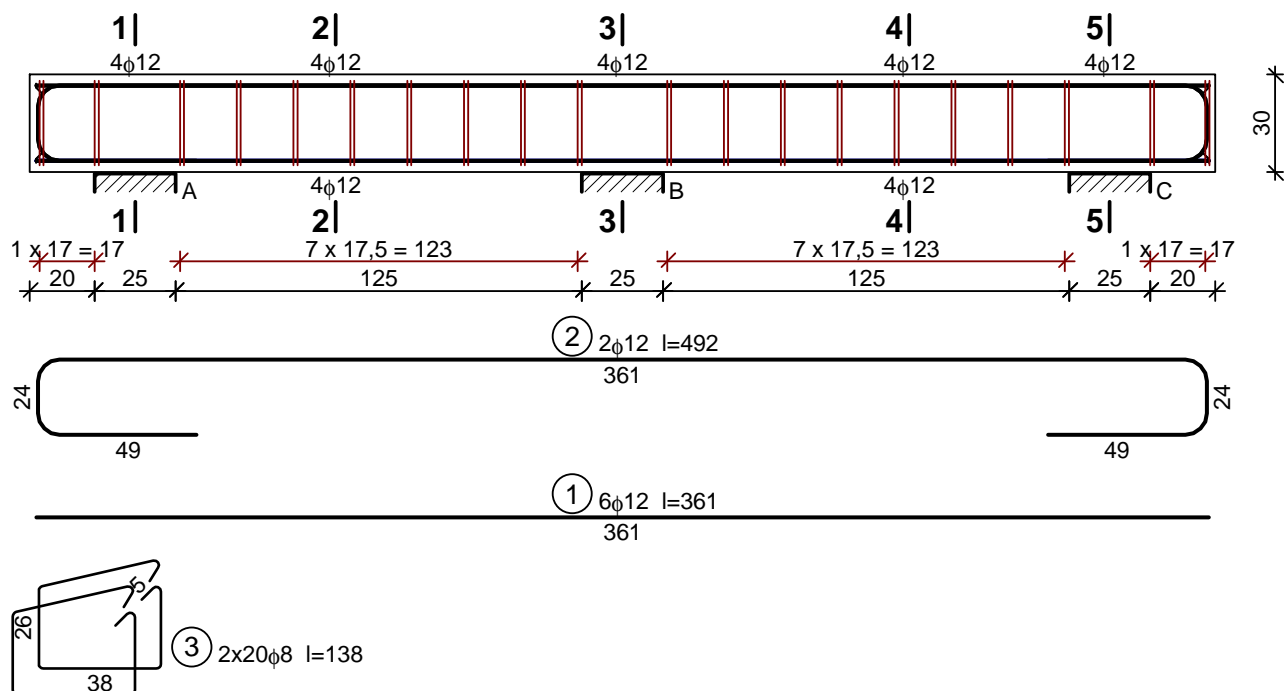
Szerokość rys prostokątnych: rysy nie wyznaczono ( $M_{cr} > M_{Sk}$ )

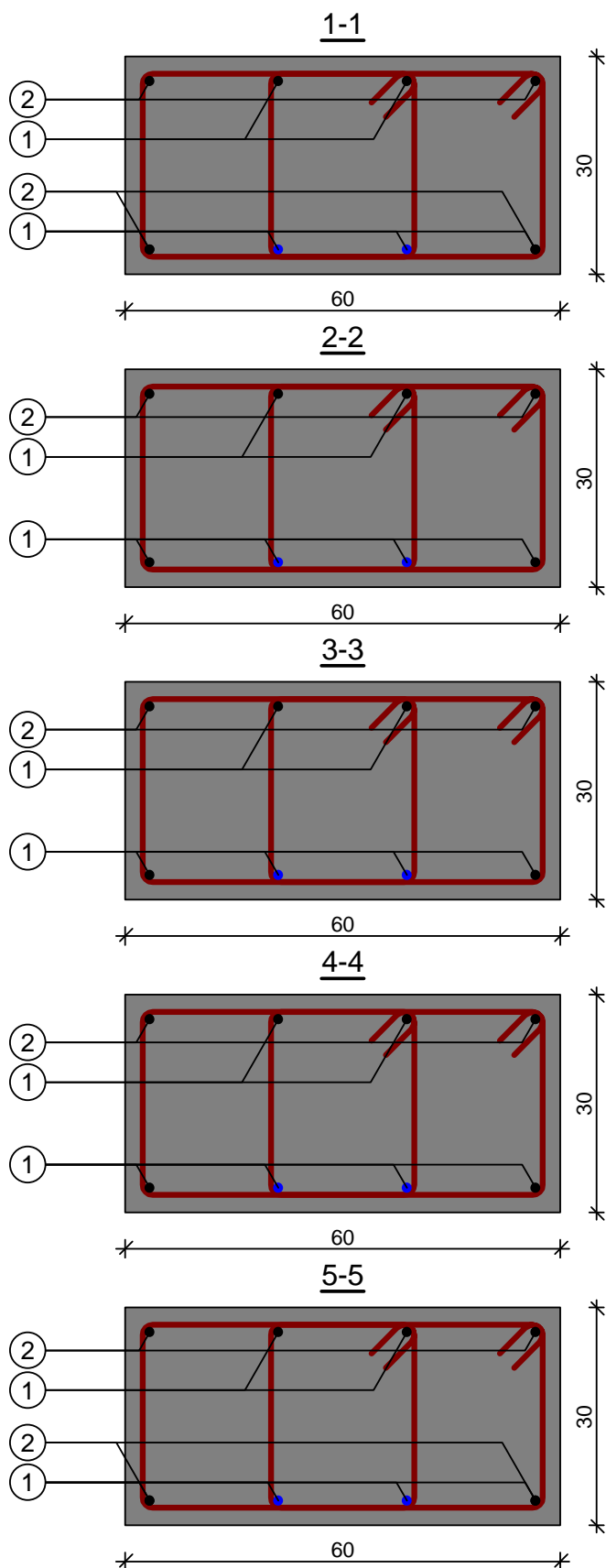
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)0,12 \text{ mm} < a_{lim} = 325/150 = 2,17 \text{ mm} \quad (5,6\%)$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 16,41 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

## SZKIC ZBROJENIA





## Poz.5.0. Balustrada

### Przekroje:

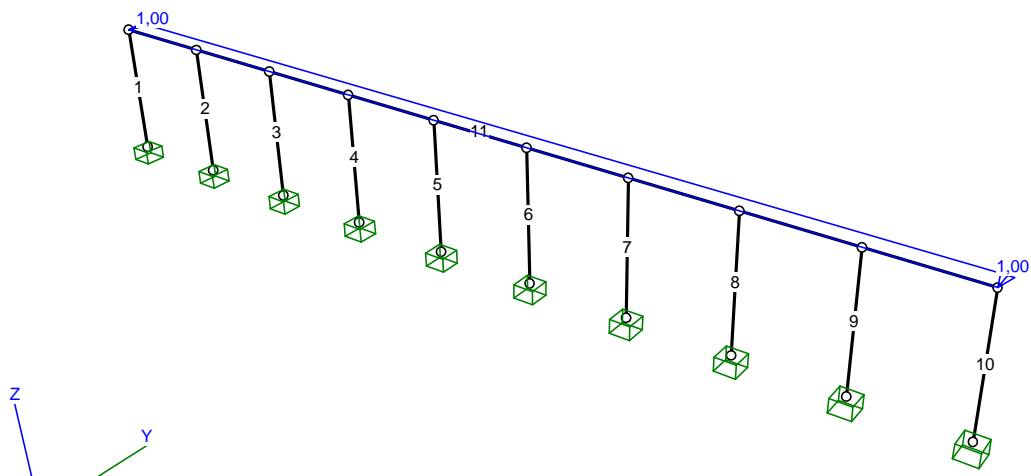
1 - R 70.0x 3.2		2 - B 7,0x1,0			
Materiał:	S 235	Materiał:	S 235	Materiał:	
A [cm <sup>2</sup> ]	6,72	A [cm <sup>2</sup> ]	7,00	A [cm <sup>2</sup> ]	
Jy [cm <sup>4</sup> ]	37,54	Jy [cm <sup>4</sup> ]	28,58	Jy [cm <sup>4</sup> ]	
Jz [cm <sup>4</sup> ]	37,54	Jz [cm <sup>4</sup> ]	0,58	Jz [cm <sup>4</sup> ]	
Dyz [cm <sup>4</sup> ]	0,00	Dyz [cm <sup>4</sup> ]	0,00	Dyz [cm <sup>4</sup> ]	
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	
Iy [cm <sup>4</sup> ]	37,54	Iy [cm <sup>4</sup> ]	28,58	Iy [cm <sup>4</sup> ]	
Iz [cm <sup>4</sup> ]	37,54	Iz [cm <sup>4</sup> ]	0,58	Iz [cm <sup>4</sup> ]	
Jt [cm <sup>4</sup> ]	74,25	Jt [cm <sup>4</sup> ]	2,33	Jt [cm <sup>4</sup> ]	
Jω [cm <sup>4</sup> ]	0,00	Jω [cm <sup>4</sup> ]	0,00	Jω [cm <sup>4</sup> ]	
iy [cm]	2,36	iy [cm]	2,02	iy [cm]	
iz [cm]	2,36	iz [cm]	0,29	iz [cm]	
is [cm]	3,34	is [cm]	2,04	is [cm]	
m [kg/m]	5,28	m [kg/m]	5,50	m [kg/m]	

### Materiały:

Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	v:	α <sub>T</sub> :	ρ:	Ro:
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[MPa]
6	Stal 1993	S 235	210	81	0,3	0	7850	235

### Zestawienie Materiału

Oznaczenie	Materiał	Długości [m]:	Masa [t]:
B 7,0x1,0	6 - S 235	10x1,30 = 13,00	0,071
R 70.0x 3.2	6 - S 235	1x9,00 = 9,00	0,047
Masa całkowita ustroju			<b>0,119</b>
Materiał		Jednostka miary	Ilość:
Stal 1993: 6 - S 235		t	0,119



### Obciążenia:

Nr pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki			Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1$ :	$\gamma f2$ :	$\psi d$ :			xa:	xb:		
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma=1,4/1$												
P: Poz.1.2.2 Obc. poziome - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=0,7$ $\psi_1=0,7$ $\psi_2=0,6$												
11	Rozłożone	1,00	1,00	1,50		1,00	90,0	0,0	0,00	9,00	Poz.1.2.2 Obc. poziome	

<p align="center"><b>Wyniki Obliczeń wg PN-EN</b></p> <p align="center"><b>Teoria I rzędu</b></p> <p align="center"><b>Obwiednie sił</b></p> <p align="center">RM_3d v. 8.1 licencja nr 28671</p>
---

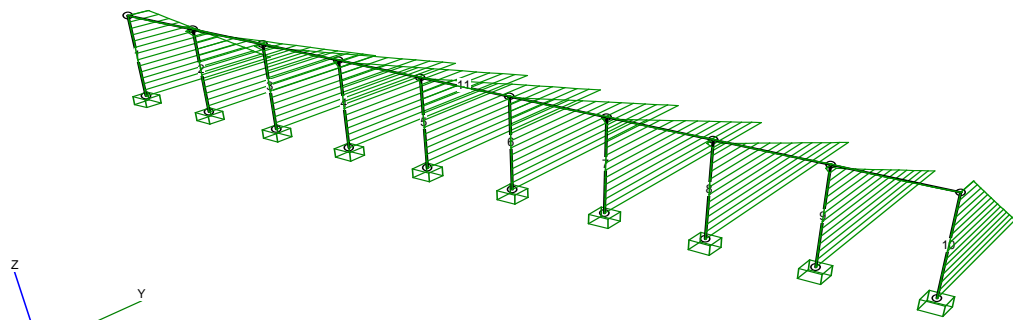
### Kombinacje Obciążeń:

