



**JOANNA OKRASKA**

ul. Łukowa 16 lok. 4 93-410 Łódź telefon 601 36 10 66  
www.e-architekt.pl joanna.okraska@gmail.com

TEMAT PROJEKTU WYKONAWCZEGO	PROJEKT WYKONAWCZY SALI GIMNASTYCZNEJ WRAZ Z ZAPLECZEM PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ W PIEKARACH		
KOB	<u>KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO IX</u>		
TOM ZAWIERA:	PROJEKT KONSTRUKCJI		
ADRES INWESTYCJI	UL. PIEKARSKA 47, 96-323 OSUCHÓW, DZIAŁKA NR 99/1, OBRĘB 0043 PIEKARY, GMINA MSZCZONÓW		
INWESTOR	GMINA MSZCZONÓW, PLAC PIŁSUDSKIEGO 1, 96-320 MSZCZONÓW		
<div>PROJEKT BUDOWLANY</div>			
Z E S P Ó Ł P R O J E K T O W Y			
IMIĘ I NAZWISKO	ZAKRES OPRACOWANIA	NR UPRAWNIENÍ NR IZBY, SPECJALNOŚĆ	PODPIS
mgr inż. Rafał Kucharczyk	KONSTRUKCJA	LOD/2981/PWBKb/16, Do projektowania w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń	
mgr inż. Piotr Jasiński	KONSTRUKCJA SPRAWDZAJĄCY	LOD/3098/PBKb/16, ŁOD/BO/0036/17 do projektowania w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń	

ŁÓDŹ, grudzień 2019

## **ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA**

### **I. OPIS TECHNICZNY**

### **II. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE**

### **III. RYSUNKI KONSTRUKCYJNE:**

**01/KB. RZUT FUNDAMENTÓW**

**02/KB. UKŁAD KONSTRUKCYJNY PARTERU**

**03/KB. UKŁAD KONSTRUKCYJNY STROPU GĘSTOŻEBROWEGO NAD  
PARTEREM**

**04/KB. UKŁAD KONSTRUKCYJNY I PIĘTRA**

**05/KB. UKŁAD KONSTRUKCYJNY DACHU**

# **I. OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI**

## **1. Podstawa opracowania**

- Projekt budowlany architektoniczny autor: mgr inż. arch. Joanna Okraska;
- Projekty budowlane branżowe
- Opinia geotechniczna dla potrzeb niniejszego projektu opracowana przez pracownię geologiczną DANGEO Daniel Jabłoński, autor opracowania mgr Daniel Jabłoński z listopada 2019r.
- Mapa d/c projektowych

## **2. Warunki posadowienia**

Na podstawie badań geologicznych stwierdzono **proste warunki gruntowe** nadające się do bezpośredniego posadowienia projektowanego budynku. Zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012r. obiekt zaliczono do **II kategorii geotechnicznej**.

Jak wynika z dokumentacji geotechnicznej w podłożu terenu pod budowę budynku występuje następująca budowa geologiczna:

### **Otwór nr 1 – rzędna 209,90m n.p.m.**

- 0,00 – 0,40 m.p.p.t. – humus (ciemnobrązowy) (II)
- 0,40 – 0,90 m.p.p.t. – piasek drobny (brązowy)  $I_D = 0,40 - 0,50$  (IIIa)
- 0,90 – 1,50 m.p.p.t. – piasek drobny (jasnożółty)  $I_D = 0,40 - 0,50$  (IIIa)
- 1,50 – 2,60 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (szara)  $I_L = 0,15 - 0,20$  (IVb)
- 2,60 – 3,60 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (jasnoszara)  $I_L = 0,30 - 0,40$  (IVa)
- 3,60 – 4,30 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (jasnoszara)  $I_L = 0,25$  (IVc)
- 4,30 – 5,00 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (ciemnoszara)  $I_L = 0,15 - 0,20$  (IVb)

### **Otwór nr 2 – rzędna 210,30m n.p.m.**

- 0,00 – 0,50 m.p.p.t. – humus (ciemnobrązowy) (II)
- 0,50 – 0,90 m.p.p.t. – piasek drobny (żółty)  $I_D = 0,40 - 0,50$  (IIIa)
- 0,90 – 1,60 m.p.p.t. – piasek średni (żółty)  $I_D = 0,40 - 0,50$  (IIIa)
- 1,60 – 2,30 m.p.p.t. – piasek średni + żwir (żółty)  $I_D = 0,40 - 0,50$  (IIIa)
- 2,30 – 3,50 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (brązowa)  $I_L = 0,15 - 0,20$  (IVb)
- 3,50 – 3,90 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (brązowa)  $I_L = 0,30 - 0,40$  (IVa)
- 3,90 – 4,30 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (brązowa)  $I_L = 0,25$  (IVc)
- 4,30 – 5,00 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (brązowa)  $I_L = 0,15 - 0,20$  (IVb)

**Otwór nr 3 – rzędna 210,50m n.p.m.**

- 0,00 – 1,00 m.p.p.t. – nasyp - humus + cegły (ciemnobrązowy) (I)
- 1,00 – 1,70 m.p.p.t. – piasek średni (żółty)  $I_D = 0,40 - 0,50$  (IIIa)
- 1,70 – 2,20 m.p.p.t. – piasek gliniasty (jasnoszary)  $I_L = 0,06$  (IVb)
- 2,20 – 2,60 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (jasnoszara)  $I_L = 0,15 - 0,20$  (IVb)
- 2,60 – 3,10 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (jasnoszara)  $I_L = 0,30 - 0,40$  (IVa)
- 3,10 – 4,20 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (jasnoszara)  $I_L = 0,30 - 0,40$  (IVa)
- 4,20 – 5,30 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (szara)  $I_L = 0,25$  (IVc)
- 5,30 – 6,00 m.p.p.t. – piasek gliniasty (brązowy)  $I_L = 0,15 - 0,20$  (IVb)

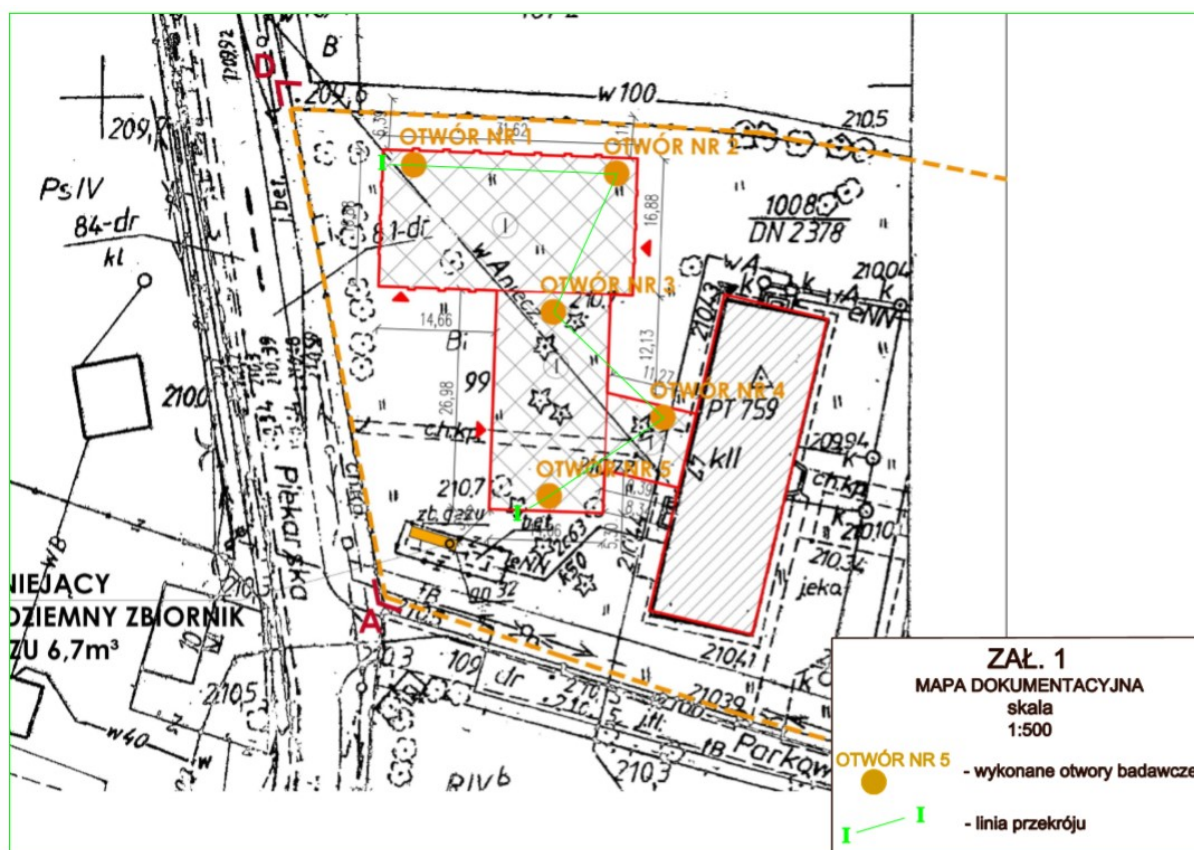
**Otwór nr 4 – rzędna 210,60m n.p.m.**

- 0,00 – 0,60 m.p.p.t. – nasyp - humus + cegły (ciemnobrązowy) (I)
- 0,60 – 0,80 m.p.p.t. – humus (ciemnobrązowy) (II)
- 0,80 – 1,20 m.p.p.t. – piasek gliniasty (jasnobrązowy)  $I_L = 0,06$  (IVa)
- 1,20 – 1,80 m.p.p.t. – piasek średni (żółty)  $I_D = 0,40 - 0,50$  (IIIa)
- 1,80 – 2,20 m.p.p.t. – piasek średni (jasnożółty)  $I_D = 0,40 - 0,50$  (IIIa)
- 2,20 – 2,80 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (brązowa)  $I_L = 0,15 - 0,20$  (IVb)
- 2,80 – 3,50 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (brązowa)  $I_L = 0,30 - 0,40$  (IVa)
- 3,50 – 5,70 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (brązowa)  $I_L = 0,30 - 0,40$  (IVa)
- 5,70 – 7,00 m.p.p.t. – piasek średni (żółty)  $I_D = 0,70$  (IIIb)

**Otwór nr 5 – rzędna 210, 50m n.p.m.**

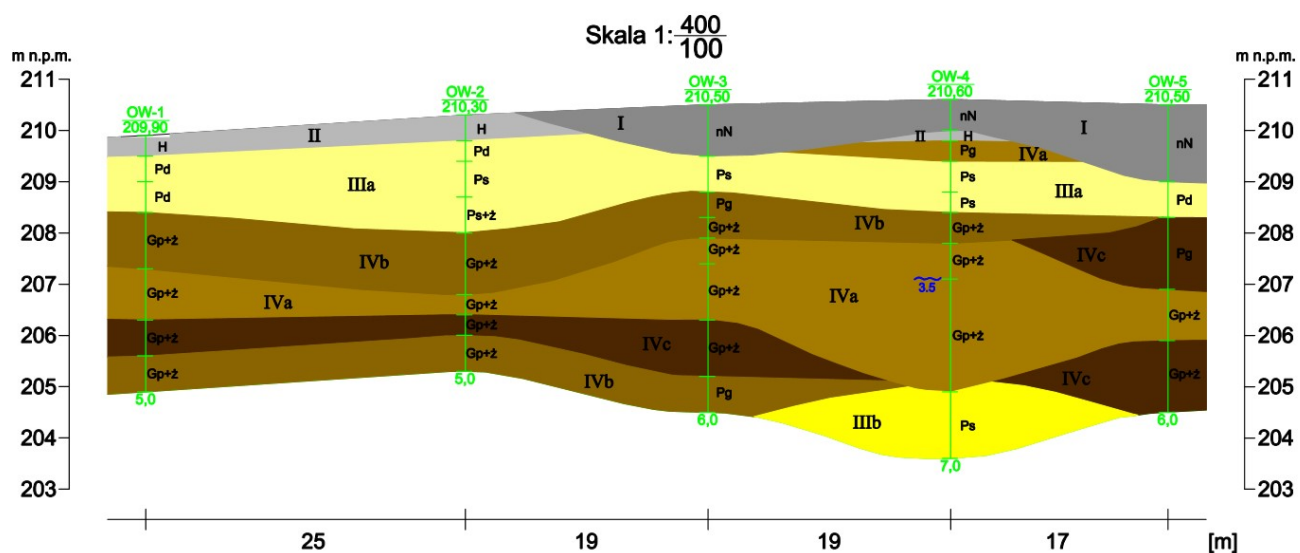
- 0,00 – 1,50 m.p.p.t. – nasyp - humus + cegły (ciemnobrązowy) (I)
- 1,50 – 2,20 m.p.p.t. – piasek drobny (jasnożółty)  $I_L = 0,40 - 0,50$  (IIIa)
- 2,20 – 3,60 m.p.p.t. – piasek gliniasty (szary)  $I_D = 0,25$  (IVc)
- 3,60 – 4,60 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (szara)  $I_L = 0,30 - 0,40$  (IVa)
- 4,60 – 6,00 m.p.p.t. – glina piaszczysta + żwir (szara)  $I_L = 0,25$  (IVc)

Mapa lokalizacyjna wierceń geotechnicznych:



Przekroje geotechniczne:

### PRZĘKRÓJ GEOTECHNICZNY I-I



### Przyjęto następujące rzędne posadowienia:

- poziom posadzki parteru +/- 0,00 = 210,87m n.p.m.
- poziom spodu łąw fundamentowych - 1,90 = 208,97 m n.p.m.
- poziom spodu chudego betonu - 2,00 = 208,87 m n.p.m.

W badanym podłożu stwierdzono występowanie gruntów nośnych nadających się do bezpośredniego posadowienia budynku.

W trakcie badań terenowych wykonanych w listopadzie 2019r., nie nawiercono zwierciadła wody gruntowej. Pojawia się jednak w otworze OW – 4 sączenie w glinach zwałowych na głębokości 3,50m p.p.t.

Bezpośrednie posadowienie łąw i stóp fundamentowych sali gimnastycznej przyjęto na głębokości -1,90m p.p.p. tj. na rzędnej 208,97m n.p.m, Projektowane posadowienie wypadnie w warstwie gruntów niespoistych występujących w postaci piasków drobnych i średnich miejscami ze żwirem w stanie średniozagęszczonym o stopniu zagęszczenia  $I_D=0,40 - 0,50$ .

W przypadku występowania gruntów nienośnych w poziomie posadowienia należy wymienić je, do poziomu gruntów nośnych na piasek średni stabilizowany cementem zagęszczony statycznie poprzez wałowanie warstwami do stopnia zagęszczenia  $I_s=0,97$ , występujące w badanym podłożu piaski drobne i średnie w stanie średnio zagęszczonym należy zagęścić j.w

Należy zwrócić szczególną uwagę na poziom posadowienia istniejącego budynku nie doprowadzając do jego podkopania lub naruszenia gruntów w poziomie posadowienia, w przypadku innego poziomu posadowienia niż założony w projekcie należy skontaktować się z projektantem, łąwy fundamentowe wzdłuż osi 12 należy wykonać w dwóch etapach, dzieląc wykop na dwie równe części ~5,00m, zabrania się odkopania fundamentów budynku istniejącego w całości, fundamenty te należy odkopywać **ręcznie**.

Z uwagi na występowanie gruntów spoistych bezpośrednio pod piaskami drobnymi i średnimi, należy zabezpieczyć wykop przed nagromadzeniem się wody opadowej. Nadmiar wody może doprowadzić do uplastycznienia gruntów nośnych i znacznego pogorszenia parametrów wytrzymałościowych, grunty uplastycznione należy bezwzględnie usunąć z wykopu. Roboty ziemne i prace fundamentowe zaleca się wykonywać w suchej porze roku. Należy zwrócić szczególną uwagę na szczelność wykonanych podziemnych sieci

kanalizacyjnych i wodociągowych. Zaleca się, aby budynek, po zakończeniu i odbiorze robót związanych z izolacją przeciwwodną i termiczną, dokładnie z zewnątrz obsypać gruntem spoistym. Do obsypania zastosować np. gliny piaszczyste. Obsypanie budynku gruntem sypkim może powodować zaleganie wód bezpośrednio przy budynku co może skutkować obniżeniem nośności gruntów w poziomie posadowienia. Po wykonaniu wykopu pod fundamenty należy ukształtować odpowiednie pochylenie umożliwiające natychmiastowe bezpośrednie odpompowanie gromadzących się wód opadowych. W przypadku ewentualnych sączeń należy wykonać drenaż przyskarpowy w dnie wykopu z możliwością bezpośredniego odpompowania gromadzącej się wody.

*Przed przystąpieniem do prac fundamentowych należy potwierdzić stan i rodzaj gruntów w poziomie posadowienia wpisem do dziennika budowy przez uprawnionego geologa. Na etapie wykonywania wykopów pod fundamenty, zaleca się stały nadzór uprawnionego geologa na budowie.*

*Po wykonaniu wykopów fundamentowych kierownictwo budowy i nadzór inwestorski zobowiązane są do sprawdzenia stanu i rodzaju gruntów w poziomie posadowienia oraz porównania z wynikami wstępnego rozpoznania geotechnicznego. W przypadku znacznych różnic w porównaniu do opinii geotechnicznej należy skontaktować się z projektantem.*

### **3. Budynek istniejący**

#### **3.1 Opis konstrukcji z oceną stanu technicznego**

Budynek szkoły zrealizowano w latach sześćdziesiątych dwudziestego wieku. Budynek dwukondygnacyjny, częściowo podpiwniczony, w latach 2004 – 2010 budynek wyremontowano, obecnie szkoła dysponuje 6 salami lekcyjnymi, salą komputerową, biblioteką, świetlicą, oraz niewielką salką gimnastyczną.

Układ konstrukcyjny budynku tradycyjny z ścianami murowanymi z cegły pełnej ceramicznej. Usztywnienie budynku stanowią ściany poprzeczne i podłużne w których umieszczono przewody wentylacyjne i dymowe.

Strop nad parterem i I piętrzem żelbetowy prefabrykowany. Dach kryty blachą. Wejście na I piętro schodami w konstrukcji żelbetowej. Ławy wylewane betonowe.

Nie zauważono nadmiernych ugięć stropów, pęknięć lub zarysowań ścian świadczących o przeciążeniu stanów granicznych poszczególnych elementów. Stan techniczny konstrukcji

budynku ocenia się na dobry nadający się do planowanej rozbudowy w zakresie objętym niniejszym projektem.

#### **4. Budynki projektowane**

##### **4.1. Opis ogólny**

Projektuje się rozbudowę budynku szkoły o salę gimnastyczną z zapleczem magazynowym, pomieszczeniami szatni z sanitariatami, pokojem socjalnym dla nauczycieli, WC dla nauczycieli z natryskiem, pokojem dla nauczyciela WF-u, gabinetem higienistki, świetlicą i salą.

