

**TOM IV**

**PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY**

**BRANŻA: KONSTRUKCYJNA**

**Nazwa inwestycji: INSTALACJA ODWADNIANIA OSADU NA  
OCZYSZCZALNI GMINNEJ W OSIEKU**

**Obiekt budowlany: Instalacja odwadniania osadów i wiata do składowania  
odwodnionych osadów**

Wiata na osad odwodniony i nawierzchnia na osad  
odwodniony wraz z zadaszeniem

**Kategoria obiektu  
budowlanego: XXX**

**Adres obiektu**

**budowlanego: Miejscowość Osiek, działka nr 376/44 - obręb Osiek, gmina  
Osiek, powiat brodnicki, województwo kujawsko -  
pomorskie**

**Inwestor: Gmina Osiek, Osiek 85, 87-340 Osiek**

**Projektował ( branża konstrukcyjna )**

.....  
Specjalność konstrukcyjna

**Sprawdził ( branża konstrukcyjna )**

.....  
Specjalność konstrukcyjna

**Data opracowania – 24 wrzesień 2019 r.**

## **Zawartość opracowania:**

1.	Opis techniczny wraz z obliczeniami i schematami statycznymi	str. 3 - 42
2.	Informacja BIOZ	str. 43 - 44
3.	Oświadczenie projektanta	str. 45
4.	Uprawnienia i zaświadczenia z Izby projektanta	str. 46 - 48
5.	Uprawnienia i zaświadczenia z Izby sprawdzającego	str. 49 - 51
6.	Część rysunkowa:	

### Wiata na osad odwodniony:

•	RZUT FUNDAMENTÓW ( rys. nr K - 01 )	str. 52
•	STOPA ST - 1 ( rys. nr K - 02 )	str. 53
•	STOPA ST - 2 ( rys. nr K - 03 )	str. 54
•	RZUT POZIOMY KONSTRUKCJI ( rys. nr K - 04 )	str. 55
•	PŁATWIE DACHOWE ( rys. nr K - 05 )	str. 56
•	WIĄZAR DACHOWY WK - 1 ( rys. nr K - 06 )	str. 57

### Zadaszenie nad nawierzchnią na osad odwodniony:

•	STOPA FUNDAMENTOWA ( rys. nr K - 07 )	str. 58
---	---------------------------------------	---------

## **Opis techniczny –**

*- do projektu architektoniczno – budowlanego branży konstrukcyjnej dotyczącego inwestycji o nazwie "Instalacja odwadniania osadu na oczyszczalni gminnej w Osieku" zlokalizowanej w miejscowości Osiek, gmina Osiek, powiat brodnicki, obręb Osiek, dz. nr 376/44.*

### **Podstawa opracowania**

- zlecenie inwestora,
- decyzja o lokalizacji inwestycji celu publicznego,
- projekt zagospodarowania terenu,
- projekt architektoniczno – budowlany branży architektonicznej,
- wizja lokalna,
- uzgodnienia z Inwestorem.

### **1. Dane ogólne.**

Niniejszy opis techniczny został sporządzony w oparciu o „Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego” z uwzględnieniem późniejszych zmian treści rozporządzenia, Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 21 maja 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo budowlane, a także przepisów odrębnych.

Projekt jest częścią przedsięwzięcia uznanego przez inwestora pod nazwą „Instalacja odwadniania osadu na oczyszczalni gminnej w Osieku”.

### **2. Przedmiot inwestycji.**

Przedmiotem inwestycji jest wykonanie instalacji odwadniania osadu na oczyszczalni gminnej w miejscowości Osiek na działce nr 376/44, gmina Osiek, powiat brodnicki, składającej się z szeregu obiektów w których skład wchodzi między innymi: projektowana wiata na osad odwodniony, projektowane zadaszenie nad nawierzchnią na osad odwodniony z uwzględnieniem wykonania nawierzchni na osad odwodniony. Obiekty te zostaną zbudowane wraz z infrastrukturą towarzyszącą w postaci między innymi projektowanych nawierzchni utwardzonych a także projektowanego kontenera z instalacją odwadniania osadów. Budowa wspomnianych obiektów będzie polegać na dostosowaniu istniejących obiektów przy uwzględnieniu infrastruktury technicznej na terenie objętym inwestycją do poprawy wydajności funkcjonowania oczyszczalni.

### **3. Przeznaczenie i program użytkowy obiektu.**

Projektowana wiata na osad odwodniony oraz projektowana nawierzchnia na osad odwodniony z uwzględnieniem jej zadaszenia będą jednymi z szeregu obiektów wchodzących w skład oczyszczalni ścieków. Przeznaczone są do gromadzenia i składowania osadu odwodnionego.

### **4. Zestawienie powierzchni oraz dane charakterystyczne (wg. PN-ISO 9836:1997).**

#### **Wiata na osad odwodniony**

Powierzchnia użytkowa = 125,47 m<sup>2</sup>

Powierzchnia zabudowy = 136,24 m<sup>2</sup>

Powierzchnia całkowita = 136,24 m<sup>2</sup>

Kubatura = 705,00 m<sup>3</sup>

Wymiary ( szer. x dł.) = 8,41 x 16,20 m

Wysokość = 6,36 m

## Nawierzchnia na osad odwodniony wraz z zadaszeniem

Powierzchnia użytkowa = 13,80 m<sup>2</sup>  
Powierzchnia zabudowy = 16,77 m<sup>2</sup>  
Powierzchnia całkowita = 16,77 m<sup>2</sup>  
Kubatura = 63,22 m<sup>3</sup>  
Wymiary ( szer. x dł. ) = 3,20 x 5,24 m  
Wysokość = 3,77 m

<b>Liczba kondygnacji</b>	<b>- obiekty jednokondygnacyjne</b>
<b>Grupa wysokości budynku</b>	<b>- obiekty niskie ( N )</b>

### **5. Forma architektoniczna i funkcja obiektu budowlanego, sposób jego dostosowania do krajobrazu i otaczającej zabudowy oraz sposób spełnienia wymagań, o których mowa w art. 5 ust. 1**

#### 5.1. Forma i funkcja projektowanych obiektów

Zaprojektowano obiekty niskie (N) jednokondygnacyjne, niepodpiwniczone zarówno z dachem dwuspadowym ( wiata na osad odwodniony ) jak i dachem płaskim ( zadaszenie nawierzchni na osad odwodniony którego kształt zostanie określony po wyborze producenta gotowych rozwiązań w zakresie wykonania zadaszenia o konstrukcji stalowej nad nawierzchnią na osad odwodniony wykonywane na zamówienie u producenta i przywiezione na budowę w postaci gotowych stalowych elementów do montażu ). Pokrycie wiaty na osad odwodniony stanowić będzie płyta warstwowa, natomiast pokrycie dachu nad nawierzchnią na osad odwodniony stanowić będzie blacha stalowa o profilu dobranym zgodnie z zaleceniami i specyfikacją producenta zadaszenia. Projektowane obiekty służyć będą do gromadzenia i składowania osadu odwodnionego.

#### 5.2. Sposób dostosowania obiektu budowlanego do krajobrazu i otaczającej zabudowy

Projektowane obiekty harmonizują z istniejącymi obiektami w obszarze inwestycji. Pod względem formy, w tym spadków dachów harmonizują z zabudową zlokalizowaną w bezpośrednim sąsiedztwie.

Obiekty będą wyposażone w oświetlenie oraz instalację odgromową zgodnie z projektem branży elektrycznej.

*Projektowany obiekt spełnia wymagania o których mowa w art. 5 ust. 1*

Forma projektowanych obiektów jest ściśle powiązana z ich funkcją i układem konstrukcyjnym. Lokalizacja, gabaryty oraz technologia wykonania obiektów jest zgodna z zapisami zawartymi w decyzji o lokalizacji inwestycji celu publicznego i oczekiwaniami inwestora. Wobec powyższego uznać można, że realizacja projektowanej inwestycji według rozwiązań podanych w niniejszym opracowaniu nie narusza wymagań określonych przepisami odrębnymi a także interesów osób trzecich i zgodna jest z oczekiwaniami inwestora tj. gminy.

### **6. Geotechniczne warunki posadowienia.**

Obiekty zaliczono do I kategorii geotechnicznej.

Ze względu na proste warunki gruntowe, przy braku gruntów słabonośnych oraz zwierciadło wód gruntowych poniżej posadowienia obiektów, obiekty zaliczono do I kategorii geotechnicznej.

Dla budowy oczyszczalni ścieków w Osieku zostały w 2000 roku wykonane przez Zakład Usług Geotechnicznych (GEODOM), 80-287 Gdańsk, ul. Bulońska 8c/11 badania geotechniczne. Na ich podstawie określono następujące wnioski i zalecenia techniczne dla posadowienia obiektów na terenie przedmiotowej oczyszczalni ścieków:

- Gruntami zdolnymi do przejścia obciążeń bezpośrednich od fundamentów są wszystkie grunty mineralne występujące w opracowanym terenie.
- Gdyby w poziomie posadowienia budynku występowały upłynnione grunty należy dokonać częściowej wymiany gruntu, wybierając grunt na głębokość około 0,3 m poniżej ławy fundamentowej a ubytki uzupełniając podsypką żwirową z zagęszczeniem takim, aby stopień zagęszczenia  $I_D > 0,5$ . Upłynnienie może wystąpić w przypadku zalania wykopu fundamentowego wodą opadową w miejscu gdzie w poziomie posadowienia będzie zalegała glina piaszczysta.
- Ze względu na wysoki poziom wód gruntowych nie należy posadawiać głębiej niż 2,5 m ppt.
- Należy zaprojektować i wykonać odpowiednie odprowadzenie wód opadowych zarówno z połąci dachowych jak i z powierzchni terenu.
- Głębokość przemarzania w tym terenie wynosi 1 m ppt.

## **7. Technologia robót w zakresie rozwiązań konstrukcyjnych.**

### 7.1. Wiata na osad odwodnionej

#### 7.1.1. Część ogólna - konstrukcja.

##### 1) Rodzaj i przeznaczenie konstrukcji.

Przedmiotem opracowania jest konstrukcja stalowa budynku wiaty na „odpady”. Budynek jedno- nawowy. Słupy stalowe, na słupach wiązary trójkątny stalowy.

##### 2) Opis konstrukcyjno - budowlany.

###### a) Dane dotyczące konstrukcji.

Fundamenty żelbetowe : stopy fundamentowe. Słupy i płatwie / ścienne i dachowe / stalowe. Wiązary dachowy trójkątny stalowy.

###### b) Opis elementów konstrukcyjnych.

##### **- Fundamenty.**

Fundamenty wykonać jako żelbetowe. Fundamentowanie w postaci stóp fundamentowych. Przed zabetonowaniem fundamentów należy umieścić w nich elementy kotwiące, zgodnie z rysunkami wykonawczymi.

Fundamentowanie poniżej lustra wody gruntowej. Przed wykonaniem fundamentów, a bezpośrednio po wykonaniu wykopu, podłoże gruntowe należy zabezpieczyć warstwą chudego betonu B-10 gr.10cm.

Stal konstrukcyjna A-III(34GS), beton towarowy B-20.

##### **- Konstrukcja nośna.**

Słupy konstrukcyjne wykonane z profili Ipe180 – główne słupy konstrukcyjne.

Słupy stalowe, kotwione w masie betonowej stóp fundamentowych za pośrednictwem śrub fajkowych , śruby należy umieścić w fundamentowaniu przed betonowaniem.

Słupy zostaną usztywnione płatwiami stalowymi [120, płatwie wykonać w świetle słupów, mocowanie płatwi do słupów za pomocą spawów pachwinowych  $a=3mm$ .

Na słupach zostaną wykonane wiązary stalowe trójkątne. Połączenie wiązarów montażowe: w kalenicy oraz w połowie długości pasa dolnego – połączenia wykonane na 4 śruby M16 kl. 5.6.

Pas dolny i górny wykonany z 1/2Ipe160. Krzyżulce i słupki wykonane z R51\*3,2. Zarówno ściany jak i połacie dachowe w swych płaszczyznach usztywnić dodatkowo prętami średnicy 20mm połączonych ze sobą na śrubę rzymską – wg rysunku konstrukcyjnego.

Cała konstrukcja zostanie obłożona blachą trapezową T55\*188 str.B, gr.0.75mm.

Tężnik – belka, ma za zadanie przenieść obciążenia pionowe i poziome od więzara dachowego, rozwiązanie wg projektu wykonawczego.

Stal profilowana St3SX,  $f_{yd,min}=215\text{MPa}$

#### - Ściany oporowe

Ściany oporowe - ścianka o wysokości 1,0 m wykonana z elementów żelbetowych mur oporowy typ 105,

Uwagi :

- wszystkie elementy konstrukcji stalowych - malować – po oczyszczeniu do klasy III klasy czystości zestawem farb antykorozyjnych i nawierzchniowych odpornych na warunki atmosferyczne,
- dopuszcza się do zmiany zabezpieczenia antykorozyjnego na ocynk, pod warunkiem opracowania odpowiedniej technologii nakładania ocynku w miejscu wykonywanych połączeń spawanych,
- dokumentacja niniejsza stanowi podstawę do opracowania rysunków wykonawczych konstrukcji stalowych,
- szczegółowe rozwiązania konstrukcji wg projektu wykonawczego.