Nr:	Zawsze:	Ewentalnie:
1	CW	P

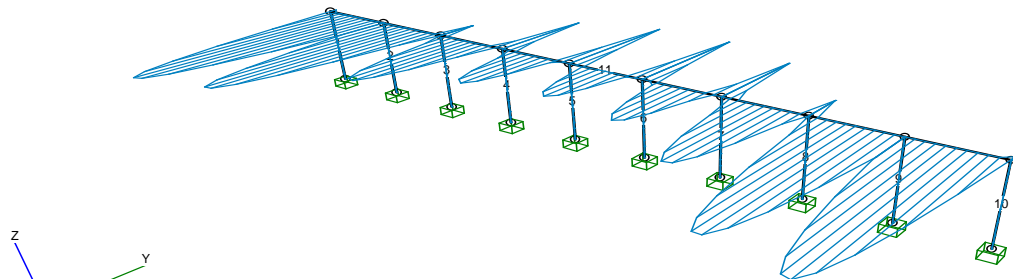
### Relacje Grup Obciążeń:

Grupa obciążeń:	Relacje:
-----------------	----------

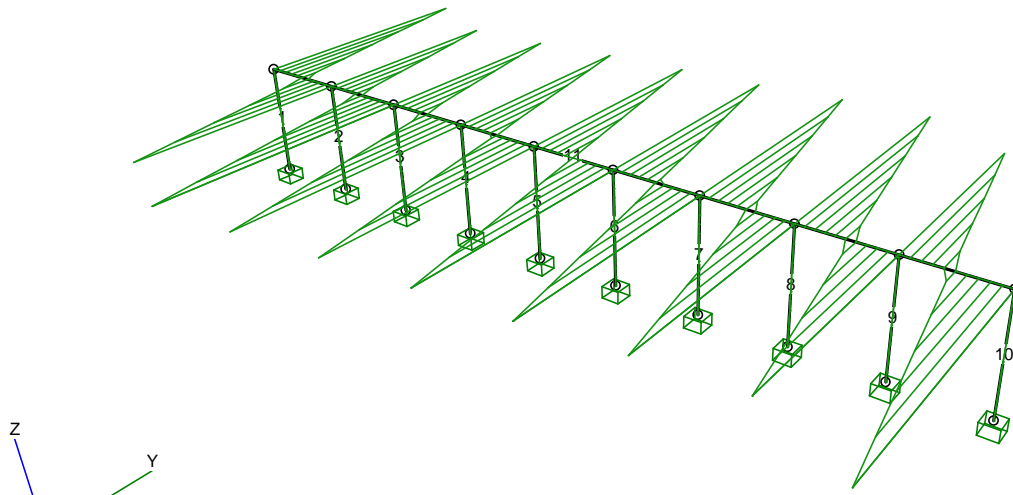
**My**



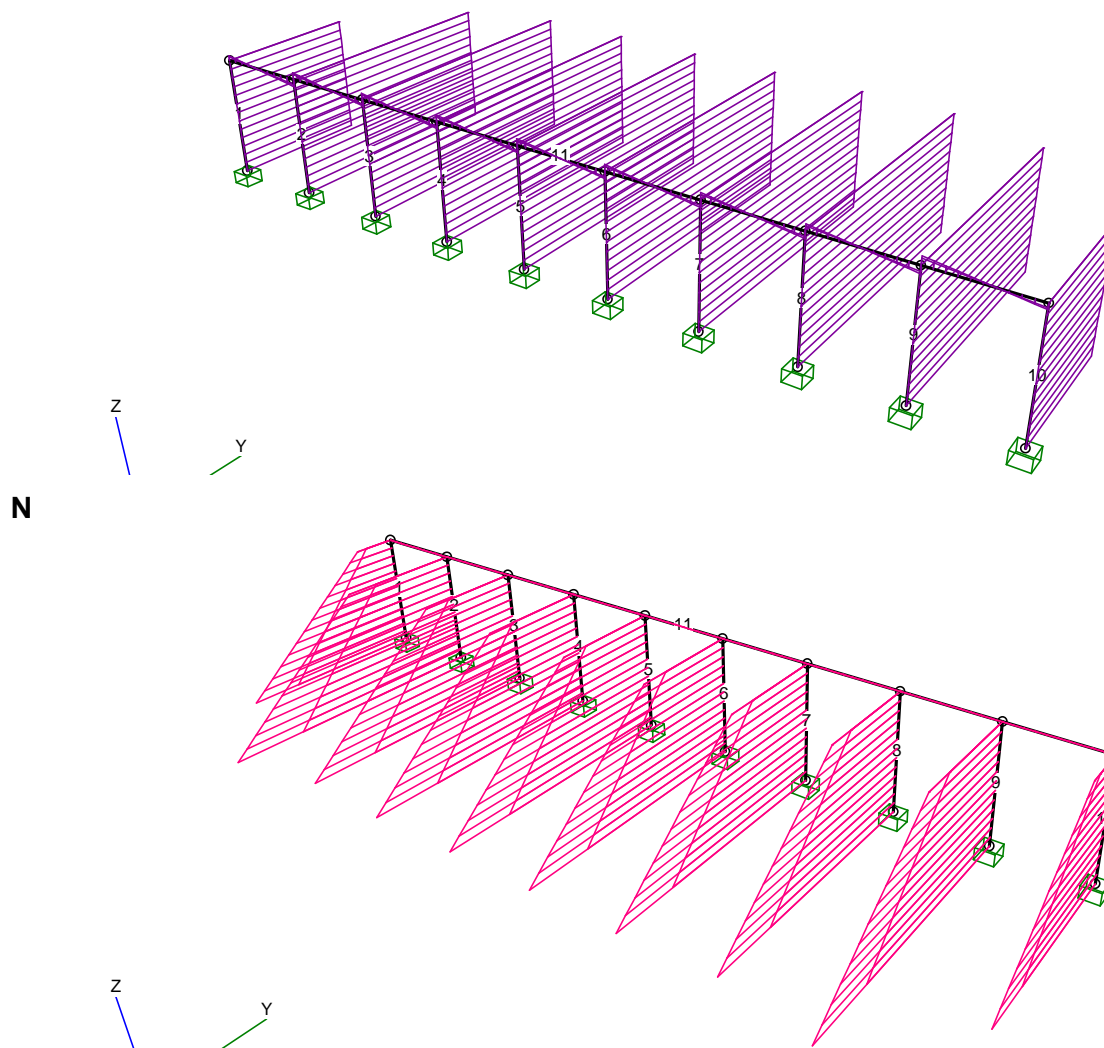
**Mz**



**Ty**



**Tz**



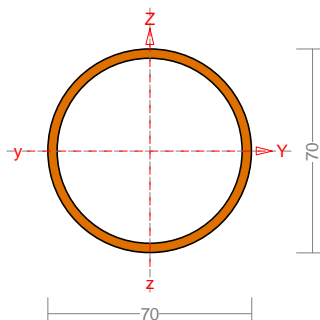
**Siły Przekrojowe:** Kombinacja obliczeniowa PN-EN

Nr pręta:	x [m]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:	Obciążenia:
<b>Słupki</b>								
1	0,000	0	0	0	0	0	-0,09	(γ <sub>f</sub> 2)CW
1	0,000	-0,01	-1,22	0	0	0,8	-0,12	CW P
1	0,000	0	0	0	0	0	-0,12	CW
1	0,000	-0,01	-1,22	0	0	0,8	-0,12	CW P
1	1,300	0	0	0	0	0	-0,03	CW
1	0,000	0	0	0	0	0	-0,12	CW
1	0,000	-0,01	-1,22	0	0	0,8	-0,12	CW P
1	0,000	0	0	0	0	0	-0,09	(γ <sub>f</sub> 2)CW
1	1,300	-0,01	-0,18	0	0	0,8	-0,02	(γ <sub>f</sub> 2)CW P
1	0,000	0	0	0	0	0	-0,12	CW
1	0,000	-0,01	-1,22	0	0	0,8	-0,09	(γ <sub>f</sub> 2)CW P
1	0,000	0	0	0	0	0	-0,12	CW
1	1,300	0	0	0	0	0	-0,02	(γ <sub>f</sub> 2)CW
1	0,000	-0,01	-1,22	0	0	0,8	-0,12	CW P
<b>Słupki</b>								
2	0,000	0	0	0	0	0	-0,13	(γ <sub>f</sub> 2)CW
2	0,000	0,00	-1,72	0	0	1,37	-0,18	CW P
2	1,300	0,00	0,06	0	0	1,37	-0,08	CW P
2	0,000	0,00	-1,72	0	0	1,37	-0,18	CW P
2	0,000	0,00	-1,72	0	0	1,37	-0,18	CW P
2	0,000	0	0	0	0	0	-0,13	(γ <sub>f</sub> 2)CW
2	0,000	0,00	-1,72	0	0	1,37	-0,18	CW P
2	0,000	0	0	0	0	0	-0,18	CW
2	1,300	0	0	0	0	0	-0,06	(γ <sub>f</sub> 2)CW
2	0,000	0,00	-1,72	0	0	1,37	-0,18	CW P

2	0,000	0,00	-1,72	0	0	1,37	-0,13	(γ2)CW P
2	0,000	0	0	0	0	0	-0,18	CW
2	1,300	0	0	0	0	0	-0,06	(γ2)CW
2	0,000	0,00	-1,72	0	0	1,37	-0,18	CW P
<b>Słupiek</b>								
3	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
3	0,000	0,00	-1,91	0	0	1,52	-0,17	CW P
3	1,300	0,00	0,07	0	0	1,52	-0,07	CW P
3	0,000	0,00	-1,91	0	0	1,52	-0,17	CW P
3	1,300	0	0	0	0	0	-0,07	CW
3	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
3	0,000	0,00	-1,91	0	0	1,52	-0,17	CW P
3	0,000	0	0	0	0	0	-0,12	(γ2)CW
3	1,300	0	0	0	0	0	-0,05	(γ2)CW
3	0,000	0,00	-1,91	0	0	1,52	-0,17	CW P
3	0,000	0,00	-1,91	0	0	1,52	-0,12	(γ2)CW P
3	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
3	1,300	0	0	0	0	0	-0,05	(γ2)CW
3	0,000	0,00	-1,91	0	0	1,52	-0,17	CW P
<b>Słupiek</b>								
4	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
4	1,300	0	0,04	0	0	1,53	-0,07	CW P
4	0,000	0	-1,96	0	0	1,53	-0,17	CW P
4	0,000	0	-1,96	0	0	1,53	-0,17	CW P
4	0,000	0	0	0	0	0	-0,12	(γ2)CW
4	0,000	0	-1,96	0	0	1,53	-0,17	CW P
4	0,000	0	0	0	0	0	-0,12	(γ2)CW
4	1,300	0	0	0	0	0	-0,05	(γ2)CW
4	0,000	0	-1,96	0	0	1,53	-0,17	CW P
4	0,000	0	-1,96	0	0	1,53	-0,12	(γ2)CW P
4	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
4	1,300	0	0	0	0	0	-0,05	(γ2)CW
4	0,000	0	-1,96	0	0	1,53	-0,17	CW P
<b>Pozycja nr 1 (Kopia 4)</b>								
5	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
5	1,300	0	0,02	0	0	1,52	-0,07	CW P
5	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
5	1,300	0	0	0	0	0	-0,07	CW
5	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
5	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
5	0,000	0	0	0	0	0	-0,12	(γ2)CW
5	1,300	0	0	0	0	0	-0,05	(γ2)CW
5	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
5	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,12	(γ2)CW P
5	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
5	1,300	0	0	0	0	0	-0,05	(γ2)CW
5	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
<b>Słupiek</b>								
6	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
6	1,300	0	0,02	0	0	1,52	-0,07	CW P
6	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
6	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
6	0,000	0	0	0	0	0	-0,12	(γ2)CW
6	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
6	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
6	1,300	0	0	0	0	0	-0,05	(γ2)CW
6	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
6	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,12	(γ2)CW P
6	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW
6	1,300	0	0	0	0	0	-0,05	(γ2)CW
6	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
6	0,000	0	-1,96	0	0	1,52	-0,17	CW P
<b>Słupiek</b>								
7	0,000	0	-1,96	0	0	1,53	-0,17	CW P
7	1,300	0	0,04	0	0	1,53	-0,07	CW P
7	0,000	0	-1,96	0	0	1,53	-0,17	CW P
7	1,300	0	0	0	0	0	-0,07	CW
7	0,000	0	0	0	0	0	-0,17	CW