Konstrukcja budynku mieszana. Stropodach nad parterem jako strop gęstożebrowy, oraz monolityczny na zapleczu sali gimnastycznej. Strop podparty ścianami nośnymi murowanymi grubości 24cm z bloczków silikatowych. Dach nad salą gimnastyczną zaprojektowano jako kratownice płaskie stalowe oparte przegubowo na wieńcach ścian podłużnych w osi L i P. W ścianach zewnętrznych i wewnętrznych zastosowano wzmocnienia wylewanymi rdzeniami żelbetowymi. Nadproża wylewane żelbetowe i z belek prefabrykowanych typu L-19 o symbolu N/.... Sztywność poprzeczną stanowią słupy główne w ścianach podłużnych sali gimnastycznej, utwierdzone w stopach oraz część zaplecza socjalnego ze ścianami murowanymi żelbetowym. Sztywność podłużną stanowią ściany murowane gr.24cm.

Ławy i stopy fundamentowe wylewane żelbetowe. Pod fundamentami podkład betonowy o grubości minimalnej 10 cm.

##### **4.2 Zastosowane schematy statyczne**

- kratownica dachowa – kratownica płaska podparta przegubowo;
- płyta stropu nad parterem – płyta monolit. dwukierunkowo zbrojona ciągła nad podporami;
- płyta stropu nad I piętrem – płyta monolit. jednokierunkowo zbrojona;
- strop w części socjalnej – belki jednoprzęsłowe swobodnie podparte;
- nadproża i żebra – belka jedno i wieloprzęsłowa wolnopodparta;

Ścisłe schematy statyczne z obciążeniami zestawiono w załączniku II-gim opracowania „Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe konstrukcji”



#### **4.3 Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji**

Przyjęto:

Obciążenie śniegiem wg PN- 80/B-02010/Az1:2006 – 2 strefa

Obciążenie wiatrem wg PN-77/B-02011/Az1:lipiec2009 – 1 strefa

Posadowienie fundamentów wg PN-81/B-03020

Obciążenia użytkowe wg PN – 82/B – 02003

Obciążenia stałe wg PN – 82/B – 02001

Przyjęto następujące wartości obciążeń charakterystycznych do wymiarowania konstrukcji:

- obciążenia stałe dachu hali sportowej –  $1,12\text{kN/m}^2$
- obciążenia stałe stropu nad parterem (zaplecze sali) –  $1,86\text{kN/m}^2$
- obciążenia stałe stropu nad I piętrem (zaplecze sali) –  $0,29\text{kN/m}^2$
- obciążenia stałe stropodachu nad parterem (część wyższa) –  $0,65\text{kN/m}^2$
- obciążenia stałe stropodachu nad parterem (część niższa) –  $2,92\text{kN/m}^2$
- obciążenia stałe od pokrycia dachu (wieżba dachowa) –  $0,41\text{kN/m}^2$
- obciążenia stałe instalacjami –  $0,20\text{kN/m}^2$
- obciążenie zmienne śniegiem –  $0,72\text{kN/m}^2$  + worek śnieżny

#### **4.4 Opis szczegółowy**

##### **FUNDAMENTY**

Stopy i ławy z betonu C20/25 (B25), stal zbrojeniowa A-IIIN B500SP#. Beton podkładowy klasy C8/10 (B10) gr. min. 10cm. Ze stóp, ław należy wyprowadzić pręty startowe pod projektowane słupy/rdzenie żelbetowe. Ścianki fundamentowe z bloczków betonowych gr. 24cm klasy C16/20 (B20) za zaprawie cementowej. Należy zwrócić uwagę na dozbrojenie wybranych odcinków ław fundamentowych. Izolacja przeciwwilgociowa – malowanie powłokowe emulsjami bitumicznymi np. Dysperbitem lub Abizolem R+P. W osi 12 przed wykonaniem fundamentów należy sprawdzić poziom posadowienia istniejącej ławy. W przypadku innego poziomu niż przyjęty w projekcie należy skontaktować się z projektantem. Patrz również punkt 2 warunki posadowienia.

##### **ŚCIANY KONSTRUKCYJNE**

Ściany zewnętrzne z bloczków silikatowych Silka E24 o grubości 24cm kl.15MPa na zaprawie firmowej na cienkie spoiny. W ścianach wykonać słupy, rdzenie i wieńce żelbetowe z betonu C20/25 (B25) i stali zbrojeniowej A-IIIN B500SP#. Izolacje oraz oblicowanie ścian wg projektu architektury.

W ścianach szczytowych hali sportowej z uwagi na znaczne gabaryty, zaprojektowano usztywniające rdzenie żelbetowe monolityczne z materiałów j.w. o przekroju 30x35cm. Rdzenie doprowadzić do wieńca attykowego na różnych wysokościach zgodnie ze spadkiem dachu.

### ŚCIANY DZIAŁOWE

Ścianki działowe gr. 12cm z bloczków silikatowych lub gazobetonowych na zaprawie firmowej na cienkie spoiny.

### STROPODACH NAD PARTEREM POMIĘDZY OSIAMI 3 – 9 i A – L

Strop gęstożebrowy belkowo-pustakowy, z prefabrykowanych belek strunobetonowych. Grubość całkowita stropu 23cm = 16cm + 7cm płyty nadbetonu. Belki w rozstawie osiowym co 59, 65, 70 i 75cm z betonu C25/30 (B30) zbrojone splotami sprężającymi. W wybranych polach z uwagi na różne rozpiętości przyjęto podwójne i potrójne belki stropowe. Strop oparty na ścianach. Zbrojenie dodatkowe stropu wg rzutu konstrukcyjnego, siatka zbrojeniowa płyty nadbetonu, sposób oparcia na wieńcach należy wykonać zgodnie z wytycznymi wybranego producenta stropu. Warstwy wykończeniowe wg projektu architektury. Na etapie budowy należy wykonać ponownie obliczenia po wybraniu producenta i dostawcy stropu.

### STROPODACH NAD PARTEREM POMIĘDZY OSIAMI 9 – 12 i A' – D'

Strop gęstożebrowy belkowo-pustakowy, z prefabrykowanych belek strunobetonowych. Grubość całkowita stropu 17cm = 12cm + 5cm płyty nadbetonu. Belki w rozstawie osiowym co 59cm z betonu C25/30 (B30) zbrojone splotami sprężającymi. Strop oparty na ścianach. Zbrojenie dodatkowe stropu wg rzutu konstrukcyjnego, siatka zbrojeniowa płyty nadbetonu, sposób oparcia na wieńcach należy wykonać zgodnie z wytycznymi wybranego producenta stropu. Warstwy wykończeniowe wg projektu architektury. Na etapie budowy należy wykonać ponownie obliczenia po wybraniu producenta i dostawcy stropu.

### STROP NAD PARTEREM NA ZAPLECZU SALI (POMIESZCZENIA TECHNICZNE)

Strop płytowy żelbetowy monolityczny o grubości 15cm z betonu C20/25 (B25) zbrojony stalą A-IIIN B500SP#. Płyta podparta ścianami murowanymi gr.24cm.

Wykończenie stropu zgodnie z projektem architektury. Wieńce żelbetowe monolityczne z betonu C20/25 (B25) zbrojony stalą A-IIIIN B500SP#.

#### STROP NAD I PIĘTREM NA ZAPLECZU SALI (POMIESZCZENIA TECHNICZNE)

Strop płytowy żelbetowy monolityczny o grubości 15cm z betonu C20/25 (B25) zbrojony stalą A-IIIIN B500SP#. Płyta podparta ścianami murowanymi gr.24cm. Wykończenie stropu zgodnie z projektem architektury. Wieńce żelbetowe monolityczne z betonu C20/25 (B25) zbrojony stalą A-IIIIN B500SP#.

#### SŁUPY GŁÓWNE SALI GIMNASTYCZNEJ

Słupy usztywniające żelbetowe monolityczne o stałym przekroju 40x50cm przyjęto w ścianach podłużnych w osi L i P w rozstawie osiowym co 4,80m. Beton konstrukcyjny C25/30 (B30), stal zbrojeniowa A-IIIIN B500SP#. Obliczanie i wykończenie słupów zgodnie z projektem architektury.

#### DACH NAD SALĄ GIMNASTYCZNĄ

Dach nad salą gimnastyczną dwuspadowy o nachyleniu 6°, zaprojektowano jako płaskie stalowe dźwigary kratowe ze stali profilowej St3S w rozstawie osiowym co 4,80m. Pasy dolne i górne kratownicy przyjęto z dwuteowników HEA140, krzyżulce z rur kwadratowych RK80x80x5.0z i RK100x100x5.0z.

Kratownice oparte na markach stalowych zabetonowanych w wieńcu w osi L i osi P. W dwóch skrajnych polach oraz wzdłuż ścian podłużnych zaprojektowano stężenia połaciowe typu „X” z prętów stalowych  $\phi 16$ . Płatwie stalowe z dwuteownika IPE160.

#### DACH NAD CZĘŚCIĄ ZAPLECZA SOCJALNEGO

Dach dwuspadowy płatwiowo-krokwiowy z drewna litego klasy C24 spadki 5°. Krokwie o przekroju 7x14cm w średnim rozstawie co 90cm. Płatwie 14x16cm w układzie ciągłym minimum 3-przęsłowym. Słupki 14x14cm. Murlata 14x14cm kotwiona do wieńców stalowymi kotwami M12 ze stali profilowej S235 (St3S) w rozstawie nie większym niż 1,25m.

#### PŁYTA PODPOSADZKOWA

Płyta żelbetowa monolityczna grubości 15cm z betonu C12/15 (B15) zbrojona siatkami zgrzewanymi o oczku 20x0cm i średnicy drutu. Płytę wylać na uprzednio

przygotowanej podsypce piaskowej gr. 30cm zagęszczonej mechanicznie do wskaźnika zagęszczenia  $I_s=0,98$ .

## SCHODY WEWNĘTRZNE

Schody żelbetowe monolityczne z betonu C20/25 (B25) zbrojone stalą A-IIIN B500SP#. Biegi i spoczniki zaprojektowano jako płyty jednokierunkowo zbrojone.

## 5. Przeciwpowarowe wymagania dot. konstrukcji budynków

Budynek projektowany niski w klasie odporności ogniowej „D”.

Poszczególne elementy budowlane powinny posiadać co najmniej następującą klasę odporności ogniowej:

Klasa odporności powarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku <sup>5)</sup>					
	główna konstrukcja nośna	konstrukcja dachu	strop <sup>1)</sup>	ściana zewnętrzna <sup>1), 2)</sup>	ściana wewnętrzna <sup>1)</sup>	przekrycie dachu <sup>3)</sup>
1	2	3	4	5	6	7
„D”	R 30	-	REI 30	EI 30 <sub>(0↔i)</sub>	-	-

Przyjęte ze względów konstrukcyjnych oraz wg Instrukcji ITB 409/2005 „Projektowanie elementów żelbetowych i murowych z uwagi na odporność ogniową” wymiary elementów żelbetowych i otuliny zbrojenia spełniają wymogi nałożone na obiekt:

- Rdzenie, słupy 24x24cm, 40x50,  $\alpha=0,7$  - wymagana minimalna szerokość słupa 200mm, odległość do środka ciężkości zbrojenia  $a_{\min}=25\text{mm}$  – przyjęto  $a=35\text{mm}$ ,
- Strop nad parterem na zapleczu Sali gimnastycznej płytowy żelbetowy – wymagana płyta o grubości 8cm – przyjęto płytę o grubości 15cm
- Strop nad I piętrzem na zapleczu Sali gimnastycznej płytowy żelbetowy – wymagana płyta o grubości 8cm – przyjęto płytę o grubości 15cm
- Strop gęstożebrowy na belkach prefabrykowanych strunobetonowych – zabezpieczenie od spodu tynkiem gipsowym 1,5cm na siatce (płyta nadbetonu 5 i 7cm) – min. REI30
- Nadproża dla belek ciągłych  $b_{\min}=8\text{cm}$ ,  $a_{\min}=25\text{mm}$  – przyjęto nadproża  $b=24\text{cm}$  i  $a=35\text{mm}$

- Ściany zewnętrzne, minimalna wymagana grubość bloczków silikatowych 12cm – przyjęto gr.24cm

Dla konstrukcji stalowej dachu nad salą sportową przyjęto zabezpieczenie do R30 poprzez malowanie zestawem farb ognioochronnych – dla potrzeb projektu przyjęto zestaw farb FLAME STAL (dopuszcza się zastosowanie innego producenta pod warunkiem nie gorszych właściwości technicznych):

- pas dolny kratownicy HEA140,  $U/A=252,87\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=450^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{nom}=0,77\text{mm}$
- pas górny kratownicy HEA140,  $U/A=252,87\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=500^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{nom}=0,59\text{mm}$
- skratowanie kratownic RK 100x100x5,0Z,  $U/A=208,15\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=550^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{nom}=0,53\text{mm}$
- skratowanie kratownic RK 80x80x5,0Z,  $U/A=210,42\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=550^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{nom}=0,53\text{mm}$
- płatwie IPE160,  $U/A=309,95\text{m}^{-1}$   $T_{kr}=500^{\circ}\text{C}$  minimalna grubość powłoki  $t_{nom}=0,81\text{mm}$

Wszystkie elementy drewniane konstrukcji dachu należy dostosować do klasyfikacji reakcji na ogień B-S<sub>2</sub>,d0 (NRO) poprzez zabezpieczenie impregnatem specjalistycznym np. Fobos M-4 lub Ogniochron. Impregnat dodatkowo chronić będzie elementy przed technicznymi szkodnikami drewna.

Opracował:

mgr inż. Rafał Kucharczyk

Sprawdził:

mgr inż. Piotr Jasiński

## II. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE KONSTRUKCJI

### Poz.0 Zestawienie obciążeń

#### Poz. 0.1 Dach sali gimnastycznej

Stale:	$kN/m^2$	$\gamma$	$kN/m^2$
- 2 x papa	0,18	1,20	0,22
- folia	0,01	1,20	0,02
- wełna mineralna twarda 35cm	0,63	1,20	0,76
- 2xparoizolacja	0,02	1,20	0,03
- blacha trapezowa T-60 gr.0,75mm	0,08	1,20	0,10
- sufit podwieszany akustyczny	0,20	1,20	0,24
	1,12	1,23	1,37
Zmienne:			
- śnieg $\alpha=6^\circ$ ; $C_1=0,8$ ; strefa 2 $q_k=0,90kN/m^2$ $Sk_1=0,90 \times 0,80$	0,72	1,50	1,08
- instalacje	0,20	1,20	0,24
- wiatr , strefa 1; $p_k=0,30kN/m^2$			

#### Poz. 0.2 Dach nad częścią zaplecza socjalnego

Stale:	$kN/m^2$	$\gamma$	$kN/m^2$
- 2xpapa	0,18	1,20	0,22
- deskowanie pełne	0,15	1,20	0,18
- krokwie	0,13	1,20	0,14
	0,41	1,17	0,48
Zmienne:			
- śnieg $\alpha=6^\circ$ ; $C_1=0,8$ ; strefa 2 $q_k=0,90kN/m^2$ $Sk_1=0,90 \times 0,80$	0,72	1,50	1,08
- wiatr , strefa 1; $p_k=0,30kN/m^2$			

#### Poz. 0.3 Stropodach nad parterem (część wyższa)

Stale:	$kN/m^2$	$\gamma$	$kN/m^2$
- folia paroprzepuszczalna	0,01	1,20	0,02
- wełna mineralna śr.0,35m	0,21	1,20	0,25
- folia paroizolacyjna	0,01	1,20	0,02
- strop gęsto żebrowy	----	----	----
- tynk cementowo – wapienny	0,29	1,30	0,38
- sufi podwieszany	0,13	1,20	0,18
	0,65	1,31	0,85
Zmienne:			
- instalacje	0,20	1,20	0,24

**Poz. 0.4 Stropodach nad parterem (część niższa)**

<i>Stale:</i>	$kN/m^2$	$\gamma$	$kN/m^2$
- 2 x papa	0,18	1,20	0,22
- wełna mineralna śr.0,35m	0,63	1,20	0,76
- wylewka betonowa	1,68	1,30	2,19
- folia paroizolacyjna	0,01	1,20	0,02
- strop gęsto żebrowy	-----	-----	-----
- tynk cementowo – wapienny	0,29	1,30	0,38
- sufi podwieszany	0,13	1,20	0,18
	2,92	1,29	3,75
<i>Zmienne:</i>			
- instalacje	0,20	1,20	0,24

**Poz. 0.5 Płyta stropowa nad parterem na zapleczu sali gimnastycznej**

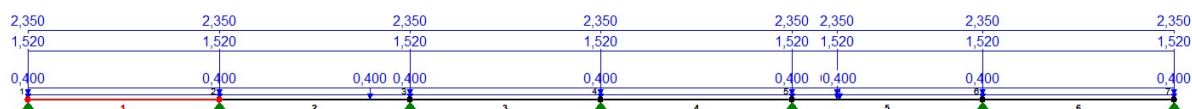
<i>Stale:</i>	$kN/m^2$	$\gamma$	$kN/m^2$
- warstwa wykończeniowa	0,46	1,20	0,55
- wylewka betonowa	1,05	1,30	1,37
- styropian	0,05	1,20	0,06
- paroizolacja	0,01	1,20	0,02
- płyta monolityczna gr.15cm	-----	-----	-----
- tynk gipsowy	0,29	1,30	0,38
	1,86	1,28	2,38
<i>Zmienne:</i>			
- użytkowe magazyn	3,00	1,40	2,80

**Poz. 0.6 Płyta stropowa nad I piętrem na zapleczu sali gimnastycznej**

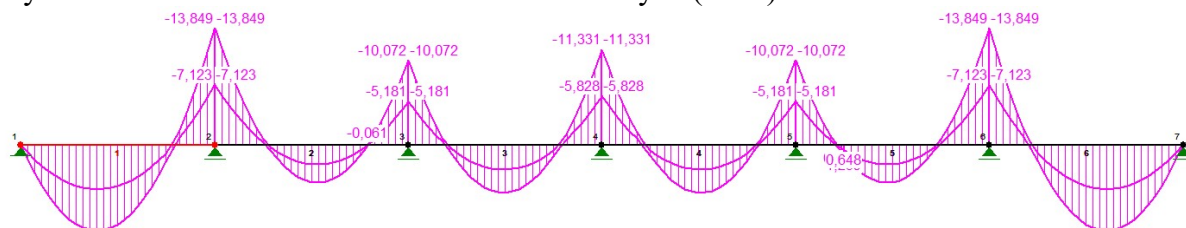
<i>Stale:</i>	$kN/m^2$	$\gamma$	$kN/m^2$
- płyta monolityczna gr.15cm	-----	-----	-----
- tynk gipsowy	0,29	1,30	0,38
	0,29	1,30	0,38
<i>Zmienne:</i>			
- instalacje	0,20	1,20	0,24

**Poz.1 DACH****Poz.1.1 Płatwie stalowe**

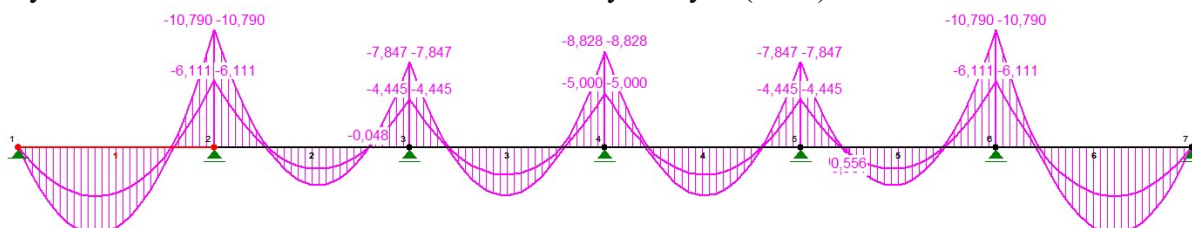
Obciążenia przyjęto wg poz.0.1. dla pasma zbierania 2,10m. Przyjęty schemat statyczny:



Wykres obwiedni momentów od obc. obliczeniowych (kNm):



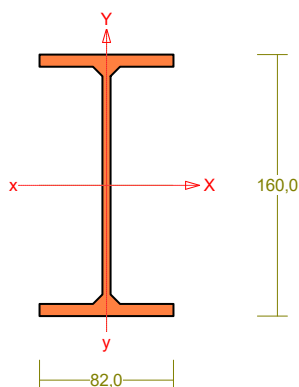
Wykres obwiedni momentów od obc. charakterystycznych (kNm):



## Pręt nr 1

Zadanie: platew\_hali

Przekrój: I 160 PE



Wymiary przekroju:

I 160 PE  $h=160,0$   $g=5,0$   $s=82,0$   $t=7,4$   $r=9,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=869,0$   $J_{yg}=68,3$   $A=20,10$   $i_x=6,6$   $i_y=1,8$

$J_w=3958,9$   $J_t=3,4$   $i_s=6,8$ .