#### UWAGA!

Wszystkie elementy budowlane projektowanej inwestycji należy wykonać zgodnie z niniejszym projektem technicznym, a zamiary zmian konsultować z projektantami !

Niniejsze opracowanie nie jest projektem wykonawczym. W przypadku konieczności wykonania projektu wykonawczego zgłoszonej przez kierownika budowy lub inwestora, biuro może dodatkowo wykonać to opracowanie po uzgodnieniu warunków przez strony. Odpowiedzialność za realizację obiektu zgodnie z zasadami wiedzy technicznej spoczywa na kierowniku budowy.

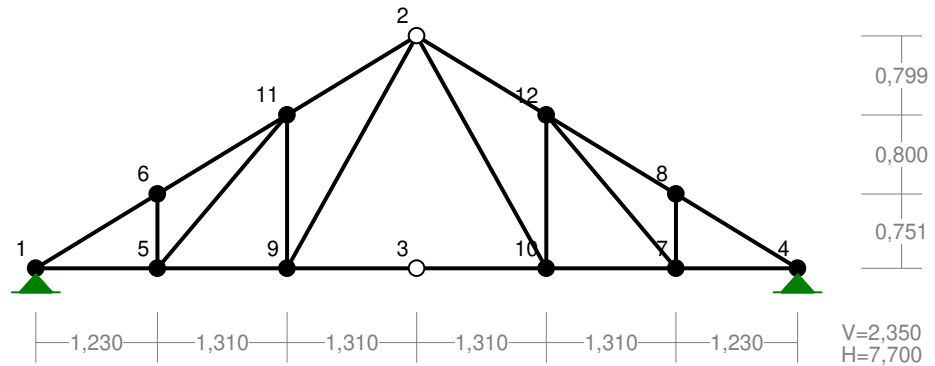
#### 7.1.2. Obliczenia i schematy statyczne dotyczące zadaszenia wiaty na osad odwodnionej

Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcyjnych:

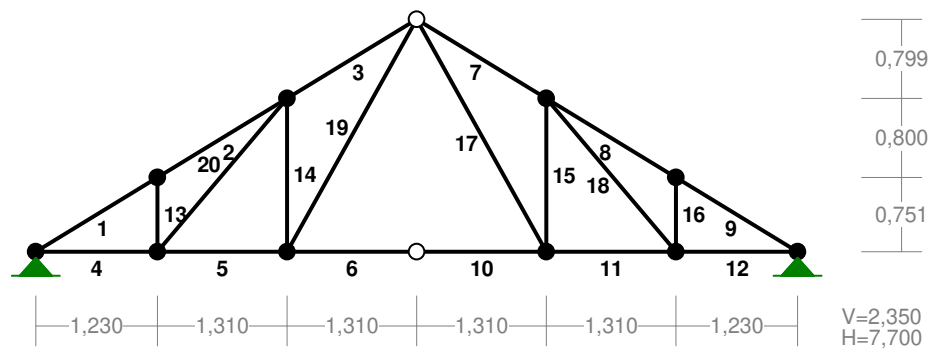
- dopuszczalny nacisk na grunt:  $q_f = 150\text{kPa}$ ,
- I kategoria geotechniczna gruntu,
- umowna głębokość przemarzania:  $H_z = 1,0\text{m}$ ,
- obciążenie śniegiem - STREFA 2,
- obciążenie wiatrem – STREFA 1.

# ZAŁĄCZNIK NR1 – KRATOWNICA

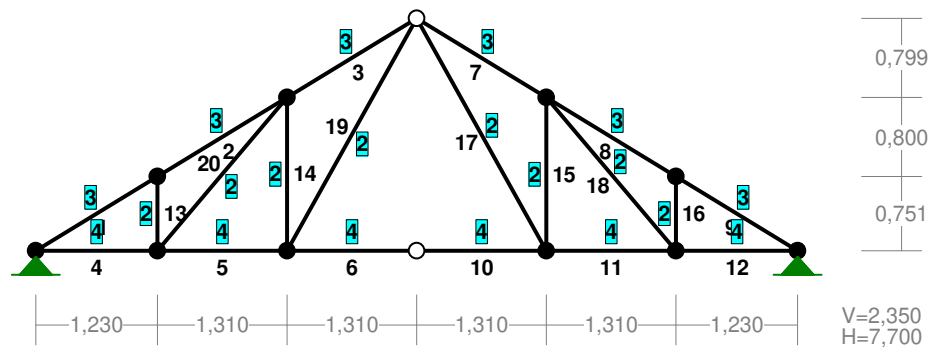
WĘZŁY:



PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:



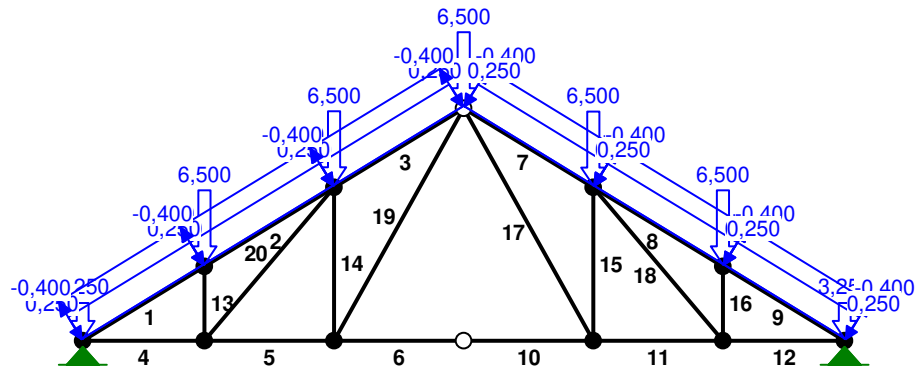
# **PRĘTY UKŁADU:**

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	6	1,230	0,751	1,441	1,000	3 T 1/2 I 160 PE
2	00	6	11	1,310	0,800	1,535	1,000	3 T 1/2 I 160 PE
3	01	11	2	1,310	0,799	1,534	1,000	3 T 1/2 I 160 PE
4	00	1	5	1,230	0,000	1,230	1,000	4 T 1/2 I 160 PE
5	00	5	9	1,310	0,000	1,310	1,000	4 T 1/2 I 160 PE
6	01	9	3	1,310	0,000	1,310	1,000	4 T 1/2 I 160 PE
7	10	2	12	1,310	-0,800	1,535	1,000	3 T 1/2 I 160 PE
8	00	12	8	1,310	-0,799	1,534	1,000	3 T 1/2 I 160 PE
9	00	8	4	1,230	-0,751	1,441	1,000	3 T 1/2 I 160 PE
10	10	3	10	1,310	0,000	1,310	1,000	4 T 1/2 I 160 PE
11	00	10	7	1,310	0,000	1,310	1,000	4 T 1/2 I 160 PE
12	00	7	4	1,230	0,000	1,230	1,000	4 T 1/2 I 160 PE
13	00	5	6	0,000	0,751	0,751	1,000	2 R 51.0x 3.2
14	00	9	11	0,000	1,551	1,551	1,000	2 R 51.0x 3.2
15	00	10	12	0,000	1,550	1,550	1,000	2 R 51.0x 3.2
16	00	7	8	0,000	0,751	0,751	1,000	2 R 51.0x 3.2
17	10	2	10	1,310	-2,350	2,690	1,000	2 R 51.0x 3.2
18	00	12	7	1,310	-1,550	2,029	1,000	2 R 51.0x 3.2
19	10	2	9	-1,310	-2,350	2,690	1,000	2 R 51.0x 3.2
20	00	11	5	-1,310	-1,551	2,030	1,000	2 R 51.0x 3.2

# **OBCIĄŻENIA:**





# **OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1 (Tg): P2 (Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A "" Zmienne  $\gamma_f = 1,40$

1	Skupione	0,0	3,250	0,00
2	Skupione	0,0	6,500	0,00
3	Skupione	0,0	6,500	0,00
3	Skupione	0,0	6,500	1,53
7	Skupione	0,0	6,500	1,53
8	Skupione	0,0	6,500	1,53
9	Skupione	0,0	3,250	1,44

Grupa: D "" Zmienne  $\gamma_f = 1,30$

1	Liniowe	31,4	0,250	0,250	0,00	1,44
2	Liniowe	31,4	0,250	0,250	0,00	1,53
3	Liniowe	31,4	0,250	0,250	0,00	1,53
7	Liniowe	-31,4	-0,400	-0,400	0,00	1,53
8	Liniowe	-31,4	-0,400	-0,400	0,00	1,53
9	Liniowe	-31,4	-0,400	-0,400	0,00	1,44

Grupa: E "" Zmienne  $\gamma_f = 1,30$

1	Liniowe	31,4	-0,400	-0,400	0,00	1,44
2	Liniowe	31,4	-0,400	-0,400	0,00	1,53
3	Liniowe	31,4	-0,400	-0,400	0,00	1,53
7	Liniowe	-31,4	0,250	0,250	0,00	1,53
8	Liniowe	-31,4	0,250	0,250	0,00	1,53
9	Liniowe	-31,4	0,250	0,250	0,00	1,44

## **W Y N I K I** Teoria I-go rzędu Kombinatoryka obciążeń

### **OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A - ""	Zmienne 1	1,00	1,40

D - ""	Zmienne	1	1,00	1,30
E - ""	Zmienne	1	1,00	1,30

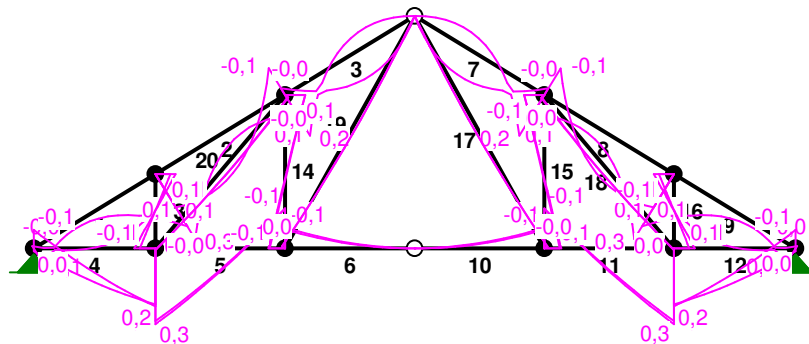
#### RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - ""	ZAWSZE
D - ""	EWENTUALNIE Nie występuje z: E
E - ""	EWENTUALNIE Nie występuje z: D

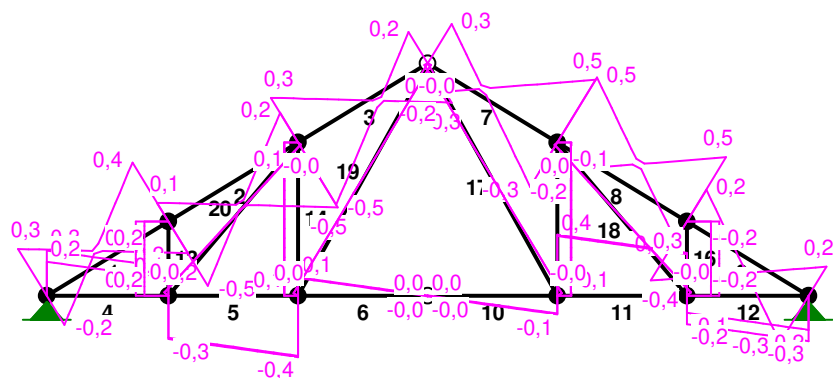
#### KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : EWENTUALNIE: A+D+E

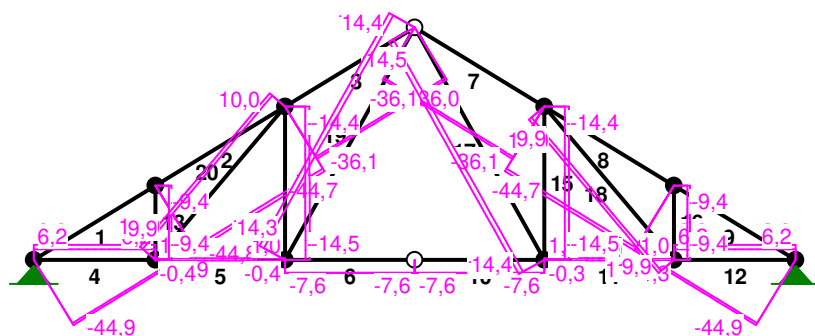
#### MOMENTY-OBWIEDNIE:



#### TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	1,441	<b>0,2*</b>	0,4	-43,6	AE
	0,000	<b>-0,0*</b>	0,3	-44,9	AD
	1,441	0,2	<b>0,4*</b>	-43,6	AE
	1,441	0,2	0,4	<b>-43,6*</b>	AE
	0,000	0,0	0,1	<b>-44,9*</b>	A
2	0,000	<b>0,3*</b>	-0,5	-42,9	AE
	1,535	<b>-0,1*</b>	-0,5	-44,7	AD
	1,535	-0,1	<b>-0,5*</b>	-44,7	AD
	1,535	0,1	0,2	<b>-42,9*</b>	AE
	0,000	0,1	0,1	<b>-44,8*</b>	AD
3	0,000	<b>0,2*</b>	-0,5	-34,8	AE
	1,055	<b>-0,1*</b>	0,0	-34,8	AE
	0,000	0,2	<b>-0,5*</b>	-34,8	AE
	1,534	0,0	0,2	<b>-34,7*</b>	AE
	0,000	-0,0	0,3	<b>-36,1*</b>	AD
4	1,230	<b>0,2*</b>	0,2	6,2	AE

	0,000	<b>-0,1*</b>	0,3	6,2	AE
	0,000	-0,1	<b>0,3*</b>	6,2	AE
	0,000	0,0	0,2	<b>8,9*</b>	AD
	1,230	0,2	0,1	<b>8,9*</b>	AD
	0,000	-0,1	0,3	<b>6,2*</b>	AE
	1,230	0,2	0,2	<b>6,2*</b>	AE
5	0,000	<b>0,3*</b>	-0,3	1,0	AD
	1,310	<b>-0,1*</b>	-0,4	-0,4	AE
	1,310	-0,1	<b>-0,4*</b>	1,0	AD
	1,310	-0,1	-0,4	<b>1,0*</b>	AD
	0,000	0,3	-0,3	<b>1,0*</b>	AD
	1,310	-0,1	-0,4	<b>-0,4*</b>	AE
	0,000	0,3	-0,3	<b>-0,4*</b>	AE
6	1,310	<b>0,0*</b>	0,0	-7,6	A
	0,000	<b>-0,1*</b>	0,1	-7,4	AE
	0,000	-0,1	<b>0,1*</b>	-7,4	AE
	0,000	-0,1	0,1	<b>-7,4*</b>	AD
	1,310	0,0	-0,0	<b>-7,4*</b>	AD
	0,000	-0,1	0,1	<b>-7,6*</b>	A
	1,310	0,0	0,0	<b>-7,6*</b>	A
7	1,535	<b>0,2*</b>	0,5	-34,8	AD
	0,480	<b>-0,1*</b>	-0,0	-34,8	AD
	1,535	0,2	<b>0,5*</b>	-34,8	AD
	0,000	0,0	-0,2	<b>-34,8*</b>	AD
	1,535	-0,0	-0,3	<b>-36,1*</b>	AE
8	1,534	<b>0,3*</b>	0,5	-42,9	AD
	0,000	<b>-0,1*</b>	0,5	-44,7	AE
	0,000	-0,1	<b>0,5*</b>	-44,7	AE
	0,000	0,1	-0,2	<b>-42,8*</b>	AD
	1,534	0,1	-0,1	<b>-44,8*</b>	AE
9	0,000	<b>0,2*</b>	-0,4	-43,6	AD
	1,441	<b>-0,0*</b>	-0,3	-44,9	AE
	0,000	0,2	<b>-0,4*</b>	-43,6	AD
	0,000	0,2	-0,4	<b>-43,6*</b>	AD
	1,441	0,0	-0,1	<b>-44,9*</b>	A
10	0,000	<b>0,0*</b>	0,0	-7,6	A
	1,310	<b>-0,1*</b>	-0,1	-7,4	AD
	1,310	-0,1	<b>-0,1*</b>	-7,4	AD
	1,310	-0,1	-0,1	<b>-7,4*</b>	AD
	0,000	0,0	-0,0	<b>-7,4*</b>	AD
	1,310	-0,1	-0,1	<b>-7,6*</b>	A
	0,000	0,0	0,0	<b>-7,6*</b>	A
11	1,310	<b>0,3*</b>	0,3	1,0	AE
	0,000	<b>-0,1*</b>	0,4	-0,3	AD
	0,000	-0,1	<b>0,4*</b>	1,0	AE
	0,000	-0,1	0,4	<b>1,0*</b>	AE
	1,310	0,3	0,3	<b>1,0*</b>	AE
	0,000	-0,1	0,4	<b>-0,3*</b>	AD
	1,310	0,3	0,3	<b>-0,3*</b>	AD
12	0,000	<b>0,2*</b>	-0,2	6,2	AD
	1,230	<b>-0,1*</b>	-0,3	6,2	AD
	1,230	-0,1	<b>-0,3*</b>	6,2	AD
	1,230	0,0	-0,2	<b>8,9*</b>	AE
	0,000	0,2	-0,1	<b>8,9*</b>	AE
	1,230	-0,1	-0,3	<b>6,2*</b>	AD
	0,000	0,2	-0,2	<b>6,2*</b>	AD
13	0,751	<b>0,1*</b>	0,2	-9,4	AD

	0,000	<b>-0,1*</b>	0,2	-9,4	AD
	0,751	0,1	<b>0,2*</b>	-9,4	AD
	0,000	-0,1	<b>0,2*</b>	-9,4	AD
	0,751	0,1	0,2	<b>-8,0*</b>	AE
	0,000	-0,1	0,2	<b>-9,4*</b>	AD
14	1,551	<b>0,1*</b>	0,1	-13,5	A
	0,000	<b>-0,1*</b>	0,1	-14,5	AD
	1,551	0,1	<b>0,1*</b>	-14,4	AD
	0,000	-0,1	<b>0,1*</b>	-14,5	AD
	1,551	0,1	0,1	<b>-12,0*</b>	AE
	0,000	-0,1	0,1	<b>-14,5*</b>	AD
15	0,000	<b>0,1*</b>	-0,1	-14,5	AE
	1,550	<b>-0,1*</b>	-0,1	-13,5	A
	0,000	0,1	<b>-0,1*</b>	-14,5	AE
	1,550	-0,1	<b>-0,1*</b>	-14,4	AE
	1,550	-0,1	-0,1	<b>-12,0*</b>	AD
	0,000	0,1	-0,1	<b>-14,5*</b>	AE
16	0,000	<b>0,1*</b>	-0,2	-9,4	AE
	0,751	<b>-0,1*</b>	-0,2	-9,4	AE
	0,000	0,1	<b>-0,2*</b>	-9,4	AE
	0,751	-0,1	<b>-0,2*</b>	-9,4	AE
	0,751	-0,1	-0,1	<b>-7,9*</b>	AD
	0,000	0,1	-0,2	<b>-9,4*</b>	AE
17	1,177	<b>0,0*</b>	-0,0	14,4	AD
	2,690	<b>-0,0*</b>	-0,0	17,2	AE
	2,690	-0,0	<b>-0,0*</b>	17,2	AE
	0,000	0,0	0,0	<b>17,3*</b>	AE
	2,690	-0,0	-0,0	<b>14,4*</b>	AD
18	0,761	<b>0,0*</b>	0,0	9,9	AD
	2,029	<b>0,0*</b>	-0,0	9,9	AD
	2,029	0,0	<b>-0,0*</b>	9,9	AD
	0,000	0,0	0,0	<b>11,9*</b>	AE
	2,029	0,0	-0,0	<b>9,9*</b>	AD
19	2,690	<b>0,0*</b>	0,0	17,2	AD
	1,177	<b>-0,0*</b>	0,0	14,4	AE
	2,690	0,0	<b>0,0*</b>	17,2	AD
	0,000	0,0	-0,0	<b>17,3*</b>	AD
	2,690	0,0	0,0	<b>14,3*</b>	AE
20	2,030	<b>-0,0*</b>	0,0	9,9	AE
	0,761	<b>-0,0*</b>	-0,0	10,0	AE
	2,030	-0,0	<b>0,0*</b>	9,9	AE
	0,000	-0,0	-0,0	<b>12,0*</b>	AD
	2,030	-0,0	0,0	<b>9,9*</b>	AE

\* = Max/Min

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
1	<b>31,2*</b>	27,4	41,5		AE
	<b>29,2*</b>	28,4	40,8		AD
	29,2	<b>28,4*</b>	40,8		AD
	31,2	<b>27,4*</b>	41,5		AE
	30,6	28,3	<b>41,7*</b>		A
4	<b>-29,2*</b>	28,4	40,8		AE

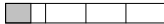

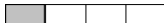











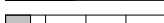
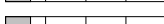
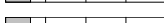
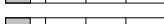
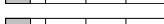
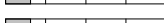
-31,2*	27,4	41,5	AD
-29,2	28,4*	40,8	AE
-31,2	27,4*	41,5	AD
-30,6	28,3	41,7*	A

\* = Max/Min

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

Pręt:	L/f:	Kombinacja obciążeń:
1	5193,2	AD
2	4892,3	AD
3	6795,5	AD
4	5681,5	AD
5	7105,7	AD
6	26124,1	AE
7	6763,1	AE
8	4896,8	AE
9	5198,2	AE
10	26389,3	AD
11	7108,7	AE
12	5688,2	AE
13	28181,7	AD
14	10061,4	AE
15	10060,1	AD
16	28277,5	AE
17	9602,7	AD
18	5335,6	AD
19	9623,1	AE
20	5334,4	AE

**NOŚNOŚĆ PRĘTÓW:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Przekrój:Pręt:	Warunek:	Wykorzystanie:	Kombinacja obc.
2	13 Napręż. (1)	15,8%	 AD
	14 Śc.zg. (58)	24,3%	 AD
	15 Śc.zg. (58)	24,3%	 AE
	16 Napręż. (1)	15,8%	 AE
	17 Napręż. (1)	17,8%	 AE
	18 Napręż. (1)	13,4%	 AE
	19 Napręż. (1)	17,8%	 AD
	20 Napręż. (1)	13,5%	 AD
3	1 Śc.zg. (58)	43,2%	 AE
	2 Śc.zg. (58)	50,4%	 AE
	3 Śc.zg. (58)	38,1%	 AE
	7 Śc.zg. (58)	38,1%	 AD
	8 Śc.zg. (58)	50,4%	 AD
	9 Śc.zg. (58)	43,1%	 AD
4	4 Zgin. (54)	15,7%	 AD
	5 Zgin. (54)	15,7%	 AD
	6 Śc.zg. (58)	15,6%	 A
	10 Śc.zg. (58)	15,6%	 A
	11 Zgin. (54)	15,6%	 AE
	12 Zgin. (54)	15,7%	 AE

**NOŚNOŚĆ NA ZGINANIE (54):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L:	φL:	Mx:	Mrx:	My:	Mry:	N/Nr:	SW:	Kombinacja obc.	
1	1,000	0,999	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,203	0,325	AE
2	0,000	1,000	-0,3	1,8	0,0	1,8	0,200	0,352	AE
3	0,000	1,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,162	0,257	AE
4	1,000	1,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,046	0,157	AD
5	0,000	1,000	-0,3	1,8	0,0	1,8	0,005	0,157	AD
6	0,000	1,000	0,1	1,8	0,0	1,8	0,035	0,077	AE
7	1,000	1,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,162	0,257	AD
8	1,000	0,999	-0,3	1,8	0,0	1,8	0,200	0,352	AD
9	0,000	1,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,203	0,325	AD
10	1,000	1,000	0,1	1,8	0,0	1,8	0,035	0,077	AD
11	1,000	1,000	-0,3	1,8	0,0	1,8	0,005	0,156	AE
12	0,000	1,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,046	0,157	AE
13	0,000	1,000	0,1	1,2	0,0	1,2	0,091	0,158	AD
14	1,000	1,000	-0,1	1,2	0,0	1,2	0,139	0,203	AD
15	1,000	1,000	0,1	1,2	0,0	1,2	0,140	0,203	AE
16	0,000	1,000	-0,1	1,2	0,0	1,2	0,091	0,157	AE
17	1,000	1,000	0,0	1,2	0,0	1,2	0,166	0,178	AE
18	0,438	1,000	-0,0	1,2	0,0	1,2	0,115	0,134	AE
19	1,000	1,000	-0,0	1,2	0,0	1,2	0,166	0,178	AD
20	0,438	1,000	0,0	1,2	0,0	1,2	0,115	0,135	AD

**ZGINANIE ZE ŚCINANIEM (55):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L:	Mx:Mrvx:		My:Mry:		N/Nr:	SW:	Kombinacja obc.	
1	1,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,203	0,325	AE
2	0,000	-0,3	1,8	0,0	1,8	0,200	0,352	AE
3	0,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,162	0,257	AE
4	1,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,046	0,157	AD
5	0,000	-0,3	1,8	0,0	1,8	0,005	0,157	AD
6	0,000	0,1	1,8	0,0	1,8	0,035	0,077	AE
7	1,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,162	0,257	AD
8	1,000	-0,3	1,8	0,0	1,8	0,200	0,351	AD
9	0,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,203	0,325	AD
10	1,000	0,1	1,8	0,0	1,8	0,035	0,077	AD
11	1,000	-0,3	1,8	0,0	1,8	0,005	0,156	AE
12	0,000	-0,2	1,8	0,0	1,8	0,046	0,157	AE
13	0,000	0,1	1,2	0,0	1,2	0,091	0,158	AD
14	1,000	-0,1	1,2	0,0	1,2	0,139	0,203	AD
15	1,000	0,1	1,2	0,0	1,2	0,140	0,203	AE
16	0,000	-0,1	1,2	0,0	1,2	0,091	0,157	AE
17	1,000	0,0	1,2	0,0	1,2	0,166	0,178	AE
18	0,438	-0,0	1,2	0,0	1,2	0,115	0,134	AE
19	1,000	-0,0	1,2	0,0	1,2	0,166	0,178	AD
20	0,438	0,0	1,2	0,0	1,2	0,115	0,135	AD