7	0,000	0	-1,96	0	0	<b>1,53</b>	-0,17	CW P
7	0,000	0	0	0	0	<b>0</b>	-0,17	CW
7	1,300	0	0	0	0	0	<b>-0,05</b>	(γ2)CW
7	0,000	0	-1,96	0	0	1,53	<b>-0,17</b>	CW P
7	0,000	0	<b>-1,96</b>	<b>0</b>	0	1,53	<b>-0,12</b>	(γ2)CW P
7	0,000	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	<b>-0,17</b>	CW
7	1,300	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	<b>-0,05</b>	(γ2)CW
7	0,000	0	<b>-1,96</b>	<b>0</b>	0	1,53	<b>-0,17</b>	CW P
<b>Słupiek</b>								
8	0,000	<b>0,00</b>	-1,91	0	0	1,52	-0,17	CW P
8	0,000	<b>0</b>	0	0	0	0	-0,12	(γ2)CW
8	1,300	0,00	<b>0,07</b>	0	0	1,52	-0,07	CW P
8	0,000	0,00	<b>-1,91</b>	0	0	1,52	-0,17	CW P
8	0,000	0,00	-1,91	<b>0</b>	0	1,52	-0,17	CW P
8	0,000	0	0	0	<b>0</b>	0	-0,12	(γ2)CW
8	0,000	0,00	-1,91	0	0	<b>1,52</b>	-0,17	CW P
8	0,000	0	0	0	0	<b>0</b>	-0,17	CW
8	1,300	0	0	0	0	0	<b>-0,05</b>	(γ2)CW
8	0,000	0,00	-1,91	0	0	1,52	<b>-0,17</b>	CW P
8	0,000	0,00	<b>-1,91</b>	<b>0</b>	0	1,52	<b>-0,12</b>	(γ2)CW P
8	0,000	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	<b>-0,17</b>	CW
8	1,300	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	<b>-0,05</b>	(γ2)CW
8	0,000	0,00	<b>-1,91</b>	<b>0</b>	0	1,52	<b>-0,17</b>	CW P
<b>Słupiek</b>								
9	0,000	<b>0,00</b>	-1,72	0	0	1,37	-0,18	CW P
9	0,000	<b>0</b>	0	0	0	0	-0,18	CW
9	1,300	0,00	<b>0,06</b>	0	0	1,37	-0,08	CW P
9	0,000	0,00	<b>-1,72</b>	0	0	1,37	-0,18	CW P
9	1,300	0	0	<b>0</b>	0	0	-0,08	CW
9	0,000	0	0	0	<b>0</b>	0	-0,18	CW
9	0,000	0,00	-1,72	0	0	<b>1,37</b>	-0,18	CW P
9	0,000	0	0	0	0	<b>0</b>	-0,13	(γ2)CW
9	1,300	0	0	0	0	0	<b>-0,06</b>	(γ2)CW
9	0,000	0,00	-1,72	0	0	1,37	<b>-0,18</b>	CW P
9	0,000	0,00	<b>-1,72</b>	<b>0</b>	0	1,37	<b>-0,13</b>	(γ2)CW P
9	0,000	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	<b>-0,18</b>	CW
9	1,300	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	<b>-0,06</b>	(γ2)CW
9	0,000	0,00	<b>-1,72</b>	<b>0</b>	0	1,37	<b>-0,18</b>	CW P
<b>Słupiek</b>								
10	0,000	<b>0,01</b>	-1,22	0	0	0,8	-0,12	CW P
10	0,000	<b>0</b>	0	0	0	0	-0,12	CW
10	0,000	0	<b>0</b>	0	0	0	-0,09	(γ2)CW
10	0,000	0,01	<b>-1,22</b>	0	0	0,8	-0,12	CW P
10	0,000	0,01	-1,22	<b>0</b>	0	0,8	-0,12	CW P
10	0,000	0	0	0	<b>0</b>	0	-0,09	(γ2)CW
10	0,000	0,01	-1,22	0	0	<b>0,8</b>	-0,12	CW P
10	0,000	0	0	0	0	<b>0</b>	-0,12	CW
10	1,300	0	0	0	0	0	<b>-0,02</b>	(γ2)CW
10	0,000	0,01	-1,22	0	0	0,8	<b>-0,12</b>	CW P
10	0,000	0,01	<b>-1,22</b>	<b>0</b>	0	0,8	<b>-0,09</b>	(γ2)CW P
10	0,000	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	<b>-0,12</b>	CW
10	1,300	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0	<b>-0,02</b>	(γ2)CW
10	0,000	0,01	<b>-1,22</b>	<b>0</b>	0	0,8	<b>-0,12</b>	CW P
<b>Pochwył</b>								
11	0,000	<b>0,18</b>	0	-0,01	0,8	0,03	0	CW P
11	8,000	<b>-0,18</b>	-0,01	0,05	0,7	0,04	0	CW P
11	0,406	0,18	<b>0,01</b>	0,2	0,19	0	0	CW P
11	1,000	0,18	<b>-0,01</b>	0,05	-0,7	-0,04	0	CW P
11	8,469	-0,18	0,00	<b>0,21</b>	-0,01	0,01	0	CW P
11	4,000	0	-0,01	<b>-0,12</b>	0,75	0,04	0	CW P
11	7,000	-0,12	-0,01	-0,04	<b>0,83</b>	0,03	0	CW P
11	2,000	0,12	-0,01	-0,04	<b>-0,83</b>	-0,03	0	CW P
11	8,000	0	-0,01	0	0	<b>0,04</b>	0	CW
11	1,000	0,18	-0,01	0,05	-0,7	<b>-0,04</b>	0	CW P
11	1,000	0,12	-0,01	0,04	0,67	0,03	<b>0</b>	(γ2)CW P
11	8,469	-0,18	<b>0,00</b>	<b>0,21</b>	-0,01	0,01	<b>0</b>	CW P
11	3,219	0	<b>0</b>	<b>0</b>	0	0,01	<b>0</b>	(γ2)CW

### Poz.5.1. Wymiarowanie pochwytu - rura Ø 70x3,2mm



Wymiary przekroju:

$D=70,0$   $d=63,6$   $g=3,2$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$I_{yg}=37,5$   $I_{zg}=37,5$   $A=6,72$   $i_y=2,4$   $i_z=2,4$   $I_w=0,0$

$I_t=74,3$   $i_s=3,3$ .

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności  $f_y=235$  MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie  $f_u = 360$  dla  $g=3,2$ .

#### Długości wyboczeniowe pręta:

**Przęsło Yc 5** (4,000;5,000)

Przyjęto:

$\kappa_a = 0,881$   $\kappa_b = 0,881$  węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow \mu = 0,910$  dla  $l_o = 1,000$   
 $l_w = 0,910 \times 1,000 = 0,910$  m

**Przęsło Zc**

Przyjęto:

$\kappa_a = 1,000$   $\kappa_b = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow \mu = 1,000$  dla  $l_o = 9,000$   
 $l_w = 1,000 \times 9,000 = 9,000$  m

**Przęsło ω 5** (4,000;5,000)

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

#### Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 37,5}{0,910^2} \times 10^{-2} = 939,57 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 37,5}{9,000^2} \times 10^{-2} = 9,61 \text{ kN}$$

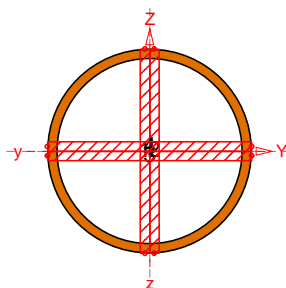
$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EI_\omega}{l_\omega^2} + GI_T \right) = \frac{1}{3,34^2} \times \left( \frac{3,1416^2 \times 210 \times 0,0}{1,000^2} \times 10^{-2} + 81 \times 74,3 \times 10^2 \right) = 53831,49 \text{ kN}$$

#### Stan graniczny nośności.

$x_a = 9,000$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 9, 1, 9. Obciążenia: CW+1,5·P

Przyjęto następujące współczynniki częściowe  $\gamma_M$ :

$\gamma_{M0} = 1$ ;  $\gamma_{M1} = 1$ ;  $\gamma_{M2} = 1,25$ .



Klasa przekroju:

$$\varepsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	$\alpha$	$\psi$	$k_\sigma$	(c/t) <sub>1</sub>	(c/t) <sub>2</sub>	(c/t) <sub>3</sub>	c/t	Klasa
1	70,0	3,2	-	-	-	50,000	70,000	90,000	21,875	1
2	70,0	3,2	-	-	-	50,000	70,000	90,000	21,875	1

3	70,0	3,2	-	-	-	50,000	70,000	90,000	21,875	1
4	70,0	3,2	-	-	-	50,000	70,000	90,000	21,875	1

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

**Nośność przekroju na skręcanie:**

$x_a = 9,000$ ;  $x_b = 0,000$ ; Przęsło nr: 9, 1, 9. Obciążenia: CW+1,5-P

Naprężenia przy skręcaniu swobodnym:

$$W_t = J_t \left( \frac{t}{F_s} \right)_{\min} = 74,25 \times \frac{0,32}{1,06} = 22,32 \text{ cm}^3$$

$$T_{Rd} = \frac{W_t f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{22,32 \times 235}{1,732 \times 1} \times 10^{-3} = 3,03 \text{ kNm}$$

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{0,18}{3,03} = \mathbf{0,059 < 1} \quad (6.23)$$

**Nośność przekroju na ścinanie:**

$x_a = 7,000$ ;  $x_b = 2,000$ ; Przęsło nr: 8, 1, 8. Obciążenia: CW+1,5-P

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{4,28 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 58,04 \text{ kN}$$

Uwzględnienie występowania skręcania swobodnego:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[ 1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{(f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}} \right] V_{pl,Rd} = 1 - \frac{5,4}{(235 / 1,732) / 1} \times 58,04 = 55,74 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,02}{55,74} = \mathbf{0,000 < 1}$$

- wzdłuż osi Y

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{4,28 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 58,04 \text{ kN}$$

Uwzględnienie występowania skręcania swobodnego:

$$V_{pl,T,Rd} = \left[ 1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{(f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}} \right] V_{pl,Rd} = 1 - \frac{5,4}{(235 / 1,732) / 1} \times 58,04 = 55,74 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,83}{55,74} = \mathbf{0,015 < 1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto  $\eta = 1,2$ .

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$h_w / t_w = 70,0 / 3,2 = \mathbf{21,875 < 59,698} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$

**Nośność przekroju na zginanie:**

$x_a = 8,500$ ;  $x_b = 0,500$ ; Przęsło nr: 9, 1, 9. Obciążenia: 1,35-CW+1,5-P

Klasa przekroju 1.

**Nośność na zginanie względem osi Y:**

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{14,30 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 3,36 \text{ kNm}$$

**Nośność na zginanie względem osi Z:**

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{14,30 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 3,36 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6,72 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 157,92 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,00 / 157,92 = 0,000; \quad \text{przyjęto } n = 0,000 \leq 1;$$

Dla rury okrągłej:

$$M_{N,y,Rd} = M_{N,z,Rd} = M_{pl,Rd} (1 - n^{1,7}) = 3,36 \times (1 - 0,000^{1,7}) = 3,36 \text{ kNm} \quad (24 \text{ AC:2009})$$

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\left\{ \left[ \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[ \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \right\}^{1/\gamma} = \left\{ \left[ \frac{0,01}{3,36} \right]^2 + \left[ \frac{0,21}{3,36} \right]^2 \right\}^{1/2} = 0,00391^{1/2} = \mathbf{0,063} < \mathbf{1} \quad (6.41)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \left[ \left( \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \right)^2 + \left( \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \right)^2 \right]^{1/2} = \frac{0}{157,92} + \left[ \left( \frac{0,01}{3,36} \right)^2 + \left( \frac{0,21}{3,36} \right)^2 \right]^{1/2} = \mathbf{0,063} < \mathbf{1} \quad (6.2)$$

#### Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 5, 1, 5. Obciążenia: CW+P

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{max} = 0,0 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = 1 / 250 = 1000 / 250 = 4,0 \text{ mm}$$

$$a_{max} = \mathbf{0,0} < \mathbf{4,0} = a_{gr}$$

Ugięcia względem osi X liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{max} = 4,1 \text{ mm}$$

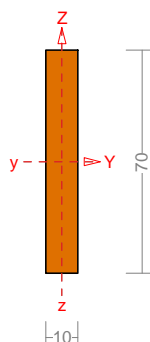
$$a_{gr} = 1 / 250 = 9000 / 250 = 36,0 \text{ mm}$$

$$a_{max} = \mathbf{4,1} < \mathbf{36,0} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 4,101 \text{ mm}; \quad L / a = 1000,0 / 4,101 = 243,9$$

### Poz.5.2. Wymiarowanie słupka- płaskownik 70x10mm



Wymiary przekroju:

$$h=70,0 \quad s=10,0.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$I_{yg}=28,6 \quad I_{zg}=0,6 \quad A=7,00 \quad i_y=2,0 \quad i_z=0,3 \quad I_w=0,0 \quad I_t=2,3 \quad i_s=2,0.$$

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności  $f_y=235 \text{ MPa}$  oraz wytrzymałość na rozciąganie  $f_u = 360$  dla  $g=10,0$ .