Materiał: St3S (X,Y,V,W). Wytrzymałość  $f_d=215$  MPa dla  $g=7,4$ .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

## Siły przekrojowe:

$x_a = 4,800$ ;  $x_b = -0,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: ABC

$M_x = 13,849$  kNm,  $V_y = -16,525$  kN,  $N = 0,000$  kN,

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 127,5$  MPa  $\sigma_c = -127,5$  MPa.

## Naprężenia:

$x_a = 4,800$ ;  $x_b = -0,000$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $\sigma_t = 127,5$  MPa  $\sigma_c = -127,5$  MPa.

Naprężenia:

- normalne:  $\sigma = 0,0$   $\Delta\sigma = 127,5$  MPa  $\psi_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $A_v = 8,00$  cm<sup>2</sup>  $\tau = 20,7$  MPa  $\psi_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$\sigma_{ec} = \sigma / \psi_{oc} + \Delta\sigma = 0,0 / 1,000 + 127,5 = 127,5 < 215 \text{ MPa}$$



$$\tau_{ey} = \tau / \psi_{ov} = 20,7 / 1,000 = 20,7 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{127,5^2 + 3 \times 0,0^2} = 127,5 < 215 \text{ MPa}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

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

$$\kappa_a = 1,000 \quad \kappa_b = 0,333 \quad \text{węzły nieprzesuwne} \Rightarrow \mu = 0,772 \quad \text{dla } l_o = 4,800$$

$$l_w = 0,772 \times 4,800 = 3,706 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

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

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

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

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 869,0}{3,706^2} 10^{-2} = 1280,431 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 68,3}{1,000^2} 10^{-2} = 1381,893 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_\omega}{l_\omega^2} + GJ_T \right) = \frac{1}{6,8^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 3958,9}{1,000^2} 10^{-2} + 80 \times 3,4 \times 10^2 \right) = 2304,621 \text{ kN}$$

### Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{\omega o} = 1000 \text{ mm}$ :

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 18}{0,550} \times \sqrt{215 / 215} = 1171 > 1000 = l_1$$

Nie jest konieczne sprawdzenie zwichrzenia pręta.

### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 4,800$ ;  $x_b = -0,000$ .

- względem osi X

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 108,6 \times 215 \times 10^{-3} = 23,354 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,593$  wynosi  $\varphi_L = 0,972$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_L M_{Rx}} + \frac{13,849}{0,972 \times 23,354} = 0,610 < 1$$

### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 4,800$ ;  $x_b = -0,000$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_{Vf_d} = 0,58 \times 8,0 \times 215 \times 10^{-1} = 99,760 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 59,856 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 16,525 < 99,760 = V_R$$

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

$x_a = 4,800$ ;  $x_b = -0,000$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 16,525 < 59,856 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 23,354 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R_x,V}} = \frac{13,849}{23,354} = 0,593 < 1$$

### Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,800$ .

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:

$$P_{R,W} = c_o t_w \eta_c f_d = 82,0 \times 5,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 88,150 \text{ kN}$$

Warunek nośności środnika:

$$P = 0,000 < 88,150 = P_{R,W}$$

### Stan graniczny użytkowania:

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

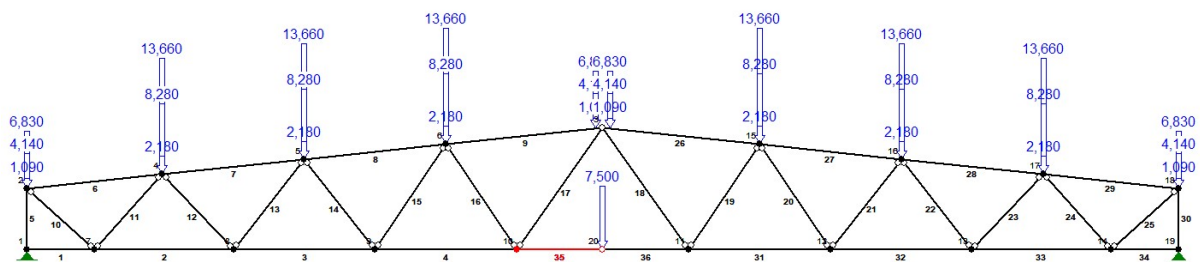
$$a_{\max} = 8,6 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 350 = 4340 / 350 = 12,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 8,6 < 12,4 = a_{\text{gr}}$$

## Poz.2.0 Dźwigar stalowy kratowy nad salą gimnastyczną

Obciążenia przyjęto wg poz.0.1. dla pasma zbierania 4,29m. Przyjęty schemat statyczny:



=====

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

=====

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

Grupa:	Znaczenie:	$\psi_d$ :	$\gamma_f$ :
Ciężar wł.			1,10
A - "Pokrycie dachu"	Stałe		1,17
B - "Instalacje"	Zmienne	1 1,00	1,20
C - "Śnieg II strefa"	Zmienne	1 1,00	1,50
D - "Kotara"	Zmienne	1 1,00	1,35

**RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:**

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
A - "Pokrycie dachu"	ZAWSZE
B - "Instalacje"	EWENTUALNIE
C - "Śnieg II strefa"	EWENTUALNIE
D - "Kotara"	EWENTUALNIE

**KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:**

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : A EWENTUALNIE: B+C+D

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

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

Pręt:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:
1	0,950	<b>2,123*</b>	7,001	8,952	ABCD
	0,000	<b>-4,650*</b>	7,259	8,952	ABCD
	0,000	-4,650	<b>7,259*</b>	8,952	ABCD
	0,000	-4,650	7,259	<b>8,952*</b>	ABCD
	0,950	2,123	7,001	<b>8,952*</b>	ABCD
	0,000	-2,393	3,708	<b>4,634*</b>	A
	0,950	1,007	3,450	<b>4,634*</b>	A
2	0,000	<b>2,123*</b>	-0,339	209,551	ABCD
	1,950	<b>0,300*</b>	-0,732	116,927	AD
	1,950	0,948	<b>-0,867*</b>	209,551	ABCD
	1,950	0,948	-0,867	<b>209,551*</b>	ABCD
	0,000	2,123	-0,339	<b>209,551*</b>	ABCD
	1,950	0,653	-0,446	<b>107,889*</b>	A
	0,366	1,019	-0,016	<b>107,889*</b>	A

3	1,990	<b>3,950*</b>	1,239	310,394	ABCD
	0,000	<b>0,300*</b>	1,560	173,973	AD
	0,000	0,948	<b>1,778*</b>	310,394	ABCD
	0,000	0,948	1,778	<b>310,394*</b>	ABCD
	1,990	3,950	1,239	<b>310,394*</b>	ABCD
	0,000	0,653	0,545	<b>158,984*</b>	A
	1,990	1,201	0,005	<b>158,984*</b>	A
4	0,000	<b>3,950*</b>	-4,879	341,589	ABCD
	1,990	<b>-6,297*</b>	-5,419	341,589	ABCD
	1,990	-6,297	<b>-5,419*</b>	341,589	ABCD
	1,990	-6,297	-5,419	<b>341,589*</b>	ABCD
	0,000	3,950	-4,879	<b>341,589*</b>	ABCD
	1,990	-0,197	-0,972	<b>172,353*</b>	A
	0,000	1,201	-0,432	<b>172,353*</b>	A
5	0,000	<b>4,650*</b>	-8,952	-128,170	ABCD
	0,860	<b>-3,049*</b>	-8,952	-127,936	ABCD
	0,000	4,650	<b>-8,952*</b>	-128,170	ABCD
	0,860	-3,049	<b>-8,952*</b>	-127,936	ABCD
	0,860	-1,593	-4,634	<b>-66,281*</b>	A
	0,000	4,650	-8,952	<b>-128,170*</b>	ABCD
6	1,910	<b>2,231*</b>	2,506	-117,077	ABCD
	0,000	<b>-3,049*</b>	3,021	-117,131	ABCD
	0,000	-3,049	<b>3,021*</b>	-117,131	ABCD
	1,910	1,101	1,152	<b>-60,530*</b>	A
	0,000	-3,049	3,021	<b>-117,131*</b>	ABCD
7	0,000	<b>2,231*</b>	0,002	-267,420	ABCD
	2,001	<b>0,862*</b>	-0,389	-137,068	A
	2,001	1,694	<b>-0,538*</b>	-267,363	ABCD
	2,001	0,862	-0,389	<b>-137,068*</b>	A
	0,000	2,231	0,002	<b>-267,420*</b>	ABCD
8	1,126	<b>1,873*</b>	0,007	-326,904	ABCD
	2,001	<b>0,810*</b>	-0,296	-167,009	A
	0,000	0,882	<b>0,323*</b>	-183,897	AD
	2,001	0,810	-0,296	<b>-167,009*</b>	A
	0,000	1,694	0,311	<b>-326,936*</b>	ABCD
9	0,794	<b>1,848*</b>	-0,017	-337,845	ABCD
	2,217	<b>0,000*</b>	-15,825	-336,182	ABCD
	2,217	0,000	<b>-15,825*</b>	-336,182	ABCD
	2,217	-0,000	-8,251	<b>-167,242*</b>	A
	0,000	1,777	0,197	<b>-337,868*</b>	ABCD
10	0,641	<b>0,024*</b>	-0,000	144,627	ABCD
	0,000	<b>0,000*</b>	0,074	144,694	ABCD
	1,281	<b>-0,000*</b>	-0,074	144,560	ABCD
	0,000	0,000	<b>0,074*</b>	144,694	ABCD
	1,281	-0,000	<b>-0,074*</b>	144,560	ABCD
	0,000	0,000	0,074	<b>144,694*</b>	ABCD
	1,281	-0,000	-0,074	<b>74,720*</b>	A
11	0,712	<b>0,026*</b>	0,000	-139,913	ABCD
	0,000	<b>0,000*</b>	0,074	-139,995	ABCD
	1,423	<b>0,000*</b>	-0,074	-139,831	ABCD
	0,000	0,000	<b>0,074*</b>	-139,995	ABCD

	1,423	0,000	-0,074*	-139,831	ABCD
	1,423	0,000	-0,074	-71,556*	A
	0,000	0,000	0,074	-139,995*	ABCD
12	0,729	0,022*	0,000	82,198	ABCD
	0,000	0,000*	0,060	82,262	ABCD
	1,457	0,000*	-0,060	82,134	ABCD
	0,000	0,000	0,060*	82,262	ABCD
	1,457	0,000	-0,060*	82,134	ABCD
	0,000	0,000	0,060	82,262*	ABCD
	1,457	0,000	-0,060	41,424*	A
13	0,805	0,024*	-0,000	-72,243	ABCD
	0,000	0,000*	0,060	-72,319	ABCD
	1,609	-0,000*	-0,060	-72,167	ABCD
	0,000	0,000	0,060*	-72,319	ABCD
	1,609	-0,000	-0,060*	-72,167	ABCD
	1,609	-0,000	-0,060	-36,708*	A
	0,000	0,000	0,060	-72,319*	ABCD
14	0,808	0,024*	0,000	23,784	ABCD
	0,000	0,000*	0,060	23,861	ABCD
	1,616	0,000*	-0,060	23,708	ABCD
	0,000	0,000	0,060*	23,861	ABCD
	1,616	0,000	-0,060*	23,708	ABCD
	0,000	0,000	0,060	23,861*	ABCD
	1,616	0,000	-0,060	11,463*	A
15	0,889	0,026*	-0,000	-29,603	ABCD
	0,000	0,000*	0,060	-29,692	ABCD
	1,779	-0,000*	-0,060	-29,514	ABCD
	0,000	0,000	0,060*	-29,692	ABCD
	1,779	-0,000	-0,060*	-29,514	ABCD
	1,779	-0,000	-0,060	-11,101*	A
	0,000	0,000	0,060	-29,692*	ABCD
16	0,892	0,027*	0,000	-17,635	ABC
	0,000	0,000*	0,060	-17,546	ABC
	1,785	0,000*	-0,060	-17,724	ABC
	0,000	0,000	0,060*	-17,546	ABC
	1,785	0,000	-0,060*	-17,724	ABC
	0,000	0,000	0,060	-1,484*	AD
	1,785	0,000	-0,060	-17,724*	ABC
17	1,046	0,038*	-0,000	23,627	ABCD
	0,000	0,000*	0,073	23,524	ABCD
	2,092	-0,000*	-0,073	23,730	ABCD
	0,000	0,000	0,073*	23,524	ABCD
	2,092	-0,000	-0,073*	23,730	ABCD
	2,092	-0,000	-0,073	23,730*	ABCD
	0,000	0,000	0,073	11,113*	A
18	1,046	0,038*	-0,000	23,627	ABCD
	0,000	0,000*	0,073	23,730	ABCD
	2,092	-0,000*	-0,073	23,524	ABCD
	0,000	0,000	0,073*	23,730	ABCD
	2,092	-0,000	-0,073*	23,524	ABCD
	0,000	0,000	0,073	23,730*	ABCD
	2,092	-0,000	-0,073	11,113*	A

19	0,892	<b>0,027*</b>	0,000	-17,635	ABC
	0,000	<b>0,000*</b>	0,060	-17,724	ABC
	1,785	<b>0,000*</b>	-0,060	-17,546	ABC
	0,000	0,000	<b>0,060*</b>	-17,724	ABC
	1,785	0,000	<b>-0,060*</b>	-17,546	ABC
	1,785	0,000	-0,060	<b>-1,484*</b>	AD
	0,000	0,000	0,060	<b>-17,724*</b>	ABC
20	0,889	<b>0,026*</b>	-0,000	-29,603	ABCD
	0,000	<b>0,000*</b>	0,060	-29,514	ABCD
	1,779	<b>-0,000*</b>	-0,060	-29,692	ABCD
	0,000	0,000	<b>0,060*</b>	-29,514	ABCD
	1,779	-0,000	<b>-0,060*</b>	-29,692	ABCD
	0,000	0,000	0,060	<b>-11,101*</b>	A
	1,779	-0,000	-0,060	<b>-29,692*</b>	ABCD
21	0,808	<b>0,024*</b>	-0,000	23,784	ABCD
	0,000	<b>0,000*</b>	0,060	23,708	ABCD
	1,616	<b>-0,000*</b>	-0,060	23,861	ABCD
	0,000	0,000	<b>0,060*</b>	23,708	ABCD
	1,616	-0,000	<b>-0,060*</b>	23,861	ABCD
	1,616	-0,000	-0,060	<b>23,861*</b>	ABCD
	0,000	0,000	0,060	<b>11,463*</b>	A
22	0,805	<b>0,024*</b>	-0,000	-72,243	ABCD
	0,000	<b>0,000*</b>	0,060	-72,167	ABCD
	1,609	<b>-0,000*</b>	-0,060	-72,319	ABCD
	0,000	0,000	<b>0,060*</b>	-72,167	ABCD
	1,609	-0,000	<b>-0,060*</b>	-72,319	ABCD
	0,000	0,000	0,060	<b>-36,708*</b>	A
	1,609	-0,000	-0,060	<b>-72,319*</b>	ABCD
23	0,729	<b>0,022*</b>	0,000	82,198	ABCD
	0,000	<b>0,000*</b>	0,060	82,134	ABCD
	1,457	<b>0,000*</b>	-0,060	82,262	ABCD
	0,000	0,000	<b>0,060*</b>	82,134	ABCD
	1,457	0,000	<b>-0,060*</b>	82,262	ABCD
	1,457	0,000	-0,060	<b>82,262*</b>	ABCD
	0,000	0,000	0,060	<b>41,424*</b>	A
24	0,712	<b>0,026*</b>	0,000	-139,913	ABCD
	0,000	<b>0,000*</b>	0,074	-139,831	ABCD
	1,423	<b>0,000*</b>	-0,074	-139,995	ABCD
	0,000	0,000	<b>0,074*</b>	-139,831	ABCD
	1,423	0,000	<b>-0,074*</b>	-139,995	ABCD
	0,000	0,000	0,074	<b>-71,556*</b>	A
	1,423	0,000	-0,074	<b>-139,995*</b>	ABCD
25	0,641	<b>0,024*</b>	0,000	144,627	ABCD
	0,000	<b>0,000*</b>	0,074	144,560	ABCD
	1,281	<b>0,000*</b>	-0,074	144,694	ABCD
	0,000	0,000	<b>0,074*</b>	144,560	ABCD
	1,281	0,000	<b>-0,074*</b>	144,694	ABCD
	1,281	0,000	-0,074	<b>144,694*</b>	ABCD
	0,000	0,000	0,074	<b>74,720*</b>	A
26	1,423	<b>1,848*</b>	0,017	-337,845	ABCD
	0,000	<b>0,000*</b>	15,825	-336,182	ABCD
	0,000	0,000	<b>15,825*</b>	-336,182	ABCD
	0,000	0,000	8,251	<b>-167,242*</b>	A