**NOŚNOŚĆ NA ŚCINANIE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L:	Vy:	Vry:	φvy:	Vx:	Vrx:	φvx:	SW:	Kombinacja obc.	
1	1,000	0,4	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,011	AE
2	1,000	-0,5	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,012	AD
3	0,000	-0,5	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,011	AE
4	0,000	0,3	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,007	AE

5	1,000	-0,4	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,009	AD
6	0,000	0,1	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,003	AE
7	1,000	0,5	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,011	AD
8	0,000	0,5	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,012	AE
9	0,000	-0,4	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,011	AD
10	1,000	-0,1	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,003	AD
11	0,000	0,4	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,009	AE
12	1,000	-0,3	40,7	1,000	0,0	68,1	1,000	0,007	AD
13	0,000	0,2	38,1	1,000	0,0	38,1	1,000	0,005	AD
14	0,000	0,1	38,1	1,000	0,0	38,1	1,000	0,002	AD
15	0,000	-0,1	38,1	1,000	0,0	38,1	1,000	0,002	AE
16	0,000	-0,2	38,1	1,000	0,0	38,1	1,000	0,005	AE
17	1,000	-0,0	38,1	1,000	0,0	38,1	1,000	0,001	AE
18	1,000	-0,0	38,1	1,000	0,0	38,1	1,000	0,001	AD
19	1,000	0,0	38,1	1,000	0,0	38,1	1,000	0,001	AD
20	1,000	0,0	38,1	1,000	0,0	38,1	1,000	0,001	AE

**ŚCINANIE Z SIŁĄ OSIOWĄ (56):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L:	Vy:Vyr,n:	Vx:Vxr,n:N/Nr:	SW:	Kombinacja obc.				
1	1,000	0,4	39,9	0,0	66,7	0,203	0,011	AE
2	1,000	-0,5	39,8	0,0	66,6	0,208	0,012	AD
3	0,000	-0,5	40,2	0,0	67,2	0,162	0,011	AE
4	0,000	0,3	40,7	0,0	68,1	0,032	0,007	AE
5	1,000	-0,4	40,7	0,0	68,1	0,005	0,009	AD
6	0,000	0,1	40,7	0,0	68,1	0,035	0,003	AE
7	1,000	0,5	40,2	0,0	67,2	0,162	0,011	AD
8	0,000	0,5	39,8	0,0	66,6	0,208	0,012	AE
9	0,000	-0,4	39,9	0,0	66,7	0,203	0,011	AD
10	1,000	-0,1	40,7	0,0	68,1	0,035	0,003	AD
11	0,000	0,4	40,7	0,0	68,1	0,005	0,009	AE
12	1,000	-0,3	40,7	0,0	68,1	0,032	0,007	AD
13	0,000	0,2	38,0	0,0	38,0	0,091	0,005	AD
14	0,000	0,1	37,8	0,0	37,8	0,140	0,002	AD
15	0,000	-0,1	37,8	0,0	37,8	0,140	0,002	AE
16	0,000	-0,2	38,0	0,0	38,0	0,091	0,005	AE
17	1,000	-0,0	37,6	0,0	37,6	0,166	0,001	AE
18	1,000	-0,0	38,0	0,0	38,0	0,096	0,001	AD
19	1,000	0,0	37,6	0,0	37,6	0,166	0,001	AD
20	1,000	0,0	38,0	0,0	38,0	0,096	0,001	AE

**NOŚNOŚĆ NA ROZCIĄGANIE (32):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:		A[cm2]: Aψ:	N:	Nrt:	SW:	Kombinacja obc.	
1	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	-44,9	195,5	0,230	A
2	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	-44,8	195,5	0,229	AD
3	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	-36,1	195,5	0,185	AD
4	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	8,9	195,5	0,046	AD
5	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	1,0	195,5	0,005	AD
6	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	-7,6	195,5	0,039	A
7	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	-36,1	195,5	0,185	AE
8	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	-44,8	195,5	0,229	AE
9	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	-44,9	195,5	0,230	A
10	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	-7,6	195,5	0,039	A
11	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	1,0	195,5	0,005	AE
12	Zam.mimośrod.	10,00	9,09	8,9	195,5	0,046	AE
17		4,81	4,81	17,3	103,4	0,167	AE
18		4,81	4,81	11,9	103,4	0,115	AE



19	4,81	4,81	17,3	103,4	0,167	AD
20	4,81	4,81	12,0	103,4	0,116	AD

**NOŚNOŚĆ NA ŚCISKANIE (39):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: lwx:lwy:  $\bar{\lambda}$ :  $\phi$ :  $\psi$ : N: Nrc: SW: Kombinacja obc.

1	0,853	1,300	0,884	0,629	1,000	-44,9	215,0	0,332	A
2	0,909	1,535	1,024	0,548	1,000	-44,8	215,0	0,380	AD
3	1,171	1,534	1,024	0,548	1,000	-36,1	215,0	0,306	AD
6	3,119	1,310	1,614	0,305	1,000	-7,6	215,0	0,116	A
7	1,171	1,535	1,024	0,548	1,000	-36,1	215,0	0,307	AE
8	0,908	1,534	1,024	0,548	1,000	-44,8	215,0	0,380	AE
9	0,853	1,300	0,884	0,629	1,000	-44,9	215,0	0,332	A
10	3,119	1,310	1,614	0,305	1,000	-7,6	215,0	0,116	A
13	0,445	0,751	0,528	0,963	1,000	-9,4	103,4	0,095	AD
14	0,918	1,551	1,090	0,644	1,000	-14,5	103,4	0,217	AD
15	0,918	1,550	1,090	0,644	1,000	-14,5	103,4	0,218	AE
16	0,445	0,751	0,528	0,963	1,000	-9,4	103,4	0,095	AE

$\bar{\lambda}$  - miarodajna smukłość względna ( $\lambda/\lambda_p$ )

**ŚCISKANIE ZE ZGINANIEM (58):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: nx: ny:  $\phi_L$ : mx: my:  $\Delta x:\Delta y$ : SW: Kombinacja obc.

1	0,227	0,309	0,999	0,122	0,000	0,005	0,000	0,432	AE
2	0,227	0,352	1,000	0,152	0,000	0,007	0,000	0,504	AE
3	0,202	0,286	1,000	0,095	0,000	0,006	0,000	0,381	AE
6	0,116	0,054	1,000	0,040	0,000	0,001	0,000	0,156	A
7	0,201	0,285	1,000	0,095	0,000	0,006	0,000	0,381	AD
8	0,226	0,351	0,999	0,152	0,000	0,007	0,000	0,504	AD
9	0,227	0,309	1,000	0,122	0,000	0,005	0,000	0,431	AD
10	0,116	0,054	1,000	0,040	0,000	0,001	0,000	0,156	A
13	0,092	0,095	1,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,121	AD
14	0,152	0,217	1,000	0,025	0,000	0,002	0,000	0,243	AD
15	0,152	0,218	1,000	0,025	0,000	0,002	0,000	0,243	AE
16	0,092	0,095	1,000	0,027	0,000	0,000	0,000	0,121	AE

nx, ny, mx, my - składniki warunku (58)

**NOŚNOŚĆ ŚRODNIKA:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L: c[mm]: al: P: Pr: SW: Kombinacja obc.

**ZŁOŻONY STAN ŚRODNIKA:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L:  $\phi_p$ : N/Nr:M/Mr:P/Pr:V/Vr: SW: Kombinacja obc.

N,Nr,M,Mr - wielkości odniesione do średnika

**STAN GRANICZNY UŻYTKOWANIA:** T.I rzędu  
Obciążenia char.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	Rodzaj:	Ogr.:	L(H*):	agr:	a:	SW:	Kombinacja obc.
1	Ugięcie Y	L/350	1441,1	4,1	0,2	0,050	AD
2	Ugięcie Y	L/350	1535,0	4,4	0,2	0,053	AD
3	Ugięcie Y	L/350	1534,4	4,4	0,2	0,039	AD
4	Ugięcie Y	L/350	1230,0	3,5	0,2	0,046	AD
5	Ugięcie Y	L/350	1310,0	3,7	0,1	0,034	AD
6	Ugięcie Y	L/350	1310,0	3,7	0,0	0,012	AE
7	Ugięcie Y	L/350	1535,0	4,4	0,2	0,039	AE
8	Ugięcie Y	L/350	1534,4	4,4	0,2	0,052	AE
9	Ugięcie Y	L/350	1441,1	4,1	0,2	0,050	AE
10	Ugięcie Y	L/350	1310,0	3,7	0,0	0,012	AD
11	Ugięcie Y	L/350	1310,0	3,7	0,1	0,034	AE
12	Ugięcie Y	L/350	1230,0	3,5	0,2	0,046	AE
13	Ugięcie Y	L/350	751,0	2,1	0,0	0,009	AD
14	Ugięcie Y	L/350	1551,0	4,4	0,1	0,026	AE
15	Ugięcie Y	L/350	1550,0	4,4	0,1	0,026	AD
16	Ugięcie Y	L/350	751,0	2,1	0,0	0,009	AE
17	Ugięcie Y	L/350	2690,5	7,7	0,3	0,034	AD
18	Ugięcie Y	L/350	2029,4	5,8	0,3	0,049	AD
19	Ugięcie Y	L/350	2690,5	7,7	0,3	0,034	AE
20	Ugięcie Y	L/350	2030,2	5,8	0,3	0,049	AE

\*) H – wysokość poziomego węzła

## Pręt nr 1

Zadanie: krata

Przekrój: T 1/2 I 160 PE

Wymiary przekroju:

T 1/2 I 160 PE h=80,0 s=82,0 g=5,0 t=7,4 r=9,0 ey=18,4.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=52,9 J<sub>y</sub>=34,1 A=10,00 i<sub>x</sub>=2,3 i<sub>y</sub>=1,8 J<sub>w</sub>=0,0 J<sub>t</sub>=1,4 y<sub>s</sub>=1,6 i<sub>s</sub>=3,4 r<sub>x</sub>=-2,2 b<sub>y</sub>=2,7.

Materiał: St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W. Wytrzymałość **f<sub>d</sub>=215 MPa** dla **g=7,4**.

### Siły przekrojowe:

x<sub>a</sub> = 1,441; x<sub>b</sub> = 0,000.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AE**

**M<sub>x</sub> = -0,2 kNm, V<sub>y</sub> = 0,4 kN, N = -43,6 kN,**

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = -17,4 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -51,5 \text{ MPa}$ .

### Naprężenia:

x<sub>a</sub> = 1,441; x<sub>b</sub> = 0,000.

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = -17,4 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -51,5 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = -34,4$   $\Delta\sigma = 17,1 \text{ MPa}$   $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $A_v = 3,6 \text{ cm}^2$   $\tau = 1,2 \text{ MPa}$   $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 34,4 / 1,000 + 17,1 = 51,5 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 1,2 / 1,000 = 1,2 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{51,5^2 + 3 \times 0,0^2} = 51,5 < 215 \text{ MPa}$$

### Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,441$ .

Przekrój jest zamocowany mimośrodowo.

Siła osiowa:  $N = -43,7 \text{ kN}$ .

Pole powierzchni przekroju:  $A = 10,00 \text{ cm}^2$ .

Sprowadzone pole przekroju:  $A_\psi = 9,09 \text{ cm}^2$ .

Nośność przekroju na rozciąganie:  $N_{Rt} = A_\psi f_d = 9,09 \times 215 \times 10^{-1} = 195,5 \text{ kN}$ .