#### Długości wyboczeniowe pręta:

##### Przęsło Yc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 0,000 \quad \kappa_b = 1,000 \quad \text{węzły przesuwne} \Rightarrow \mu = 2,000 \quad \text{dla } l_o = 1,300$$

$$l_w = 2,000 \times 1,300 = 2,600 \text{ m}$$

##### Przęsło Zc

Przyjęto:

$$\kappa_a = 0,000 \quad \kappa_b = 0,051 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,500 \quad \text{dla } l_o = 1,300$$

$$l_w = 0,500 \times 1,300 = 0,650 \text{ m}$$

##### Przęsło ω

Dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega\omega} = 1,300 \text{ m}$ . Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 1,300 \text{ m}$ .

#### Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{l_{wy}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 28,6}{2,600^2} \times 10^{-2} = 87,64 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 E I_z}{l_{wz}^2} = \frac{3,1416^2 \times 210 \times 0,6}{0,650^2} \times 10^{-2} = 28,62 \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EI_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GI_T \right) = \frac{1}{2,04^2} \times \left( \frac{3,1416^2 \times 210 \times 0,0001}{1,300^2} + 81 \times 2,33 \times 10^2 \right) = 4536 \text{ kN}$$

### Zwichrzenie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia  $a_o = 0,00$  cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły  $a_s = 0,00$  cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia:  $A_1 = 0,000$ ,  $A_2 = 1,100$ ,  $B = 2,560$ .

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 1,100 \times 0,00 = 0,000$$

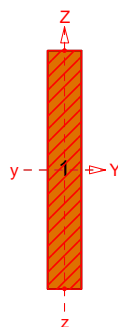
$$M_{cr} = \pm A_o N_{cr,z} + \sqrt{(A_o N_{cr,z})^2 + B^2 i_s^2 N_{cr,z} N_{cr,T}} =$$

$$0,000 \times 28,62 + \sqrt{(0,000 \times 28,62)^2 + 2,560^2 \times 0,020^2 \times 28,62 \times 453} = 18,83 \text{ kNm}$$

### Stan graniczny nośności.

Przyjęto następujące współczynniki częściowe  $\gamma_M$ :

$$\gamma_{M0} = 1; \gamma_{M1} = 1; \gamma_{M2} = 1,25.$$



Klasa przekroju:

$$\epsilon = \sqrt{235/f_y} = \sqrt{235/235} = 1,000$$

Nr:	c [mm]	t [mm]	$\alpha$	$\psi$	$k_{\sigma}$	(c/t) <sub>1</sub>	(c/t) <sub>2</sub>	(c/t) <sub>3</sub>	c/t	Klasa
1	70,0	10,0	0,500	-0,943	-	72,000	83,000	117,088	7,000	1

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy **1**.

### Nośność na ściskanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,300$ ; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·CW+1,5·P

Klasa przekroju **1**.

Siła osiowa:

$$N_{Ed} = -0,17 \text{ kN}$$

Pole powierzchni przekroju:

$$A = 7,00 \text{ cm}^2$$

Pole powierzchni przekroju efektywnego:

$$A_{eff} = 7,00 \text{ cm}^2$$

Przesunięcie środka ciężkości:

$$e_{Ny} = 0,00; \quad e_{Nz} = 0,00 \text{ cm.}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,00 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 164,5 \text{ kN} \quad (6.10)$$

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{0,17}{164,5} = \mathbf{0,001} < \mathbf{1} \quad (6.9)$$

Stateczność elementu ściskanego:

Wyboczenie dla osi Y (krzywa "c")	Wyboczenie dla osi Z (krzywa "c")	Wyboczenie skrętne (krzywa "c")
$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{7 \times 235}{87,64 \times 10}} = 1,370$ $\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (1,37 - 0,2) + 1,370^2] = 1,725$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,725 + \sqrt{1,725^2 - 1,370^2}} = 0,361$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{7 \times 235}{28,62 \times 10}} = 2,398$ $\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (2,39 - 0,2) + 2,398^2] = 3,913$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{3,913 + \sqrt{3,913^2 - 2,398^2}} = 0,143$	$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} f_y}{N_{cr,T}}} = \sqrt{\frac{7 \times 235}{4536 \times 10}} = 0,190$ $\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,49 \times (0,19 - 0,2) + 0,190^2] = 0,516$ $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,516 + \sqrt{0,516^2 - 0,190^2}} = 1,005$
przyjęto $\chi = 0,361 \leq 1$	przyjęto $\chi = 0,143 \leq 1$	przyjęto $\chi = 1,000 \leq 1$

Przyjęto najmniejszą wartość współczynnika  $\chi = 0,143$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,143 \times 7,00 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 23,48 \text{ kN} \quad (6.47)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{0,17}{23,48} = \mathbf{0,007 < 1} \quad (6.46)$$

#### Nośność przekroju na ścinanie:

xa = 1,300; xb = 0,000; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+1,5-P

- wzdłuż osi Z

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = \frac{7,00 \times 235 / 1,732}{1} \times 10^{-1} = 94,97 \text{ kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1,52}{94,97} = \mathbf{0,016 < 1}$$

Dla materiału o granicy plastyczności 235 MPa, przyjęto  $\eta = 1,2$ .

Zgodnie z p. 5.1(2) PN-EN 1993-1-5 nie jest konieczne sprawdzanie stateczności przy ścinaniu:

$$h_w / t_w = 70,0 / 10,0 = \mathbf{7,000 < 59,762} = 72 \times 1,000 / 1,200 = 72 \varepsilon / \eta$$

#### Nośność przekroju na zginanie:

xa = 0,000; xb = 1,300; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35-CW+1,5-P

Klasa przekroju 1.

#### Nośność na zginanie względem osi Y:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12,25 \times 235}{1} \times 10^{-3} = 2,88 \text{ kNm}$$

Zredukowana nośność na zginanie:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7,00 \times 235}{1} \times 10^{-1} = 164,5 \text{ kN} \quad (6.6)$$

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0,17 / 164,5 = 0,001; \quad \text{przyjęto } n = 0,001 \leq 1;$$

Dla przekroju prostokątnego:

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1 - n^2) = 2,88 \times (1 - 0,001^2) = 2,88 \text{ kNm} \quad (6.32)$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} (1 - n^2) = 0,41 \times (1 - 0,001^2) = 0,41 \text{ kNm} \quad (6.32)$$

Warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{1,96}{2,88} = \mathbf{0,681 < 1} \quad (6.31)$$

Ostrożne przybliżenie nośności (nie jest warunkiem decydującym):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0,17}{164,5} + \frac{1,96}{2,88} + \frac{0}{0,41} = \mathbf{0,682 < 1} \quad (6.2)$$

#### Zginanie (stateczność):

xa = 0,000; xb = 1,300; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+1,5-P

Przyjęto krzywą zwichrzenia „d”.

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{12,25 \times 235}{18,83 \times 10^3}} = 0,391$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \times [1 + 0,76 \times (0,39 - 0,2) + 0,39^2] = 0,649$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,649 + \sqrt{0,649^2 - 0,391^2}} = 0,857;$$

przyjęto  $\chi_{LT} = \mathbf{0,857} \leq 1,000$  Warunek stateczności przy zginaniu:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,857 \times 12,25 \times \frac{235}{1} \times 10^{-3} = 2,47 \text{ kNm} \quad (6.55)$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{1,96}{2,47} = \mathbf{0,795 < 1} \quad (6.54)$$

### Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·CW+1,5·P

Współczynniki interakcji według metody 2:

$C_{my} = 0,9$  - przechyłowa postaci wyboczenia.

$$C_{mz} = 0,6 + 0,4 \psi = 0,6 + 0,4 \times -0,499 = 0,401; \quad \text{przyjęto } C_{mz} = 0,401$$

$$C_{mLT} = ; \quad \text{przyjęto } C_{mLT} = 0,900$$

$$k_{yy} = C_{my} \left( 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,900 \times \left( 1 + (1,370 - 0,2) \times \frac{0,17}{0,361 \times 164,50/1} \right) = 0,903$$

$$\text{przyjęto } k_{yy} = \mathbf{0,902} \leq 0,902 = 0,900 \times \left( 1 + 0,8 \times \frac{0,17}{0,361 \times 164,50/1} \right) = C_{my} \left( 1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{zz} = C_{mz} \left( 1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) = 0,401 \times \left( 1 + (2 \times 2,398 - 0,6) \times \frac{0,17}{0,143 \times 164,50/1} \right) = 0,413$$

$$\text{przyjęto } k_{zz} = \mathbf{0,405} \leq 0,405 = 0,401 \times \left( 1 + 1,4 \times \frac{0,17}{0,143 \times 164,50/1} \right) = C_{mz} \left( 1 + 1,4 \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{yz} = 0,6 \quad k_{zz} = 0,6 \times 0,405 = 0,243$$

$$k_{zy} = 1 - \frac{0,1\bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} = 1 - \frac{0,1 \times 2,398}{(0,900 - 0,25)} \times \frac{0,17}{0,143 \times 164,50/1} = 0,997$$

$$\text{przyjęto } k_{zy} = \mathbf{0,999} \geq 0,999 = 1 - \frac{0,1}{(0,900 - 0,25)} \times \frac{0,17}{0,143 \times 164,50/1} = 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{0,17}{0,361 \times 164,5/1} + 0,902 \times \frac{1,96+0}{0,857 \times 2,88/1} +$$

$$0,243 \times \frac{0+0}{0,411/1} = \mathbf{0,720} < \mathbf{1} \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{0,17}{0,143 \times 164,5/1} + 0,999 \times \frac{1,96+0}{0,857 \times 2,88/1} +$$

$$0,405 \times \frac{0+0}{0,411/1} = \mathbf{0,801} < \mathbf{1} \quad (6.62)$$

### Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+P

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{max} = 2,3 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = 1 / 250 = 1300 / 250 = 5,2 \text{ mm}$$

$$a_{max} = \mathbf{2,3} < \mathbf{5,2} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 2,345 \text{ mm}; \quad L / a = 1300,0 / 2,345 = 554,4$$

## OBLICZENIA ZAKOŃCZONO

### PROJEKTANT

inż. Tomasz SIKORSKI  
Upr. Bud. WAM/0056/PWOK/08  
Bez ograniczeń  
Członek Warmińsko – Mazurskiej  
Izby Inżynierów Budownictwa  
WAM/BO/0177/08

### SPRAWDZAJĄCA

mgr inż. Anna SIKORSKA  
Upr. Bud. WAM/0099/POOK/10  
Bez ograniczeń  
Członek Warmińsko – Mazurskiej  
Izby Inżynierów Budownictwa  
WAM/BO/0009/11

## INFORMACJA DO PLANU BIOZ

### 1. Prace budowlane stwarzające szczególne zagrożenia

#### 1. 1. Prace szczególnie niebezpieczne

Mogą wystąpić podczas prac na obiekcie w postaci: montażu konstrukcji

Pracodawca jest obowiązany do ustalenia i aktualizowania wykazu prac szczególnie niebezpiecznych występujących na realizowanej przez niego budowie. Pracodawca powinien określić szczegółowe wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu prac szczególnie niebezpiecznych, a zwłaszcza zapewnić: bezpośredni nadzór nad tymi pracami wyznaczonych w tym celu osób, odpowiednie środki zabezpieczające, szczegółowy instruktaż pracowników je wykonujących.