	2,217	1,777	-0,197	<b>-337,868*</b>	ABCD
27	0,875	<b>1,873*</b>	-0,007	-326,904	ABCD
	0,000	<b>0,810*</b>	0,296	-167,009	A
	2,001	0,882	<b>-0,323*</b>	-183,897	AD
	0,000	0,810	0,296	<b>-167,009*</b>	A
	2,001	1,694	-0,311	<b>-326,936*</b>	ABCD
28	2,001	<b>2,231*</b>	-0,002	-267,420	ABCD
	0,000	<b>0,862*</b>	0,389	-137,068	A
	0,000	1,694	<b>0,538*</b>	-267,363	ABCD
	0,000	0,862	0,389	<b>-137,068*</b>	A
	2,001	2,231	-0,002	<b>-267,420*</b>	ABCD
29	0,000	<b>2,231*</b>	-2,506	-117,077	ABCD
	1,910	<b>-3,049*</b>	-3,021	-117,131	ABCD
	1,910	-3,049	<b>-3,021*</b>	-117,131	ABCD
	0,000	1,101	-1,152	<b>-60,530*</b>	A
	1,910	-3,049	-3,021	<b>-117,131*</b>	ABCD
30	0,860	<b>3,049*</b>	8,952	-127,936	ABCD
	0,000	<b>-4,650*</b>	8,952	-128,170	ABCD
	0,860	3,049	<b>8,952*</b>	-127,936	ABCD
	0,000	-4,650	<b>8,952*</b>	-128,170	ABCD
	0,860	1,593	4,634	<b>-66,281*</b>	A
	0,000	-4,650	8,952	<b>-128,170*</b>	ABCD
31	1,990	<b>3,950*</b>	4,879	341,589	ABCD
	0,000	<b>-6,297*</b>	5,419	341,589	ABCD
	0,000	-6,297	<b>5,419*</b>	341,589	ABCD
	0,000	-6,297	5,419	<b>341,589*</b>	ABCD
	1,990	3,950	4,879	<b>341,589*</b>	ABCD
	0,000	-0,197	0,972	<b>172,353*</b>	A
	1,990	1,201	0,432	<b>172,353*</b>	A
32	0,000	<b>3,950*</b>	-1,239	310,394	ABCD
	1,990	<b>0,300*</b>	-1,560	173,973	AD
	1,990	0,948	<b>-1,778*</b>	310,394	ABCD
	1,990	0,948	-1,778	<b>310,394*</b>	ABCD
	0,000	3,950	-1,239	<b>310,394*</b>	ABCD
	1,990	0,653	-0,545	<b>158,984*</b>	A
	0,000	1,201	-0,005	<b>158,984*</b>	A
33	1,950	<b>2,123*</b>	0,339	209,551	ABCD
	0,000	<b>0,300*</b>	0,732	116,927	AD
	0,000	0,948	<b>0,867*</b>	209,551	ABCD
	0,000	0,948	0,867	<b>209,551*</b>	ABCD
	1,950	2,123	0,339	<b>209,551*</b>	ABCD
	0,000	0,653	0,446	<b>107,889*</b>	A
	1,584	1,019	0,016	<b>107,889*</b>	A
34	0,000	<b>2,123*</b>	-7,001	8,952	ABCD
	0,950	<b>-4,650*</b>	-7,259	8,952	ABCD
	0,950	-4,650	<b>-7,259*</b>	8,952	ABCD
	0,950	-4,650	-7,259	<b>8,952*</b>	ABCD
	0,000	2,123	-7,001	<b>8,952*</b>	ABCD
	0,950	-2,393	-3,708	<b>4,634*</b>	A
	0,000	1,007	-3,450	<b>4,634*</b>	A
35	1,205	<b>-0,000*</b>	5,062	322,382	ABCD

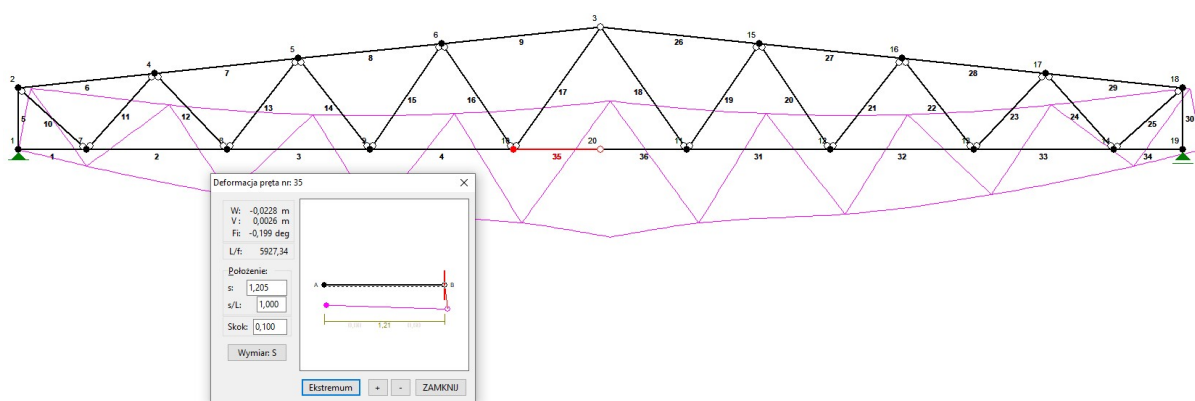
	0,000	<b>-6,297*</b>	5,389	322,382	ABCD
	0,000	-6,297	<b>5,389*</b>	322,382	ABCD
	0,000	-6,297	5,389	<b>322,382*</b>	ABCD
	1,205	-0,000	5,062	<b>322,382*</b>	ABCD
	0,000	-0,197	0,327	<b>160,727*</b>	A
	1,205	0,000	-0,000	<b>160,727*</b>	A
<hr/>					
36	0,000	<b>0,000*</b>	-5,063	322,382	ABCD
	1,205	<b>-6,297*</b>	-5,389	322,382	ABCD
	1,205	-6,297	<b>-5,389*</b>	322,382	ABCD
	1,205	-6,297	-5,389	<b>322,382*</b>	ABCD
	0,000	0,000	-5,063	<b>322,382*</b>	ABCD
	1,205	-0,197	-0,327	<b>160,727*</b>	A
	0,000	0,000	-0,000	<b>160,727*</b>	A

\* = Wartości ekstremalne

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

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	R[kN]:	M[kNm]:	Kombinacja obciążeń:
<hr/>					
1	<b>0,000*</b>	135,428	135,428		ABCD
	<b>0,000*</b>	70,222	70,222		A
	0,000	<b>135,428*</b>	135,428		ABCD
	0,000	<b>70,222*</b>	70,222		A
	0,000	135,428	<b>135,428*</b>		ABCD
<hr/>					
19	<b>-0,000*</b>	135,428	135,428		ABCD
	<b>0,000*</b>	70,222	70,222		A
	-0,000	<b>135,428*</b>	135,428		ABCD
	0,000	<b>70,222*</b>	70,222		A
	-0,000	135,428	<b>135,428*</b>		ABCD

\* = Wartości ekstremalne

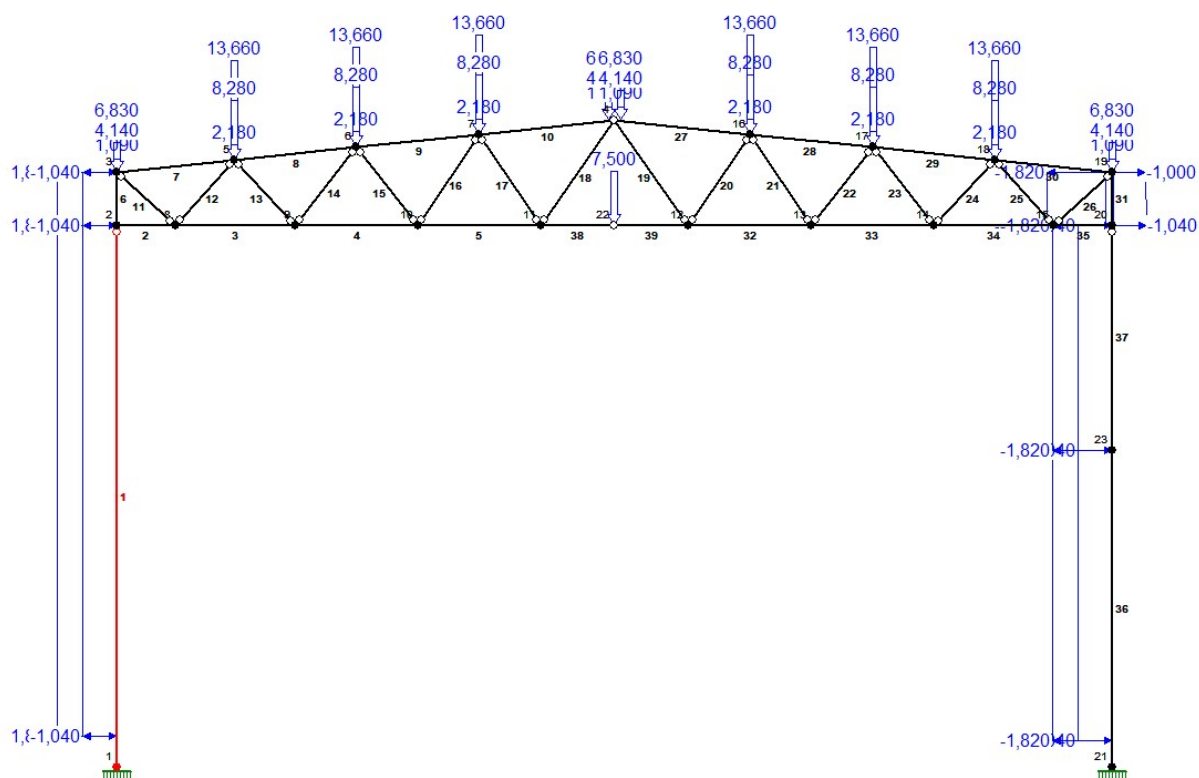


- ugięcie dźwigara –  $f=22,80\text{mm} < f_{\text{dop}}= 64,00\text{mm} (L/250)$

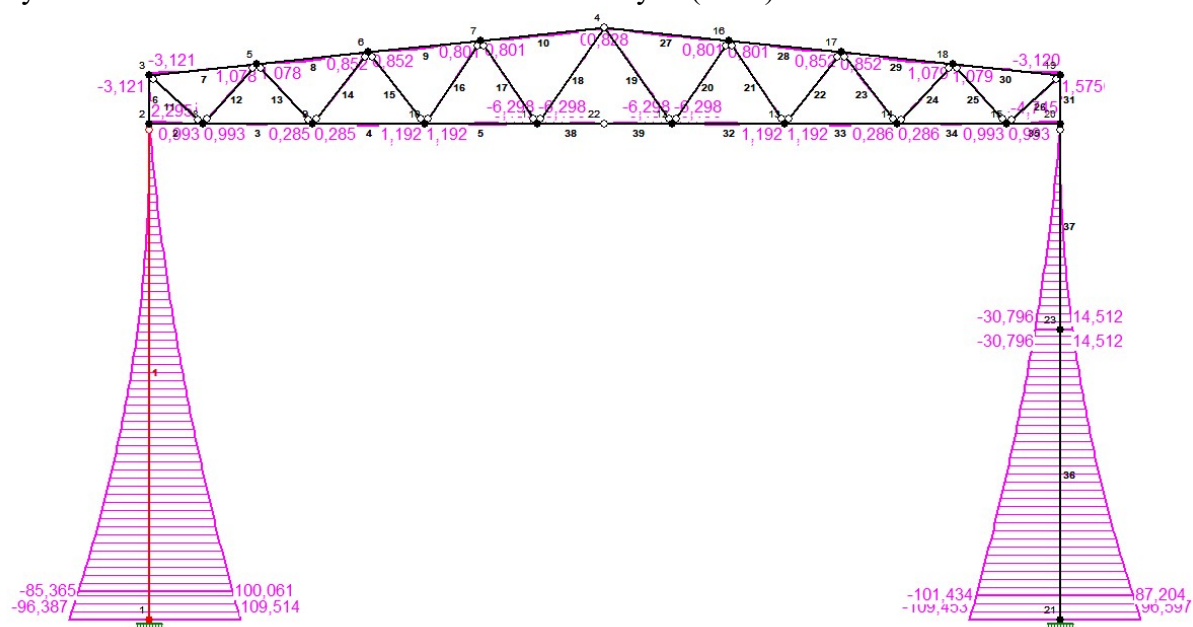


### ***Poz. 3.0 Rama główna Sali gimnastycznej***

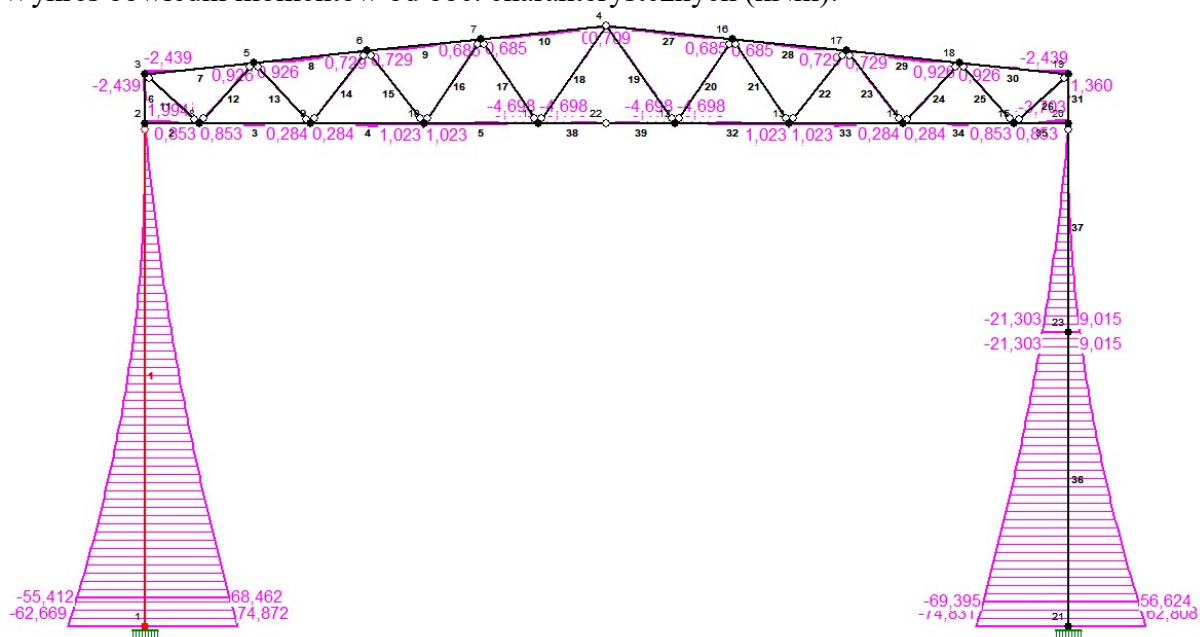
Obciążenia przyjęto wg poz.0.1. dla pasma zbierania 4,80m. Przyjęty schemat statyczny:



Wykres obwiedni momentów od obc. obliczeniowych (kNm):

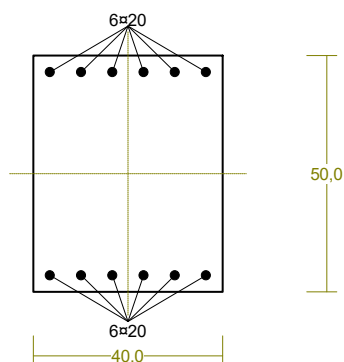


Wykres obwiedni momentów od obc. charakterystycznych (kNm):



### Cechy przekroju:

zadanie rama\_sali, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=8,80$  m,  $x_b=0,00$  m



Wymiary przekroju [cm]:

$h=50,0$ ,  $b=40,0$ ,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B30**

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=2000$  cm<sup>2</sup>,  $J_{cx}=416667$  cm<sup>4</sup>,  $J_{cy}=266667$  cm<sup>4</sup>

**STAL: A-IIIIN (RB 500 W)**

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

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

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=37,70$  cm<sup>2</sup>,  $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 37,70/2000=1,88$  %,

$J_{sx}=17426$  cm<sup>4</sup>,  $J_{sy}=4790$  cm<sup>4</sup>,

### Siły przekrojowe:

zadanie: rama\_sali, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=8,80$  m,  $x_b=0,00$  m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **ABCDP**

Momenty zginające:  $M_x = 0,000$  kNm,  $M_y = 0,000$  kNm,

Siły poprzeczne:  $V_y = -5,604$  kN,  $V_x = 0,000$  kN,

Siła osiowa:  $N = -135,526$  kN =  $N_{Sd}$ ,

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$e_{ey} = M_x/N = (0,000)/(-135,526)=-0,000$  m,

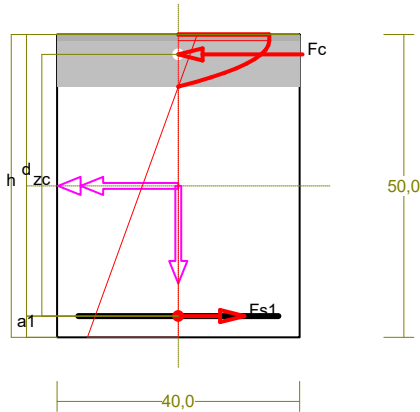
$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,182 \times (0,032 + 0,000) \times (-135,526) = -5,153$  kNm,.