Warunek nośności (32):

$$N = 43,7 < 195,5 = N_{Rt}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$\chi_1 = 0,300$      $\chi_2 = 0,300$     węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow$      $\mu = 0,592$     dla  $l_o = 1,441$

$$l_w = 0,592 \times 1,441 = 0,853 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$\chi_1 = 1,000$      $\chi_2 = 1,000$     węzły nieprzesuwne  $\Rightarrow$      $\mu = 1,000$     dla  $l_o = 1,300$

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

- 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:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 52,9}{0,853^2} 10^{-2} = 1470,4 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 34,1}{1,300^2} 10^{-2} = 408,2 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{3,4^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 0,0}{1,300^2} 10^{-2} + 80 \times 1,4 \times 10^2 \right) = 1026,9 \text{ kN}$$

$$N_{yz} = \frac{N_y + N_z - \sqrt{(N_y + N_z)^2 - 4 N_y N_z (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{408,2 + 1026,9 - \sqrt{(408,2 + 1026,9)^2 - 4 \times 408,2 \times 1026,9 \times (1 - 1,000 \times 1,6^2 / 3,4^2)}}{2 \times (1 - 1,000 \times 1,6^2 / 3,4^2)} = 363,5 \text{ kN}$$

### Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,441$ :

$$N_{RC} = \psi A f_d = 1,000 \times 10,0 \times 215 \times 10^{-1} = 215,0 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{215,0 / 1470,4} = 0,442 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,896$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{215,0 / 408,2} = 0,838 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,657$$

$$\text{- dla } N_{yz} \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_{yz}} = 1,15 \times \sqrt{215,0 / 363,5} = 0,884 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,629$$

Przyjęto:  $\varphi = \varphi_{\min} = 0,629$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{Rc}} = \frac{43,7}{0,629 \times 215,0} = 0,323 < 1$$

### Zwicherungie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia  $a_o = 0,00$  cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły  $a_s = 1,59$  cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia:  $A_1 = 0,270$ ,  $A_2 = 1,610$ ,  $B = 1,880$ .

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,270 \times 2,69 + 1,610 \times 1,59 = 3,285$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$- 0,033 \times 408,2 + \sqrt{(0,033 \times 408,2)^2 + 1,880^2 \times 0,034^2 \times 408,2 \times 1026,9} = 29,5$$

Smukłość względna dla zwicherungia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{1,8 / 29,5} = 0,288$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,441$ ;  $x_b = 0,000$ .

- względem osi X

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 28,8 \times 215 \times 10^{-3} = 6,2 \text{ kNm}$$

$$W_c > W_t \quad M_R = W_t f_d [1 + \psi (\alpha_p - 1)] =$$

$$8,6 \times 215 \times [1 + 1,000 \times (1,000 - 1)] \times 10^{-3} = 1,8 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwicherungia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,288$  wynosi  $\varphi_L = 0,999$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{43,6}{215,0} + \frac{0,2}{0,999 \times 1,8} = 0,325 < 1$$

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

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = -0,2 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,896 \times 0,442^2 \frac{1,000 \times 0,2}{1,8} \times \frac{43,7}{215,0} = 0,005$$

$$\Delta_x = 0,005 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{43,7}{0,896 \times 215,0} + \frac{1,000 \times 0,2}{0,999 \times 1,8} = 0,349 < 0,995 = 1 - 0,005$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{43,7}{0,657 \times 215,0} + \frac{1,000 \times 0,2}{0,999 \times 1,8} = 0,432 < 1,000 = 1 - 0,000$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 1,441$ ;  $x_b = 0,000$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 3,3 \times 215 \times 10^{-1} = 40,7 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 12,2 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,4 < 40,7 = V_R$$

### Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 1,441$ ;  $x_b = 0,000$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,4 < 12,2 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 1,8 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{43,6}{215,0} + \frac{0,2}{1,8} = 0,325 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 1,441$ ,  $x_b = 0,000$ .

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,4 < 39,9 = 40,7 \times \sqrt{1 - (43,6 / 215,0)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R,N}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 0,1 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 350 = 1441 / 350 = 4,1 \text{ mm}$$

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

## Pręt nr 6

Zadanie: krata

Przekrój: T 1/2 I 160 PE

Wymiary przekroju:

T 1/2 I 160 PE  $h=80,0$   $s=82,0$   $g=5,0$   $t=7,4$   $r=9,0$   $e_y=18,4$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=52,9$   $J_{yg}=34,1$   $A=10,00$   $i_x=2,3$   $i_y=1,8$   $J_w=0,0$   $J_t=1,4$   $y_s=-1,6$   $i_s=3,4$   
 $r_x=2,2$   $b_y=-2,7$ .

Materiał: **St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla

$$g=7,4.$$

### Siły przekrojowe:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 1,310.$$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AE**

$$M_x = 0,1 \text{ kNm}, \quad V_y = 0,1 \text{ kN}, \quad N = -7,4 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 1,6 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -10,2 \text{ MPa}$ .

### Naprężenia:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 1,310.$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 1,6 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -10,2 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

$$\begin{aligned} &\text{- normalne:} \quad \sigma = -4,3 \quad \Delta\sigma = 5,9 \text{ MPa} \quad \psi_{oc} = 1,000 \\ &\text{- ścinanie wzdłuż osi Y:} \quad A_v = 3,6 \text{ cm}^2 \quad \tau = 0,3 \text{ MPa} \quad \psi_{ov} = 1,000 \end{aligned}$$

Warunki nośności:

$$\begin{aligned} \sigma_{ec} &= \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 4,3 / 1,000 + 5,9 = 10,2 < 215 \text{ MPa} \\ \tau_{ey} &= \tau / \psi_{ov} = 0,3 / 1,000 = 0,3 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa} \\ \sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} &= \sqrt{10,2^2 + 3 \times 0,3^2} = 10,2 < 215 \text{ MPa} \end{aligned}$$

### Nośność elementów rozciąganych:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 1,310.$$

Przekrój jest zamocowany mimośrodowo.

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = -7,4 \text{ kN}.$$

$$\text{Pole powierzchni przekroju:} \quad A = 10,00 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Sprowadzone pole przekroju:} \quad A_\psi = 9,09 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Nośność przekroju na rozciąganie:} \quad N_{Rt} = A_\psi f_d = 9,09 \times 215 \times 10^{-1} = 195,5 \text{ kN}.$$

Warunek nośności (32):

$$N = 7,4 < 195,5 = N_{Rt}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 0,438 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 2,381 \quad \text{dla } l_0 = 1,310$$

$$l_w = 2,381 \times 1,310 = 3,119 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 1,310$$

$$l_w = 1,000 \times 1,310 = 1,310 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_\omega = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega} = 1,310 \text{ m}$ .

Długość wyboczeniowa  $l_\omega = 1,310 \text{ m}$ .

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 52,9}{3,119^2} 10^{-2} = 110,0 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 34,1}{1,310^2} 10^{-2} = 402,0 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_{\varpi}}{l_{\varpi}^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{3,4^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 0,0}{1,310^2} 10^{-2} + 80 \times 1,4 \times 10^2 \right) = 1026,9 \text{ kN}$$

$$N_{yz} = \frac{N_y + N_z - \sqrt{(N_y + N_z)^2 - 4 N_y N_z (1 - \mu y_s^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu y_s^2 / i_s^2)} =$$

$$\frac{402,0 + 1026,9 - \sqrt{(402,0 + 1026,9)^2 - 4 \times 402,0 \times 1026,9 \times (1 - 1,000 \times 1,6^2 / 3,4^2)}}{2 \times (1 - 1,000 \times 1,6^2 / 3,4^2)} = 358,7 \text{ kN}$$

### Nośność przekroju na ściskanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,310$ :

$$N_{RC} = \psi A f_d = 1,000 \times 10,0 \times 215 \times 10^{-1} = 215,0 \text{ kN}$$

Określenie współczynników wyboczeniowych:

$$\text{- dla } N_x \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_x} = 1,15 \times \sqrt{215,0 / 110,0} = 1,614 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,305$$

$$\text{- dla } N_y \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_y} = 1,15 \times \sqrt{215,0 / 402,0} = 0,845 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,653$$

$$\text{- dla } N_{yz} \quad \bar{\lambda} = 1,15 \sqrt{N_{RC} / N_{yz}} = 1,15 \times \sqrt{215,0 / 358,7} = 0,890 \Rightarrow \text{Tab.11 c} \Rightarrow \varphi = 0,625$$

Przyjęto:  $\varphi = \varphi_{\min} = 0,305$

Warunek nośności pręta na ściskanie (39):

$$\frac{N}{\varphi N_{RC}} = \frac{7,4}{0,305 \times 215,0} = 0,114 < 1$$

### Zwicherungie:

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia  $a_o = 0,00 \text{ cm}$ . Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły  $a_s = 1,59 \text{ cm}$ . Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia:  $A_1 = 0,000$ ,  $A_2 = 0,000$ ,  $B = 0,000$ .

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 2,69 + 0,000 \times 1,59 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$- 0,000 \times 402,0 + \sqrt{(0,000 \times 402,0)^2 + 0,000^2 \times 0,034^2 \times 402,0 \times 1026,9} = 0,0$$

Przyjęto, że pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem:  $\bar{\lambda}_L = 0$ .

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,310$ .

- względem osi X

$$M_R = \psi W_c f_d = 1,000 \times 28,8 \times 215 \times 10^{-3} = 6,2 \text{ kNm}$$

$$W_c > W_t \quad M_R = W_t f_d [1 + \psi(\alpha_p - 1)] = \\ 8,6 \times 215 \times [1 + 1,000 \times (1,000 - 1)] \times 10^{-3} = 1,8 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwężenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,000$  wynosi  $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{7,4}{215,0} + \frac{0,1}{1,000 \times 1,8} = 0,077 < 1$$

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

Składnik poprawkowy:

$$M_{x \max} = 0,1 \text{ kNm} \quad \beta_x = 1,000$$

$$\Delta_x = 1,25 \varphi_x \bar{\lambda}_x^2 \frac{\beta_x M_{x \max}}{M_{Rx}} \frac{N}{N_{Rc}} = 1,25 \times 0,305 \times 1,614^2 \frac{1,000 \times 0,1}{1,8} \times \frac{7,4}{215,0} = 0,001$$

$$\Delta_x = 0,001 \quad M_{y \max} = 0 \quad \Delta_y = 0$$

Warunki nośności (58):

- dla wyboczenia względem osi X:

$$\frac{N}{\varphi_x N_{Rc}} + \frac{\beta_x M_{x \max}}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{7,4}{0,305 \times 215,0} + \frac{1,000 \times 0,1}{1,000 \times 1,8} = 0,156 < 0,999 = 1 - 0,001$$

- dla wyboczenia względem osi Y:

$$\frac{N}{\varphi_y N_{Rc}} + \frac{\beta_y M_{y \max}}{\varphi_L M_{Ry}} = \frac{7,4}{0,653 \times 215,0} + \frac{1,000 \times 0,1}{1,000 \times 1,8} = 0,095 < 1,000 = 1 - 0,000$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,310$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 3,3 \times 215 \times 10^{-1} = 40,7 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 12,2 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,1 < 40,7 = V_R$$

### Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 1,310$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,1 < 12,2 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 1,8 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rc}} + \frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{7,4}{215,0} + \frac{0,1}{1,8} = 0,077 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:

$x_a = 0,000$ ,  $x_b = 1,310$ .

- dla ścinania wzdłuż osi Y:



$$V = 0,1 < 40,7 = 40,7 \times \sqrt{1 - (7,4 / 215,0)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rc})^2} = V_{R, N}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

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

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 1310 / 350 = 3,7 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 0,0 < 3,7 = a_{\text{gr}}$$

## Pręt nr 20

Zadanie: krata

Przekrój: R 51.0x 3.2

Wymiary przekroju:

R 51.0x 3.2 D=51,0 d=44,6 g=3,2.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=13,8 J<sub>y</sub>=13,8 A=4,81 i<sub>x</sub>=1,7 i<sub>y</sub>=1,7.

Materiał: **St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W**. Wytrzymałość **f<sub>d</sub>=215 MPa** dla **g=3,2**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Siły przekrojowe:

x<sub>a</sub> = 0,761; x<sub>b</sub> = 1,269.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AE**

$$M_x = 0,0 \text{ kNm}, \quad V_y = -0,0 \text{ kN}, \quad N = 10,0 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 25,1 \text{ MPa}$   $\sigma_c = 16,3 \text{ MPa}$ .

### Naprężenia:

x<sub>a</sub> = 0,761; x<sub>b</sub> = 1,269.

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 25,1 \text{ MPa}$   $\sigma_c = 16,3 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

$$\text{- normalne: } \sigma = 20,7 \quad \Delta\sigma = 4,4 \text{ MPa } \psi_{ot} = 1,000$$

$$\text{- ścinanie wzdłuż osi Y: } A_v = 3,3 \text{ cm}^2 \quad \tau = 0,0 \text{ MPa } \psi_{ov} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{et} = \sigma / \psi_{ot} + \Delta\sigma = 20,7 / 1,000 + 4,4 = 25,1 < 215 \text{ MPa}$$

$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 0,0 / 1,000 = 0,0 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{25,1^2 + 3 \times 0,0^2} = 25,1 < 215 \text{ MPa}$$

### Nośność elementów rozciąganych:

x<sub>a</sub> = 0,000; x<sub>b</sub> = 2,030.

Siła osiowa:  $N = 10,0 \text{ kN}$ .

Pole powierzchni przekroju:  $A = 4,81 \text{ cm}^2$ .

Nośność przekroju na rozciąganie:  $N_{Rt} = A f_d = 4,81 \times 215 \times 10^{-1} = 103,4 \text{ kN}$ .