Do szczególnie niebezpiecznych należą roboty budowlane – np. montażowe prowadzone bez wstrzymania ruchu lub jego części. Przed rozpoczęciem tych robót pracodawca, u którego mają one być prowadzone i osoba kierująca robotami powinni ustalić w podpisanym protokole szczegółowe warunki bezpieczeństwa i higieny pracy, z podziałem obowiązków w tym zakresie.

O prowadzonych robotach oraz o niezbędnych środkach bezpieczeństwa, jakie należy stosować w czasie trwania prac, pracodawca powinien poinformować pracowników przebywających lub mogących przebywać na terenie prowadzenia robót albo w jego sąsiedztwie.

Teren prowadzenia robót powinien być wydzielony i wyraźnie oznakowany. W miejscach niebezpiecznych należy umieścić znaki informujące o rodzaju zagrożenia oraz stosować inne środki zabezpieczające przed skutkami zagrożeń (siatki, bariery itp.).

Do robót szczególnie niebezpiecznych należą również prace na wysokości. Pracą na wysokości jest praca wykonywana na powierzchni znajdującej się na wysokości co najmniej 1,0 m nad poziomem podłogi lub ziemi. Do pracy na wysokości nie zalicza się pracy na powierzchni, niezależnie od wysokości, na jakiej się znajduje, jeżeli powierzchnia ta:

- osłonięta jest ze wszystkich stron do wysokości co najmniej 1,5 m pełnymi ścianami lub ścianami z oknami oszklonymi,
- wyposażona jest w inne stałe konstrukcje lub urządzenia chroniące pracownika przed upadkiem z wysokości.

Na powierzchniach wzniesionych na wysokość powyżej 1,0 m nad poziomem podłogi lub ziemi, na których w związku z wykonywaną pracą mogą przebywać pracownicy, lub służących jako przejścia, powinny być zainstalowane balustrady składające się z poręczy ochronnych umieszczonych na wysokości co najmniej 1,1 m i krawężników o wysokości co najmniej 0,15 m. Pomiędzy poręczą i krawężnikiem powinna być umieszczona w połowie wysokości poprzeczka lub przestrzeń ta powinna być wypełniona w sposób uniemożliwiający wypadnięcie osób. Jeżeli ze względu na rodzaj i warunki wykonywania prac na wysokości zastosowanie balustrad jest niemożliwe, należy stosować inne skuteczne środki ochrony pracowników przed upadkiem z wysokości, odpowiednie do rodzaju i warunków wykonywania pracy.

Prace na wysokości powinny być organizowane i wykonywane w sposób niezmuszający pracownika do wychylania się poza poręcz balustrady lub obrys urządzenia, na którym stoi.

Przy pracach na: drabinach, klamrach, rusztowaniach i innych podwyższeniach nieprzeznaczonych na pobyt ludzi, na wysokości do 2 m nad poziomem podłogi lub ziemi niewymagających od pracownika wychylania się poza obrys urządzenia, na

którym stoi, albo przyjmowania innej wymuszonej pozycji ciała grożącej upadkiem z wysokości, należy zapewnić, aby:

- drabiny, klamry, rusztowania, pomosty i inne urządzenia były stabilne i zabezpieczone przed nie przewidywaną zmianą położenia oraz posiadały odpowiednią wytrzymałość na przewidywane obciążenie
- pomost roboczy spełniał następujące wymagania:
  - powierzchnia pomostu powinna być wystarczająca dla pracowników, narzędzi i niezbędnych materiałów,
  - podłoga powinna być pozioma i równa, trwale umocowana do elementów konstrukcyjnych pomostu,
  - w widocznym miejscu pomostu powinny być umieszczone czytelne informacje o wielkości dopuszczalnego obciążenia.

Rusztowania budowlane powinny:

- 1) posiadać pomost o powierzchni roboczej wystarczającej dla zatrudnionych oraz do składowania narzędzi i niezbędnej ilości materiałów,
- 2) posiadać konstrukcję dostosowaną do przeniesienia działających obciążeń,
- 3) zapewniać bezpieczną komunikację pionową i swobodny dostęp do stanowisk pracy,
- 4) stwarzać możliwość wykonywania pracy w pozycji nie powodującej nadmiernego wysiłku,
- 5) posiadać instalację odgromową, jeżeli są wykonane z rur stalowych.

Rusztowania typowe powinny być wykonane zgodnie z wymaganiami norm. Rusztowania inwentaryzowane powinny być zaopatrzone w atest wytwórni, a ich montaż powinien być dokonywany zgodnie z instrukcją producenta. Rusztowania mogą być montowane i demontowane tylko przez osoby posiadające do tego uprawnienia.

Zabronione jest ustawianie i rozbieranie rusztowań:

- o zmroku, jeżeli nie zapewniono oświetlenia dającego dobrą widoczność,

Użytkowanie rusztowania dopuszczalne jest po dokonaniu jego odbioru przez nadzór techniczny, potwierdzonego zapisem w dzienniku budowy. Na rusztowaniu powinna być wywieszona tablica informująca o dopuszczalnej wielkości obciążenia pomostów. Obciążanie pomostów rusztowań materiałami ponad ustaloną ich nośność i gromadzenie się pracowników na pomostach jest zabronione. Rusztowania powinny być sprawdzane okresowo.

Przy pracach na wysokości, a także przy ustawianiu lub rozbiorce rusztowań oraz przy pracach na drabinach i klamrach na wysokości powyżej 2 m nad poziomem terenu zewnętrznego lub podłogi należy w szczególności:

1) przed rozpoczęciem prac sprawdzić stan techniczny konstrukcji lub urządzeń, na których mają być wykonywane prace, w tych ich stabilność, wytrzymałość na przewidywane obciążenie oraz zabezpieczenie przed nie przewidywaną zmianą położenia, a także stan techniczny stałych elementów konstrukcji lub urządzeń mających służyć do mocowania linek bezpieczeństwa,

2) zapewnić stosowanie przez pracowników, odpowiedniego do rodzaju wykonywanych prac, sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości jak: szelki bezpieczeństwa z linką bezpieczeństwa przymocowaną do stałych elementów konstrukcji, szelki bezpieczeństwa z pasem biodrowym

3) zapewnić stosowanie przez pracowników hełmów ochronnych przeznaczonych do prac na wysokości.

Wymagania powyższe dotyczą również prac wykonywanych na galeriach, pomostach, podestach i innych podwyższeniach, jeżeli rodzaj pracy wymaga od pracownika wychylenia się poza balustradę lub obrys urządzenia, na którym stoi, albo przyjmowania innej wymuszonej pozycji ciała grożącej upadkiem z wysokości.

## 1.2. Prace, które powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby

W budownictwie występuje szereg prac, które zgodnie z obowiązującymi przepisami powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby. Do prac tych należą:

- prace spawalnicze, cięcie gazowe i elektryczne oraz inne prace wymagające posługiwania się otwartym źródłem ognia w pomieszczeniach zamkniętych albo w pomieszczeniach zagrożonych pożarem lub wybuchem,
- prace wykonywane na wysokości powyżej 2 m w przypadkach, w których wymagane jest zastosowanie środków ochrony indywidualnej przed upadkiem z wysokości,

## 1.3. Prace wymagające szczególnej sprawności psychofizycznej

Pracownik ma prawo, po uprzednim zawiadomieniu przełożonego, powstrzymać się od wykonywania pracy wymagającej szczególnej sprawności psychofizycznej w przypadku, gdy jego stan psychofizyczny nie zapewnia bezpiecznego wykonywania pracy i stwarza zagrożenie dla innych osób. Zgodnie z obowiązującymi przepisami do prac tych należą m. in.:

1. Prace przy obsłudze podnośników i platform hydraulicznych.

## 2. Przepisy prawne

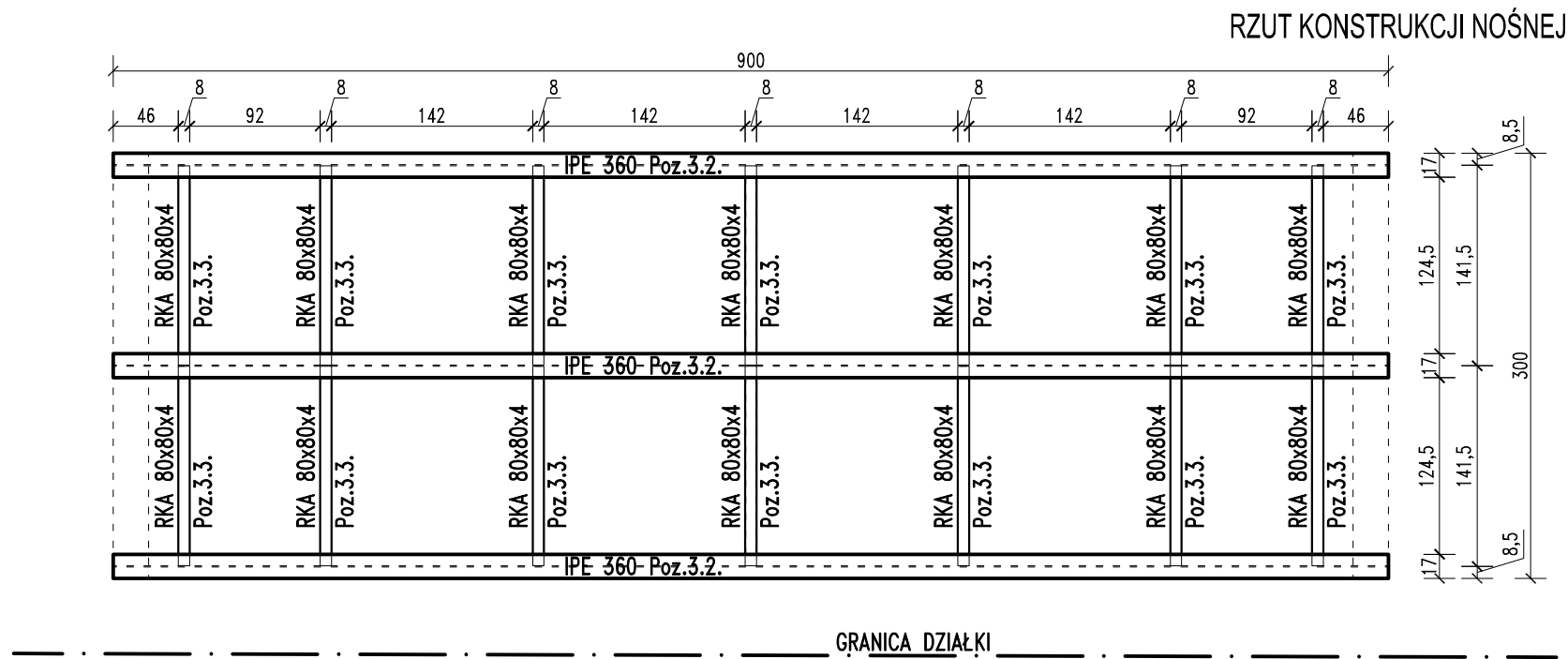
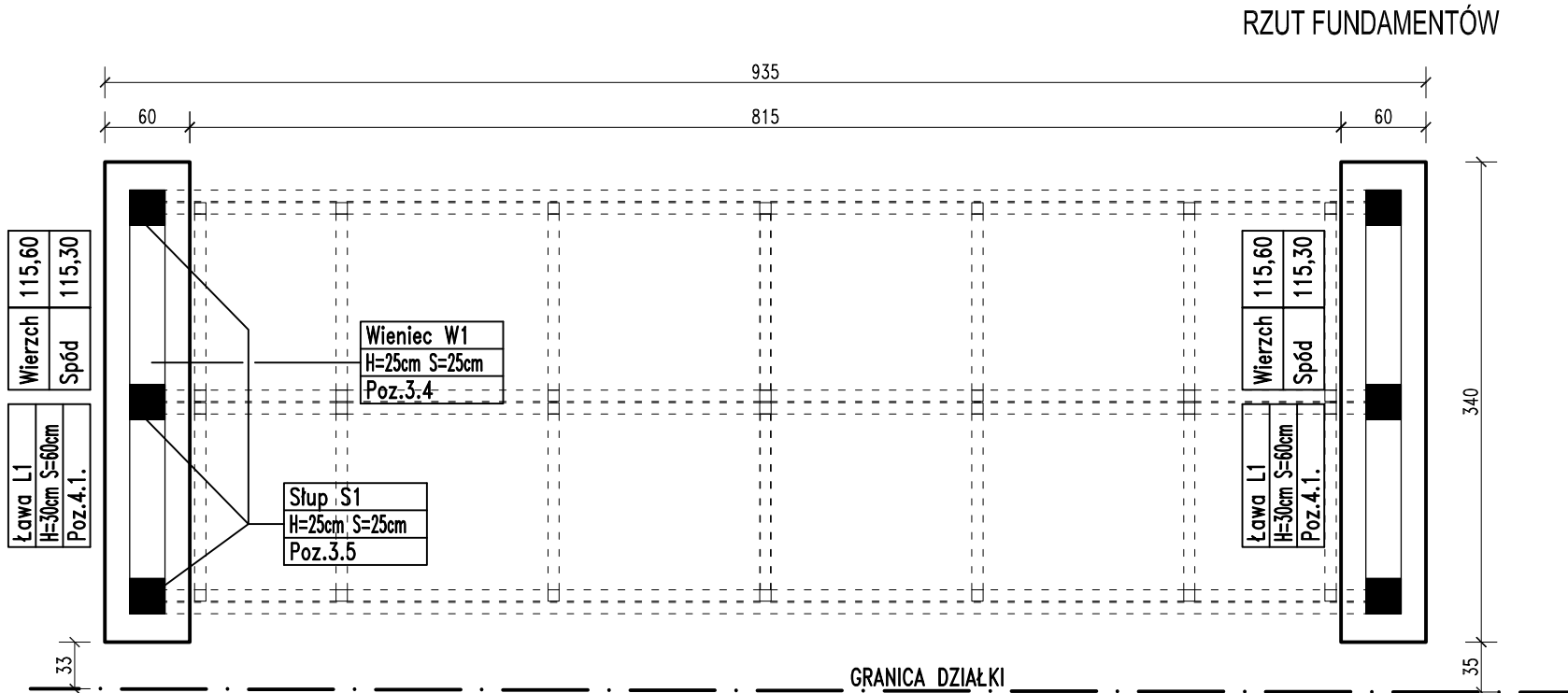
1. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (tekst jedn. Dz. U. z 1998 r., nr 21, poz. 94 z późn. zmianami).
2. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z 26 września 1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. nr 129, poz. 844 z późn. zmianami).
3. Rozporządzenie z 28 marca 1972 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych i rozbiórkowych (Dz. U. nr 13, poz. 93).
4. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej; z 14 marca 2000 r. w sprawie bhp przy ręcznych pracach transportowych (Dz. U. nr 22, poz. 89 z późn. zmianami).