### Zbrojenie wymagane:

(zadanie rama\_sali, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=0,00$  m,  $x_b=8,80$  m)

Obliczenia wykonano:

- dla kombinacji [ABCDP] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -181,990 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-136,366^2 + 0,000^2)} = 136,366 \text{ kNm}$$

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

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

$$A_{s1} = 5,34 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2 \times 20 = 6,28 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 5,34 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 5,34 / 2000 = 0,27 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 50,0, d = 46,5, x = 8,6 (\xi = 0,185),$$

$$a_1 = 3,5, a_c = 3,3, z_c = 43,2, A_{cc} = 344 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -2,27 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -406,266, F_{s1} = 224,275,$$

$$M_c = 88,147, M_{s1} = 48,219,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -406,266 + (224,275) = -181,991 \text{ kN} (N_{sd} = -181,990 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 88,147 + (48,219) = 136,366 \text{ kNm} (M_{sd} = 136,366 \text{ kNm})$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

zadanie rama\_sali, pręt nr 1

#### - przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

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

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_o = \beta l_{col}, \quad l_{col} = 8,800 \text{ m},$$

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

$$\Rightarrow \beta = 2 + 1/(3k) = 2 + 1/(3 \times \infty) \Rightarrow l_o = 2,000 \times 8,800 = 17,600 \text{ m}$$

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

podatności węzłów zostały zadane,

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000, \quad \kappa_b = 1,000, \quad \kappa_v = 0,000, \Rightarrow \mu = 1,000, \quad \text{dla } l_{col} = 8,800, \quad l_o = \mu l_{col} = 1,000 \times 8,800 = 8,800 \text{ m}$$

### Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

zadanie rama\_sali, pręt nr 1

#### - w płaszczyźnie ustroju:

mimośród niezamierzony: ( $l_{col} = 8,800$  m,  $h = 0,500$  m,  $n = 1$ )

$$e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} \left( 1 + \frac{1}{n} \right) \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,029, 0,017, 0,010 \rangle = 0,029 \text{ m, przyjęto: } e_a = 0,032 \text{ m},$$

$$\text{mimośród statyczny: } M_{\max} = \max M_{sd} = 109,514 \text{ kNm}, \quad N_{sd} = -181,990 \text{ kN} \Rightarrow e_c = |M_{\max} / N| = |109,514 / (-181,990)| = 0,602 \text{ m},$$

mimośród początkowy:  $e_o = e_a + e_e = 0,032 + 0,602 = 0,634$  m,

obliczenie siły krytycznej:

- długość wyboczeniowa:  $l_o = 17,600$  m (obliczona wg PN),

- moduł sprężystości betonu:  $E_{cm} = 31,0 \cdot 10^6$  kPa,

- momenty bezwładności:  $I_c = 41,6667 \cdot 10^{-4}$  m<sup>4</sup>,

$I_s = 1,7426 \cdot 10^{-4}$  m<sup>4</sup> (dla zbrojenia rzeczywistego)

-  $e_o/h = \max\langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_o/h + f_{cd}) \rangle = \max\langle 1,268, 0,05, -0,019 \rangle = 1,268$ ,

-  $k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{Sd,lt}/N_{Sd}) \phi_{(t,t_0)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000$ ,

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

$$\frac{9}{17,600^2} \left[ \frac{3,100 \cdot 10^7 \times 4,167 \cdot 10^{-3}}{2 \times 2,000} \left( \frac{0,11}{0,1 + 1,268} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 1,743 \cdot 10^{-4} \right] = 1181,913 \text{ kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (181,990 / 1181,913)} = 1,182$$

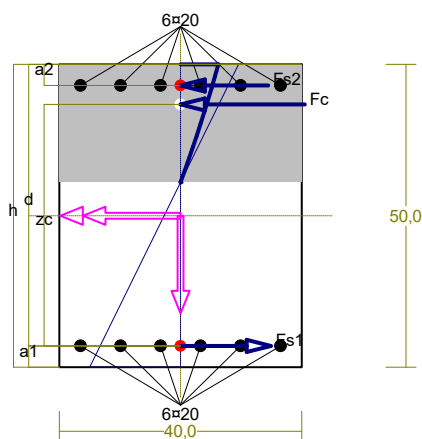
#### - w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

#### Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie rama\_sali, pręt nr 1, przekrój:  $x_a = 0,00$  m,  $x_b = 8,80$  m

Obliczenia wykonano dla kombinacji [ABCDP] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$N_{Sd} = -181,990$  kN,

$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-136,366^2 + 0,000^2)} = 136,366$  kNm

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

Zbrojenie rozciągane:  $A_{s1} = 18,85$  cm<sup>2</sup>,

Zbrojenie ściskane:  $A_{s2} = 18,85$  cm<sup>2</sup>,

$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 37,70$  cm<sup>2</sup>,  $\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 37,70 / 2000 = 1,88$  %

Wielkości geometryczne [cm]:

$h = 50,0$ ,  $d = 46,5$ ,  $x = 19,5$  ( $\xi = 0,419$ ),

$a_1 = 3,5$ ,  $a_2 = 3,5$ ,  $a_c = 6,6$ ,  $z_c = 39,9$ ,  $A_{cc} = 779$  cm<sup>2</sup>,

$\epsilon_c = -0,47$  ‰,  $\epsilon_{s2} = -0,39$  ‰,  $\epsilon_{s1} = 0,65$  ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -282,816$ ,  $F_{s1} = 246,731$ ,  $F_{s2} = -145,906$ ,

$M_c = 51,949$ ,  $M_{s1} = 53,047$ ,  $M_{s2} = 31,370$ ,

Warunek stanu granicznego nośności:

$M_{Rd} = 466,046 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 51,949 + (53,047) + (31,370) = 136,366 \text{ kNm}$

#### Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie rama\_sali, pręt nr 1

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

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

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

Rozstaw strzemion:

#### Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$   $x_b = 880,0$  cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 465 = 349 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{max} = 349$  mm.

Ze względu na pręty ściskane  $s_{max} = 15 \phi = 15 \times 20,0 = 300,0$  mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{400,0; 500,0\} = 400,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{max} = 400,0$  mm.

Ze względu na zbrojenie  $s_{max} = 15 \phi = 15 \times 20,0 = 300,0$  mm.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **30,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 2,01 / (30,0 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00168$$

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

### Ścinanie

#### Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka:  $x_a = 0,0$   $x_b = 80,0$  cm

Siły przekrojowe:  $N_{Sd} = -116,589$ ;

$$V_{Sd,max} = 21,613 \text{ kN}$$

#### Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{18,85}{40,0 \times 46,5} = 0,01013; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,01000$ .

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 116,589 / 2243,22 \times 10 = 0,52 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,52$  MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,14 \times 1,20 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times 0,52] \times 40,0 \times 46,5 \times 10^{-1} = 156,992 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 21,613 < 156,992 = V_{Rd1}$$

#### Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{21,613} < \mathbf{156,992} = V_{Rd1}$$

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

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,540 \times 16,7 \times 40,0 \times 40,3 \times 10^{-1} = 726,797 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,52 / 16,7 = 1,031$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,031 \times 726,797 = 749,417 \text{ kN}$$

Przyjęto  $V_{Rd2,red} = 726,797$  kN

$$V_{Sd} = \mathbf{21,613} < \mathbf{726,797} = V_{Rd2,red}$$

### Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 0,191$  m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot\theta - V_{Rd32}/V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times 21,613 \times (1,000) = 10,807 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 237,133 + 10,807 = 247,940 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 246,731 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 246,731 \text{ kN}$

$$F_{td} = 246,731 < 791,681 = 18,85 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

## Zarysowanie

zadanie rama\_sali, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

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

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = 74,872 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -148,256 \text{ kN} \quad e = 53,7 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = -12,569 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 40,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_l = 50,0 - 3,5 = 46,5 \text{ cm}$$

$$A_c = 2000 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 16667 \text{ cm}^3$$

## Minimalne zbrojenie:

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

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 2,6 \times 1000 / 218 = 4,78 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = 18,85 > 4,78 = A_s$$

## Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 16667 \times 10^{-3} = 43,333 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e/W_c - 1/A_c} = \frac{2,6}{53,7/16666,67 - 1/2000,00} \times 10^{-1} = -95,479 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 148,256 > 95,479 = N_{cr}$$

**Przekrój zarysowany.**

## Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto  $k_2 = 0,5$ .

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 18,85 / 350 = 0,05386$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 20 / 0,05386 = 87,14$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 85,77 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-95,479 / 148,256)^2] = 0,00034 \end{aligned}$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 87,14 \times 0,00034 = 0,05 \text{ mm}$$

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

## Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

## Ugięcia

zadanie rama\_sali, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

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

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 16667 \times 10^{-3} = 43,333 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{sd} = 74,872 \text{ kN}$  powoduje zarysowanie przekroju.

### Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{sd} = 74,872 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:  $x_I = 25,0 \text{ cm}$   $I_I = 753952 \text{ cm}^4$   
 $x_{II} = 17,0 \text{ cm}$   $I_{II} = 449488 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$
$$= \frac{10333 \times 449488}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (43,333 / 74,872)^2 \times (1 - 449488 / 753952)} \times 10^{-5} = 49816 \text{ kNm}^2$$

Ugięcia.

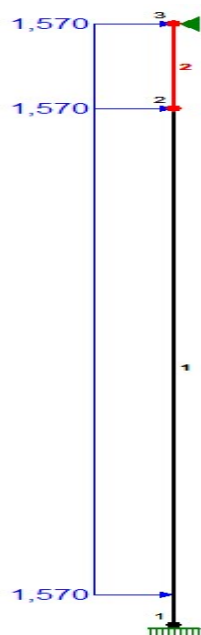
Ugięcie w punkcie o współrzędnej  $x = 8,800 \text{ m}$ , wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 21,2 \text{ mm}$$

$$a = 21,2 < 35,2 = a_{lim}$$

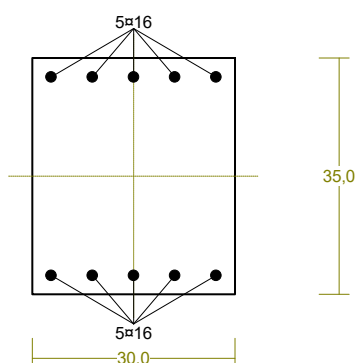
### **Poz. 4.0 Rdzenie żelbetowe w ścianach szczytowych w osi E i N**

Pasmo zbierania obciążeń od wiatru 4,16m. Przyjęto następujący schemat statyczny z obciążeniami:



## Cechy przekroju:

zadanie rdzen\_szczyt, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=7,12$  m,  $x_b=3,18$  m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=35,0, \quad b=30,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

**BETON: B25**

$$f_{ck}=20,0 \text{ MPa}, \quad f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 20,0/1,50=13,3 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=1050 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=107188 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=78750 \text{ cm}^4$$

**STAL: A-IIIIN (RB 500 W)**

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=20,11 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 20,11/1050=1,91 \%,$$

$$J_{sx}=4345 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=1496 \text{ cm}^4,$$

## Siły przekrojowe:

zadanie: rdzen\_szczyt, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=7,12$  m,  $x_b=3,18$  m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = -23,400 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne:} \quad V_y = 0,957 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = -12,054 \text{ kN} = N_{sd},$$

Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x/N = (-23,400)/(-12,054)=1,941 \text{ m},$$

$$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,005 \times (0,034 + 1,941) \times (-12,054) = -23,928 \text{ kNm},$$

## Zbrojenie wymagane:

(zadanie rdzen\_szczyt, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=0,00$  m,  $x_b=10,30$  m)

Obliczenia wykonano:

- dla kombinacji [A] grup obciążeń, dla której suma zbrojenia wymaganego jest największa

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=-31,783 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(43,936^2 + 0,000^2)} = 43,936 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} \quad (f_{td}=478 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

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

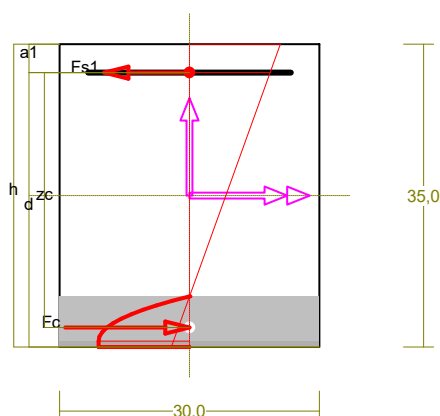
$$A_{s1}=3,09 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2\phi 16 = 4,02 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=3,09 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 3,09/1050=0,29 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=35,0, \quad d=31,7, \quad x=5,8 \quad (\xi=0,184),$$



$$a_1=3,3, \quad a_c=2,2, \quad z_c=29,5, \quad A_{cc}=175 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-2,26 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:



$$F_c = -164,466, F_{s1} = 132,683, \\ M_c = 25,096, M_{s1} = 18,841,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -164,466 + (132,683) = -31,783 \text{ kN} (N_{sd} = -31,783 \text{ kN}) \\ M_c + M_{s1} = 25,096 + (18,841) = 43,936 \text{ kNm} (M_{sd} = 43,936 \text{ kNm})$$

**Długości wyboczeniowe pręta:**

zadanie rdzen\_szczyt, pręt nr 1

**- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:**

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

$$\text{ze wzoru (C.1)} \quad l_o = \beta l_{col}, \quad l_{col} = 10,300 \text{ m},$$

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 0,000 \Rightarrow k_A = (1/\kappa_a - 1) = \infty, \quad \kappa_b = 0,339 \Rightarrow k_B = (1/\kappa_b - 1) = 1,954,$$

$$\beta = 1 + 1/(5k_A + 1) + 1/(5k_B + 1) + 0,2/(k_A + k_B) = 1 + 1/(5 \times \infty + 1) + 1/(5 \times 1,954 + 1) + 0,2/(\infty + 1,954) = 1,093 \Rightarrow l_o = 1,093 \times 10,300 = 11,257 \text{ m}$$

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

podatności węzłów zostały zadane,

$$\text{podatności węzłów: } \kappa_a = 1,000, \quad \kappa_b = 1,000, \quad \kappa_v = 0,000, \Rightarrow \mu = 1,000, \quad \text{dla } l_{col} = 10,300, \quad l_o = \mu l_{col} = 1,000 \times 10,300 = 10,300 \text{ m}$$

**Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:**

zadanie rdzen\_szczyt, pręt nr 1

**- w płaszczyźnie ustroju:**

mimośród niezamierzony: ( $l_{col} = 10,300 \text{ m}, h = 0,350 \text{ m}, n = 1$ )

$$e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} \left( 1 + \frac{1}{n} \right), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,034, 0,012, 0,010 \rangle = 0,034 \text{ m, przyjęto: } e_a = 0,034 \text{ m},$$

$$\text{mimośród statyczny: } M_{max} = \max M_{sd} = 42,635 \text{ kNm}, \quad N_{sd} = -3,231 \text{ kN} \Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |42,635/(-3,231)| = 13,196 \text{ m},$$

$$\text{mimośród początkowy: } e_o = e_a + e_e = 0,034 + 13,196 = 13,230 \text{ m},$$

obliczenie siły krytycznej:

- długość wyboczeniowa:  $l_o = 11,257 \text{ m}$  (obliczona wg PN),

- moduł sprężystości betonu:  $E_{cm} = 30,0 \cdot 10^6 \text{ kPa}$ ,

- momenty bezwładności:  $I_c = 10,7188 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$ ,

$$I_s = 0,4345 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \text{ (dla zbrojenia rzeczywistego)}$$

-  $e_o/h = \max \langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_o/h + f_{cd}) \rangle = \max \langle 37,800, 0,05, 0,045 \rangle = 37,800$ ,

-  $k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{sd,lt}/N_{sd}) \phi_{(t,t_o)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000$ ,

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

$$\frac{9}{11,257^2} \left[ \frac{3,000 \cdot 10^7 \times 1,072 \cdot 10^{-3}}{2 \times 2,000} \left( \frac{0,11}{0,1 + 37,800} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 4,345 \cdot 10^{-5} \right] = 675,955 \text{ kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (3,231/675,955)} = 1,005$$

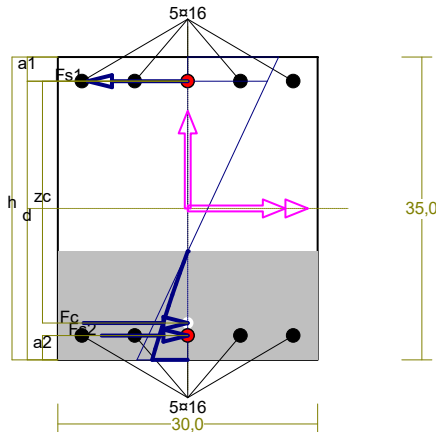
**- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:**

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

**Nośność przekroju prostopadłego:**

zadanie rdzen\_szczyt, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=0,00$  m,  $x_b=10,30$  m

Obliczenia wykonano dla kombinacji [A] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy



Wielkości obliczeniowe:

$$\begin{aligned} N_{sd} &= -31,783 \text{ kN}, \\ M_{sd} &= \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(43,936^2 + 0,000^2)} \\ &= 43,936 \text{ kNm} \\ f_{cd} &= 13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 420 \text{ MPa} \quad (f_{td} = 478 \text{ MPa} - \text{uwzgl.} \\ &\quad \text{wzmocnienia}), \\ \text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1} &= 10,05 \text{ cm}^2, \\ \text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} &= 10,05 \text{ cm}^2, \\ A_s &= A_{s1} + A_{s2} = 20,11 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = \\ &100 \times 20,11 / 1050 = 1,91 \% \end{aligned}$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$\begin{aligned} h &= 35,0, \quad d = 32,2, \quad x = 12,5 \quad (\xi = 0,389), \\ a_1 &= 2,8, \quad a_2 = 2,8, \quad a_c = 4,3, \quad z_c = 27,9, \quad A_{cc} = 376 \text{ cm}^2, \\ \varepsilon_c &= -0,44 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s2} = -0,34 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1} = 0,69 \text{ ‰}, \end{aligned}$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$\begin{aligned} F_c &= -101,797, \quad F_{s1} = 138,608, \quad F_{s2} = -68,594, \\ M_c &= 13,478, \quad M_{s1} = 20,375, \quad M_{s2} = 10,083, \end{aligned}$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 142,210 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 13,478 + (20,375) + (10,083) = 43,936 \text{ kNm}$$

**Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)**

zadanie rdzen\_szczyt, pręt nr 1

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

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 500 = 0,00072$$

**Strefa nr 1**

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$   $x_b = 787,5$  cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$\begin{aligned} s_{max} &= 0,75 d = 0,75 \times 322 = 241 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm} \\ \text{przyjęto } s_{max} &= 241 \text{ mm.} \end{aligned}$$

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

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$\begin{aligned} s_{max} &= \min\{h; b\} = \min\{300,0; 350,0\} = 300,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm} \\ \text{przyjęto } s_{max} &= 300,0 \text{ mm.} \end{aligned}$$

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

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

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (24,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00140$$

$$\rho_w = 0,00140 > 0,00072 = \rho_{w,min}$$

**Strefa nr 2**

Początek i koniec strefy:  $x_a = 787,5$   $x_b = 1030,0$  cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 322 = 241 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 241$  mm.

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

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{300,0; 350,0\} = 300,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 300,0$  mm.

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

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

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (24,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00140$$
$$\rho_w = \mathbf{0,00140} > \mathbf{0,00072} = \rho_{w \min}$$

## Ścinanie

### Odcinek nr 2

Początek i koniec odcinka:  $x_a = 52,5$   $x_b = 105,0$  cm

Siły przekrojowe:  $N_{Sd} = -30,328$ ;

$$V_{Sd \max} = 16,305 \text{ kN}$$

### Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{10,05}{30,0 \times 32,2} = 0,01041; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,01000$ .

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 30,328 / 1184,04 \times 10 = 0,26 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,26$  MPa.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d =$$
$$= [0,35 \times 1,28 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times 0,26] \times 30,0 \times 32,2 \times 10^{-1} = 72,954 \text{ kN}$$
$$V_{Sd} = 16,305 < 72,954 = V_{Rd1}$$

### Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{16,305} < \mathbf{72,954} = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 20 / 250) = 0,552$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 30,0 \times 27,9 \times 10^{-1} = 307,286 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,26 / 13,3 = 1,019$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,019 \times 307,286 = 313,204 \text{ kN}$$

Przyjęto  $V_{Rd2,red} = 307,286$  kN

$$V_{Sd} = \mathbf{16,305} < \mathbf{307,286} = V_{Rd2,red}$$

## Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 0,000$  m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 16,305 \times (1,000) = 8,153 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 138,608 + 8,153 = 146,760 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 138,608 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 138,608 \text{ kN}$

$$F_{td} = 138,608 < 422,230 = 10,05 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

### Zarysowanie

zadanie rdzen\_szczyt, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

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

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = -28,423 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -28,894 \text{ kN} \quad e = 101,8 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = 10,870 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 30,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 35,0 - 2,8 = 32,2 \text{ cm}$$

$$A_c = 1050 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 6125 \text{ cm}^3$$

### Minimalne zbrojenie:

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

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 525 / 240 = 1,92 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = 10,05 > 1,92 = A_s$$

### Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 6125 \times 10^{-3} = 13,475 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{2,2}{101,8 / 6125,00 - 1 / 1050,00} \times 10^{-1} = -14,040 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 28,894 > 14,040 = N_{cr}$$

### Przekrój zarysowany.

### Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto  $k_2 = 0,5$ .