Warunek nośności (31):

$$N = 10,0 < 103,4 = N_{Rt}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 0,300 \quad \chi_2 = 0,300 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,592 \quad \text{dla } l_o = 2,030$$

$$l_w = 0,592 \times 2,030 = 1,202 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 2,030$$

$$l_w = 1,000 \times 2,030 = 2,030 \text{ m}$$

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 13,8}{1,202^2} 10^{-2} = 193,2 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 13,8}{2,030^2} 10^{-2} = 67,7 \text{ kN}$$

### Nośność przekroju na zginanie:

$$x_a = 0,761; \quad x_b = 1,269.$$

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 5,4 \times 215 \times 10^{-3} = 1,2 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwiczenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,000$  wynosi  $\varphi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} = \frac{10,0}{103,4} + \frac{0,0}{1,000 \times 1,2} = 0,117 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$$x_a = 2,030; \quad x_b = 0,000.$$

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 3,1 \times 215 \times 10^{-1} = 38,1 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 V_R = 11,4 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,0 < 38,1 = V_R$$

### Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$x_a = 0,761; \quad x_b = 1,269.$$

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,0 < 11,4 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 1,2 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{N}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{M_{Rx, V}} = \frac{10,0}{103,4} + \frac{0,0}{1,2} = 0,117 < 1$$

**Nośność przekroju na ścinanie z uwzględnieniem siły osiowej:**

$x_a = 0,761$ ,  $x_b = 1,269$ .

- dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 0,0 < 38,0 = 38,1 \times \sqrt{1 - (10,0 / 103,4)^2} = V_R \sqrt{1 - (N / N_{Rt})^2} = V_{R, N}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

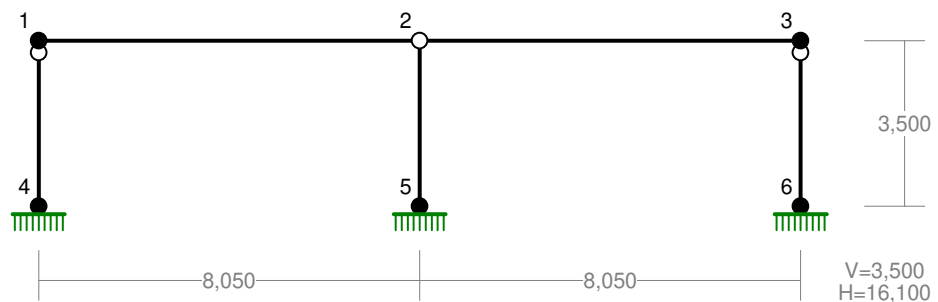
$$a_{\max} = 0,3 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 2030 / 350 = 5,8 \text{ mm}$$

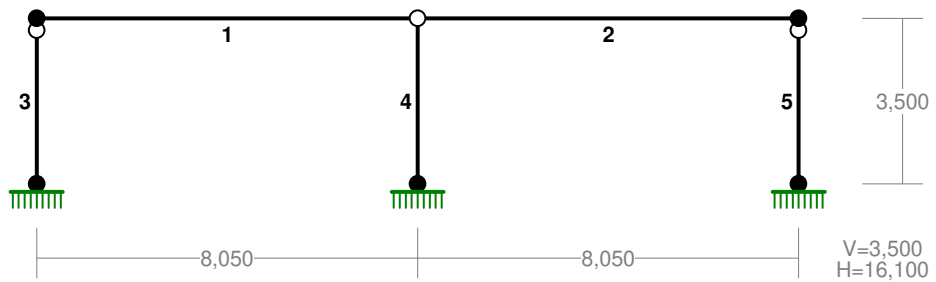
$$a_{\max} = 0,3 < 5,8 = a_{\text{gr}}$$

## ZAŁĄCZNIK NR2 – BELKA – TĘŻNIK

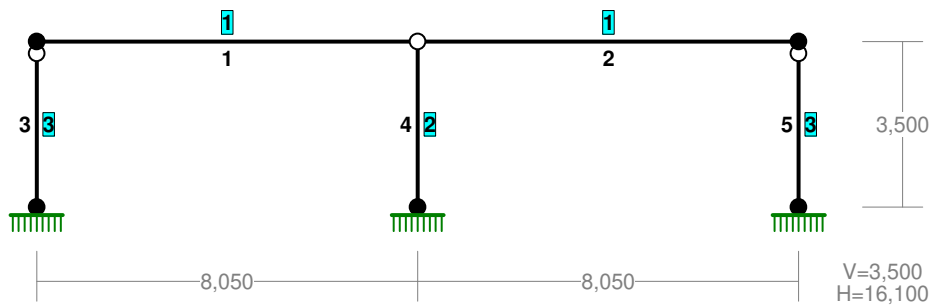
WEZŁY:



PRĘTY:



PRZEKROJE PRĘTÓW:

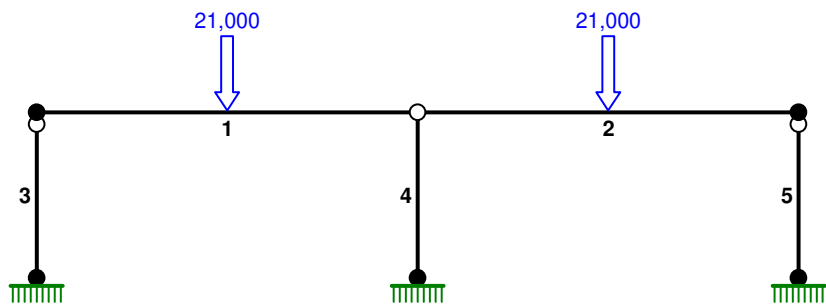


PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	01	1	2	8,050	0,000	8,050	1,000	1 2 U 240
2	10	2	3	8,050	0,000	8,050	1,000	1 2 U 240
3	10	1	4	0,000	-3,500	3,500	1,000	3 I 180 PE
4	10	2	5	0,000	-3,500	3,500	1,000	2 2 I 180 PE
5	10	3	6	0,000	-3,500	3,500	1,000	3 I 180 PE

OBCIĄŻENIA:



**OBCIĄŻENIA:** ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	A	"		Zmienne	$\gamma_f = 1,35$	
1	Skupione	0,0	21,000		4,02	
2	Skupione	0,0	21,000		4,02	

**W Y N I K I**  
**Teoria I-go rzędu**  
**Kombinatoryka obciążeń**

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A - "	Zmienne	1	1,00
			1,35

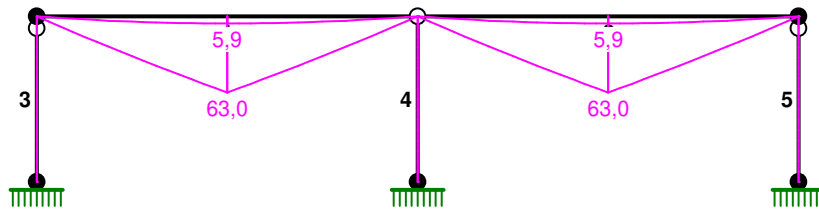
**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "	EWENTUALNIE

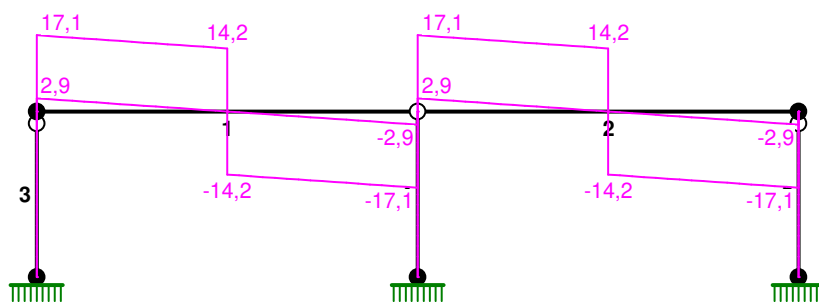
**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE :
	EWENTUALNIE: A

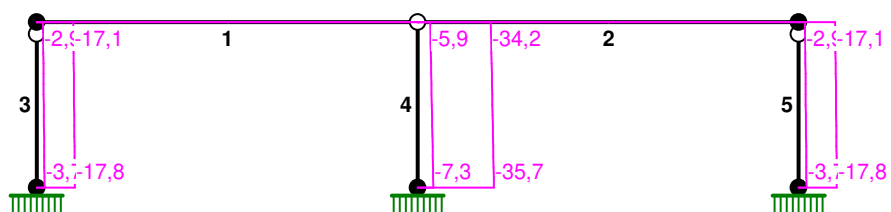
**MOMENTY-OBWIEDNIE:**



TNĄCE-OBWIEDNIE:



NORMALNE-OBWIEDNIE:



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

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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	4,025	<b>63,0*</b>	14,2	0,0	A
	0,000	<b>-0,0*</b>	2,9	0,0	
	0,000	-0,0	<b>17,1*</b>	0,0	A
	0,000	-0,0	17,1	<b>0,0*</b>	A

	4,025	63,0	14,2	<b>0,0*</b>	A
	0,000	-0,0	17,1	<b>0,0*</b>	A
	4,025	63,0	14,2	<b>0,0*</b>	A
2	4,025	<b>63,0*</b>	14,2	0,0	A
	0,000	<b>0,0*</b>	2,9	0,0	
	0,000	0,0	<b>17,1*</b>	0,0	A
	8,050	0,0	-17,1	<b>0,0*</b>	A
	4,025	63,0	14,2	<b>0,0*</b>	A
	0,000	0,0	2,9	<b>0,0*</b>	
	8,050	0,0	-17,1	<b>0,0*</b>	A
	4,025	63,0	14,2	<b>0,0*</b>	A
	0,000	0,0	2,9	<b>0,0*</b>	
3	0,000	<b>0,0*</b>	0,0	-17,1	A
	3,500	<b>0,0*</b>	0,0	-17,8	A
	0,000	<b>0,0*</b>	0,0	-17,1	A
	3,500	<b>0,0*</b>	0,0	-17,8	A
	0,000	0,0	<b>0,0*</b>	-17,1	A
	3,500	0,0	<b>0,0*</b>	-17,8	A
	0,000	0,0	0,0	<b>-2,9*</b>	
	3,500	0,0	0,0	<b>-17,8*</b>	A
4	0,000	<b>0,0*</b>	0,0	-34,2	A
	3,500	<b>0,0*</b>	0,0	-35,7	A
	0,000	<b>0,0*</b>	0,0	-34,2	A
	3,500	<b>0,0*</b>	0,0	-35,7	A
	0,000	0,0	<b>0,0*</b>	-34,2	A
	3,500	0,0	<b>0,0*</b>	-35,7	A
	0,000	0,0	0,0	<b>-5,9*</b>	
	3,500	0,0	0,0	<b>-35,7*</b>	A
5	0,000	<b>0,0*</b>	0,0	-17,1	A
	3,500	<b>0,0*</b>	0,0	-17,8	A
	0,000	<b>0,0*</b>	0,0	-17,1	A
	3,500	<b>0,0*</b>	0,0	-17,8	A
	0,000	0,0	<b>0,0*</b>	-17,1	A
	3,500	0,0	<b>0,0*</b>	-17,8	A
	0,000	0,0	0,0	<b>-2,9*</b>	
	3,500	0,0	0,0	<b>-17,8*</b>	A

\* = Max/Min

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
4	<b>0,0*</b>	17,8	17,8	0,0	A
	<b>0,0*</b>	3,7	3,7	0,0	
	0,0	<b>17,8*</b>	17,8	0,0	A
	0,0	<b>3,7*</b>	3,7	0,0	
	0,0	17,8	<b>17,8*</b>	0,0	A
	0,0	3,7	3,7	<b>0,0*</b>	
	0,0	17,8	17,8	<b>0,0*</b>	A
5	<b>0,0*</b>	35,7	35,7	0,0	A
	<b>0,0*</b>	7,3	7,3	0,0	
	0,0	<b>35,7*</b>	35,7	0,0	A
	0,0	<b>7,3*</b>	7,3	0,0	
	0,0	35,7	<b>35,7*</b>	0,0	A
	0,0	7,3	7,3	<b>0,0*</b>	
	0,0	35,7	35,7	<b>0,0*</b>	A
6	<b>0,0*</b>	17,8	17,8	0,0	A

0,0*	3,7	3,7	0,0
0,0	17,8*	17,8	0,0 A
0,0	3,7*	3,7	0,0
0,0	17,8	17,8*	0,0 A
0,0	3,7	3,7	0,0*
0,0	17,8	17,8	0,0* A

\* = Max/Min

#### DEFORMACJE – WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

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

Pręt: L/f: Kombinacja obciążeń:

1	341,4	A
2	341,4	A
3	1,0000E+30	
4	1,0000E+30	
5	1,0000E+30	

#### NOŚNOŚĆ PRĘTÓW:

T.I rzędu

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

Przekrój:Pręt: Warunek: Wykorzystanie: Kombinacja obc.