### PROJEKTANT

inż. Tomasz SIKORSKI  
Upr. Bud. WAM/0056/PWOK/08  
Bez ograniczeń  
Członek Warmińsko – Mazurskiej  
Izby Inżynierów Budownictwa  
WAM/BO/0177/08

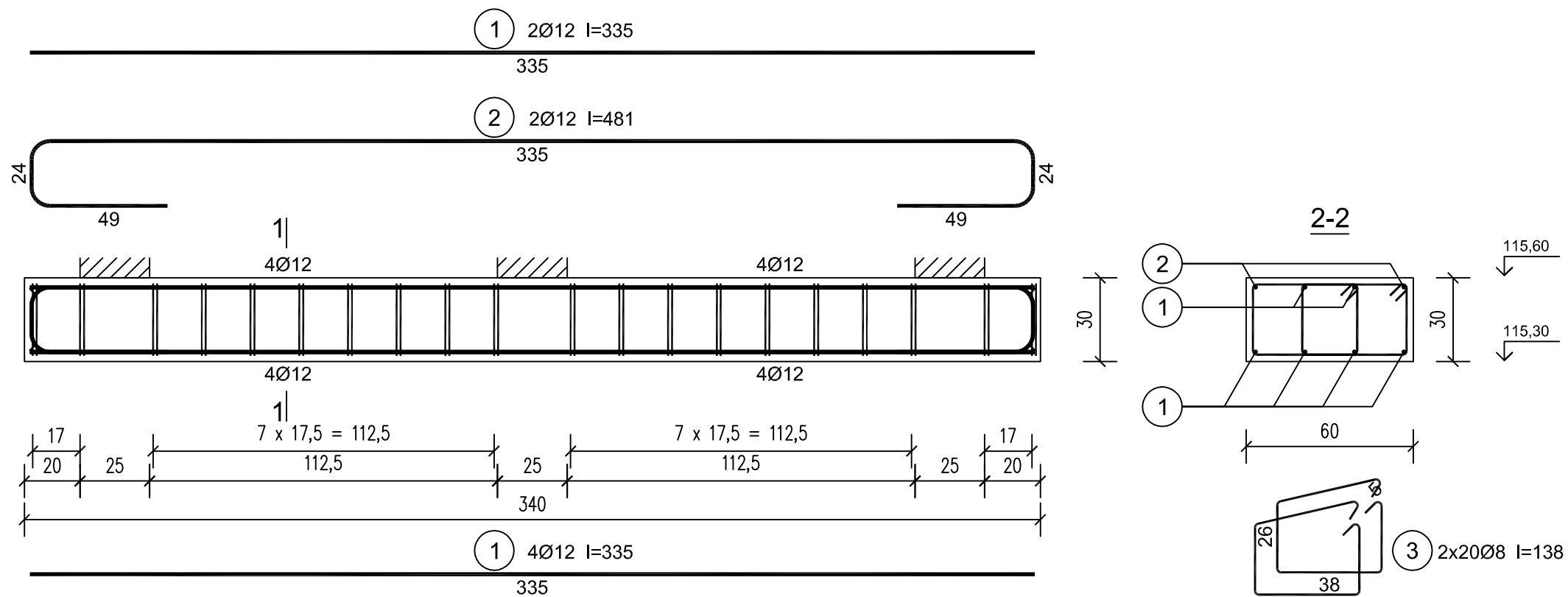
### SPRAWDZAJĄCA

mgr inż. Anna SIKORSKA  
Upr. Bud. WAM/0099/POOK/10  
Bez ograniczeń  
Członek Warmińsko – Mazurskiej  
Izby Inżynierów Budownictwa  
WAM/BO/0009/11



PRAWA AUTORSKIE ZASTRZEŻONE

Jednostka projektowa:		Inwestor:	
ROAD CONCEPT RENATA KOZAK UL. SIENKIEWICZA 21 11-600 WĘGORZEWO		MIASTO OSTRÓW MAZOWIECKA UL. 3 MAJA 66 07-300 OSTRÓW MAZOWIECKA	
Nazwa zadania:	BUDOWA ŚCIEŻEK ROWEROWYCH NA TERENIE MIASTA OSTRÓW MAZOWIECKA O DŁUGOŚCI OK. 17KM, WRAZ Z BUDOWĄ INFRASTRUKTURY TOWARZYSZĄCEJ I PRZEBUDOWĄ KOLIZJI		Branża: konstrukcja
Tytuł rysunku:	RZUTY KONSTRUKCYJNE		Skala: 1:50
Projektował: branża konstruk.	inż. Tomasz Sikorski WAM / 0056 / PWOK / 08	Podpis:	Data: 06.2017
Sprawdziła: branża konstruk.	mgr inż. Anna Sikorska WAM / 0099 / POK / 10	Podpis:	Nr rysunku: K-1



Wykaz zbrojenia

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				St0S-b	34GS
				Ø8	Ø12
dla jednej ławy					
1	12	335	6		20,10
2	12	481	2		9,62
3	8	138	40	55,20	
Długość całkowita wg średnic [m]				55,2	29,72
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,395	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				21,8	26,4
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				21,8	26,4
Masa całkowita dla 1 ławy [kg]				48,2	
Masa całkowita dla 2 ław [kg]				96,4	

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

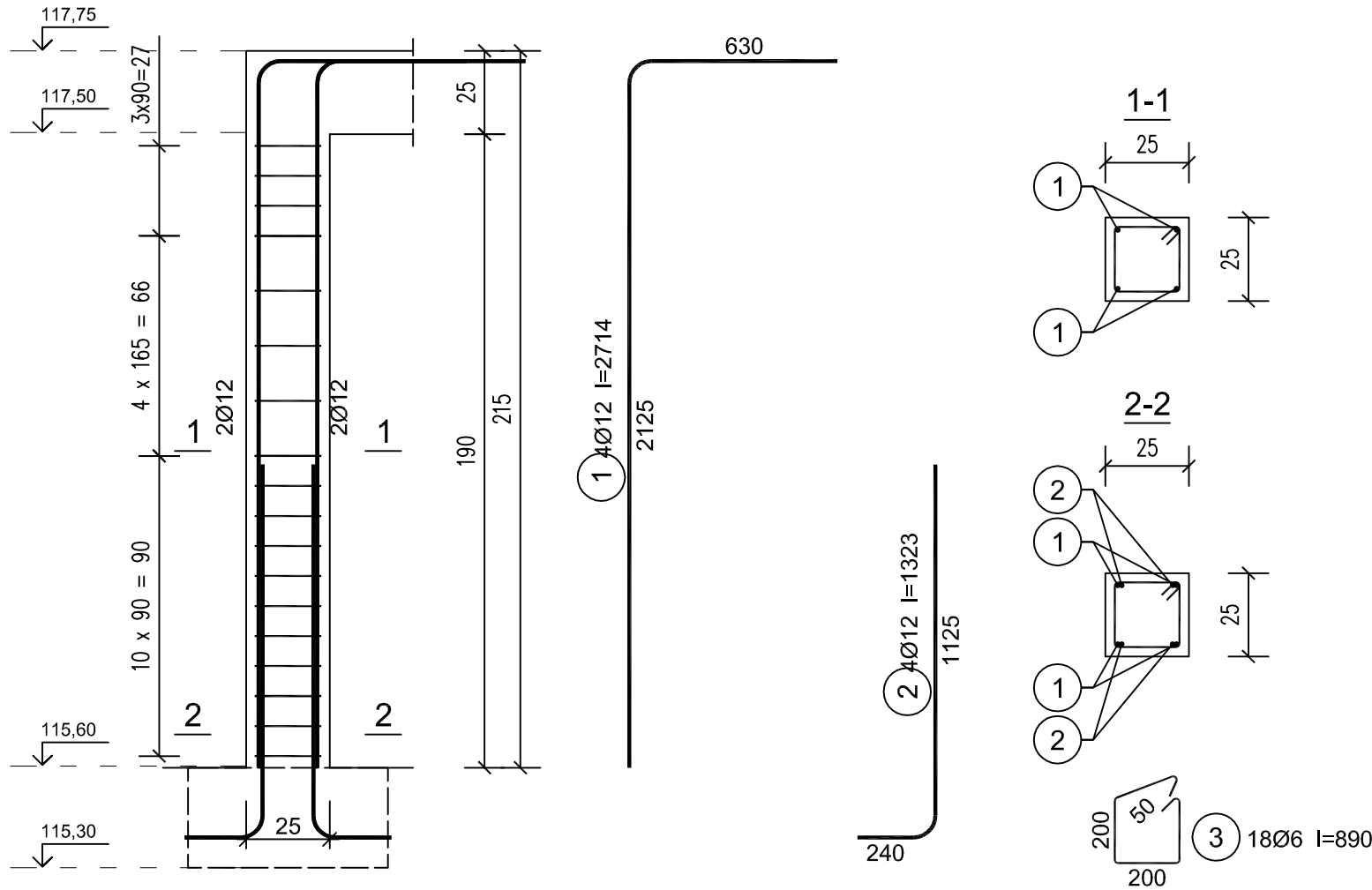
Ilość betonu C16/20  
0,30m x 0,60m x 3,40 m = 0,612m3  
2 sztuki  
0,612m3 x 2szt = 1,224m3