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 10,05 / 210 = 0,04787$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,04787 = 83,42$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 89,54 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-14,040 / 28,894)^2] = 0,00039 \end{aligned}$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 83,42 \times 0,00039 = 0,06 \text{ mm}$$

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

### Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

### Ugięcia

zadanie rdzen\_szczyt, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{30000}{1 + 2,00} = 10000 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 6125 \times 10^{-3} = 13,475 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{Sd} = -28,423 \text{ kN}$  powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{Sd} = -28,423 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 17,5 \text{ cm} \quad I_I = 194082 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 12,1 \text{ cm} \quad I_{II} = 116336 \text{ cm}^4$$

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

$$= \frac{10000 \times 116336}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (13,475 / 28,423)^2 \times (1 - 116336 / 194082)} \times 10^{-5} = 12182 \text{ kNm}^2$$

Ugięcia.

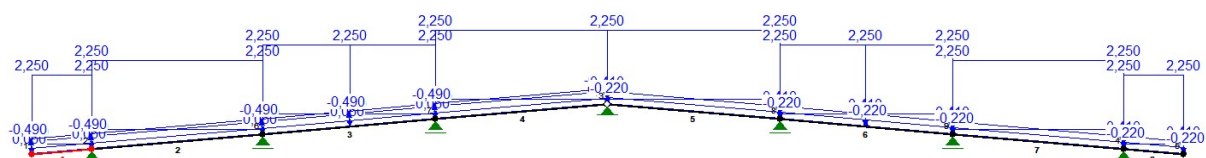
Ugięcie w punkcie o współrzędnej  $x = 7,117 \text{ m}$ , wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 12,5 \text{ mm}$$

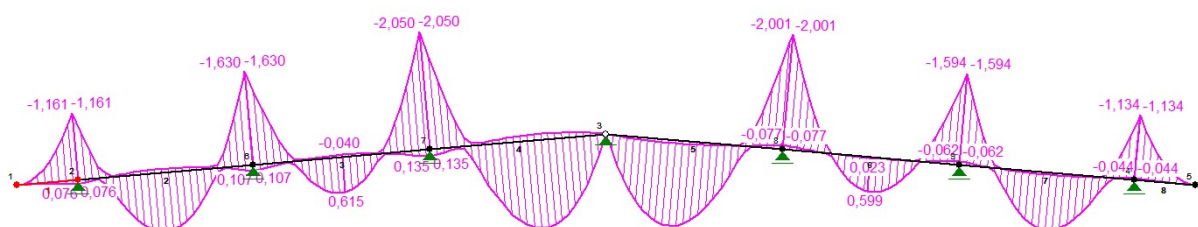
$$a = 12,5 < 41,2 = a_{lim}$$

### **Poz. 5.1. Krokwie drewniane**

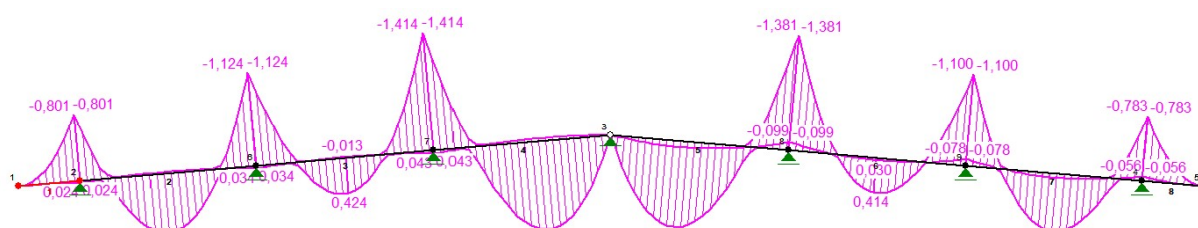
Pasmo zbierania 0,90m. Przyjęty schemat statyczny z obciążeniami wg poz.0.2:



Wykres momentów od obc. obliczeniowych (kNm):

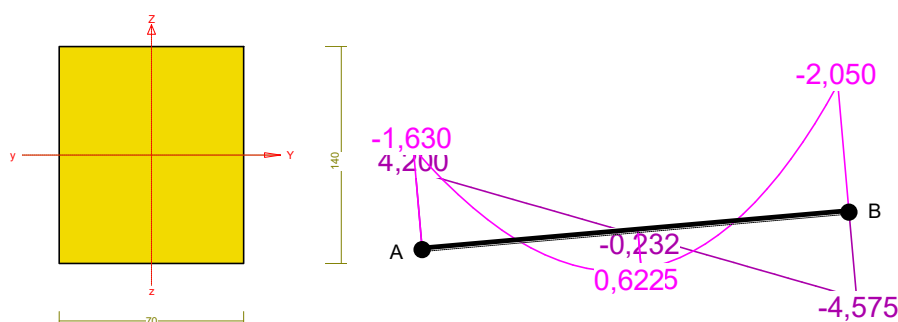


Wykres momentów od obc. charakterystycznych (kNm):



## Pręt nr 3

Zadanie: ukl\_1



**Przekrój: 1** „B 14,0x7,0”

Wymiary przekroju:

$$h=140,0 \text{ mm} \quad b=70,0 \text{ mm}.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_y=1600,7; \quad J_z=400,2 \text{ cm}^4; \quad A=98,00 \text{ cm}^2; \quad i_y=4,0; \quad i_z=2,0 \text{ cm}; \quad W_y=228,7; \quad W_z=114,3 \text{ cm}^3.$$

## Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stale** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$f_{m,k} = 24,00$$

$$f_{m,d} = 11,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 14,00$$

$$f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0,50$$

$$f_{t,90,d} = 0,23 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 21,00$$

$$f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 2,50$$

$$f_{c,90,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 2,50$$

$$f_{v,d} = 1,15 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{90,mean} = 370 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$$

$$G_{mean} = 690 \text{ MPa}$$

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

## Sprawdzenie nośności pręta nr 3

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

### Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla  $x_a=2,24$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „ABP”.

Pole powierzchni przekroju netto  $A_n = 98,00 \text{ cm}^2$ .

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,653 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,07} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$$

### Nośność na ściskanie:

Wyniki dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,24$  m, przy obciążeniach „ABL”.

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie układu (wyznaczona na podstawie podatności węzłów):

$$l_c = \mu l = 0,720 \times 2,241 = 1,613 \text{ m}$$

- długość wyboczeniowa w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$$l_c = \mu l = 1,000 \times 2,241 = 2,241 \text{ m}$$

Długości wyboczeniowe dla wyboczenia w płaszczyznach prostopadłych do osi głównych przekroju, wynoszą:

$$l_{c,y} = 1,613 \text{ m}; \quad l_{c,z} = 2,241 \text{ m}$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$\lambda_y = l_{c,y} / i_y = 1,613 / 0,0404 = 39,92$$

$$\lambda_z = l_{c,z} / i_z = 2,241 / 0,0202 = 110,88$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_y^2 = 9,87 \times 7400 / (39,92)^2 = 45,84 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \pi^2 E_{0,05} / \lambda_z^2 = 9,87 \times 7400 / (110,88)^2 = 5,94 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{21/45,84} = 0,677$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,z}} = \sqrt{21/5,94} = 1,880$$

$$k_y = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (0,677 - 0,5) + (0,677)^2] = 0,747$$

$$k_z = 0,5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,5 [1 + 0,2 \times (1,880 - 0,5) + (1,880)^2] = 2,406$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (0,747 + \sqrt{0,747^2 - 0,677^2}) = 0,941$$

$$k_{c,z} = 1 / (k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}) = 1 / (2,406 + \sqrt{2,406^2 - 1,880^2}) = 0,256$$

Powierzchnia obliczeniowa przekroju  $A_d = 98,00 \text{ cm}^2$ .

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,392 / 98,00 \times 10 = \mathbf{0,04} < \mathbf{2,48} = 0,256 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

**Ściskanie ze zginaniem** dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,24$  m, przy obciążeniach „ABL”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,04}{0,941 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} + \frac{7,13}{11,08} = \mathbf{0,648} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,04}{0,256 \times 9,69} + \frac{0,00}{11,08} + 0,7 \times \frac{7,13}{11,08} = \mathbf{0,467} < \mathbf{1}$$

### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=2,24$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „ABL”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 2241 + 140 + 140 = 2521 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2521 \times 140 \times 11,08}{3,142 \times 70^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,370$$

Wartość współczynnika zwichtnienia:

$$\text{dla } \lambda_{\text{rel},m} \leq 0,75$$

$$k_{\text{crit}} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,050 / 228,67 \times 10^3 = \mathbf{8,97} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{\text{crit}} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,24$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „ABL”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,04}{6,46} + \frac{8,97}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,815} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,04}{6,46} + 0,7 \times \frac{8,97}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,572} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla  $x_a=0,00$  m;  $x_b=2,24$  m, przy obciążeniach „ABL”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,04^2}{9,69^2} + \frac{7,13}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,644} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,04^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{7,13}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,450} < \mathbf{1}$$

**Nośność na ścinanie:**

Wyniki dla  $x_a=2,24$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „ABL”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 4,575 / 98,00 \times 10 = 0,70 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 98,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,70^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,70} < \mathbf{1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a=1,06$  m;  $x_b=1,18$  m, przy obciążeniach „ABL”.

Ugięcia graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 150 = 14,9 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = -0,1 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2241)^2] (1 + 0,60) = -0,1 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („BL”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1+k_{\text{def}}) = -0,4 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2241)^2] (1 + 0,60) = -0,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} (1+k_{\text{def}}) = 0,0 \times (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

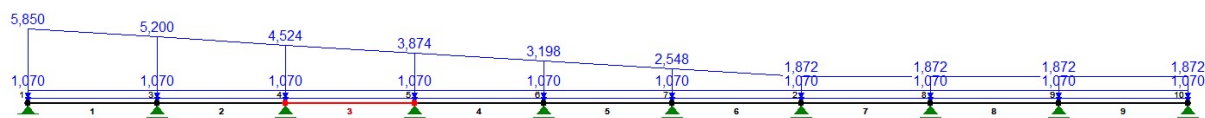
Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,1 + -0,8 = \mathbf{0,9} < \mathbf{14,9} = u_{\text{net,fin}}$$

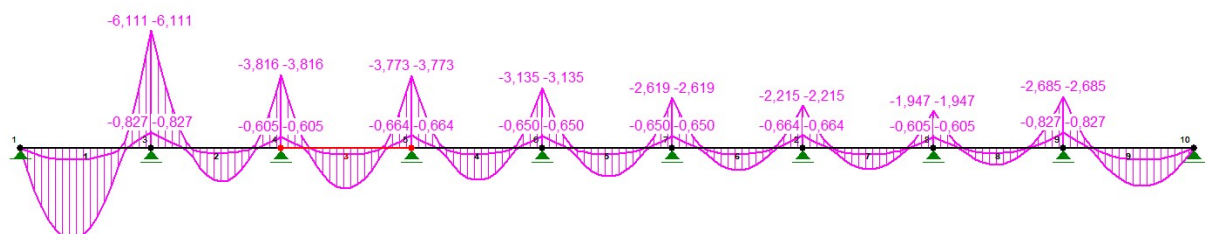


## Poz. 5.2. Płatwie drewniane

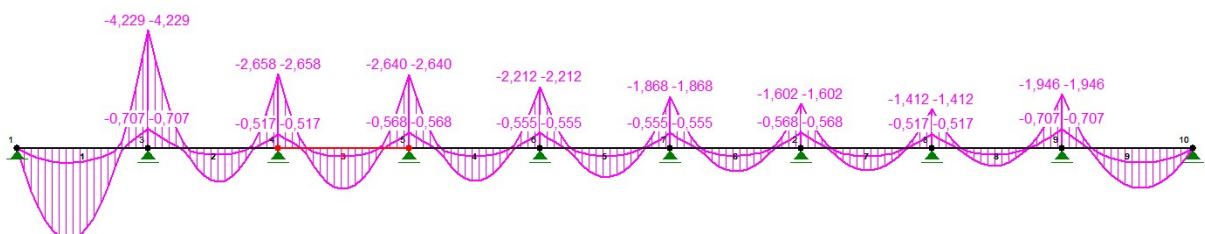
Schemat obciążeń



Wykres momentów od obc. obliczeniowych (kNm):

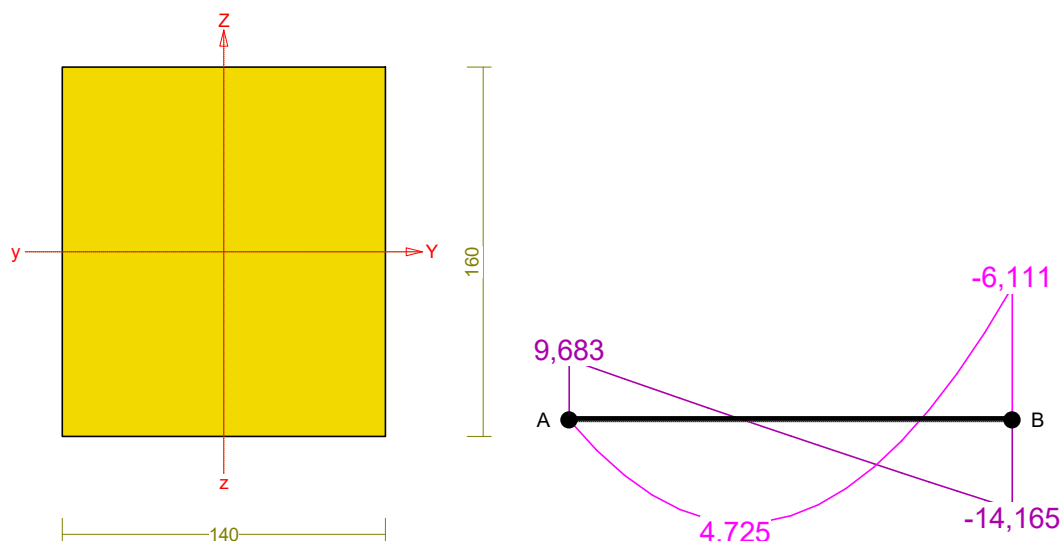


Wykres momentów od obc. charakterystycznych (kNm):



## Pręt nr 1

Zadanie: ukl\_2



**Przekrój: 1 „B 16,0x14,0”**

Wymiary przekroju:

$h=160,0 \text{ mm}$   $b=140,0 \text{ mm}$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_y=4778,7$ ;  $J_z=3658,7 \text{ cm}^4$ ;  $A=224,00 \text{ cm}^2$ ;  $i_y=4,6$ ;  $i_z=4,0 \text{ cm}$ ;  $W_y=597,3$ ;  $W_z=522,7 \text{ cm}^3$ .

### Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: **Stałe** (*więcej niż 10 lat, np. ciężar własny*).

$$K_{mod} = 0,60 \quad \gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: **Drewno C24.**

$$\begin{aligned} f_{m,k} &= 24,00 & f_{m,d} &= 11,08 \text{ MPa} \\ f_{t,0,k} &= 14,00 & f_{t,0,d} &= 6,46 \text{ MPa} \\ f_{t,90,k} &= 0,50 & f_{t,90,d} &= 0,23 \text{ MPa} \\ f_{c,0,k} &= 21,00 & f_{c,0,d} &= 9,69 \text{ MPa} \\ f_{c,90,k} &= 2,50 & f_{c,90,d} &= 1,15 \text{ MPa} \\ f_{v,k} &= 2,50 & f_{v,d} &= 1,15 \text{ MPa} \\ E_{0,mean} &= 11000 \text{ MPa} \\ E_{90,mean} &= 370 \text{ MPa} \\ E_{0,05} &= 7400 \text{ MPa} \\ G_{mean} &= 690 \text{ MPa} \\ \rho_k &= 350 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

### Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

#### Nośność na zginanie:

Wyniki dla  $x_a=2,50$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „AB”.

Długość obliczeniowa dla **pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach**, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni **górnej**, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 2500 + 160 + 160 = 2820 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{2820 \times 160 \times 11,08}{3,142 \times 140^2 \times 7400}} \times \sqrt{\frac{11000}{690}} = 0,209$$

Wartość współczynnika zwichrzenia:

$$\text{dla } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \quad k_{crit} = 1$$

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 6,111 / 597,33 \times 10^3 = \mathbf{10,23} < \mathbf{11,08} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla  $x_a=2,50$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „AB”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{10,23}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,924} < \mathbf{1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{10,23}{11,08} + \frac{0,00}{11,08} = \mathbf{0,646} < \mathbf{1}$$

#### Nośność na ścinanie:

Wyniki dla  $x_a=2,50$  m;  $x_b=0,00$  m, przy obciążeniach „AB”.

Naprężenia tnące:

$$\tau_{z,d} = 1,5 V_z / A = 1,5 \times 14,165 / 224,00 \times 10 = 0,95 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1,5 V_y / A = 1,5 \times 0,000 / 224,00 \times 10 = 0,00 \text{ MPa}$$

Przyjęto  $k_v = 1,000$ .

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,95^2 + 0,00^2} = \mathbf{0,95} < \mathbf{1,15} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Wyniki dla  $x_a=1,09$  m;  $x_b=1,41$  m, przy obciążeniach „AB”.