1	1	SGU	77,9%		A
	2	SGU	77,9%		A
2	4	Łączniki	22,3%		A
3	3	Ścisk.(39)	10,7%		A
	5	Ścisk.(39)	10,7%		A

#### STATECZNOŚĆ MIEJSCOWA:

T.I rzędu

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

Pręt: Kl: Stan:  $\psi_o$ :  $\psi_x$ :  $\psi_y$ :  $\Delta M_x$ :  $\Delta M_y$ :

1	1						
2	1						
3	1						
4	4	krytyczny	0,966	0,966	1,000		
5	1						

#### NOŚNOŚĆ NA ZGINANIE (54):

T.I rzędu

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

Pręt: x/L:  $\phi_L$ :  $M_x$ :  $M_{rx}$ :  $M_y$ :  $M_{ry}$ : N/Nr: SW: Kombinacja obc.

1	0,500	1,000	-63,0	129,0	0,0	96,7	0,000	0,488	A
2	0,500	1,000	-63,0	129,0	0,0	96,7	0,000	0,488	A

#### ZGINANIE ZE ŚCINANIEM (55):

T.I rzędu

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

Pręt: x/L:  $M_x$ :  $M_{rvx}$ :  $M_y$ :  $M_{rvy}$ : N/Nr: SW: Kombinacja obc.

1	0,500	-63,0	129,0	0,0	96,7	0,000	0,488	A
---	-------	-------	-------	-----	------	-------	-------	---



2	0,500	-63,0	129,0	0,0	96,7	0,000	0,488	A
---	-------	-------	-------	-----	------	-------	-------	---

**NOŚNOŚĆ NA ŚCINANIE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L:	Vy:	Vry:	φvy:	Vx:	Vrx:	φvx:	SW:	Kombinacja obc.
1	0,000	17,1	568,6	1,000	0,0	488,7	1,000	0,030 A
2	0,000	17,1	568,6	1,000	0,0	488,7	1,000	0,030 A

**ŚCINANIE Z SIŁĄ OSIOWĄ (56):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L:	Vy:	Vyr,n:	Vx:	Vxr,n:	N/Nr:	SW:	Kombinacja obc.
1	0,000	17,1	568,6	0,0	488,7	0,000	0,030 A
2	0,000	17,1	568,6	0,0	488,7	0,000	0,030 A

**NOŚNOŚĆ NA ROZCIĄGANIE (32):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	A[cm2]:	Aψ:	N:	Nrt:	SW:	Kombinacja obc.
-------	---------	-----	----	------	-----	-----------------

**NOŚNOŚĆ NA ŚCISKANIE (39):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	lw:	lwy:	$\bar{\lambda}$ :	φ:	ψ:	N:	Nrc:	SW:	Kombinacja obc.
3	3,500	2,870	1,662	0,324	1,000	-17,8	513,8	0,107	A
4	8,694	3,500	0,782	0,791	0,966	-35,7	992,8	0,045	A
5	3,500	2,870	1,662	0,324	1,000	-17,8	513,8	0,107	A

$\bar{\lambda}$  - miarodajna smukłość względna ( $\lambda/\lambda_p$ )

**ŚCISKANIE ZE ZGINANIEM (58):** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	nx:	ny:	φL:	mx:	my:	Δx:	Δy:	SW:	Kombinacja obc.
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----------------

nx, ny, mx, my - składniki warunku (58)

**NOŚNOŚĆ ŚRODNIKA:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L:	c[mm]:	a1:	P:	Pr:	SW:	Kombinacja obc.
1	0,000	żebra	0,0	1610,0	0,0	265,3 0,000
2	0,000	żebra	0,0	1610,0	0,0	265,3 0,000

**ZŁOŻONY STAN ŚRODNIKA:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x/L:	Øp:	N/Nr:	M/Mr:	P/Pr:	V/Vr:	SW:	Kombinacja obc.
4	1,000	1,000	0,035	0,000	0,000	0,000	0,001 A

N, Nr, M, Mr - wielkości odniesione do średnika

**STAN GRANICZNY UŻYTKOWANIA:** T.I rzędu  
Obciążenia char.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	Rodzaj:	Ogr.:	L(H*):	agr:	a:	SW:	Kombinacja obc.
1	Ugięcie Y	L/350	8050,0	23,0	17,9	0,779	A
2	Ugięcie Y	L/350	8050,0	23,0	17,9	0,779	A
3	Ugięcie Y	L/350	8050,0	23,0	17,9	0,000	
4	Ugięcie Y	L/350	8050,0	23,0	17,9	0,000	
5	Ugięcie Y	L/350	8050,0	23,0	17,9	0,000	

\*) H - wysokość poziomego węzła

**DŁUGOŚCI WYBOCZENIOWE:** T.I rzędu  
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt:	μx:	μy:	μω:	Lox:	Loy:	Loω:	λx:	λy:
1	1,000	1,000	1,000	8,050	8,050	8,050	87,26	119,77
2	1,000	1,000	1,000	8,050	8,050	8,050	87,26	119,77
3	1,000	0,820	1,000	3,500	2,870	3,500	47,10	139,61
4	2,484	1,000	1,000	8,694	3,500	3,500	57,42	47,10
5	1,000	0,820	1,000	3,500	2,870	3,500	47,10	139,61

## Pręt nr 1

Zadanie: nowe

Przekrój: 2 U 240

Wymiary przekroju:

U 240 h=240,0 s=85,0 g=9,5 t=13,0 r=13,0 ex=22,3.

Charakterystyka geometryczna przekroju:

J<sub>xg</sub>=7200,0 J<sub>yg</sub>=3821,9 A=84,60 i<sub>x</sub>=9,2 i<sub>y</sub>=6,7.

Materiał: **St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W**. Wytrzymałość **f<sub>d</sub>=215 MPa** dla **g=13,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Siły przekrojowe:

x<sub>a</sub> = 4,025; x<sub>b</sub> = 4,025.

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu:

**M<sub>x</sub> = -5,9 kNm, V<sub>y</sub> = 0,0 kN, N = 0,0 kN,**

Naprężenia w skrajnych włóknach: **σ<sub>t</sub> = 9,9 MPa σ<sub>c</sub> = -9,9 MPa.**

### Naprężenia:

x<sub>a</sub> = 4,025; x<sub>b</sub> = 4,025.

Naprężenia w skrajnych włóknach: **σ<sub>t</sub> = 9,9 MPa σ<sub>c</sub> = -9,9 MPa.**

Naprężenia:

- normalne: **σ = 0,0 Δσ = 9,9 MPa ψ<sub>oc</sub> = 1,000**

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 9,9 = 9,9 < 215 \text{ MPa}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 8,050$$

$$l_w = 1,000 \times 8,050 = 8,050 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 8,050$$

$$l_w = 1,000 \times 8,050 = 8,050 \text{ m}$$

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 7200,0}{8,050^2} 10^{-2} = 2248,0 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 3821,9}{8,050^2} 10^{-2} = 1193,3 \text{ kN}$$

### Zwicherungie:

Dla przekroju rurowego lub skrzynkowego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{\omega} = 8050 \text{ mm}$ :

$$100 b_o \sqrt{215 / f_d} = 100 \times 160,5 \times \sqrt{215 / 215} = 16050 > 8050 = l_1$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwicherungiem.

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 4,025$ ;  $x_b = 4,025$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 600,0 \times 215 \times 10^{-3} = 129,0 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwicherungia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,000$  wynosi  $\phi_L = 1,000$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{5,9}{1,000 \times 129,0} = 0,046 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 8,050$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 45,6 \times 215 \times 10^{-1} = 568,6 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,3 \quad V_R = 170,6 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 2,9 < 568,6 = V_R$$

### Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$$x_a = 4,025; \quad x_b = 4,025.$$

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 0,0 < 170,6 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 129,0 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R,x,V}} = \frac{5,9}{129,0} = 0,046 < 1$$

### Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 8,050.$$

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 0,0 \text{ mm}$ .

Naprężenia ściskające w środniku wynoszą  $\sigma_c = 0,0 \text{ MPa}$ . Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,000$$

Nośność środnika na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o \cdot t_w \cdot \eta_c \cdot f_d = 129,9 \times 9,5 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 265,3 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0,0 < 265,3 = P_{R,W}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,5 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 8050 / 350 = 23,0 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,5 < 23,0 = a_{\text{gr}}$$

## Pręt nr 3

Zadanie: nowe

Przekrój: I 180 PE

Wymiary przekroju:

I 180 PE  $h=180,0$   $g=5,3$   $s=91,0$   $t=8,0$   $r=9,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=1320,0$   $J_{yg}=101,0$   $A=23,90$   $i_x=7,4$   $i_y=2,1$   $J_w=7431,2$   $J_t=4,8$   $i_s=7,7$ .

Materiał: **St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=8,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Siły przekrojowe:

$$x_a = 3,500; \quad x_b = 0,000.$$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu:

$$N = -3,7 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = -1,5 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -1,5 \text{ MPa}$ .

### Naprężenia:

$$x_a = 3,500; \quad x_b = 0,000.$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = -1,5 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -1,5 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

$$\text{- normalne: } \sigma = -1,5 \quad \Delta\sigma = 0,0 \text{ MPa} \quad \psi_{oc} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 1,5 / 1,000 + 0,0 = 1,5 < 215 \text{ MPa}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 0,500 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,820 \quad \text{dla } l_o = 3,500$$

$$l_w = 0,820 \times 3,500 = 2,870 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_o = 3,500$$

$$l_w = 1,000 \times 3,500 = 3,500 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $\mu_{\omega} = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{\omega} = 3,500 \text{ m}$ .

Długość wyboczeniowa  $l_{\omega} = 3,500 \text{ m}$ .

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1320,0}{3,500^2} 10^{-2} = 2180,2 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 101,0}{2,870^2} 10^{-2} = 248,1 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_{\omega}^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{7,7^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 7431,2}{3,500^2} 10^{-2} + 80 \times 4,8 \times 10^2 \right) = 845,8 \text{ kN}$$

### Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 3,500.$$

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 0,0 \text{ mm}$ .

Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $\sigma_c = 1,2 \text{ MPa}$ . Współczynnik redukcji

nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 1,2 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 85,0 \times 5,3 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 96,9 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,0 < 96,9 = P_{R,W}$$

### Stan graniczny użytkowania:

## Pręt nr 4

Zadanie: nowe

Przekrój: 2 I 180 PE

Wymiary przekroju:

I 180 PE  $h=180,0$   $g=5,3$   $s=91,0$   $t=8,0$   $r=9,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=10957,0$   $J_{yg}=2640,0$   $A=47,80$   $i_x=15,1$   $i_y=7,4$ .

Materiał: **St3SX, St3SY, St3S, St3V, St3W**. Wytrzymałość  **$f_d=215$  MPa** dla  **$g=8,0$** .

### Siły przekrojowe:

$x_a = 3,500$ ;  $x_b = 0,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu:

$$N = -7,3 \text{ kN},$$

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = -1,5 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -1,5 \text{ MPa}$ .

### Naprężenia:

$x_a = 3,500$ ;  $x_b = 0,000$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = -1,5 \text{ MPa}$   $\sigma_c = -1,5 \text{ MPa}$ .

Naprężenia:

$$\text{- normalne: } \sigma = -1,5 \quad \Delta\sigma = 0,0 \text{ MPa } \psi_{oc} = 1,000$$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 1,5 / 1,000 + 0,0 = 1,5 < 215 \text{ MPa}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 0,500 \quad \text{węzły przesuwne} \quad \Rightarrow \quad \mu = 2,484 \quad \text{dla } l_0 = 3,500$$

$$l_w = 2,484 \times 3,500 = 8,694 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$\chi_1 = 1,000 \quad \chi_2 = 1,000 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 1,000 \quad \text{dla } l_0 = 3,500$$

$$l_w = 1,000 \times 3,500 = 3,500 \text{ m}$$

**Siły krytyczne:**

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 10957,0}{8,694^2} 10^{-2} = 2933,0 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2640,0}{3,500^2} 10^{-2} = 4360,4 \text{ kN}$$

**Nośność środka pod obciążeniem skupionym:**

$$x_a = 0,000; \quad x_b = 3,500.$$

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 0,0 \text{ mm}$ .

Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $\sigma_c = 1,2 \text{ MPa}$ . Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$\eta_c = 1,25 - 0,5 \sigma_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 1,2 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 85,0 \times 5,3 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 96,9 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 0,0 < 96,9 = P_{R,W}$$

## 7.2. Nawierzchnia na osad odwodniony z uwzględnieniem zadaszenia

### 7.2.1. Dane konstrukcyjno-budowlane.

Założenia do obliczeń konstrukcyjnych stóp fundamentowych:

- dopuszczalny nacisk na grunt:  $q_f = 150 \text{ kPa}$ ,
- I kategoria geotechniczna gruntu,
- umowna głębokość przemarzania:  $H_z = 1,0 \text{ m}$ ,
- obciążenie śniegiem - STREFA 2,
- obciążenie wiatrem – STREFA 1.