Ilość chudego betonu  
0,10m x 0,80m x 3,60 m = 0,288m3  
2 sztuki  
0,288m3 x 2szt = 0,576m3

Beton B20 (C16/20)  
Stal 34GS  
St0S-b  
Otulina  $c_{nom}$  = 25 mm

PRAWA AUTORSKIE ZASTRZEŻONE

Jednostka projektowa:		Inwestor:	
ROAD CONCEPT RENATA KOZAK UL. SIENKIEWICZA 21 11-600 WĘGORZEWO		MIASTO OSTRÓW MAZOWIECKA UL. 3 MAJA 66 07-300 OSTRÓW MAZOWIECKA	
Nazwa zadania:	BUDOWA ŚCIEŻEK ROWEROWYCH NA TERENIE MIASTA OSTRÓW MAZOWIECKA O DŁUGOŚCI OK. 17KM, WRAZ Z BUDOWĄ INFRASTRUKTURY TOWARZYSZĄCEJ I PRZEBUDOWĄ KOLIZJI		Branża: konstrukcja
Tytuł rysunku:	ZBROJENIE ŁAWY		Skala: 1:20
Projektował: branża konstruk.	inż. Tomasz Sikorski WAM / 0056 / PWOK / 08	Podpis:	Data: 06.2017
Sprawdziła: branża konstruk.	mgr inż. Anna Sikorska WAM / 0099 / POOK / 10	Podpis:	Nr rysunku: K-1.1



Wykaz zbrojenia

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [mm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				St0S-b	34GS
				Ø6	Ø12
dla jednego słupa					
1	12	2714	4		10,86
2	12	1323	4		5,29
3	6	890	18	16,02	
Długość całkowita wg średnic [m]				16,1	16,2
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				3,6	14,4
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				3,6	14,4
Masa całkowita dla 1 słupa [kg]				18	
Masa całkowita dla 6 słupów [kg]				108	

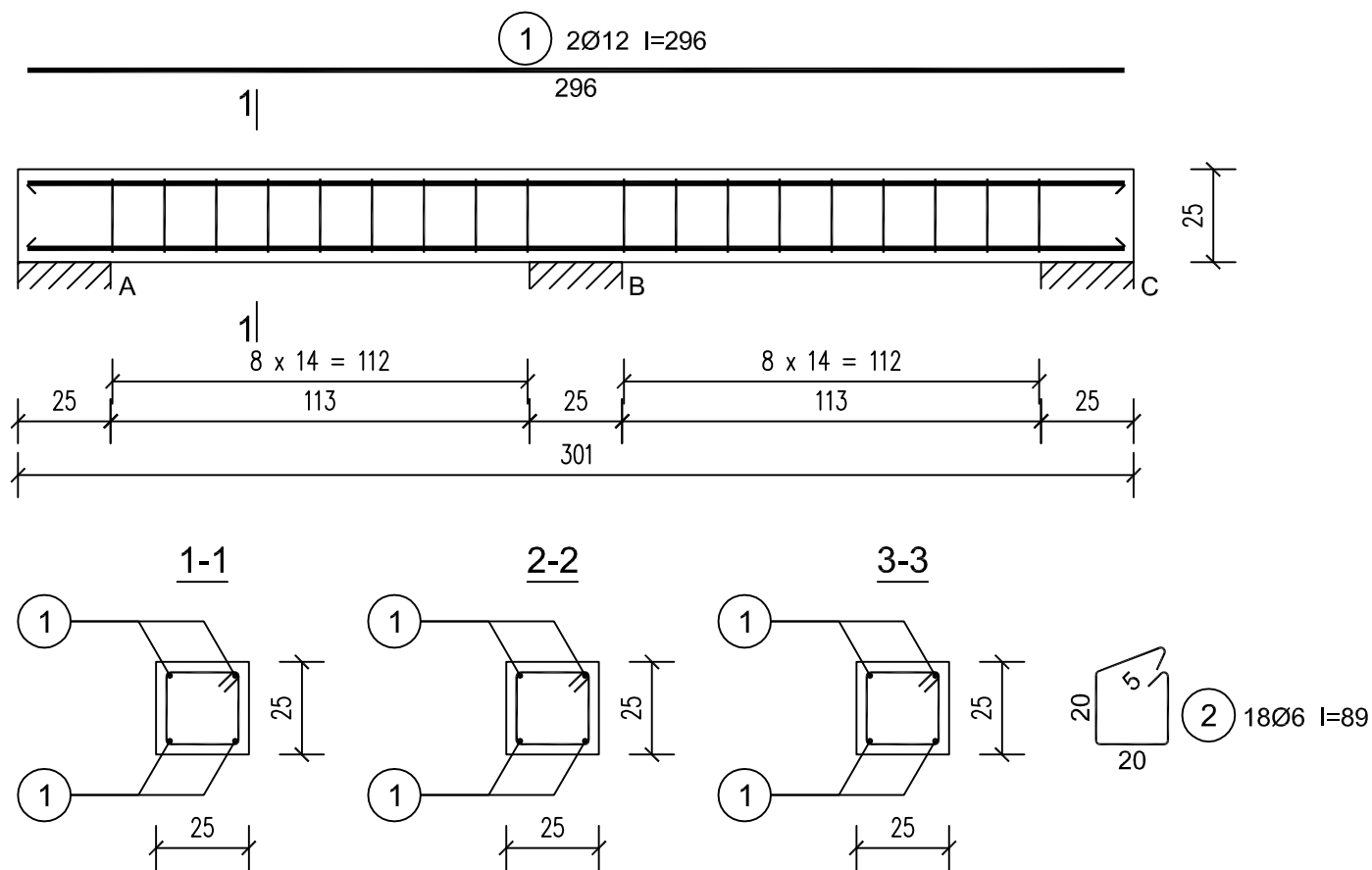
UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

Ilość betonu  
0,25m x 0,25m x 1,90 m = 0,119m3  
6 sztuk  
0,119m3 x 6szt = 0,714m3

Beton C20/25 (B25)  
Stal 34GS  
St0S-b  
Otulina c<sub>nom</sub>=20+5=25 mm

Jednostka projektowa:		Inwestor:	
ROAD CONCEPT RENATA KOZAK UL. SIENKIEWICZA 21 11-600 WĘGORZEWO		MIASTO OSTRÓW MAZOWIECKA UL. 3 MAJA 66 07-300 OSTRÓW MAZOWIECKA	
Nazwa zadania:	BUDOWA ŚCIEŻEK ROWEROWYCH NA TERENIE MIASTA OSTRÓW MAZOWIECKA O DŁUGOŚCI OK. 17KM, WRAZ Z BUDOWĄ INFRASTRUKTURY TOWARZYSZĄCEJ I PRZEBUDOWĄ KOLIZJI	Branża:	konstrukcja
Tytuł rysunku:	ZBROJENIE SŁUPÓW	Skala:	1:20
Projektował: branża konstruk.	inż. Tomasz Sikorski WAM / 0056 / PWOK / 08	Podpis:	Data: 06.2017
Sprawdził: branża konstruk.	mgr inż. Anna Sikorska WAM / 0099 / POOK / 10	Podpis:	Nr rysunku: K-1.2

PRAWA AUTORSKIE ZASTRZEŻONE



Wykaz zbrojenia

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				St0S-b	34GS
				Ø6	Ø12
dla jednej belki					
1	12	296	4		11,84
2	6	89	18	16,02	
Długość całkowita wg średnic [m]				16,1	11,9
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,888
Masa prętów wg średnic [kg]				3,6	10,6
Masa prętów wg gatunków stali [kg]				3,6	10,6
Masa całkowita dla 1 belki [kg]				15	
Masa całkowita dla 2 belek [kg]				30	

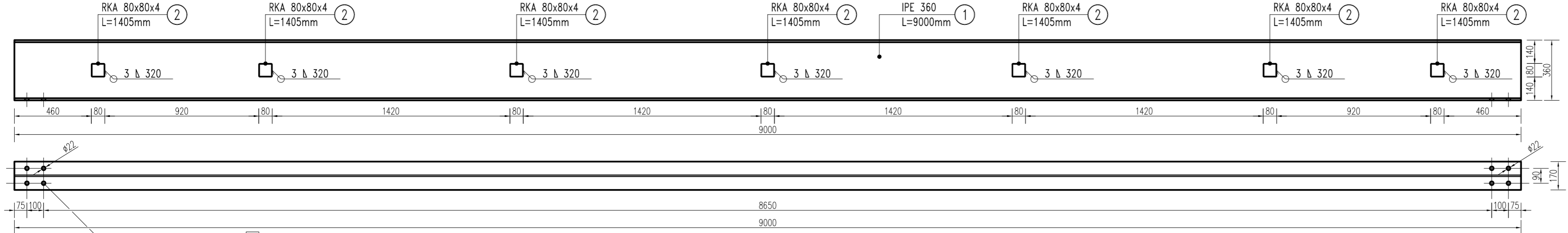
UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

Ilość betonu  
0,25m x 0,25m x 3,01 m = 0,188m3  
2 sztuki  
0,188m3 x 2szt = 0,376m3

Beton C20/25 (B25)  
Stal 34GS  
St0S-b  
Otulina c<sub>nom</sub>=20+5=25 mm

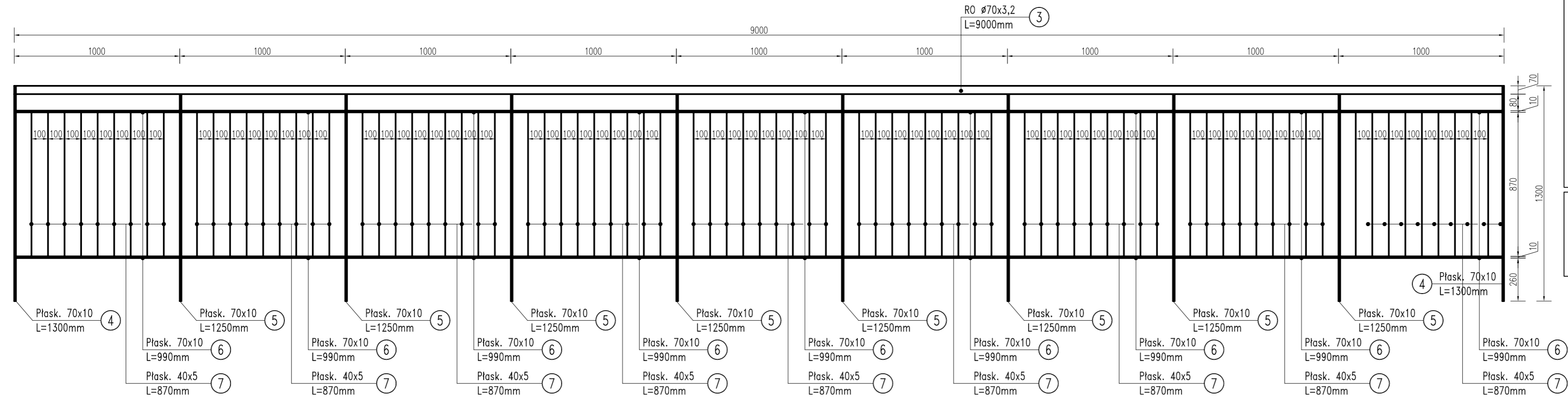
Jednosika projektowa:		Inwestor:	
ROAD CONCEPT RENATA KOZAK UL. SIENKIEWICZA 21 11-600 WĘGORZEWO		MIASTO OSTRÓW MAZOWIECKA UL. 3 MAJA 66 07-300 OSTRÓW MAZOWIECKA	
Nazwa zadania:	BUDOWA ŚCIEŻEK ROWEROWYCH NA TERENIE MIASTA OSTRÓW MAZOWIECKA O DŁUGOŚCI OK. 17KM, WRAZ Z BUDOWĄ INFRASTRUKTURY TOWARZYSZĄCEJ I PRZEBUDOWĄ KOLIZJI		Branża: konstrukcja
Tytuł rysunku:	ZBROJENIE WIENCA W1		Skala: 1:20
Projektował: branża konstruk.	inż. Tomasz Sikorski WAM / 0056 / PWOK / 08	Podpis:	Data: 06.2017
Sprawdziła: branża konstruk.	mgr inż. Anna Sikorska WAM / 0099 / POOK / 10	Podpis:	Nr rysunku: K-1,3

PRWA AUTORSKIE ZASTRZEŻONE



Kotwa ocynkowana kl. 5.6  
M20 L=300mm  
Podkładka M20  
2 Nakrętki M20

Kotwy wkleić na klej HILTI RE 500  
lub rozwiązanie równoważne innej  
firmy



#### Zestawienie stali kształtowej

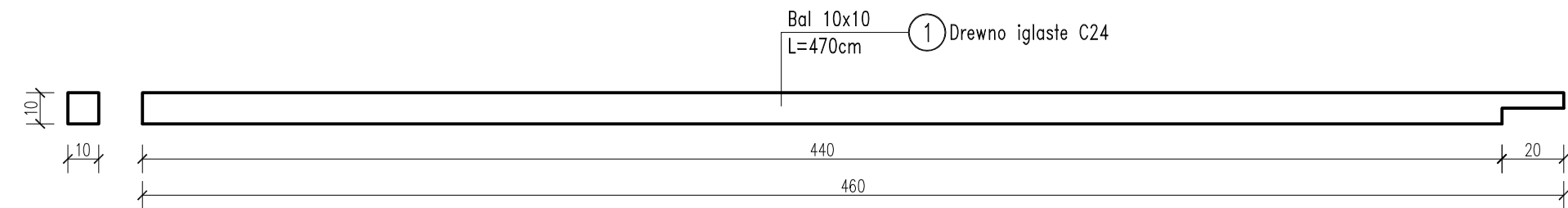
Pozycja	Przekrój	Liczba	Długość (mm)	Masa		
				Jednostkowa (kg/m)	Elementu (kg)	Całkowita (kg)
1	IPE 360	3	9000,00	57,07	513,63	1540,89
2	RK 80x80x4	14	1405,00	9,00	12,65	177,03
3	RO Ø70x3,2	2	9000,00	5,28	47,52	95,04
4	Plask. 70x10	4	1300,00	5,50	7,15	28,60
5	Plask. 70x10	16	1250,00	5,50	6,88	110,00
6	Plask. 70x10	36	990,00	5,50	5,45	196,02
7	Plask. 40x5	162	870,00	1,57	1,37	221,28
Masa łączna elementów (kg)						2368,86
Dodatek na spoiny 1,8% (kg)						42,64
Masa całkowita (kg)						2411,50

#### Powierzchnia malowania

Pozycja	Przekrój	Liczba	Powierzchnia malowania	
			Elementu (m2)	Całkowita (m2)
1	IPE 360	3	12,177	36,531
2	RK 80x80x4	14	0,4496	6,2944
3	RO Ø70x3,2	2	1,9792	3,9584
4	Plask. 70x10	4	0,208	0,832
5	Plask. 70x10	16	0,200	3,200
6	Plask. 70x10	36	0,1584	5,7024
7	Plask. 40x5	162	0,0783	12,6846
Łączna powierzchnia malowania				69,2028

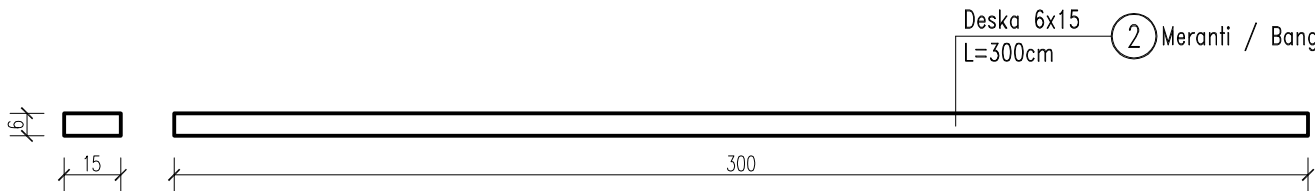
materiały:  
Stal konstrukcyjna : S235  
Elektrody : EB 1.50

PRAWA AUTORSKIE ZASTRZEŻONE	Jednostka projektowa:		Inwestor:	
	ROAD CONCEPT RENATA KOZAK UL. SIENKIEWICZA 21 11-800 WĘGORZEWO		MIASTO OSTRÓW MAZOWIECKA UL. 3 MAJA 66 07-300 OSTRÓW MAZOWIECKA	
	Nazwa zadania:		BUDOWA ŚCIEŻEK ROWEROWYCH NA TERENIE MIASTA OSTRÓW MAZOWIECKA O DŁUGOŚCI OK. 17KM, WRAZ Z BUDOWĄ INFRASTRUKTURY TOWARZYSZĄCEJ I PRZEBUDOWĄ KOLIZJI	
	Tytuł rysunku:		ELEMENTY STALOWE	
	Projektował: branża konstr.		inż. Tomasz Sikorski WAM / 0056 / PWOK / 08	
	Sprawdził: branża konstr.		mgr inż. Anna Sikorska WAM / 0099 / POKK / 10	
			Branża: konstrukcja Skala: 1:20 Data: 06.2017 Nr rysunku: K-1.4	



Ilość drewna  
0,1m x 0,1m x 4,70m x 6 szt = 0,282m3

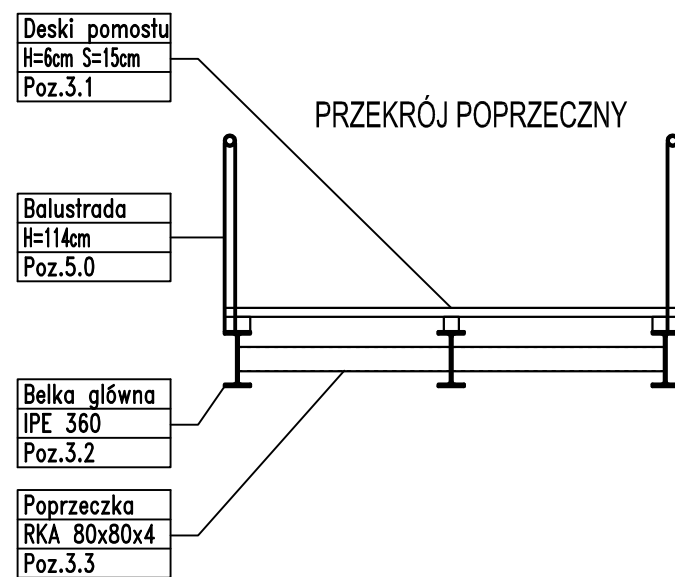
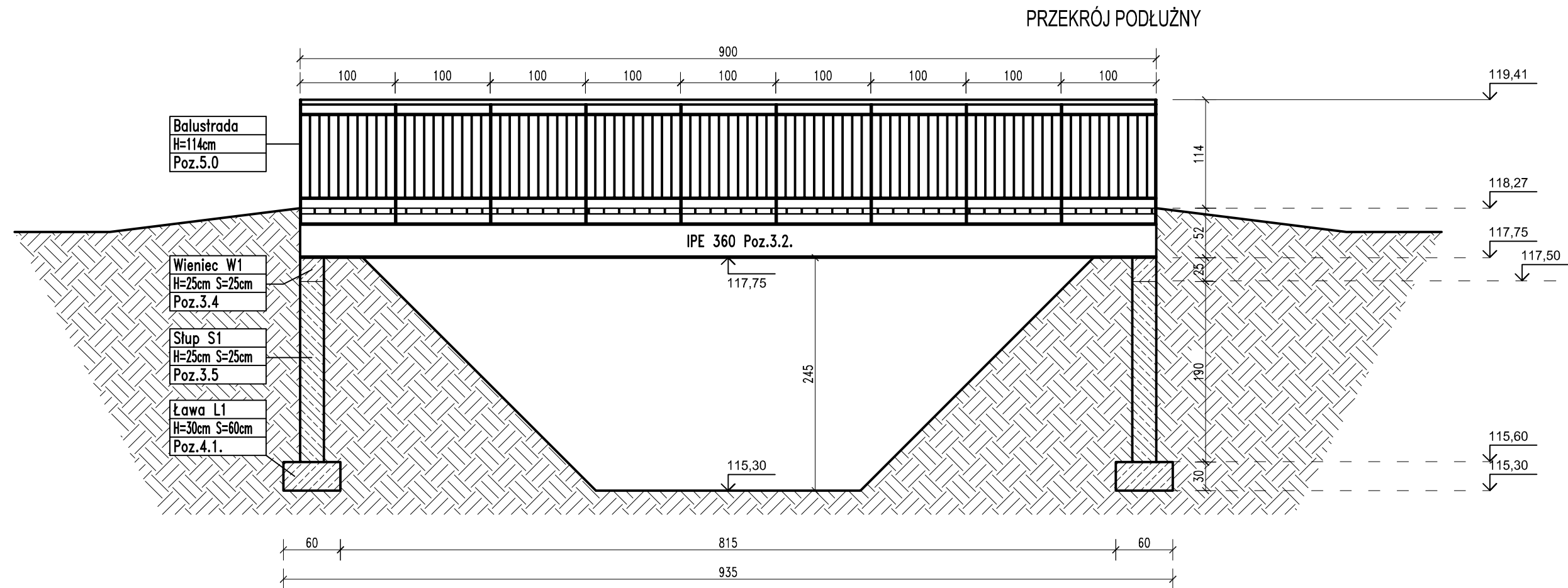
Kątownik ciesielski L 90x90x65 x 2mm  
5szt / bal x 6 bali = 30szt.



Ilość drewna  
0,06m x 0,15m x 3,00m x 57 szt = 1,539m3

Wkręty ø8mm x 120mm – stal A4 / AISI 316  
6szt / deskę x 57 desek = 342szt.

PRAWA AUTORSKIE ZASTRZEŻONE	Jednosika projektowa:		Inwestor:	
	ROAD CONCEPT RENATA KOZAK UL. SIENKIEWICZA 21 11-600 WĘGORZEWO		MIASTO OSTRÓW MAZOWIECKA UL. 3 MAJA 66 07-300 OSTRÓW MAZOWIECKA	
	Nazwa zadania:	BUDOWA ŚCIEŻEK ROWEROWYCH NA TERENIE MIASTA OSTRÓW MAZOWIECKA O DŁUGOŚCI OK. 17KM, WRAZ Z BUDOWĄ INFRASTRUKTURY TOWARZYSZĄCEJ I PRZEBUDOWĄ KOLIZJI		Branża: konstrukcja
	Tytuł rysunku:	ELEMENTY DREWNIANE		Skala: 1:20
	Projektował: branża konstruk.	inż. Tomasz Sikorski WAM / 0056 / PWOK / 08	Podpis:	Data: 06.2017
	Sprawdziła: branża konstruk.	mgr inż. Anna Sikorska WAM / 0099 / POOK / 10	Podpis:	Nr rysunku: K-1.5



Jednostka projektowa:		Inwestor:	
ROAD CONCEPT RENATA KOZAK UL. SIENKIEWICZA 21 11-600 WĘGORZEWO		MIASTO OSTRÓW MAZOWIECKA UL. 3 MAJA 66 07-300 OSTRÓW MAZOWIECKA	
Nazwa zadania:	BUDOWA ŚCIEŻEK ROWEROWYCH NA TERENIE MIASTA OSTRÓW MAZOWIECKA O DŁUGOŚCI OK. 17KM, WRAZ Z BUDOWĄ INFRASTRUKTURY TOWARZYSZĄCEJ I PRZEBUDOWĄ KOLIZJI		Branża: konstrukcja
Tytuł rysunku:	PRZEKROJE KONSTRUKCYJNE		Skala: 1:50
Projektował: branża konstruk.	inż. Tomasz Sikorski WAM / 0056 / PWOK / 08	Podpis:	Data: 06.2017
Sprawdziła: branża konstruk.	mgr inż. Anna Sikorska WAM / 0099 / POK / 10	Podpis:	Nr rysunku: K-2

PRAWA AUTORSKIE ZASTRZEŻONE