Ugięcie graniczne

$$u_{\text{net,fin}} = l / 250 = 10,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń stałych („A”):

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -0,5 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2500)^2] (1 + 0,60) = -0,9 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2500)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

Ugięcia od obciążeń zmiennych („B”):

Klasa trwania obciążeń zmiennych: **Stale** (więcej niż 10 lat, np. ciężar własny).

$$u_{z,\text{fin}} = u_{z,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = -2,8 \times [1 + 19,2 \times (160,0/2500)^2] (1 + 0,60) = -4,8 \text{ mm}$$

$$u_{y,\text{fin}} = u_{y,\text{inst}} [1 + 19,2 (h/L)^2] (1 + k_{\text{def}}) = 0,0 \times [1 + 19,2 \times (140,0/2500)^2] (1 + 0,60) = 0,0 \text{ mm}$$

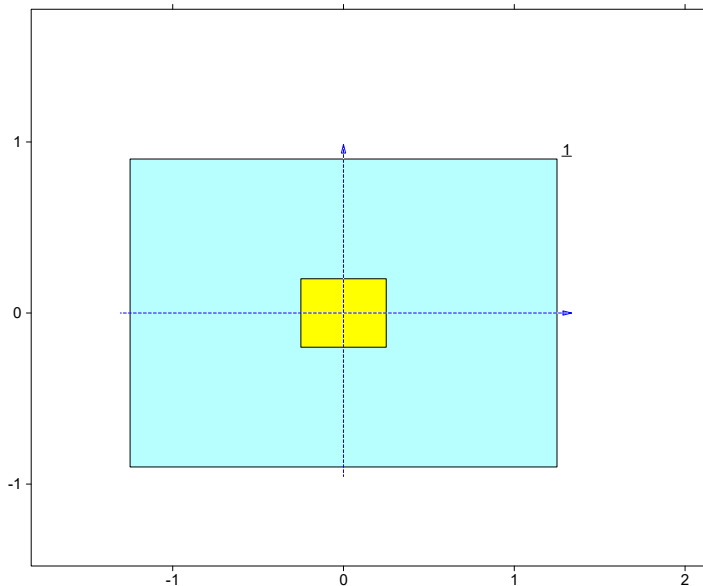
Ugięcie całkowite:

$$u_{z,\text{fin}} = -0,9 + -4,8 = \mathbf{5,7} < \mathbf{10,0} = u_{\text{net,fin}}$$

**Poz. 6.0. Stopa fundamentowa pod słupem sali**

## DANE OGÓLNE PROJEKTU

### 1. Metryka projektu



### 2. Fundamenty

Liczba fundamentów: 1

#### 2.1. Fundament nr 1

Klasa fundamentu: **stopa prostokątna**,

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**,

Położenie fundamentu względem układu globalnego:

Wymiary podstawy fundamentu:  $B_x = 2,50$  m,  $B_y = 1,80$  m,

Współrzędne środka fundamentu:

$x_{0f} = 0,00$  m,  $y_{0f} = 0,00$  m,

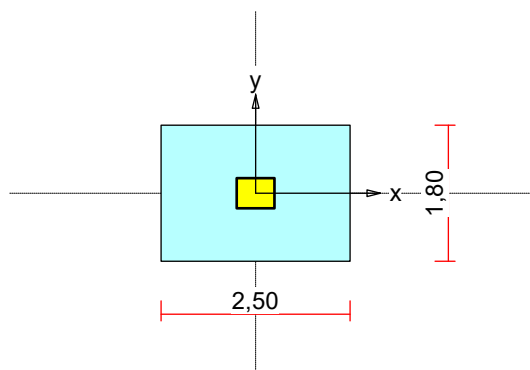
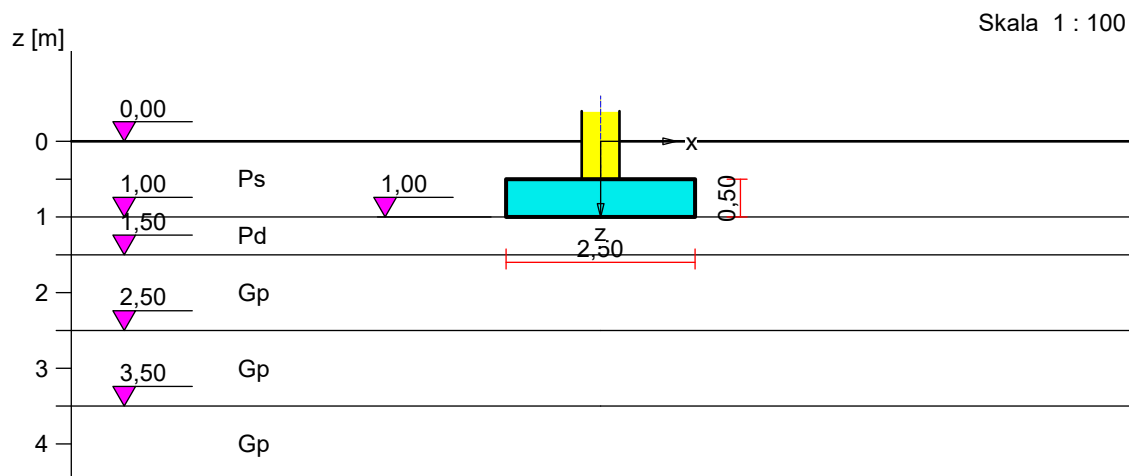
Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,0^\circ$ .

### 3. Wykopy

Liczba wykopów: 0

## FUNDAMENT 1. STOPA PROSTOKĄTNA

Nazwa fundamentu: stopa prostokątna



## 1. Podłoże gruntowe

### 1.1. Teren

Istniejący względny poziom terenu:  $z_t = 0,00$  m,

Projektowany względny poziom terenu:  $z_p = 0,00$  m.

### 1.2. Warstwy gruntu

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

2	1,00	0,50	Piasek drobny	brak wody
3	1,50	1,00	Gлина piaszczysta	brak wody
4	2,50	1,00	Gлина piaszczysta	brak wody
5	3,50	nieokreśl.	Gлина piaszczysta	brak wody

## 2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa:  $b = 0,50$  m,  $l = 0,40$  m,

Współrzędne osi słupa:  $x_0 = 0,00$  m,  $y_0 = 0,00$  m,

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego:  $\phi = 0,00^\circ$ .

## 3. Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia:  $z_{obc} = 0,50$  m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	$H_x$	$H_y$	$M_x$	$M_y$	$\gamma$
	obciążenia *	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D+K	166,6	-21,8	0,0	0,00	-96,60	1,20
2	D+K	232,0	18,6	0,0	0,00	109,50	1,20
3	D+K	232,0	-20,9	0,0	0,00	-88,60	1,20

\* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

## 4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B25, nazwa stali: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x:  $d_x = 14,0$  mm, na kierunku y:  $d_y = 14,0$  mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebicie nie uwzględniać strzemion.

## 5. Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia:  $z_f = 1,00$  m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy:  $B_x = 2,50$  m,  $B_y = 1,80$  m,

Wysokość:  $H = 0,50$  m,

Mimośrod:  $E_x = 0,00$  m,  $E_y = 0,00$  m.

## 6. Stan graniczny I

### 6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D+K	1,00	0,22	0,70
	D+K	1,50	0,16	0,62
	D+K	2,50	0,20	0,46
	D+K	3,50	0,14	0,34

2	D+K	1,00	0,24	0,61
	D+K	1,50	0,18	0,55
	D+K	2,50	0,22	0,41
	D+K	3,50	0,15	0,31
3	D+K	1,00	0,23	0,51
	D+K	1,50	0,18	0,47
	D+K	2,50	0,22	0,37
	D+K	3,50	0,15	0,29

## 6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego:  $B_x = 2,50 \text{ m}$ ,  $B_y = 1,80 \text{ m}$ .

Względny poziom posadowienia:  $H = 1,00 \text{ m}$ .

Rodzaj obciążenia: D+K,

### Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa:  $N = 166,60 \text{ kN}$ , mimośrod  $E_x = 0,00 \text{ m}$ ,  $E_y = 0,00 \text{ m}$ ,

siła pozioma:  $H_x = -21,80 \text{ kN}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50 \text{ m}$ ,

siła pozioma:  $H_y = 0,00 \text{ kN}$ , mimośród względem podstawy fund.  $E_z = 0,50 \text{ m}$ ,

moment:  $M_x = 0,00 \text{ kNm}$ , moment:  $M_y = -96,60 \text{ kNm}$ .

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa:  $G = 103,73 \text{ kN/m}$ , momenty:  $M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m}$ ,  $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$ .

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

### Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 166,60 + 103,73 \mid 78,35 = 270,33 \mid 244,95 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 166,60 \cdot 0,00 - 0,00 \cdot 0,50 + 0,00 + (0,00) \mid (0,00) = 0,00 \mid 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -166,60 \cdot 0,00 + (-21,80) \cdot 0,50 + (-96,60) + 0,00 \mid (0,00) = -107,50 \mid -107,50 \text{ kNm}.$$

Mimośrod  $e_x$  względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 107,50/244,95 = 0,44 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/244,95 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,176 + 0,000 = 0,176 \text{ m} < 0,250.$$

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

### Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 2,50 - 2 \cdot 0,40 = 1,70 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,80 - 2 \cdot 0,00 = 1,80 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,53 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,00 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,53 \cdot 9,81 \cdot 1,00 = 15,01 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 29,90 \cdot 0,90 = 26,91^\circ,$$

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

$$N_B = 4,60 \quad N_C = 23,78, \quad N_D = 13,07.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 21,80/270,33 = 0,08, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0806/0,5075 = 0,159,$$

$$i_{Bx} = 0,77, \quad i_{Cx} = 0,85, \quad i_{Dx} = 0,87.$$

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/270,33 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5075 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,06 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,17 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x'/B_y' = 0,76, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x'/B_y' = 1,28, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x'/B_y' = 2,42$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1523,08 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1809,17 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 270,33 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1523,08 = 1233,69 \text{ kN}.$$

**Wniosek: warunek nośności jest spełniony.**

## 7. Stan graniczny II

### 7.1. Osiadanie fundamentu

**Osiadanie całkowite:**

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

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

$$\text{Współczynnik stopnia odprężenia podłoża: } \lambda = 0.$$

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

Sprawdzenie warunku osiadania:

$$\text{Dopuszczalne osiadanie: } s_{\text{dop}} = 0,50 \text{ cm}.$$

$$s = 0,00 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 0,50 \text{ cm}$$

**Wniosek: Warunek osiadania jest spełniony.**

## 8. Wymiarowanie fundamentu

### 8.1. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na przebicie

Nr obc.	Przekrój	Siła tnąca	Nośność betonu	Nośność strzemion
		V [kN]	V <sub>r</sub> [kN]	V <sub>s</sub> [kN]
1	1	77	373	–
* 2	1	95	373	–
3	1	87	373	–

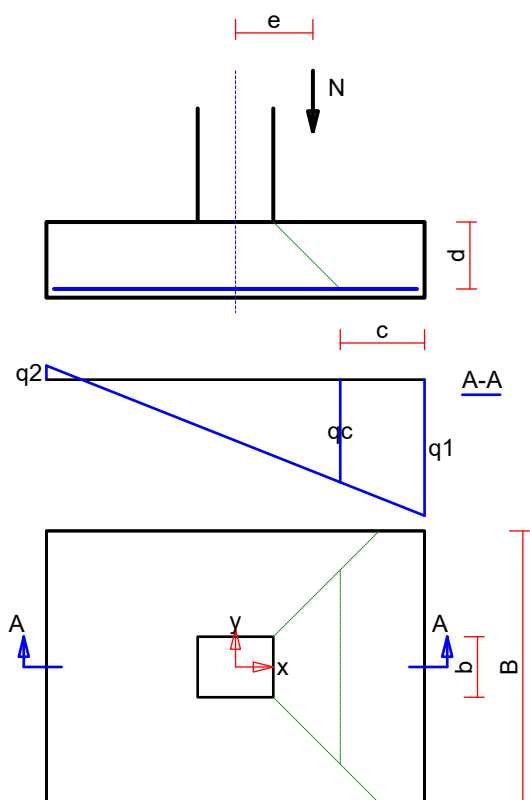
### 8.2. Sprawdzenie stopy na przebicie dla obciążenia nr 2

**Zestawienie obciążeń:**

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

$$\text{siła pionowa: } N_r = 232 \text{ kN},$$

momenty:  $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 118,80 \text{ kNm}$ .  
Mimośrodowość siły względem środka podstawy:  
 $e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,51 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$ .



#### Przebiecie stopy w przekroju 1:

Siła ścinająca:  $V_{Sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 95 \text{ kN}$ .

Nośność betonu na ścinanie:  $V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,40+0,44) \cdot 0,44 \cdot 1000 = 373 \text{ kN}$ .

$V_{Sd} = 95 \text{ kN} < V_{Rd} = 373 \text{ kN}$ .

**Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.**

#### 8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający M [kNm]	Nośność przekroju M <sub>r</sub> [kNm]
1	x	1	81	103
	y	1	27	125
* 2	x	1	101	103
	y	1	37	125
3	x	1	93	103
	y	1	37	125

Uwaga: Momenty zginające wyznaczone metodą wsporników prostokątnych.



#### 8.4. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x

##### Zestawienie obciążeń:

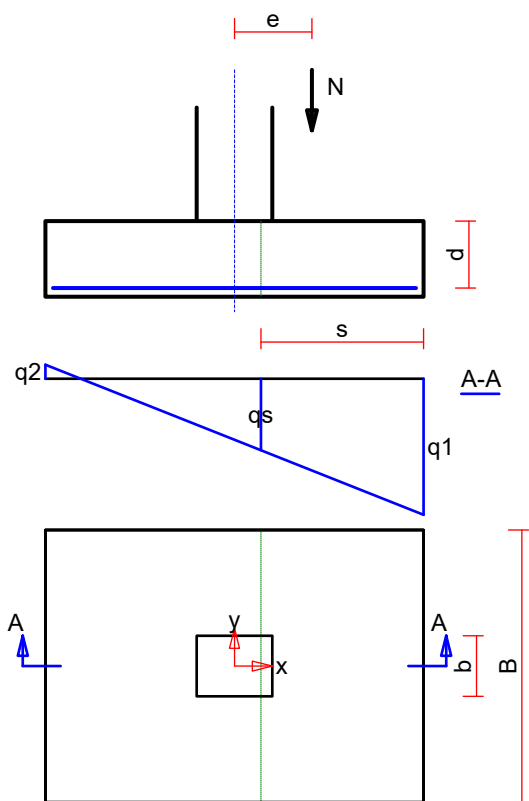
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 232 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 118,80 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,51 \text{ m}$ ,  $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$ .



##### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 115 + 60) \cdot 1,80 \cdot 1,16 / 6 = 101 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 12,0 \text{ cm}^2$ .

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_{Rs} = 12,3 \text{ cm}^2$ .

$$A_s = 12,0 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 12,3 \text{ cm}^2.$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

#### 8.5. Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku y

##### Zestawienie obciążeń:

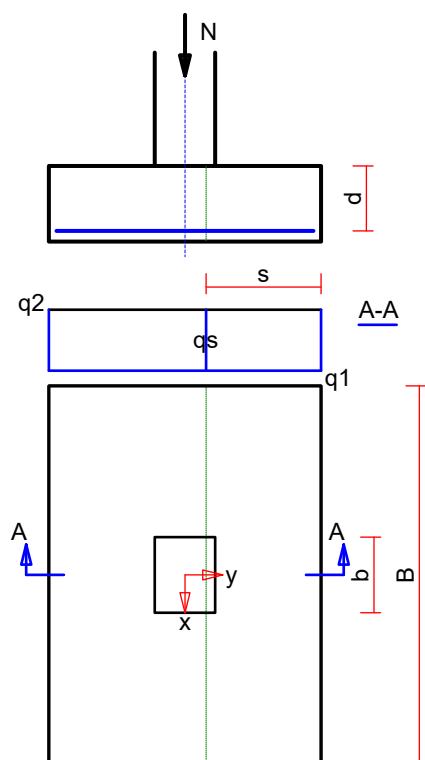
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa:  $N_r = 232 \text{ kN}$ ,

momenty:  $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$ ,  $M_{yr} = 118,80 \text{ kNm}$ .

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,51 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}.$$



### Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = (2 \cdot q_1 + q_s) \cdot B \cdot s^2 / 6 = (2 \cdot 52 + 52) \cdot 2,50 \cdot 0,58 / 6 = 37 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_s = 4,6 \text{ cm}^2$ .

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia:  $A_{Rs} = 15,4 \text{ cm}^2$ .

$$A_s = 4,6 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 15,4 \text{ cm}^2.$$

**Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.**

Sprawdził:

mgr inż. Piotr Jasiński

Opracował:

mgr inż. Rafał Kucharczyk

SKALA 1:100

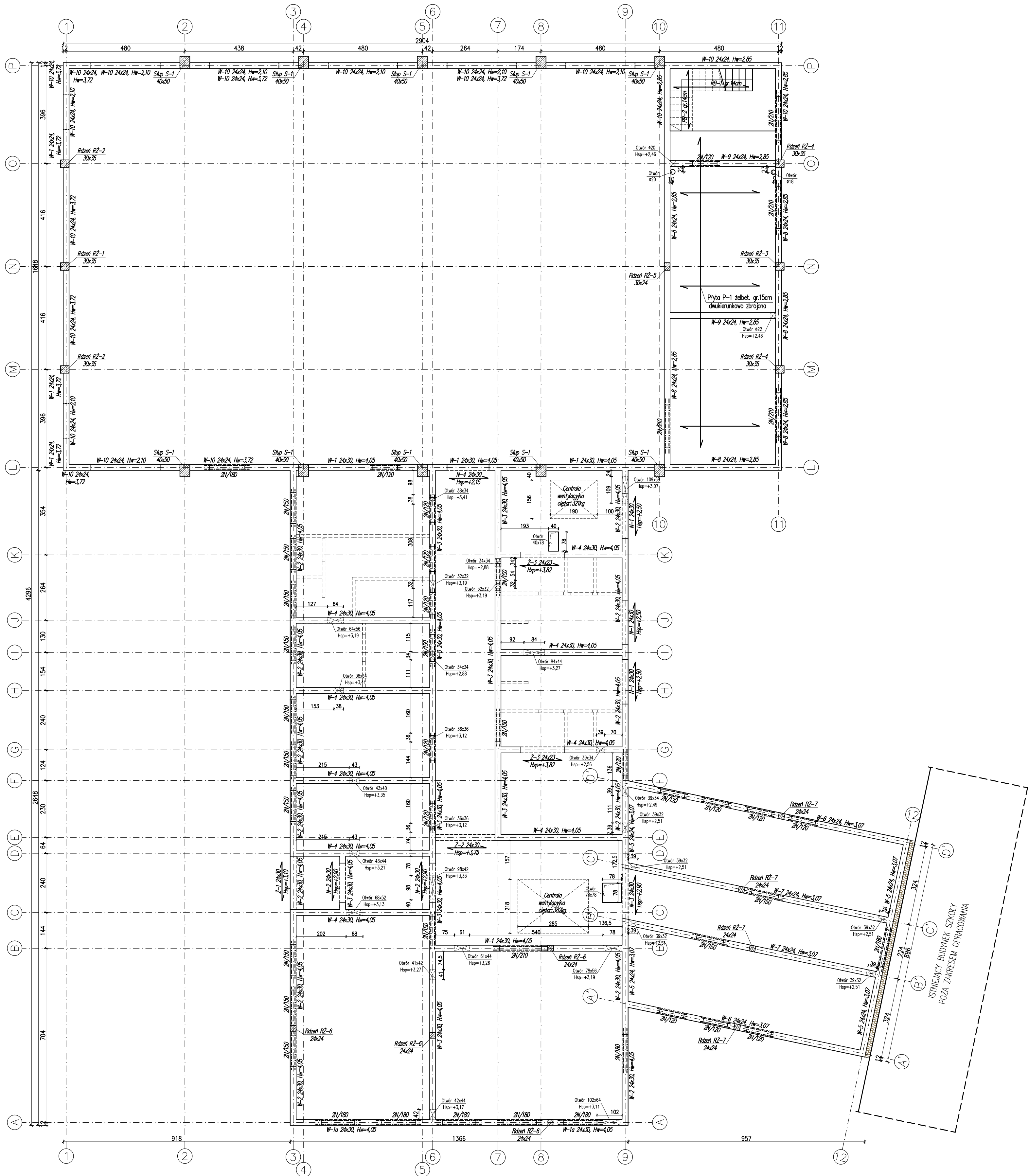


UWAGI:

1. PATRZ RÓWNIŹ OPIS TECHNICZNY
2. PROJEKT ROZPATRYWAJ ŁĄCZNIE Z PROJEKTEM ARCHITEKTURY I PROJEKTAMI BRANŻOWYMI.
3. W PRZYPADKU WYSTĄPIENIA WARSTWY GRUNTÓW NASYPOWYCH W POZIOME POSADOWENIA NALEŻY ZASTĄPIĆ JE CHUDYM BETONEM DO POZIOMY GRUNTÓW NOSNYCH.
4. PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO PRAC FUNDAMENTOWYCH NALEŻY POTWIERDZIĆ STAN I RODZAJ GRUNTÓW W POZIOME POSADOWENIA WISDOM DO DZIENNIKA BUDOWY PRZED UPRRAWNIENIEM GRUNTÓW W POZIOME POSADOWENIA. W PRZYPADKU KONTROLI PRAC FUNDAMENTOWYCH NALEŻY SKONTAKTOWAĆ SIĘ Z PROJEKTYSTĄ.
5. WSKAZANY EST GEOTECHNICZNY ODBÓR WYKONAWCOWO, PRZY UDZIALE UPRAWNIONEGO GEOLOGA.
6. W WSZYSTKIE "PODEŚSIA" INSTALACYJNE WOK PROJEKÓW WYKONAWCOWYCH POZOSTAŁYCH BRANŻ.
7. W PRZYPADKU NAPOTKANIA NA NIEUJAWNIONE NA MAPIE D/C PROJEKTOWYCH ŚCIEG PODZIEMNE, NALEŻY SKONTAKTOWAĆ SIĘ Z PROJEKTYNTEM.

	<b>J O A N N A   O K R A S K A</b> ul. Łukowa 16 lok. 4      93-410 Łódź www.e-architekt.pl    telefon 601 36 10 66	
Tytuł opracowania:	<b>PROJEKT BUDOWLANY SALI GIMNASTYCZNEJ WRAZ Z ZAPLECZEM PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ W PIEKARACH</b>	
Inwestor:	GMINA MŚCIZONÓW PLAC PIŁSUDSKIEGO 1 96-320 MŚCIZONÓW	Adres inwestycji: SZKOŁA PODSTAWOWA W PIEKARACH UL. PIEKARSKA 47 DZIAŁKA NR 99/1 96-323 OSUCHÓW
Autor projektu:	mgr inż. RAFAŁ KUCHARCZYK. <i>w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń</i>	nr. rz. LQD/2983/PWBkx/16
Sprawdzący:	mgr inż. PIOTR JAŚIŃSKI <i>w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń</i>	nr. rz. LQD/3098/PBkx/16
Tytuł rysunku:	<b>RZUT FUNDAMENTÓW</b>	
	NR RYS.: 01/KB	Data: GRUDZIEŃ 2016 Skala: 1:100

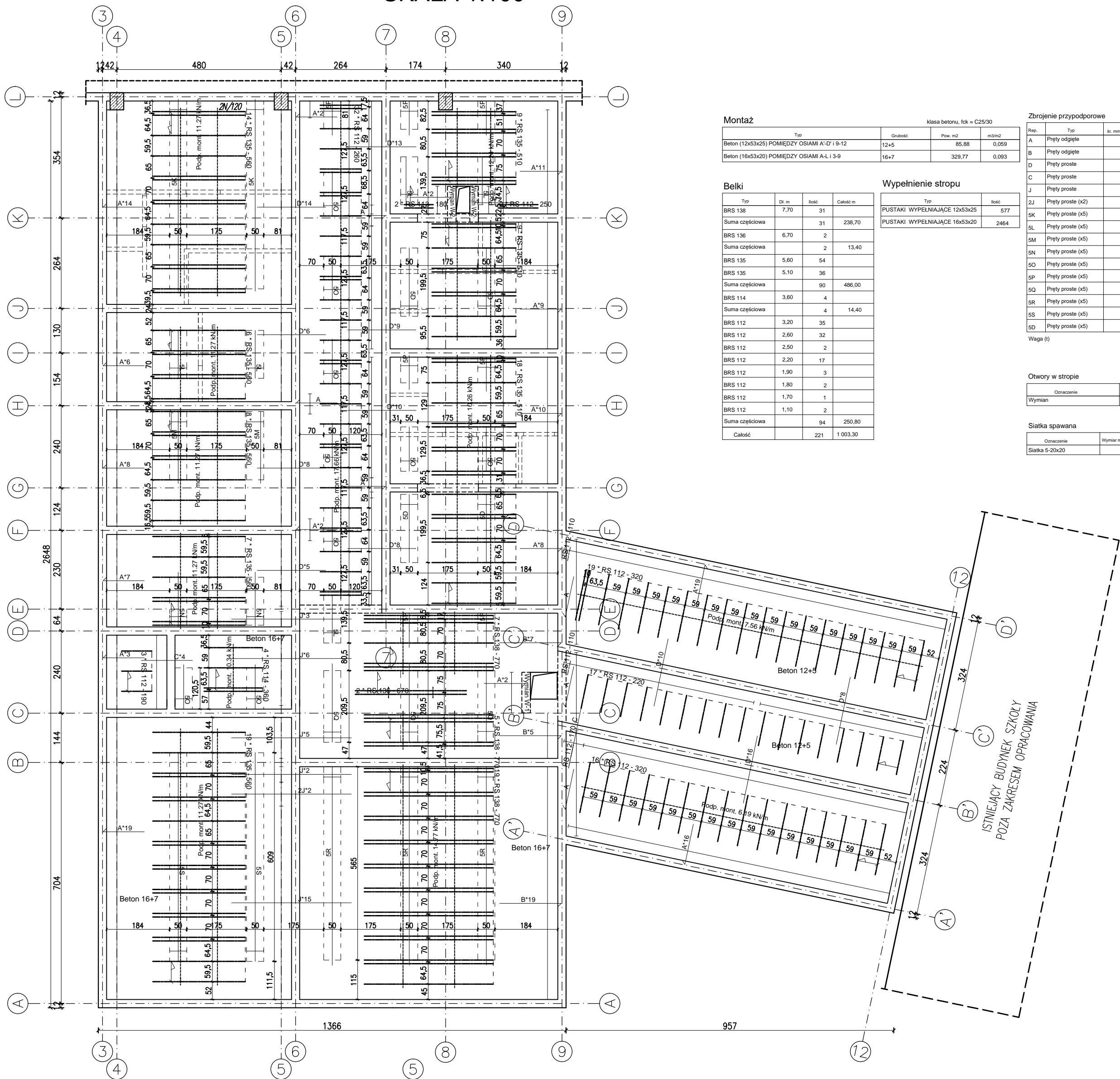
UKŁAD KONSTRUKCYJNY PARTERU  
SKALA 1:100



- MATERIAŁY:
- BETON KONSTRUKCYJNY C20/25 (B25)
  - BETON KONSTRUKCYJNY SŁUPÓW S-1 C25/30 (B30)
  - BETON KONSTRUKCYJNY STROPÓW GĘSTOZEBROWYCH C25/30 (B30)
- STAL ZBROJENIOWA A-IIIIN B500 SP #
- ELEMENTY MUROWE:
- ŚCIANY NOŚNE MUROWANE Z BŁOCKÓW SILIKATOWYCH GR.24CM KLASY 15MPa NA ODPOWIADAJĄCEJ ZAPRAWIE NA CIENKIE SPINY
  - ŚCIANKI DZIAŁOWE GR.12CM Z BŁOCKÓW GAZOBETONOWYCH ODMIANY 400 NA ZAPRAWIE CEM-WAP M3
- UWAGI:
- PATRZ RÓWNIEŻ OPIS TECHNICZNY
  - STROP POMIEDZY OSIAMI A'-D' I 9-12 gr.17cm (12+5)
  - STROP POMIEDZY OSIAMI A-L I 3-9 gr.23cm (16+7)
  - RYŚUNKI ROZPATRYWAĆ ŁĄCZNIE Z RYSUNKIEM 03/KW
  - PROJEKT ROZPATRYWAĆ ŁĄCZNIE Z PROJEKTEM ARCHITEKTURY I PROJEKTAMI BRANŻOWYMI
  - PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT BUDOWLANYCH, NALEŻY ZAPOZNAĆ SIĘ Z PROJEKTAMI BRANŻOWYMI
  - W PRZYPADKU WYSTĄPIENIA BRAKU KOORDYNACJI MIĘDZY BRANŻAMI, NALEŻY POINFORMOWAĆ PROJEKTANTA
  - PRZED ZABEZPIECZENIEM SŁUPA S-1 OSADZIĆ MARKĘ M-1 POD DŹWIĄG STALOWY DS-1

<p><b>JOANNA OKRASKA</b> ul. Łukowa 16 lok. 4 93-410 Łódź www.e-architekt.pl telefon 601 36 10 66</p>			
Tytuł opracowania:		PROJEKT BUDOWLANY SALI GIMNASTYCZNEJ WRAZ Z ZAPLECZEM PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ W PIEKARACH	
Inwestor:		Adres inwestycji:	
GMINA MŁCZONÓW PLAC PIŁSUDSKIEGO 1 96-320 MŁCZONÓW		SZKOŁA PODSTAWOWA W PIEKARACH UL. PIEKARSKA 47 DZIAŁKA NR 99/1 96-323 OSUCHÓW	
Autor projektu:		Podpis:	
mgr inż. RAFAL KUCHARCZYK w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń		opr. nr LCO/2981/PWbks/16	
Sprawdzający:		mgr inż. PIOTR JASIŃSKI w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń	
opr. nr LCO/3098/PBbks/16			
Tytuł rysunku:		NR RYS.:	Data:
UKŁAD KONSTRUKCYJNY PARTERU		02/KB	GRUDZIEŃ 2019
		Skala:	1:100

UKŁAD KONSTRUKCYJNY STROPU GĘSTOŻEBROWEGO NAD PARTEREM  
SKALA 1:100



MATERIAŁY:  
BETON KONSTRUKCYJNY C20/25 (B25)  
BETON KONSTRUKCYJNY SŁUPÓW S-1 C25/30 (B30)  
BETON KONSTRUKCYJNY STROPÓW GĘSTOŻEBROWYCH I WENY C25/30 (B30)

STAL ZBRONIONA A-IIIIN B500 SP #

ELEMENTY MUROWE:

ŚCIANY NOSNE MUROWANE Z BLOCZKÓW SILIKATOWYCH GR.24CM KLASY 15MPa NA ODPOMADAJĄCEJ ZAPRAWIE NA OENIE SPOINY

ŚCIANKI DZIAŁOWE GR.12CM Z BLOCZKÓW GAZOBETONOWYCH ODMIANY 400 NA ZAPRAWIE CEM-WAP M3

UWAGI:

- PATRZ RÓWNIEŻ OPIS TECHNICZNY
- STROP POMIĘDZY OSIAMI A'-D' I 9-12 gr.17cm (12+5)  
STROP POMIĘDZY OSIAMI A-L I 3-9 gr.23cm (16+7).
- RYSEK RZĄDZIĆ JĄCZYNIE Z RYSUNKEM 02/KW.
- PROJEKT RZĄDZIĆ JĄCZYNIE Z RYSUNKEM ARCHITEKTURY I PROJEKTAMI BRANŻOWYMI.
- PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT BUDOWLANYCH, NALEŻY ZAPOZNAĆ SIĘ Z PROJEKTAMI BRANŻOWYMI.
- W PRZYPADKU WYSTĄPIENIA BRAKU KOORDYNACJI MIĘDZY BRANŻAMI, NALEŻY Poinformować Projektanta.
- PRZED ZABETONOWANIEM SŁUPA S-1 OSADZIĆ MARKĘ M-1 POD DZWIGAR STALOWY DS-1

<b>JOANNA OKRASKA</b> ul. Łukowa 16 lok. 4 93-410 Łódź www.e-architekt.pl telefon 601 36 10 66			
Tytuł opracowania: PROJEKT BUDOWLANY SALI GIMNASTYCZNEJ WRAZ Z ZAPLECZEM PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ W PIEKARACH			
Inwestor: GMINA MSZCZONÓW PLAC PIŁSUDSKIEGO 1 96-320 MSZCZONÓW		Adres inwestycji: SZKOŁA PODSTAWOWA W PIEKARACH UL. PIEKARSKA 47 DZIAŁKA NR 99/1 96-323 OSUCHÓW	
Autor projektu: mgr inż. RAFAŁ KUCHARCZYK, w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń		Podpis:	
Sprawdzający: mgr inż. PIOTR JASIŃSKI w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń		nr LOI/2019/PWb/16	
Tytuł rysunku: UKŁAD KONSTRUKCYJNY STROPU GĘSTOŻEBROWEGO NAD PARTEREM		NR RYS.: 03/KB	Data: GRUDZIEŃ 2019
		Skala: 1:100	



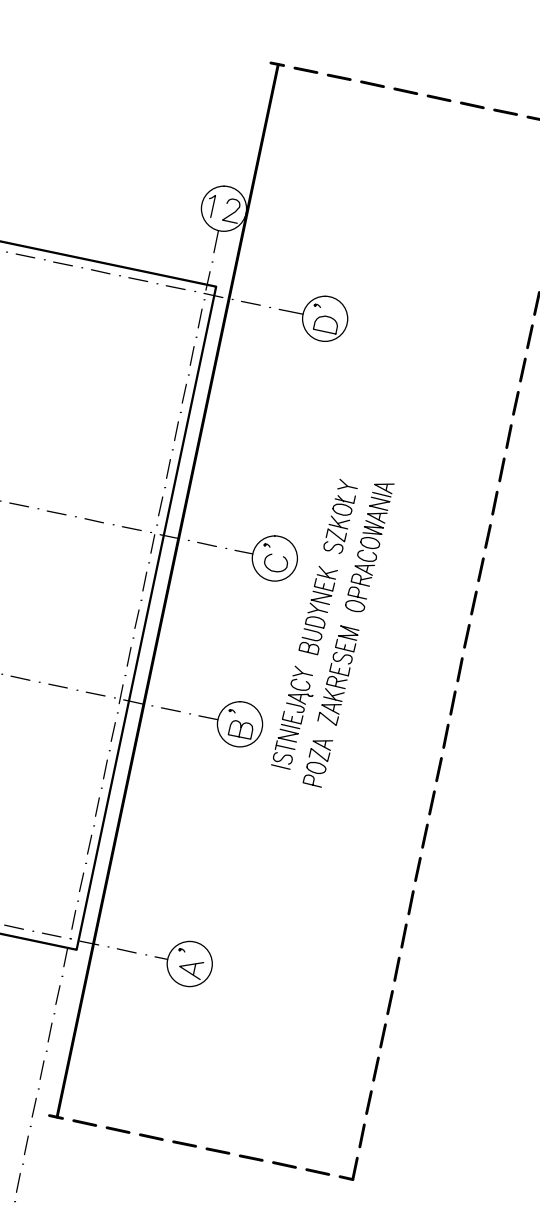
The drawing shows a rectangular reinforced concrete slab (Płyta P-2) with the following details:

- Dimensions:**
  - Overall width: 480
  - Overall height: 12
  - Internal width: 416
  - Internal height: 396
- Reinforcement:**
  - W-8 24x24, Hw=7,50 (top and bottom longitudinal bars)
  - Rdzeń RZ-4 30x35 (vertical reinforcement)
  - Rdzeń RZ-3 30x35 (horizontal reinforcement)
  - Rdzeń RZ-5 30x24 (corner reinforcement)
- Structural Elements:**
  - Płyta P-2 żelbet. gr.15cm dwukierunkowo zbrojona (15cm thick two-way reinforced concrete slab)
  - Otwór 60x78 (circular hole)
  - Otwór 78x115 (rectangular hole)
  - Otwór 178x108 Hsp=+5,98 (large rectangular hole with height Hsp=+5,98)
- Other Details:**
  - Dimensions for holes: 24, 60, 78, 137, 218, 115, 140, 78, 178, 87, 188
  - Grid lines 10 and 11 are indicated at the top and bottom.
  - Section lines P, O, Z, M, L are indicated on the right side.

1. PATRZ RÓWNIEŻ OPIS TECHNICZNY
2. PROJEKT ROZPATYWAĆ ŁĄCZNIE Z PROJEKTEM ARCHITEKTURY I PROJEKTAMI BRANŻOWYMI.
3. PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO ROBÓT BUDOWLANYCH, NALEŻY ZAPOZNAĆ SIĘ Z PROJEKTAMI BRANŻOWYMI.
4. W PRZYPADKU WYSTĄPIENIA BRAKU KOORDYNACJI MIĘDZY BRANŻAMI, NALEŻY POINFORMOWAĆ PROJEKTANTA.
5. PRZED ZABETONOWANIEM SŁUPA S-1 OSADZIĆ MARKĘ M-1 POD DŹWIGAR STAŁOWY DS-1

 <div> <b>J O A N N A O K R A S K A</b>          ul. Łukowa 16 lok. 4      93-410 Łódź          www.e-architekt.pl    telefon 601 36 10 66       </div>				
Tytuł opracowania: <b>PROJEKT BUDOWLANY SALI GIMNASTYCZNEJ WRAZ Z ZAPLECZEM PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ W PIEKARACH</b>				
Inwestor: GMINA MSZCZONÓW PLAC PIŁSUDSKIEGO 1 96-320 MSZCZONÓW		Adres inwestycji: SZKOŁA PODSTAWOWA W PIEKARACH UL. PIEKARSKA 47 DZIAŁKA NR 99/1 96-323 OSUCHÓW		
Autor projektu: mgr inż. RAFAŁ KUCHARCZYK, w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń upr. nr LOD/2981/PWBKb/16 Sprawdzający: mgr inż. PIOTR JASIŃSKI w specjalności konstrukcyjnej bez ograniczeń upr. nr LOD/3098/PBKb/16			Podpis:	
Tytuł rysunku: <b>UKŁAD KONSTRUKCYJNY I PIĘTRA</b>		NR RYS.: 04/KB	Data: GRUDZIEŃ 2019	Skala: 1:100

UKŁAD KONSTRUKCYJNY DACHU  
SKALA 1:100



NR RYS.: 05/KB	Data: GRUDZIEŃ	Skala 1:100
-------------------	-------------------	----------------