### 7.2.2. Rozwiązania budowlane konstrukcyjno-materiałowe.

Stopy fundamentowe żelbetowe - powielono rozwiązania konstrukcyjne w zakresie fundamentów pod zadaszenie nawierzchni na osad odwodniony poprzez zastosowanie tych samych stóp fundamentowych oznaczonych jako ST-1 uwzględnionych w projekcie wiaty na osad odwodniony,

Ściany oporowe – wykonane na zamówienie u producenta i przywiezione na budowę w postaci gotowych elementów do montażu ( patrz załączone do projektu architektoniczno – budowlanego branży architektonicznej przykładowe rozwiązanie w zakresie wykonania ścian oporowych ),

Zadaszenie - o konstrukcji stalowej wykonać w oparciu o np. karty systemowe załączone do projektu architektoniczno – budowlanego branży architektonicznej przedstawiające przykładowe rozwiązania w zakresie wykonania zadaszenia o konstrukcji stalowej nad nawierzchnią na osad odwodniony wykonywane na zamówienie u producenta i przywiezione na budowę w postaci gotowych elementów do montażu.

*Pozostałe istotne informacje związane z technologią oraz zakresem robót konstrukcyjnych dotyczących wykonania obiektów będących przedmiotem opracowania nieuwjęte w opisie zostały przedstawione w części rysunkowej opracowania a także projekcie architektoniczno - budowlanym branży architektonicznej.*

## **8. Podstawowe dane technologiczne oraz współzależności urządzeń i wyposażenia związanego z przeznaczeniem obiektu i jego rozwiązaniami budowlanymi.**

Według niniejszego projektu oraz projektów branży sanitarnej i elektrycznej.

## **9. Sposób ogrzewania pomieszczeń.**

Z racji funkcji jaką pełnią projektowane obiekty a także rozwiązań w zakresie technologii ich wykonania nie wymaga się opisanego sposobu ogrzewania pomieszczeń. W projekcie nie uwzględniono ogrzewania wewnątrz projektowanych obiektów.

## **10. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe pod kątem niepełnosprawnych**

Nie dotyczy niniejszego opracowania.

## **11. Charakterystyka energetyczna obiektu.**

Z racji funkcji jaką pełnią projektowane obiekty a także rozwiązań w zakresie technologii ich wykonania zgodnie z przepisami odrębnymi nie jest wymagane opracowanie charakterystyki energetycznej dotyczącej obiektów będących przedmiotem opracowania.

## **12. Dane techniczne charakteryzujące wpływ obiektu na środowisko i jego wykorzystywanie oraz na zdrowie ludzi i obiekty sąsiednie**

a) zapotrzebowanie i jakość wody oraz ilości, jakości i sposoby odprowadzania ścieków

Według projektu branży sanitarnej jeżeli takowe informacje są niezbędne do przedstawienia w tym podpunkcie.

b) emisja zanieczyszczeń gazowych, w tym zapachów, płynowych i płynnych, z podaniem ich rodzaju, ilości i zasięgu rozprzestrzeniania się

Według projektu branży sanitarnej jeżeli takowe informacje są niezbędne do przedstawienia w tym podpunkcie.

c) rodzaj i ilości wytwarzanych odpadów

*Nie dotyczy niniejszego opracowania*

d) emisja hałasu oraz wibracji, a także promieniowania, w szczególności jonizującego, pola elektromagnetycznego i innych zakłóceń, z podaniem odpowiednich parametrów tych czynników i zasięgu ich rozprzestrzeniania się

*Nie dotyczy niniejszego opracowania*

e) wpływ obiektu budowlanego na istniejący drzewostan, powierzchnię ziemi, w tym glebę, wody powierzchniowe i podziemne

Na terenie inwestycji podczas wizji lokalnej stwierdzono występowanie istniejących drzew w miejscu planowanej budowy wiaty na osad odwodniony których wycięcie pozostaje w gestii inwestora włącznie z załatwieniem stosownych pozwoleń. Oprócz wspomnianych drzew do wycinki inwestycja nie wprowadzi zakłóceń ekologicznych w charakterze powierzchni ziemi, gleby, wód powierzchniowych i podziemnych. Na terenie oczyszczalni nie występuje roślinność objęta ochroną. Charakter użytkowy obiektu pozwoli na zachowanie czynnego terenu działki poza powierzchnią zabudowy i powierzchni utwardzonych dojazdów i dojazdów.

### 12.1. Kwalifikacja ekologiczna inwestycji

Projektowana inwestycja nie należy do przedsięwzięć mogących potencjalnie oddziaływać na środowisko w rozumieniu przepisów o ochronie środowiska (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10.05.2005r w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, oraz szczególnych kryteriów związanych z



kwalifikowaniem przedsięwzięć do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz.U. Nr. 199, poz 1227). Biorąc po uwagę rozwiązania technologiczne zastosowane w projekcie inwestycja nie wpłynie negatywnie na środowisko.

### **13. Warunki ochrony przeciwpożarowej**

*Niniejszy projekt nie wymaga uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw ppoż.*

W celu określenia przeciwpożarowych wymagań dla konstrukcji obiektów, podziału na strefy pożarowe, wymogów bezpiecznej ewakuacji oraz wyposażenia wnętrz, niezbędne jest zaliczenie obiektu lub jego części do odpowiedniej kategorii zagrożenia ludzi. Przedmiotem inwestycji jest budowa wiaty na osad odwodniony oraz nawierzchni na osad z uwzględnieniem jej zadaszenia, które z uwagi na swoją funkcję kwalifikują się do kategorii zagrożenia ludzi PM.

#### 13.1. Klasy odporności pożarowej obiektów

Obiekty zaliczane są do PM kategorii zagrożenia ludzi zatem powinny posiadać klasę odporności pożarowej budynku – E.

- obiekty o wysokości max 8,0 m - niskie (N) do poziomu kalenicy

Dla projektowanych obiektów przewidziano instalację odgromową zgodne z projektem branży elektrycznej.

### **ODPORNÓŚĆ OGNIOWA I STOPIEŃ ROZPRZESTRZENIANIA OGNI ELEMENTÓW BUDYNKU – WYMAGANIA**

Elementy obiektów zaliczonego do klasy E odporności pożarowej, zakwalifikowano do kategorii PM zagrożenia ludzi powinny być wykonane z materiałów nie rozprzestrzeniających ognia /NRO/ posiadających odporność ogniową :

klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku					
	główna konstrukcja nośna	konstrukcja dachu	Strop	ściana zewnętrzna	ściany wewnętrzne	przekrycie dachu
'E'	-	-	-	-	-	-

**Budynek spełnia powyższe wymogi**

### **STREFY POŻAROWE I ODDZIELENIA PRZECIWPOŻAROWE**

Każdy z projektowanych obiektów stanowi jedną strefę pożarową.

zgodnie z Obwieszczeniem Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie ( Dz.U. 2019 poz. 1065 z późniejszymi zmianami ).

#### Wymagania dla wystroju wnętrz.

Stosowanie do wykończenia wnętrz materiałów zapalnych, których produkty rozkładu są bardzo toksyczne lub intensywnie dymiące jest zabronione.

Okładziny, sufity należy wykonać z materiałów niepalnych lub niezapalnych, nie kapiących i nie odpadających pod wpływem ognia. Elementy drewniane budynku narażone na działanie ognia w postaci np. boazerii z desek należy zaimpregnować preparatem np. Holz Prof. bądź innym o identycznych właściwościach pozwalających zabezpieczyć drewno przed czynnikami ogniowymi.

## **WYPOSAŻENIE W PODRĘCZNY SPRZĘT GAŚNICZY**

Obiekty należy wyposażać w podręczny sprzęt gaśniczy przyjmując jedną jednostkę sprzętu o masie środka gaśniczego 2 kg na każde 300 m<sup>2</sup> powierzchni strefy pożarowej. Jako podstawowy rodzaj podręcznego sprzętu gaśniczego, zaleca się gaśnice proszkowe wypełnione proszkiem ABC ( do gaszenia ciał stałych, cieczy i gazów palnych ).

Należy zainstalować główny wyłącznik prądu elektrycznego w obiektach jeżeli projekt branży elektrycznej przewiduje takie rozwiązanie.

Wszystkie instalacje ze wszystkimi zabezpieczeniami p-poż. w obiektach wykonane przez dostawcę rządzeń.

### **14. Nasłonecznienie**

Nasłonecznienie – lokalizacja obiektów nie wpłynie ujemnie na nasłonecznienie pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi ponieważ projektowane obiekty usytuowane są tak na działce, że nie ma możliwości ograniczać dostępu światła na działkach sąsiednich.

Zgodnie z Art. 13 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku spełniony jest warunek :  $A \geq B - C$

**Warunek nasłonecznienia jest spełniony.**

Projektowane obiekty nie ograniczą dopływu światła dziennego do pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi na działkach sąsiednich.

### **15. Informacje dodatkowe**

Teren działki zgodnie z decyzją o lokalizacji inwestycji celu publicznego nie jest wpisany do rejestru zabytków. Niniejsze opracowanie zostało wykonane w zakresie projektu budowlanego. Nieopisane w projekcie elementy należy wykonać zgodnie ze sztuką budowlaną. Wszystkie prace budowlane wykonać pod nadzorem uprawnionego kierownika budowy.

Przy wykonywaniu robót budowlanych należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie.

Projektowane obiekty nie naruszają uzasadnionych interesów osób trzecich.

### **16. Informacja końcowa.**

Całość robót wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-konstrukcyjnych”, obowiązującymi normami, zaleceniami producentów materiałów i systemów budowlanych, oraz sztuką budowlaną.

**Projektował:**

**Sprawdził:**

# **INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA**

## **1. Zakres robót dla zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów.**

W zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego wchodzi:

- przygotowanie placu budowy z ogrodzeniem i wydzielaniem drogi dojazdowej wewnętrznej-zaopatrzeniowej,
- likwidacja istniejących zbędnych elementów zagospodarowania terenu,
- roboty ziemne wraz z wykonaniem wykopów pod fundamenty z zachowaniem szczególnego bezpieczeństwa pod nadzorem uprawnionej osoby,
- wylanie stóp fundamentowych,
- budowa konstrukcji dachu z poszyciem z pokryciem,
- montaż ścianek oporowych,
- wykonanie podłóg i posadzek,

## **2. Wykaz istniejących obiektów.**

Zgodnie z projektem zagospodarowania terenu.

## **3. Wskazanie elementów istniejącego zagospodarowania, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa dla zdrowia i życia ludzi.**

W obrębie projektowanego budynku stacji nie istnieje element zagospodarowania, który może stwarzać zagrożenie dla ZDROWIA I ŻYCIA LUDZI.

## **4. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaj zagrożeń, oraz miejsce i czas ich wystąpienia.**

- wykop pod budowę – ściany wykopu skarpowane, od strony budynku zabezpieczone przed osunięciem ziemi spod istniejących fundamentów
- roboty na wysokościach szczególnie związane z wykonaniem konstrukcji dachu i zewnętrznych ścian – roboty wykonywać mogą osoby z właściwym przygotowaniem zawodowym, oraz z aktualnym zaświadczeniem lekarskim o dopuszczeniu osoby do pracy na wysokościach
- roboty elektryczne przy podłączaniu projektowanej inst. do ist. inst. – mogą wykonywać osoby z odpowiednimi uprawnieniami

Wszystkie roboty winny być wykonywane z uwzględnieniem zabezpieczenia przed dostępem osób trzecich.

## **5. Wskazanie sposobu prowadzenia instruktora pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych.**

- standardowo zgodnie z obowiązującymi przepisami B.H.P.

## **6. Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń.**

- nie występują strefy szczególnego zagrożenia zdrowia i życia.

- zapewnienie bezpiecznej i sprawnej komunikacji należy zorganizować podczas przygotowania placu budowy (w zakresie drogi dojazdowej)
- wykonanie wykopów przez wyspecjalizowane firmy
- montaż i demontaż deskowań przez wyspecjalizowane firmy
- odbiór deskowań przez nadzór techniczny
- dozór terenu przed wejściem osób postronnych na teren budowy

**7. Informację dotyczącą bezpieczeństwa i ochrony zdrowia wykonano zgodnie z Ustawą Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. art. 21a ust. 4. Dz. U. z 2000 r. Nr. 106 poz. 1126 z późniejszymi zmianami.**

Opracował:

Iława, 24 wrzesień 2019 r.

## OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

**Dotyczy:** Projektu architektoniczno - budowlanego

**Branża:** Konstrukcyjna

**Nazwa inwestycji:** INSTALACJA ODWADNIANIA OSADU NA OCZYSZCZALNI GMINNEJ W OSIEKU

**Obiekt budowlany:** Instalacja odwadniania osadów i wiata do składowania odwodnionych osadów  
Wiata na osad odwodniony i nawierzchnia na osad odwodniony wraz z zadaszeniem

**Kategoria obiektu budowlanego:** XXX

**Adres obiektu budowlanego:** Miejscowość Osiek, działka nr 376/44 - obręb Osiek, gmina Osiek, powiat brodnicki, województwo kujawsko - pomorskie

**Inwestor:** Gmina Osiek, Osiek 85, 87-340 Osiek

*Na podstawie art. 20, ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2010 r Nr 243, poz. 1623 z późniejszymi zmianami), oświadczam, że ww. projekt sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.*

Projektant:

Sprawdzający: