

PROJEKT BUDOWLANY

PROJEKT GARAŻU Z ZAPLECZEM SANITARNYM DLA POTRZEB OSP

INWESTOR:

Urząd Gminy
32-740 Łapanów 34

ADRES INWESTYCJI:

Działka nr: 81/1, obręb: 0016 Wolica
Jend. Ewid: 120105_2 Łapanów

Branża: **Konstrukcja**

Projektant: mgr inż. Waldemar Potoniec
UPR.B.NR 35/2003

Sprawdzający: mgr inż. Grzegorz Bryła
UPR.NR PDK/0079/POOK/20

Kraków 2021.02

SPIS ZAWARTOŚCI

CZĘŚĆ OPISOWA :

I. DANE OGÓLNE.....	3
I.1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA	3
I.2 PODSTAWA OPRACOWANIA	3
I.3 KOPIE UPRAWNIENÍ I WPISÓW DO MAŁOPOLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW	4
I.4 OŚWIADCZENIE O POPRAWNOŚCI SPORZĄDZENIA PROJEKTU BUDOWLANEGO.....	5
II. OPIS TECHNICZNY	8
II.1 WARUNKI GRUNTOWO - WODNE.....	8
II.2 STAN PROJEKTOWANY	8
II.2.1 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA.....	8
II.2.2 OPIS SZCZEGÓŁOWY ELEMENTÓW BUDYNKU.....	9
II. MATERIAŁY	10
III. OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE	11

CZĘŚĆ RYSUNKOWA:

1K	RYSUNEK ZESTAWCZY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH - RZUT FUNDAMNETÓW	1:50
2K	RYSUNEK ZESTAWCZY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH - RZUT W POZIOMIE NIŻSZEGO STROPU	1:50
3K	RYSUNEK ZESTAWCZY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH - RZUT W POZIOMIE WYŻSZEGO STROPU	1:50
4K	RYSUNEK ZESTAWCZY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH - RZUT WIĘŻBY DACHOWEJ	1:50
5K	ZBROJENIE ELEMENTÓW ŻELBETOWYCH	1:20
6K	ZBROJENIE STROPÓW ŻELBETOWYCH	1:50
7K	ZBROJENIE SCHODÓW ŻELBETOWYCH	1:20

I. DANE OGÓLNE

I.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest budowa garażu z zapleczem sanitarnym dla potrzeb OSP w miejscowości Wolica.

I.2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Projekt budowlany rozbudowy przedmiotowego budynku branża – architektura,
 - Opinia geotechniczna sporządzona przez „Geosolum”
 - Plan zagospodarowania przestrzennego działki.
- oraz przedmiotowe normy budowlane i Prawo Budowlane.



Kraków, dnia 10 lipca 2003 r.

MOIIB.0KK.7131/20/03

DECYZJA

Na podstawie art.24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z dnia 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.), art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 106 poz. 1126 z późn. zm.), § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przemysłu i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. Nr 8 poz. 38, z późn. zm.) oraz art.104 § 2 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.).

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
stwierdza, że

Pan mgr inż. **Waldemar Potoniec**
urodzony dnia 22.04.1972 r. w Sanoku
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny 35/2003

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno -budowlanej**

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, uchwałą Nr 14 z dnia 10 lipca 2003 r. stwierdziła, że Pan Waldemar Potoniec posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w w/w specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane.

POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



Otrzymuje:
1. Pan Waldemar Potoniec
ul. Kosaka 5
32-720 Nowy Wisnicz
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. n/a

Przewodniczący
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Inżynierów Budownictwa
dr inż. Zygmunt Rawicki



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
MAP-GDE-LS3-K5X *

Pan Waldemar Potoniec o numerze ewidencyjnym MAP/BO/1248/03
adres zamieszkania Konarskiego 3/14, 30-049 Kraków
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2022-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-01-15 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pilib.org.pl lub kontaktując się z Biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 z późn. zm.) niniejszym oświadczam, że projekt budowlany

Budowa garażu z zapleczem sanitarnym dla potrzeb OSP

sporządzony w lutym 2021 dla Urzędu Gminy 32-740 Łapanów 34 roku został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

PROJEKTANT	
mgr inż. Waldemar Potoniec <i>uprawnienia MAP/BO/1248/03 do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno budowlanej, nr ewidencyjny 35/2003</i>	

Kraków, luty 2021



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
PDK-D6X-B1U-2QR *

Pan Grzegorz Bryła o numerze ewidencyjnym PDK/BO/0212/20
adres zamieszkania ul. Staffa 2/21, 39-300 Mielec
jest członkiem Podkarpackiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2021-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2020-12-18 roku przez:
Grzegorz Dubik, Przewodniczący Rady Podkarpackiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego skierowanego na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pibb.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.



PODKARPACKA OKRĘGOWA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
PDK OIIB/0054/0013/20



Rzeszów, 2020-09-30

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych
architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2019 r., poz. 1117 z późn. zm.) i art. 12 ust. 1
pkt 1 i pkt 5, art. 12 ust. 2 i ust. 3, art. 12 ust. 4c pkt 1, art. 13 ust. 1, ust. 2 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2,
art. 15a ust. 1, art. 15a ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2020 r., poz.
1333 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego
oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym, stwierdzamy, że:

Pan Grzegorz Bryła

magister inżynier
(kierunek studiów - budownictwo)
ur. dnia 24 stycznia 1987 r. miejsce urodzenia – Mielec

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny PDK/0079/POOK/20

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu
postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2020 r., poz. 256 z późn. zm.) odstępuje się od
uzasadnienia decyzji.

Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazuje na odwołanie decyzji.

Powrzenie

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 ww. ustawy Prawo budowlane - podjęcie do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w
budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków
właściwej izby samorządu zawodowego.

2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w
Warszawie, za pośrednictwem Podkarpackiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Rzeszowie w terminie 14 dni od
daty jej doręczenia. Zgodnie z treścią art. 127a k.p.a.:

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu
administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania
przez osłania ze strony postępowania decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2)
stronie nie przysługują prawa do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.



Skład Orzekający PDK OIIB

dr inż. Zbigniew Plewako.....
inż. Andrzej Tarczynski.....
mgr inż. Grzegorz Ozbóg.....

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2020 r., poz. 1333 z późn. zm.) niniejszym oświadczam, że projekt budowlany

Budowa garażu z zapleczem sanitarnym dla potrzeb OSP

sporządzony w lutym 2021 dla Urzędu Gminy 32-740 Łapanów 34 roku został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

PROJEKTANT	
mgr inż. Grzegorz Bryła <i>uprawnienia PDK/BO/0212/20 do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno budowlanej, nr ewidencyjny PDK/0079/POOK/20</i>	

Kraków, luty 2021

II. OPIS TECHNICZNY

II.1. WARUNKI GRUNTOWO - WODNE

Na podstawie Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa Gospodarki Morskiej w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych z dnia 25 kwietnia 2012r (Dz. U., poz. 463) przedmiotowy zespół budynków mieszkalnych zaliczono do **pierwszej kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych**.

W celu zminimalizowania wpływu zawilgocenia gruntu na stateczność budowli należy chronić odsłonięte w czasie robót budowlanych grunty przed napływem wody opadowej czy gruntowej, uplastycznieniem bądź przemarzaniem, a także w przypadku piasków – przed rozluźnieniem.

Do obliczeń statycznych przyjęto następujące parametry gruntu w poziomie posadowienia:

-Dla stóp fundamentowych grunty o parametrach

WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH												
TEMAT : Garaż z zapleczem sanitarnym dla OSP w Wolicygm, Łapanów, działka nr 81/1.												
OBJĄNIENIA GEOLOGICZNE		PARAMETRY GEOTECHNICZNE wg. PN 81B-00000										
Profil straty graficzno- biologicznej	Opis biologiczno- genetyczno-stratygraficzny	Nr warstwy geotechnicznej	Symbol gruntu wg PN 74/B-02480	Symbol geologicznej konsolidacji gruntu	Stopień zgrubnienia ID	Stopień plastyczności IL	Włóknistość naturalna W _n [%]	Gęstość objętościowa ρ _s [t/m ³]	Ścisłość e _u [kPa]	Kat tarcia wewnętrznego φ [°]	Edometryczny moduł ściśliwości wstępnej M _u [kPa]	Edometryczny moduł ściśliwości powolnej M _{lv} [kPa]
CZWARTOGRZĘD	Gliny piasiste	I	Gπ	C		0,20	21	2,10	19	15		20 000
	Pyły	II	Π	C		0,20	22	2,05	18	15		20 000
	Pyły	III	Π	C		0,25	23	2,05	15	14		18 000
	Gliny piasiste zwięzłe przewarstwione pyłami	IV	Gπz/Π	C		0,30	26	1,90	13	13		16 000

Uwaga: W trakcie wykonywania robót ziemnych konieczna jest **konsultacja z geologiem** celem potwierdzenia założonych w opinii geotechnicznej oraz w projekcie parametrów geotechnicznych gruntu zalegającego poniżej fundamentów. W przypadku stwierdzenia występowania w poziomie posadowienia gruntów o parametrach gorszych od założonych w obliczeniach statycznych i w projekcie należy zmienić sposób posadowienia budynku dostosowując go do rzeczywistych warunków panujących na działce po skonsultowaniu się z konstruktorem.

II.2. STAN PROJEKTOWANY

II.2.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA

Projektuje się budynek garażowy wraz z infrastrukturą w formie obiektu 2-kondygnacyjnego, niepodpiwniczzonego, ze stropem nad parterem wylewanymi na mokro i stromym dachem w konstrukcji drewnianej. Stropy nad parterem wykonane będą z uskokiem.

Przyjęto wykonanie budynku w technologii tradycyjnej z murowanymi ścianami, ze stropem żelbetowym płytowym wylewanymi na mokro o gr. 15 cm. Strop rozpięty między belkami żelbetowymi oraz wieńcami żelbetowymi wg projektu konstrukcji. W ścianach należy wykonać trzpienie żelbetowe zgodnie z rysunkami konstrukcyjnymi. Dach dwuspadowy w konstrukcji drewnianej krokwiowo jętkowej kryty blachą. Rozwiązanie fundamentowania bezpośredniego w postaci ław fundamentowych. Minimalny poziom posadowienia ze względu na przemarzanie to -1.2 m poniżej poziomu terenu projektowanego. Ławy należy posadowić na gruncie rodzimym nośnym i poduszce z chudego betonu.

Układ konstrukcyjny budynku: ortogonalny. Usztywnienie budynku stanowią belki i wieńce żelbetowe, klatka schodowa oraz trzpienie żelbetowe w ścianach.

Do obliczeń elementów konstrukcji budynku przyjęto obciążenia wiatrem dla I strefy oraz obciążenia śniegiem dla III strefy (dla budynku ogrzewanego).

Dopuszczalne charakterystyczne obciążenie śniegiem połaci dachowej wynosi 0.96kN/m² [96kg/m²] co odpowiada:

96cm – śnieg świeży

48cm – śnieg osiadły kilka godzin po opadach

27cm – śnieg stary kilka tygodni po opadach

24 cm – śnieg mokry

Po przekroczeniu wyżej wymienionych grubości pokrywy śnieżnej na dachu należy niezwłocznie dokonać ich ośnieżenia.

Ciężary śniegu wg PN-B-02011 (obciążenie śniegiem załącznik E)

1.0 kN/m² – śnieg świeży

2.0 kN/m² – śnieg osiadły kilka godzin po opadach

3.5 kN/m² – śnieg stary kilka tygodni po opadach

4.0 kN/m² – śnieg mokry

Obciążenie użytkowe, charakterystyczne przyjęte dla stropów:

- 150 kg/m² – dla pomieszczeń użytkowych
- 50 kg/m² – dla stropu nad garażem

Poziom „zera” budynku założono zgodnie z dokumentacją architektoniczną.

II.2.2. OPIS SZCZEGÓŁOWY ELEMENTÓW BUDYNKU

Ściany zewnętrzne (projektowane) warstwowe:

-mur z pustaka ceramicznego typu porotherm na zaprawie cementowo - wapiennej marki 50 - gr. 25cm - nienośny

-styropian grubości według projektu architektonicznego

Belki żelbetowe wylewane na mokro. Przekroje belek - prostokątne. Beton B25 (C20/25), stal A IIIN (BST500S). Belki wykonać na gotowo w szalunkach w trakcie wykonywania stropów. Belki wykonać po całym obwodzie budynku ze szczególnym uwzględnieniem dobrożenia załamów stropu.

Nadproża wykonane poniżej poziomu stropu i oznaczone na rysunkach, prefabrykowane 2xL19 lub w konstrukcji murarskiej. Beton wypełniający: B25 (C20/25).

Strop nad parterem i garażem – monolityczny, żelbetowy, wylewany „na mokro: o gr. 15cm, krzyżowo zbrojony prętami #10 mm. Projektuje się uskok stropu pomiędzy pomieszczeniami sanitarnymi a garażem.

Słupy i filary żelbetowe - żelbetowe, monolityczne wylane w deskowaniu o przekroju zgodnym z architekturą. Słupy należy zbroić prętami #12 zgodnie z rysunkami zbrojenia.

Wykopy - wąskoprzestrzenne do poziomu spodu stóp fundamentowych (+10 cm na warstwę z chudego betonu należy wykonać w suchej porze roku i nie dopuścić do zawodnienia wykopów. Głębokość wykopu dostosować do poziomu posadowienia stóp fundamentowych w porozumieniu z geologiem. Ostatnie 20 cm wykopu odspoić w sposób ręczny, bezpośrednio przed położeniem chudego betonu.

Należy zwrócić uwagę na właściwe odprowadzenie wód opadowych oraz wód gruntowych tak, aby nie przedostawały się do wykopów budowlanych zarówno w okresie budowy jak i eksploatacji. W przypadku pojawienia się wód gruntowych w wykopach niezbędne jest wykonanie drenażu, który odprowadzi wody poza obręb inwestycji.

Ławy fundamentowe - parametry techniczne podłoża gruntowego przyjęto na podstawie dokumentacji geotechnicznej. Przyjęto rozwiązanie fundamentowania bezpośredniego w postaci ław fundamentowych. Minimalny poziom posadowienia -1.2m względem poziomu terenu projektowanego. Ławy fundamentowe wykonać jako żelbetowe, wylane na mokro w deskowaniu na warstwie wyrównawczej z chudego betonu gr. 10 cm. Ławy wykonać z betonu B25 (C20/25) - wodoszczelny W8, stal zbrojeniowa klasy AIIIIN (BST500S).

Uwaga: W trakcie wykonywania robót ziemnych i fundamentowych **konieczna jest konsultacja z geologiem** celem potwierdzenia założonych w opinii geotechnicznej oraz w projekcie parametrów geotechnicznych gruntu.

Schody żelbetowe – dwubiegowe ze spocznikiem zbrojone prętami #12 co 10 cm i zbrojeniem rozdzielczym #8 co 20 wykonać z betonu C20/25 (B25), stal AIIIIN. Kształt i długość pręta należy dostosować do geometrii schodów z uwzględnieniem długości zakładu wynoszącego minimum 40 średnic pręta. Płytę schodów należy wykonać o gr. 15 cm.

Dach dwuspadowy – Konstrukcja dachu drewniana krokwiowo-jętkowa o przekrojach jak na architekturze i rysunkach zestawczych konstrukcji. Dach kryty blachą. Murlaty mocować do wieńca na śruby M14 w rozstawie co 100 cm. Przekroje drewnianej więźby dachowej zostały podane na rysunkach architektonicznych

II.3. MATERIAŁY

Pustak porotherm gr. 52cm

Beton B 25 (C20/25)

Stal zbrojeniowa A IIIIN (BST-500S)

Drewno klasy C24

OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

PROJEKTANT: **mgr inż. Waldemar POTONIEC**

SPRAWDZAJĄCY: **mgr inż. Grzegorz Bryła**

DATA OPRACOWANIA: **luty 2021**

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Kąt nachylenia połaci dachowych: $\alpha := 35 \cdot \text{deg}$
 $\alpha = 35 \cdot \text{deg}$ $\cos(\alpha) = 0.819$ $\sin(\alpha) = 0.574$

Obciążenie śniegiem.

Lokalizacja w III strefie śniegowej: $A := 300 \cdot \text{m}$ n.p.m

$C_e := 1.0$ -współczynnik ekspozycji

$C_t := 1.0$ -współczynnik termiczny

$$s_k := \max \left[1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, \left(\frac{0.006}{\text{m}} \cdot A - 1.2 \right) \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right] = 1.2 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

-obciążenie charakterystyczne śniegiem

$$\mu_1 := 0.8$$

$$\mu_1 = 0.8$$

-współczynnik kształtu dachu

Obciążenie charakterystyczne śniegiem połaci dachowej:

$$S_k := s_k \cdot \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t$$

$$S_k = 1.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Obciążenie wiatrem:

Lokalizacja w strefie wiatrowej I:

$$q_k := 0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_k = 0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

-char. ciśnienie prędkości wiatru

Teren otwarty A.

$$C_e := 1.0$$

-współczynnik ekspozycji

$$\beta := 1.8$$

-budowla niepodatna na dynamiczne działanie wiatru.

$$C_{zp1} := -0.4 \cdot \text{deg}$$

$$C_{zp1} = -0.4 \cdot \text{deg}$$

-wpółczynnik aerodynamiczny dla ssania strona zawietrzna

dla połaci o kącie nachyleni

$$C_{zs1} := -0.045(40 \cdot \text{deg} - \alpha)$$

$$C_{zs1} = -0.225 \cdot \text{deg}$$

-wpółczynnik aerodynamiczny dla ssania strona nawietrzna

$$\alpha = 35 \cdot \text{deg}$$

$$C_{zs2} := 0.015 \cdot \alpha - 0.2 \cdot \text{deg}$$

$$C_{zs2} = 0.325 \cdot \text{deg}$$

-wpółczynnik aerodynamiczny dla parcia strona nawietrzna

Charakterystyczne obciążenie wiatrem połaci dachowej:

$$w_{ks1} := q_k \cdot C_e \cdot C_{zp1} \cdot \frac{\beta}{\text{deg}}$$

$$w_{ks1} = -0.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

-ssanie połąć zawietrzna dla połaci zawietrznej o kącie nachylenia

$$\alpha = 35 \cdot \text{deg}$$

$$w_{ks2} := q_k \cdot C_e \cdot C_{zs1} \cdot \frac{\beta}{\text{deg}}$$

$$w_{ks2} = -0.101 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

-ssanie połąć nawietrzna

$$w_{kp1} := q_k \cdot C_e \cdot C_{zs2} \cdot \frac{\beta}{\text{deg}}$$

$$w_{kp1} = 0.146 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

-parcie połąć nawietrzna

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ NA POŁAĆ DACHOWĄ

Blacha : Wartość charakterystyczna. Wsp. obciążenia. Wartość obliczeniowa.

$$g_{1k} := 0.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad g_{1k} = 0.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad \gamma_f := 1.35 \qquad g_1 := g_{1k} \cdot \gamma_f \qquad g_1 = 0.135 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Deskowanie pełne:

$$g_{2k} := 7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 2.4 \text{cm} \qquad g_{2k} = 0.168 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad \gamma_f := 1.35 \qquad g_2 := g_{2k} \cdot \gamma_f \qquad g_2 = 0.227 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Krokwie 8x16 rozstaw 90 cm:

$$g_{3k} := 7 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 0.08 \cdot \text{m} \cdot 0.16 \cdot \frac{100}{90} \qquad g_{3k} = 0.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad \gamma_f := 1.35 \qquad g_3 := g_{3k} \cdot \gamma_f \qquad g_3 = 0.134 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wełna mineralna - 30 cm:

$$g_{4k} := 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 30 \text{cm} \qquad g_{4k} = 0.135 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad \gamma_f := 1.35 \qquad g_4 := g_{4k} \cdot \gamma_f \qquad g_4 = 0.182 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

płyt G-k - 12,5 mm:

$$g_{5k} := 0.07 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad g_{5k} = 0.07 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad \gamma_f := 1.35 \qquad g_5 := g_{5k} \cdot \gamma_f \qquad g_5 = 0.095 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Śnieg

$$g_{sk} := S_k \qquad g_{sk} = 1.28 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad \gamma_f := 1.5 \qquad g_s := g_{sk} \cdot \gamma_f \qquad g_s = 1.92 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Wiatr

dla parcia

$$g_{wpk} := w_{pk1} \qquad g_{wpk} = 0.146 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad \gamma_f := 1.5 \qquad g_{wp} := g_{wpk} \cdot \gamma_f \qquad g_{wp} = 0.219 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

dla ssania

$$g_{ws1} := w_{ks1} \qquad g_{ws1} = -0.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad \gamma_f := 1.5 \qquad g_{ws1} := g_{ws1} \cdot \gamma_f \qquad g_{ws1} = -0.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{ws2} := w_{ks2} \qquad g_{ws2} = -0.101 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \qquad \gamma_f := 1.5 \qquad g_{ws2} := g_{ws2} \cdot \gamma_f \qquad g_{ws2} = -0.152 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{kdach} := \frac{g_{1k} + g_{2k} + g_{3k} + g_{4k} + g_{5k}}{\cos(\alpha)} + g_{wpk} + g_{sk}$$

$$q_{kdach} = 2.125 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

RAZEM OBC. Z DACHU NA RZUT POŁACI:

$$q_{dach} := \frac{g_1 + g_2 + g_3 + g_4 + g_5}{\cos(\alpha)} + g_{wp} + g_s$$

$$q_{dach} = 3.083 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

OBCIĄŻENIA STROPÓW NAD GARAŻEM

Zestawienie obciążeń.

	Wartość charakterystyczna.	Wsp.obc.	Wartość obliczeniowa.
Płyta OSB gr. 15mm:			
$p_{1k} := 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{1k} = 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_1 := p_{1k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_1 = 0.203 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Wełna mineralna 25cm:			
$p_{2k} := 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 25\text{-cm}$	$p_{2k} = 0.113 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_2 := p_{2k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_2 = 0.152 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Styropian 5 cm:			
$p_{3k} := 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 5\text{-cm}$	$p_{3k} = 0.023 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_3 := p_{3k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_3 = 0.03 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Płyta gr. 16 cm:			
$p_{4k} := 24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 16\text{-cm}$	$p_{4k} = 3.84 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_4 := p_{4k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_4 = 5.184 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Tynk cem-wap 1.5cm:			
$p_{5k} := 19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 1.5\text{-cm}$	$p_{5k} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_5 := p_{5k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_5 = 0.385 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Obc. użytkowe:			
$p_{6k} := 0.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{6k} = 0.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.5$	$p_6 := p_{6k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_6 = 0.75 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Razem na 1m² płyty: $i := 1..5$	$p_{sp'} := \left(\sum_i p_i \right)$		$p_{sp'} = 5.954 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

OBCIĄŻENIA STROPÓW NAD POMIESZCZENIAMI

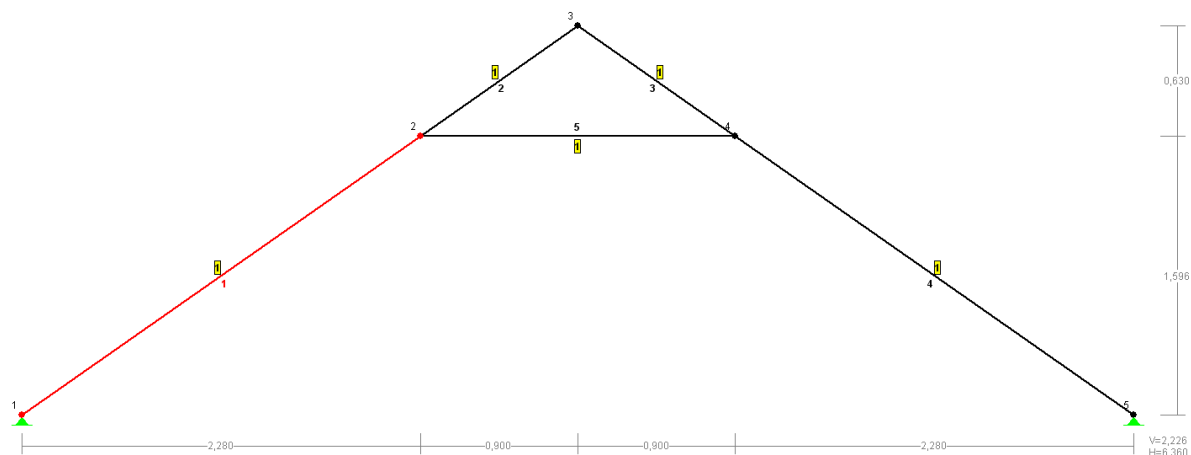
Zestawienie obciążeń.

	Wartość charakterystyczna.	Wsp.obc.	Wartość obliczeniowa.
Warstwy wykończeniowe 2 cm:			
$p_{1k} := 21 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 2\text{-cm}$	$p_{1k} = 0.42 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_1 := p_{1k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_1 = 0.567 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Wylewka cementowa 5 cm:			
$p_{2k} := 22 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 5\text{-cm}$	$p_{2k} = 1.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_2 := p_{2k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_2 = 1.485 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Styropian 10 cm:			
$p_{3k} := 0.45 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 10\text{-cm}$	$p_{3k} = 0.045 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_3 := p_{3k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_3 = 0.061 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Płyta gr. 16 cm:			
$p_{4k} := 24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 16\text{-cm}$	$p_{4k} = 3.84 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_4 := p_{4k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_4 = 5.184 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Tynk cem-wap 1.5cm:			
$p_{5k} := 19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot 1.5\text{-cm}$	$p_{5k} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.35$	$p_5 := p_{5k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_5 = 0.385 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Obc. użytkowe:			
$p_{6k} := 1.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$p_{6k} = 1.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{ff} := 1.5$	$p_6 := p_{6k} \cdot \gamma_{ff}$ $p_6 = 2.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
Razem na 1m² płyty: $i := 1..5$	$p_{sp'} := \left(\sum_i p_i \right)$		$p_{sp'} = 7.681 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

I. Wieżba dachowa.

1. Przedstawienie konstrukcji.

1.1. Gabaryty.



Rozstaw krokwi 90cm (w rzucie).

1.2. Przekroje elementów.

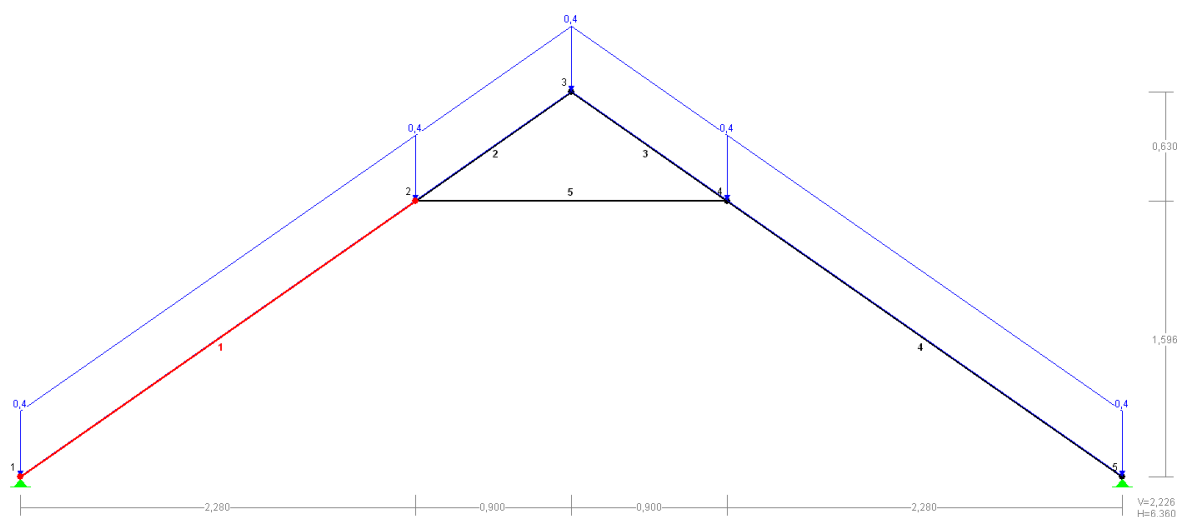
8x16cm - krokwie

1.3. Materiał.

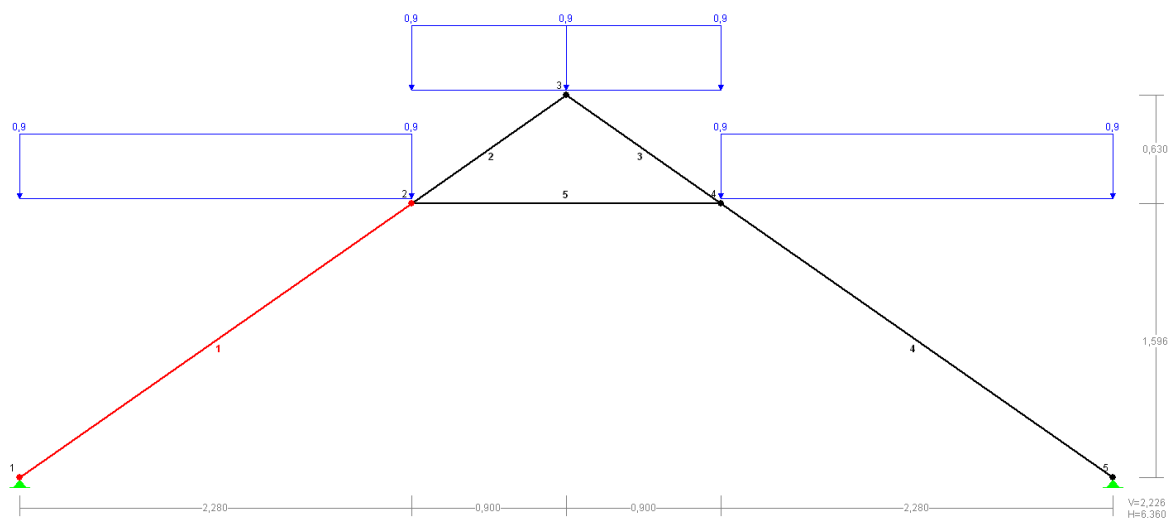
Drewno – C24

1.4. Obciążenia.

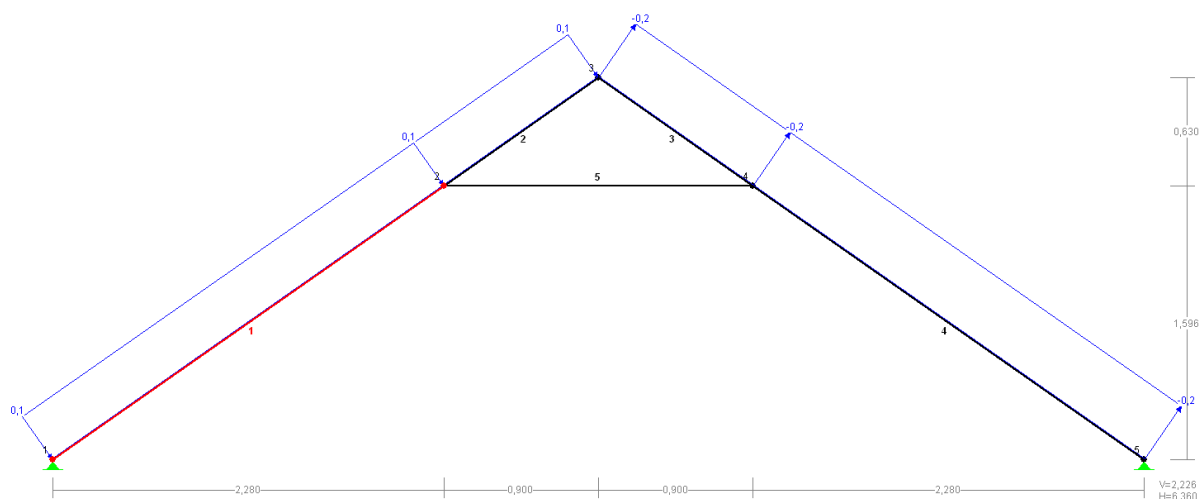
1.4.1. Ciężar warstw (wartość charakterystyczna).



1.4.2. Obciążenie klimatyczne – śnieg (wartość charakterystyczna).



1.4.3. Obciążenie klimatyczne – wiatr (wartość charakterystyczna).



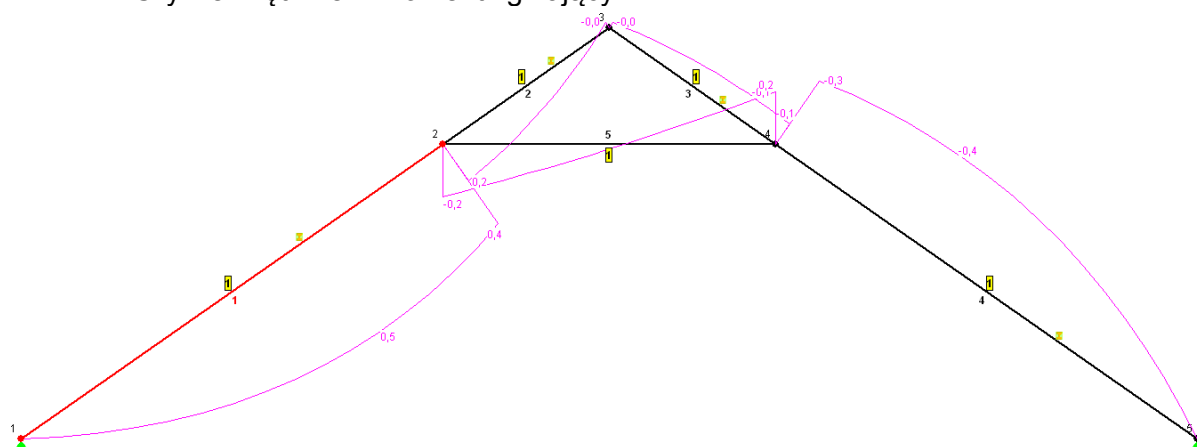
1.4.4. Atrybuty i mnożniki.

Nr	Opis	Obc(+)	Obc(-)	Udz.	Atrybut
1	Ciężar własny 1,1	1,1		1	Stały
2	Ciężar warstw	1,35	1,35		1 Stały
3	Śnieg	1,5	1,5		1 Zmienny
4	Wiatr	1,5	1,5		1 Zmienny

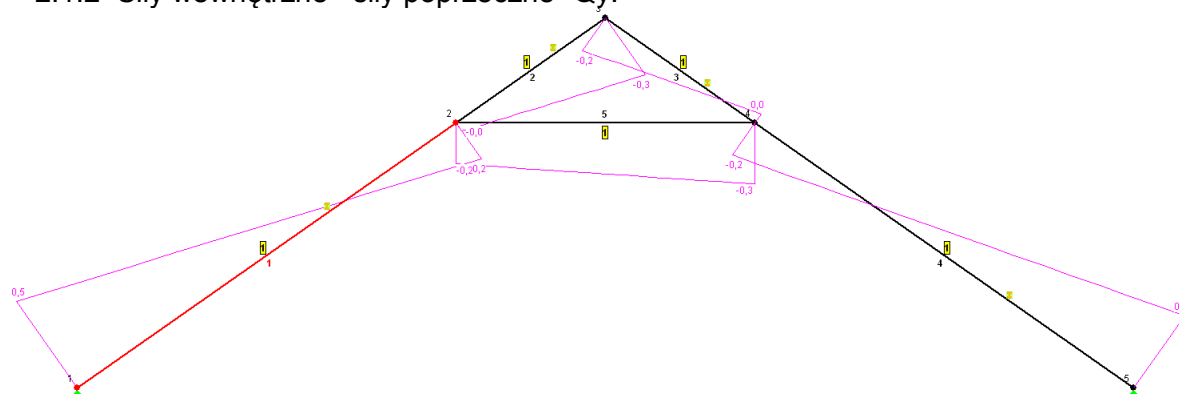
2. Wyniki obliczeń statycznych.

2.1. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

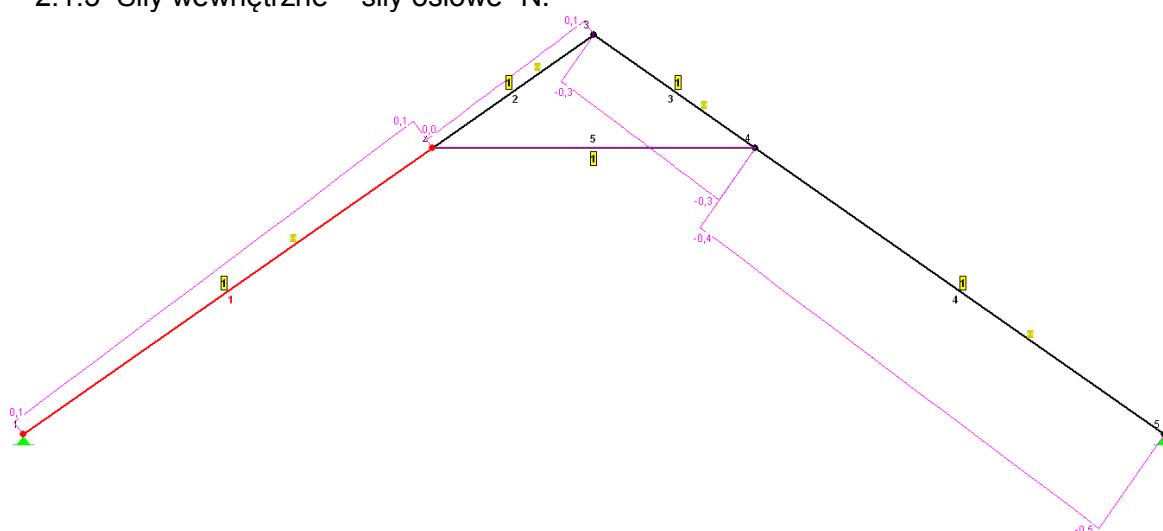
2.1.1 Siły wewnętrzne – moment zginający - M_z .



2.1.2 Siły wewnętrzne – siły poprzeczne - Q_y .



2.1.3 Siły wewnętrzne – siły osiowe - N .



3. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów drewnianych.

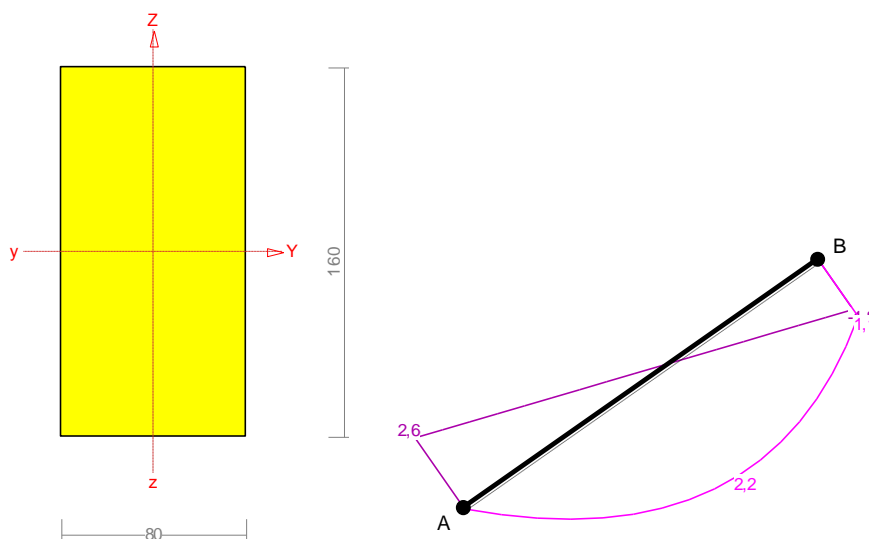
3.1. Nośność elementów.



3.2. Wymiarowanie krokwi.

Pręt nr 1

Zadanie: wiezba dachowa



Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Nośność na rozciąganie: □

Wyniki dla $x_a=2,78$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „D”.Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 128,00$ cm².

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0,4 / 128,00 \times 10 = 0,0 < 6,46 = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,78$ m, przy obciążeniach „ABC”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 8,6 / 128,00 \times 10 = 0,7 < 2,12 = 0,219 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,57$ m; $x_b=1,22$ m, przy obciążeniach „ABC”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,6}{0,835 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{6,0}{11,08} = 0,609 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,6}{0,219 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{6,0}{11,08} = 0,640 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,57$ m; $x_b=1,22$ m, przy obciążeniach „ABCD”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 2,2 / 341,33 \times 10^3 = 6,3 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,91$ m; $x_b=0,87$ m, przy obciążeniach „CD”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{6,46} + \frac{1,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0}{6,46} + 0,7 \times \frac{1,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,1 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,57$ m; $x_b=1,22$ m, przy obciążeniach „ABCD”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5^2}{9,69^2} + \frac{6,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,6 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,5^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{6,3}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,4 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,35$ m; $x_b=2,44$ m, przy obciążeniach „ABCD”.

Warunek nośności

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

Stan graniczny użytkowania:

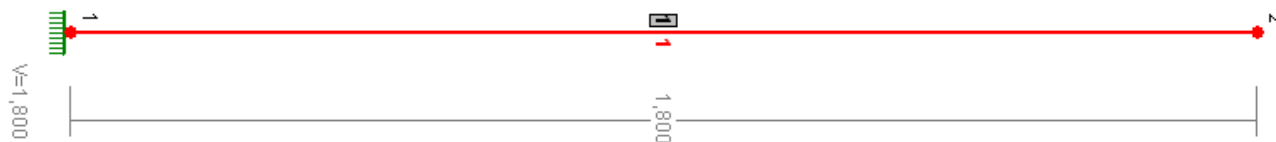
Wyniki dla $x_a=2,61$ m; $x_b=0,17$ m, przy obciążeniach „ABCD”.

$$u_{z,fin} = -0,8 + -17,2 = 18,0 < 26,0 = u_{net,fin}$$

II. Trzpienie żelbetowe

1. Przedstawienie konstrukcji.

1.1. Gabaryty.



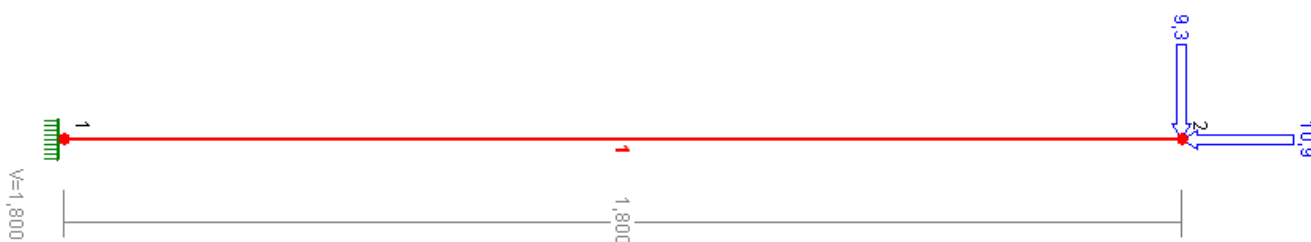
3.3. Przekroje elementów. 25x25cm – trzpienie

3.4. Materiał.

Beton – B20/25 (C25)

3.5. Obciążenia.

3.5.1. Obciążenie z dachu (wartość charakterystyczna).



3.5.2. Atrybuty i mnożniki.

Nr	Opis	Obc(+)	Obc(-)	Udz.	Atrybut
1	Ciężar własny	1,1	1,1	1	Stały
2	Obc z dachu	1,45	1,45	1	Zmienny

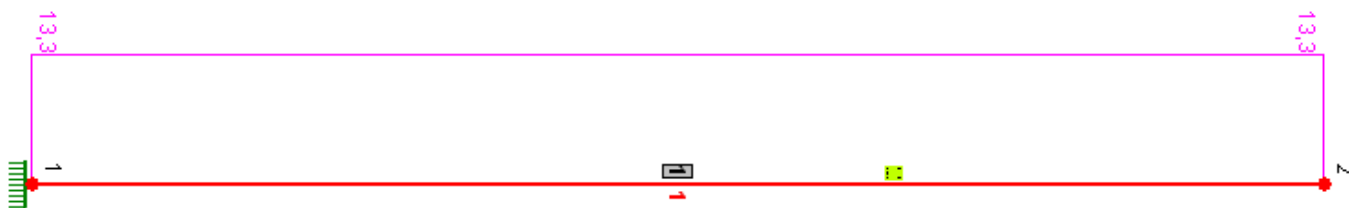
4. Wyniki obliczeń statycznych.

2.2. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

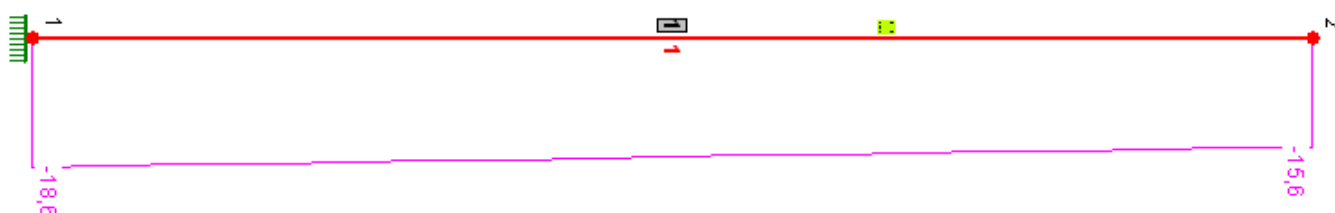
2.2.1 Siły wewnętrzne – moment zginający - Mz.



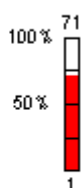
2.2.2 Siły wewnętrzne– siły poprzeczne -Qy.



2.2.3 Siły wewnętrzne – siły osiowe -N.



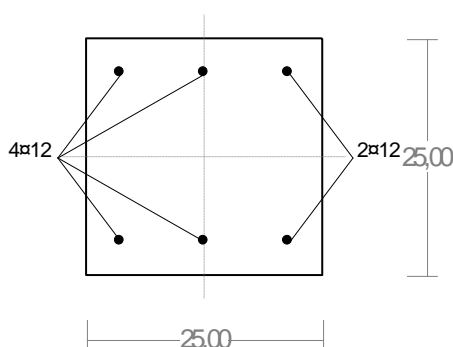
5. Wymiarowanie elementów żelbetowych.



Przekrój nr: 1

" B 25,0x25,0 "

Cechy przekroju:



Wymiary przekroju [cm]:

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

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20 $f_{ck} = 16,0$ MPa, $f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 16,0 / 1,50 = 10,7$ MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

 $A_c = 625$ cm², $J_{cx} = 32552$ cm⁴, $J_{cy} = 32552$ cm⁴**STAL: A-IIIN (RB 500)** $f_{yk} = 500$ 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:

 $A_{s1} + A_{s2} = 6,79$ cm², $\rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 6,79 / 625 = 1,09$ %, $J_{sx} = 538$ cm⁴, $J_{sy} = 358$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**Momenty zginające: $M_x = 12,0$ kNm, $M_y = 0,0$ kNm,Siły poprzeczne: $V_y = 13,3$ kN, $V_x = 0,0$ kN,Siła osiowa: $N = -17,1$ kN = N_{sd} ,

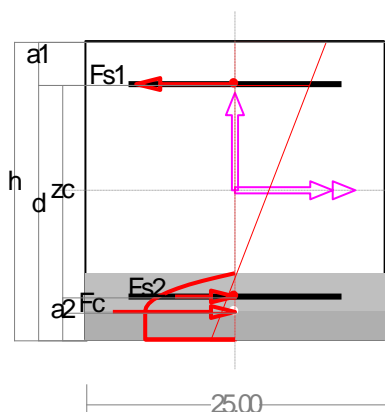
Uwzględnienie smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey} = M_x/N = (12,0)/(-17,1) = -0,702 \text{ m},$$

$$M_{Sdx} = \eta_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,020 \times (-0,018 - 0,702) \times (-17,1) = 12,5 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = -18,6 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(24,8^2 + 0,0^2)} = 24,8 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa} (f_{td} = 478 \text{ MPa} - \text{uwzgl. wzmocnienia}),$$

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

$$A_{s1} = 2,82 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3 \times 12 = 3,39 \text{ cm}^2),$$

Zbrojenie ściskane (* $A_{s2} = 0$ nie jest obliczeniowo wymagane. *) ($\epsilon_c = -3,50 \text{ ‰}$):

$$A_{s2} = 0,79 \text{ cm}^2 \Rightarrow (1 \times 12 = 1,13 \text{ cm}^2) *$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 3,61 \text{ cm}^2,$$

$$\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 3,61 / 625 = 0,58 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 25,0, d = 21,4, x = 5,5 (\xi = 0,259),$$

$$a_1 = 3,6, a_2 = 3,6, a_c = 2,3, z_c = 19,1, A_{cc} = 139 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -3,50 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -1,23 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -120,1, F_{s1} = 121,1, F_{s2} = -19,5,$$

$$M_c = 12,2, M_{s1} = 10,8, M_{s2} = 1,7,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} + F_{s2} = -120,1 + (121,1) + (-19,5) = -18,6 \text{ kN} (N_{Sd} = -18,6 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} + M_{s2} = 12,2 + (10,8) + (1,7) = 24,8 \text{ kNm} (M_{Sd} = 24,8 \text{ kNm})$$

Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

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

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

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

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

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

podatności węzłów ustalone według załącznika C normy, współczynnik β obliczono jak dla pręta swobodnego:

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

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

$$\beta = 1,000 \Rightarrow l_o = 1,000 \times 1,800 = 1,800 \text{ m}$$

Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

- w płaszczyźnie ustroju:

$$\text{mimośród niezamierzony: } (l_{col} = 1,800 \text{ m}, h = 0,250 \text{ m}, n = 1)$$

$$e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} \left(1 + \frac{1}{n} \right), \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,006, 0,008, 0,010 \rangle = 0,010 \text{ m, przyjęto:}$$

$$e_a = 0,018 \text{ m},$$

$$\text{mimośród statyczny: } M_{\max} = \max M_{Sd} = 23,9 \text{ kNm}, \quad N_{Sd} = -18,6 \text{ kN} \Rightarrow e_e = |M_{\max}/N| = |23,9/(-18,6)| = 1,285 \text{ m},$$

$$\text{mimośród początkowy: } e_o = e_a + e_e = 0,018 + 1,285 = 1,303 \text{ m},$$

obliczenie siły krytycznej:

- długość wybocheniowa: $l_0 = 3,600$ m (obliczona wg PN),
- moduł sprężystości betonu: $E_{cm} = 29,0 \cdot 10^6$ kPa,
- momenty bezwładności: $I_c = 3,2552 \cdot 10^{-4}$ m⁴,
 $I_s = 0,0538 \cdot 10^{-4}$ m⁴ (dla zbrojenia rzeczywistego)
- $e_o/h = \max\langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_0/h + f_{cd}) \rangle = \max\langle 5,212, 0,05, 0,249 \rangle = 5,212$,
- $k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{Sd,lt}/N_{Sd}) \phi_{(t,t_0)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000$,

$$N_{crit} = \frac{9}{l_0^2} \left[\frac{E_{cm} I_c}{2k_{lt}} \left(\frac{0,11}{0,1 + \frac{e_o}{h}} + 0,1 \right) + E_s I_s \right] =$$

$$\frac{9}{3,600^2} \left[\frac{2,900 \cdot 10^6 \times 3,255 \cdot 10^4}{2 \times 2,000} \left(\frac{0,11}{0,1 + 5,212} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^6 \times 5,375 \cdot 10^6 \right] = 944,4 \text{ kN}$$

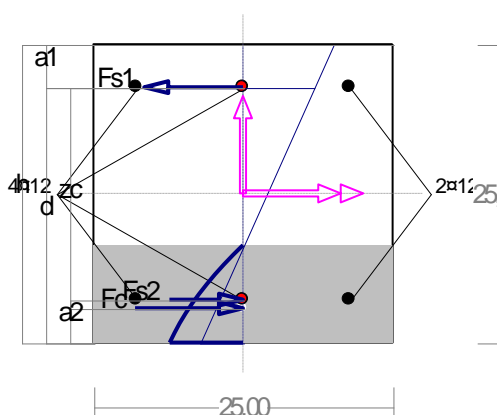
współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (18,6/944,4)} = 1,020$$

- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

Nośność przekroju prostopadłego:



Wielkości obliczeniowe:

- $N_{Sd} = -18,6$ kN,
- $M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx})^2 + (M_{Sdy})^2} = \sqrt{(24,8^2 + 0,0^2)} = 24,8$ kNm
- $f_{cd} = 10,7$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa ($f_{td} = 478$ MPa - uwzgl. wzmocnienia),
- Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 3,39$ cm²,
- Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 3,39$ cm²,
- $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 6,79$ cm², $\rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 6,79 / 625 = 1,09$ %

Wielkości geometryczne [cm]:

- $h = 25,0$, $d = 21,4$, $x = 8,2$ ($\xi = 0,381$),
- $a_1 = 3,6$, $a_2 = 3,6$, $a_c = 2,9$, $z_c = 18,5$, $A_{cc} = 204$ cm²,
- $\varepsilon_c = -1,14$ ‰, $\varepsilon_{s2} = -0,64$ ‰, $\varepsilon_{s1} = 1,85$ ‰,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -101,0, F_{s1} = 125,7, F_{s2} = -43,3,$$

$$M_c = 9,7, M_{s1} = 11,2, M_{s2} = 3,9,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 29,6 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 9,7 + (11,2) + (3,9) = 24,8 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie trzypień, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 8$ mm ze stali A-0, dla której $f_{ywd} = 190$ MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{16} / 500 = 0,00064$$

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Maksymalny rozstawy strzemion:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 214 = 160 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 160$ mm.

Ze względu na pręty ściskane $s_{max} = 15 \phi = 15 \times 12,0 = 180,0$ mm.

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

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

$$\rho_w = \mathbf{0,00268} > \mathbf{0,00064} = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Odcinek nr 4

Początek i koniec odcinka: $x_a = 135,0$ $x_b = 180,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = -16,3$;
 $V_{Sd \max} = 13,3$ kN

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = 13,3$ kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{3,39}{25,0 \times 21,4} = 0,00634; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00634$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 16,3 / 625,00 \times 10 = 0,3 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,3$ MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,39 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,00634) + 0,15 \times 0,3] \times 25,0 \times 21,4 \times 10^{-1} = 36,1$$

kN

$$V_{Sd} = 13,3 < 36,1 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = \mathbf{13,3} < \mathbf{36,1} = V_{Rd1}$$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 10,7 \times 25,0 \times 14,8 \times 10^{-1} = 111,2 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,3 / 10,7 = 1,024$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,024 \times 111,2 = 113,9 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd2,red} = 111,2$ kN

$$V_{Sd} = \mathbf{13,3} < \mathbf{111,2} = V_{Rd2,red}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

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

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 13,3 \times (1,000) = 6,6 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 125,7 + 6,6 = 132,4 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 125,7 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 125,7$ kN

$$F_{td} = \mathbf{125,7} < \mathbf{142,5} = 3,39 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

Położenie przekroju:

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

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = -16,7 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -13,6 \text{ kN} \quad e = 124,9 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = 9,3 \text{ kN}$$

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

$$d = h - a_1 = 25,0 - 3,6 = 21,4 \text{ cm}$$

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

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

Wymiary przekroju:

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 323 / 280 = 0,88 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 3,39 > 0,88 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 2604 \times 10^{-3} = 4,9 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e / W_c - 1 / A_c} = \frac{1,9}{24,9 / 2604,17 - 1 / 625,01} \times 10^{-1} = -4,1 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 13,6 > 4,1 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 3,39 / 146 = 0,02326$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 12 / 0,02326 = 101,59$$

$$\varepsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = 255,4 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-4,1 / 13,6)^2] = 0,00122$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,7 \times 101,59 \times 0,00122 = 0,21 \text{ mm}$$

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

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 2604 \times 10^{-3} = 4,9 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -16,7 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -16,7 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 12,5 \text{ cm}$$

$$I_I = 36259 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 5,2 \text{ cm}$$

$$I_{II} = 7373 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \frac{29000 \times 7373}{-1,0 \times 0,5 (4,9 / 16,7)^2 (1 - 7373 / 36259)} \times 10^{-5} = 2215 \text{ kNm}^2$$

Sztywność dla krótkotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -16,7 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 12,5 \text{ cm}$$

$$I_I = 36259 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 5,2 \text{ cm}$$

$$I_{II} = 7373 \text{ cm}^4$$

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

$$= \frac{29000 \times 7373}{-1,0 \times 0,5 (4,9/16,7)^2 \times (1 - 7373/36259)} \times 10^{-5} = 2215 \text{ kNm}^2$$

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -16,7 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 12,5 \text{ cm}$ $I_I = 43673 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 7,5 \text{ cm}$ $I_{II} = 18146 \text{ cm}^4$

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

$$= \frac{9667 \times 18146}{-1,0 \times 0,5 \times (4,9/16,7)^2 \times (1 - 18146/43673)} \times 10^{-5} = 1800 \text{ kNm}^2$$

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

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{\infty,d} = 7,7 - 7,7 + 9,6 = 9,6 \text{ mm}$$

1. Wyniki obliczeń – statyka i wymiarowanie stropu

Założenia:

Beton: C20/25 (B25)

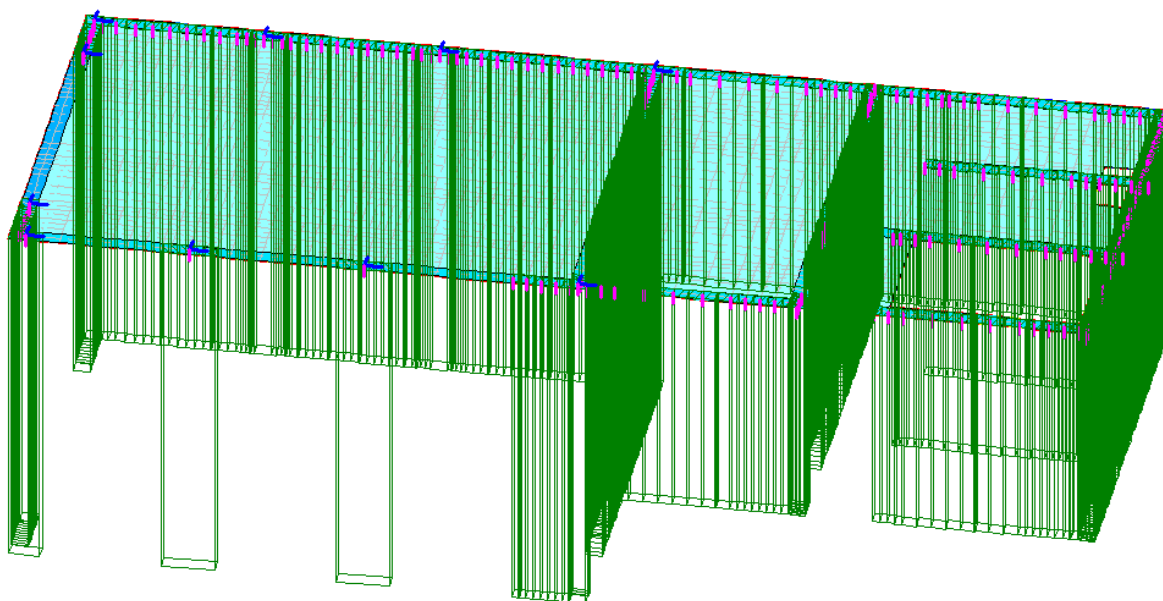
Stal: AIIIIN

Otulina: – 3 cm

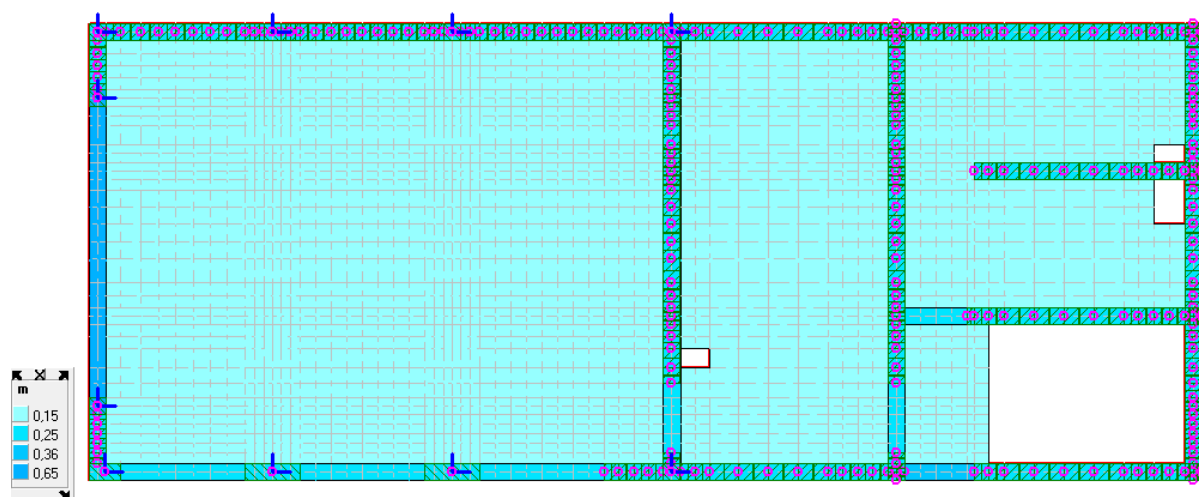
2. Płyta strop nad parterem

2.1. Płyta stropodachu – przedstawienie konstrukcji

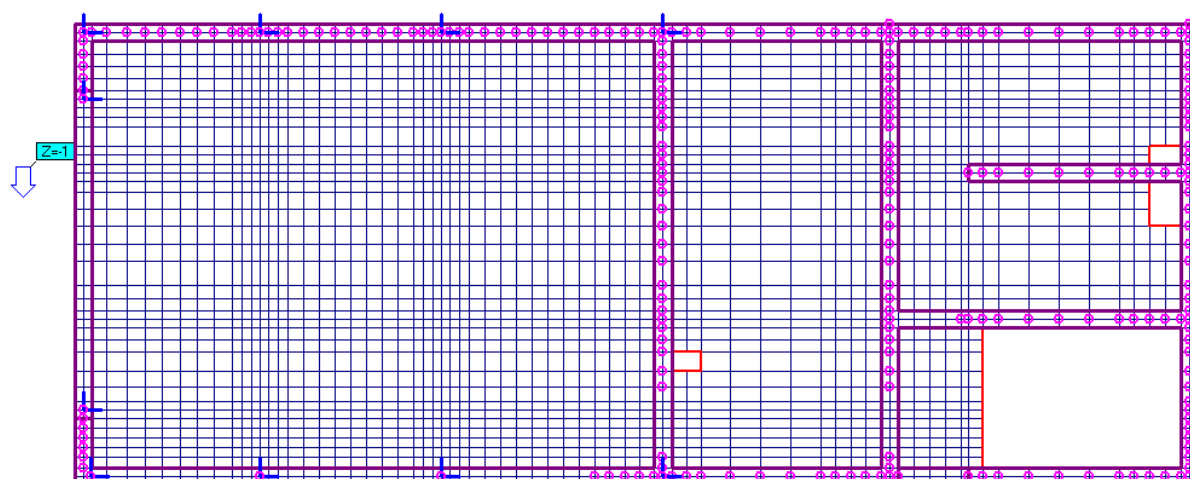
2.1.1. Schemat konstrukcji



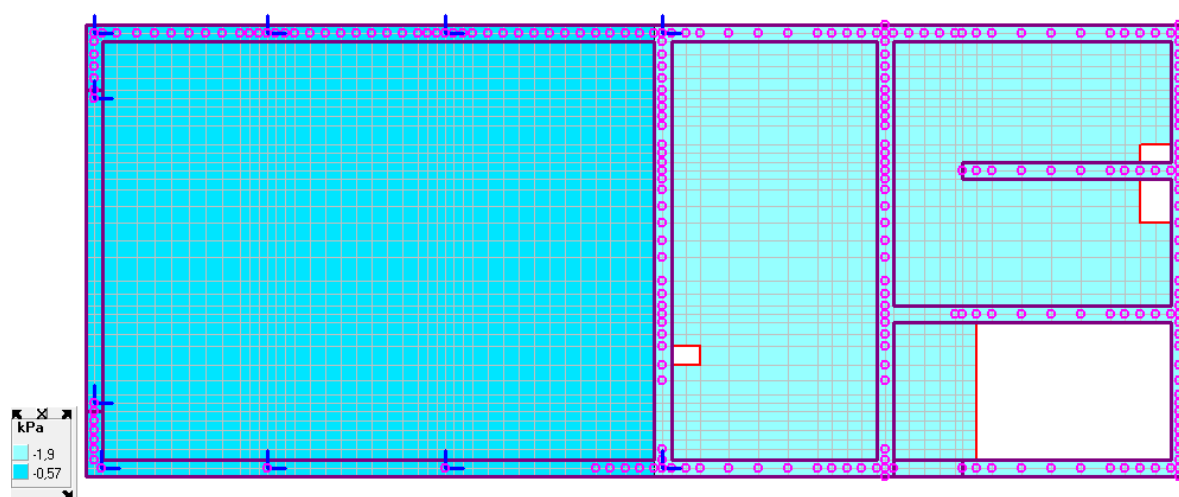
2.1.2. Grubości płyty



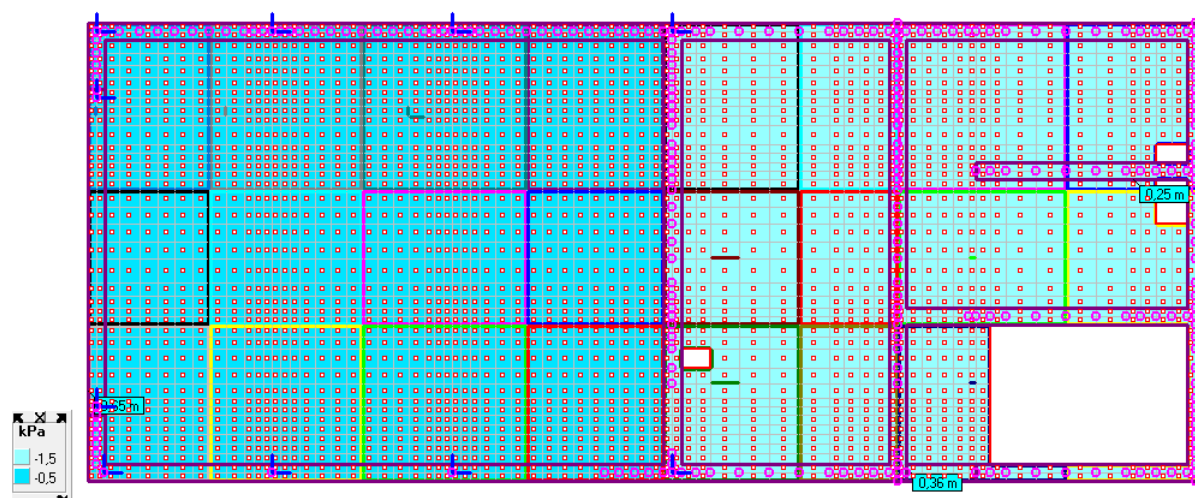
2.1.3. Obciążenia – ciężar własny (wartości charakterystyczne)



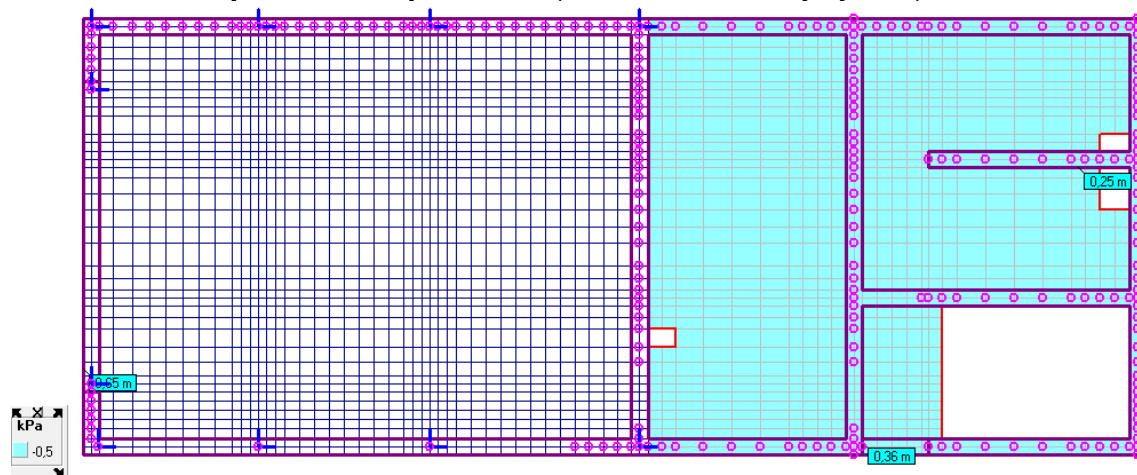
2.1.4. Obciążenia – ciężar warstw (wartości charakterystyczne)



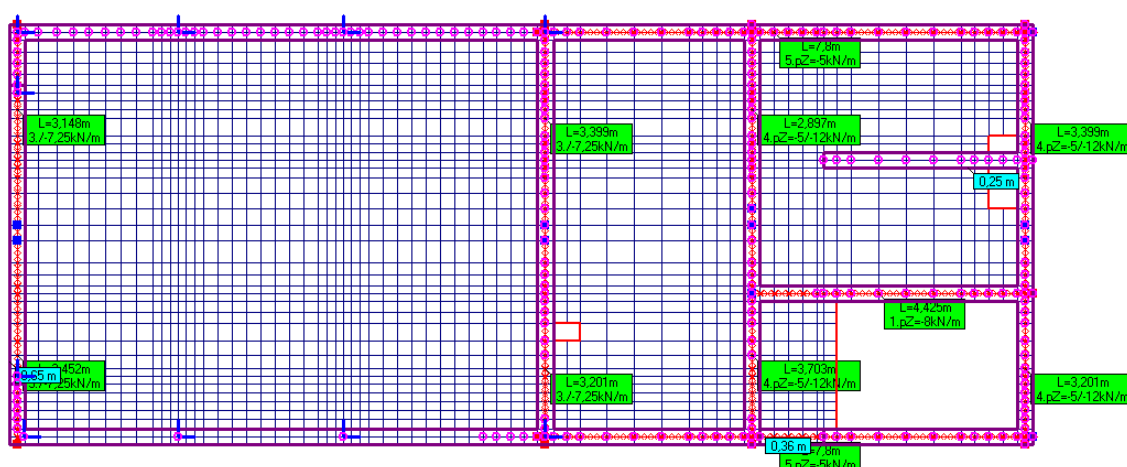
2.1.5. Obciążenia – obciążenie użytkowe (wartości charakterystyczne)



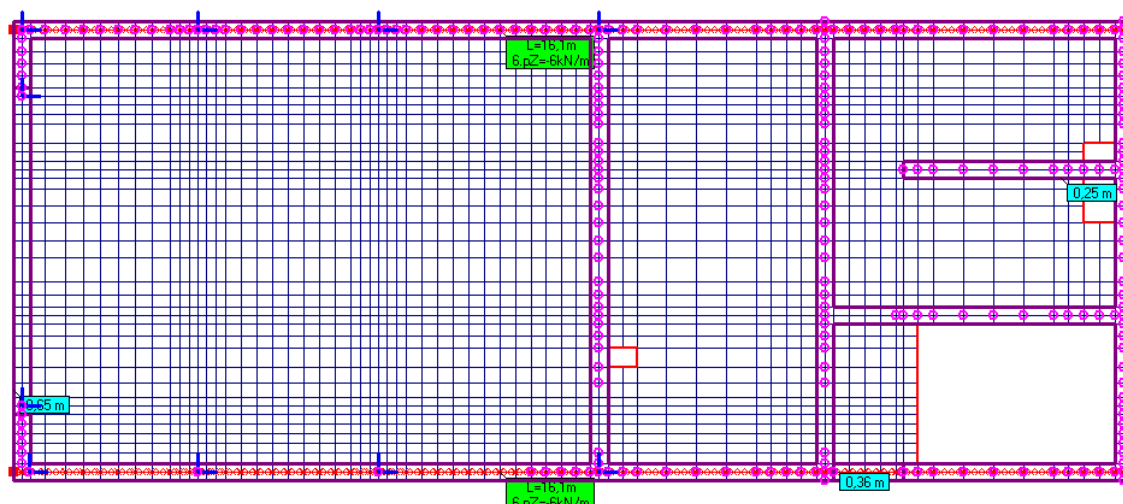
2.1.6. Obciążenia – ściany działowe (wartości charakterystyczne)



2.1.7. Obciążenia – ściany nośne (wartości charakterystyczne)



2.1.8. Obciążenia – siły z dachu (wartości charakterystyczne)

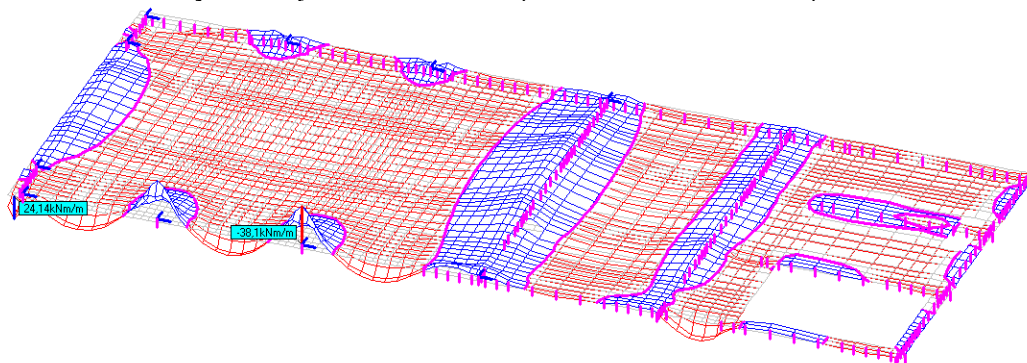


2.1.9. Mnożniki i atrybuty.

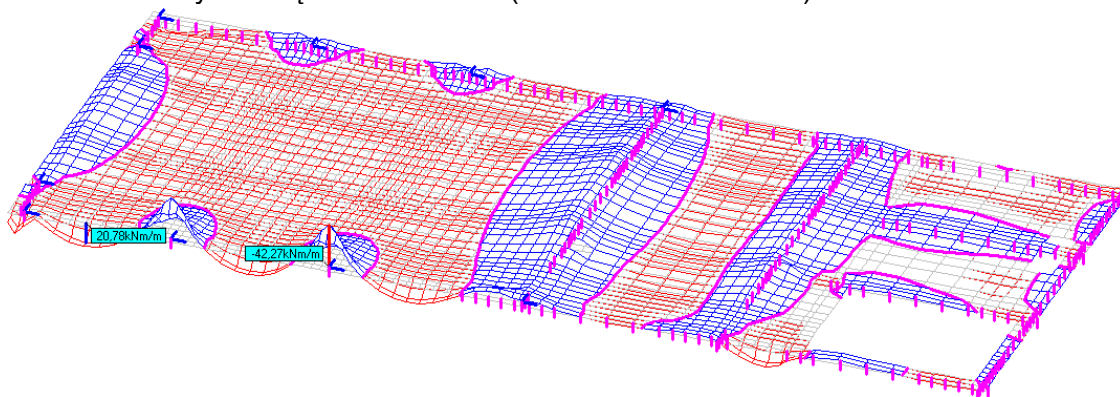
Nr	Opis	Obc(+)	Obc(-)	Udz.	Atrybut
1	Ciężar własny	1,1	1,1	1	Stały
2	Ciężar warstw	1,35	1,35	1	Stały
3	Obc użytkowe	1,5	1,5	1	Zmienny
4	Obc. ściany działowe	1,35	1,35	1	Stały
5	Obc. ściany nośne	1,35	1,35	1	Stały
6	siły z dachu	1,5	1,5	1	Zmienny

2.2. Płyta stropowa nad parterem – obliczenia statyczne.

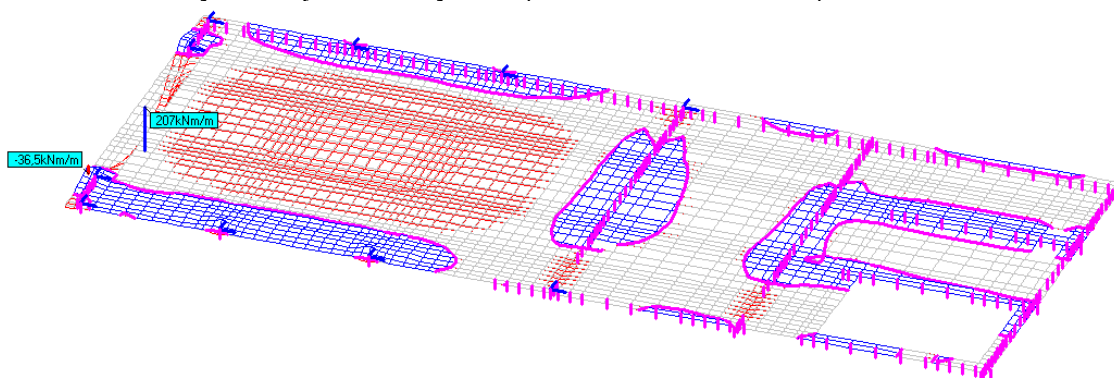
2.2.1. Siły wewnętrzne – M_x max (wartości obliczeniowe)



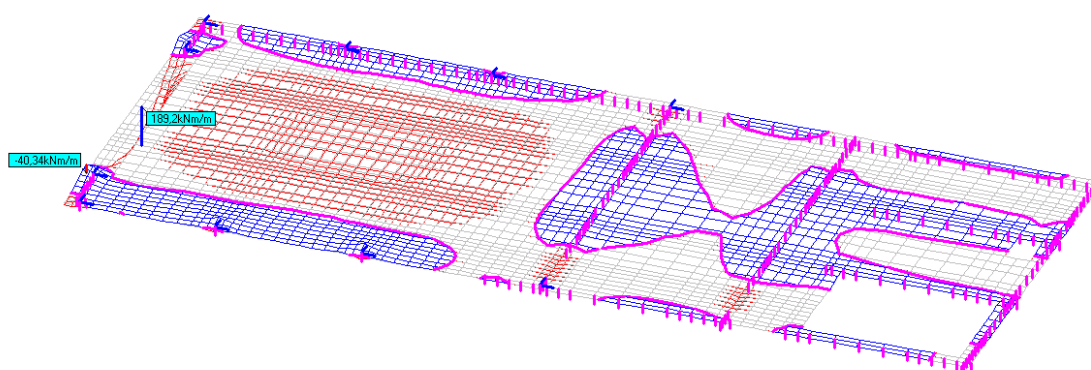
2.2.2. Siły wewnętrzne – M_x min (wartości obliczeniowe)



2.2.3. Siły wewnętrzne – M_y max (wartości obliczeniowe)

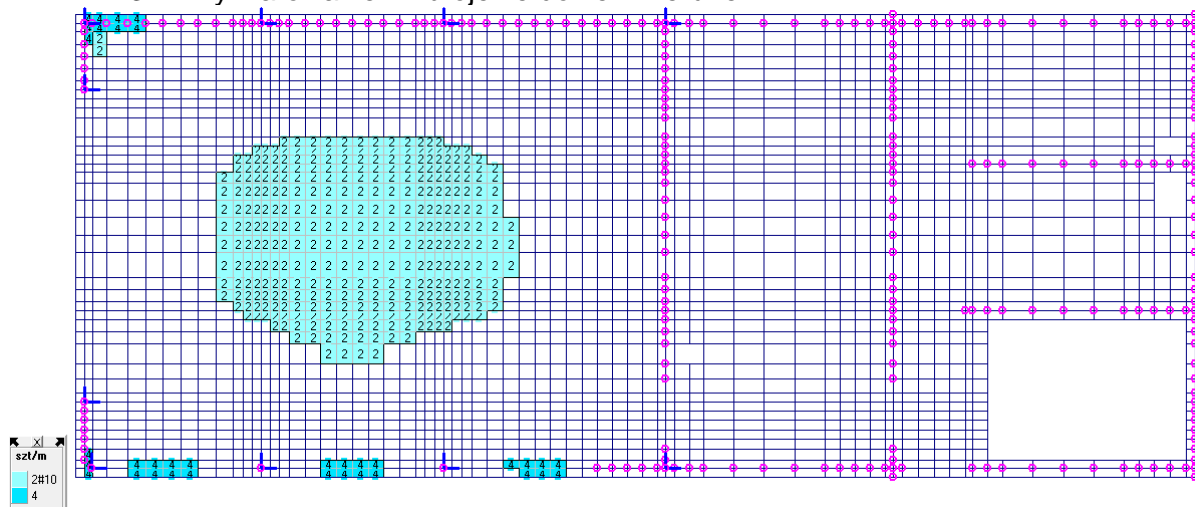


2.2.4. Siły wewnętrzne – M_y min (wartości obliczeniowe)

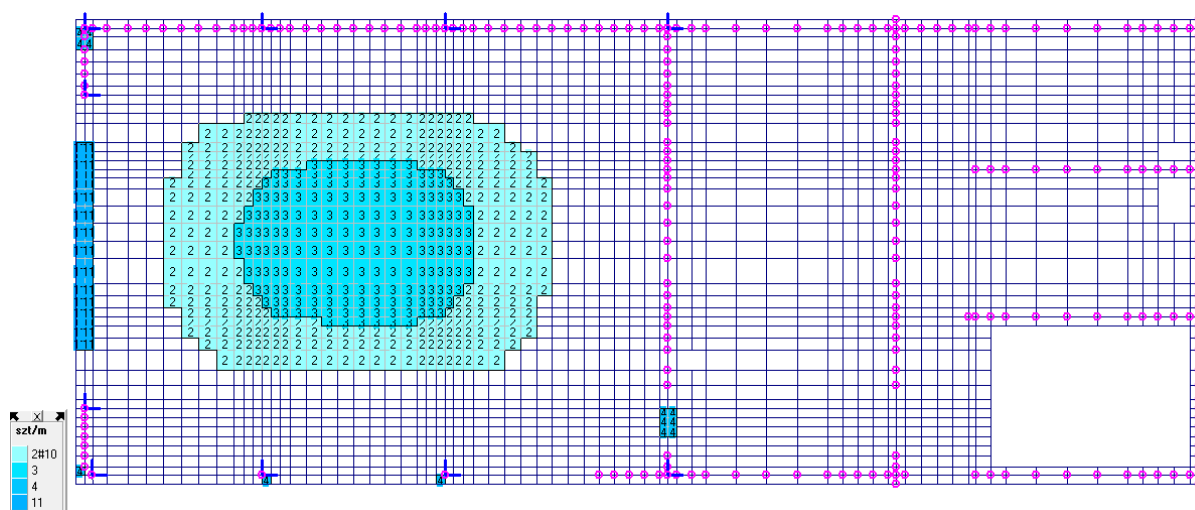


2.3. Płyta stropowa nad parterem – wymiarowanie

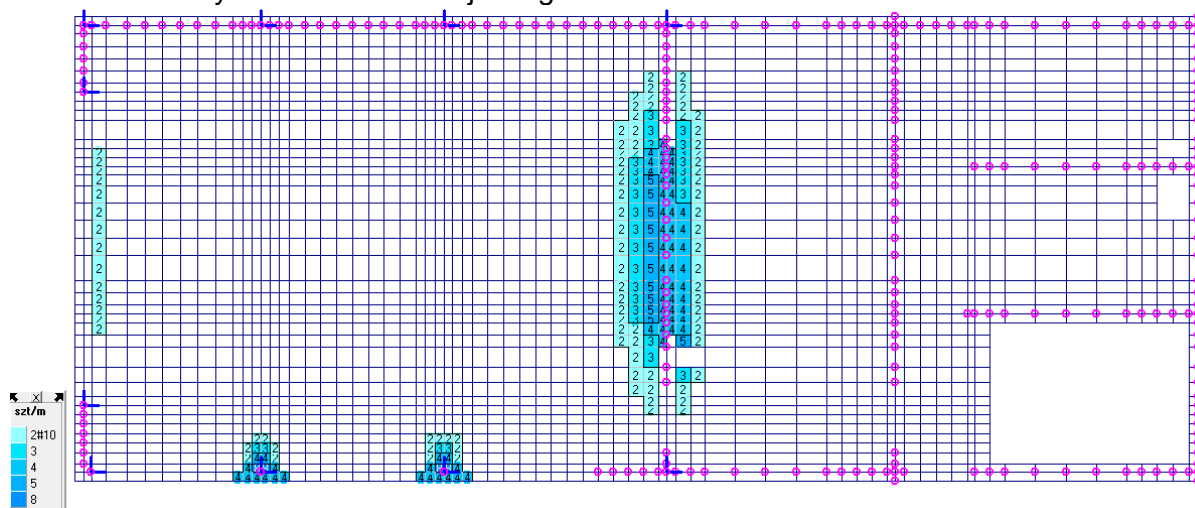
2.3.1. Wymiarowanie – zbrojenie dolne – kierunek X.



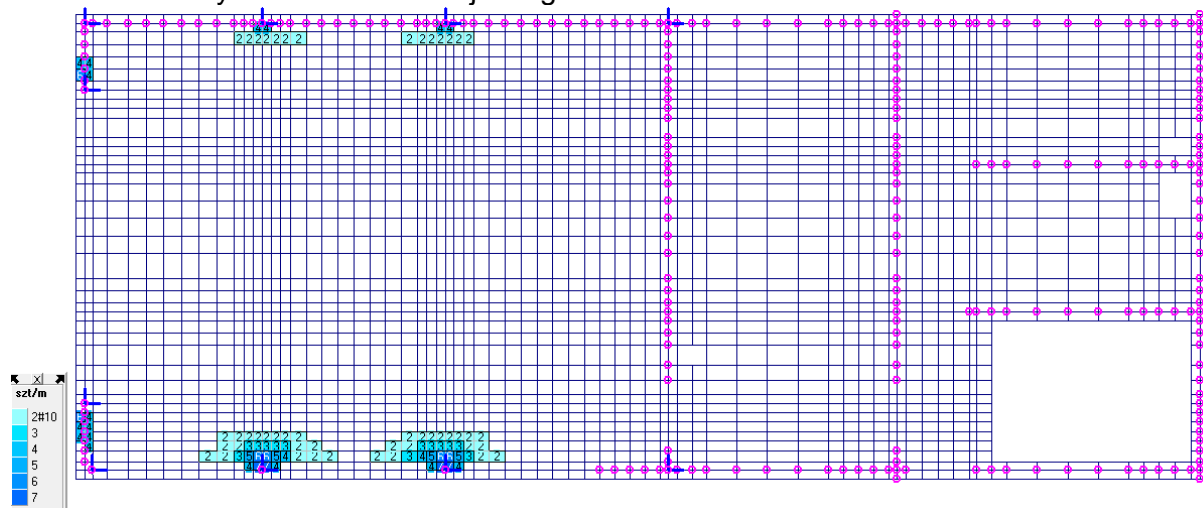
2.3.2. Wymiarowanie – zbrojenie dolne – kierunek Y.



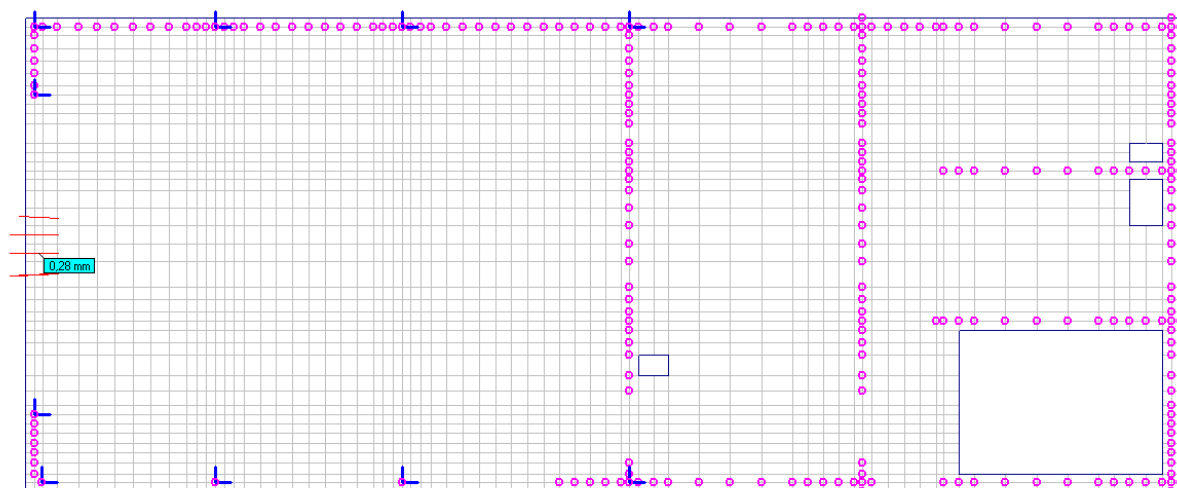
2.3.3. Wymiarowanie – zbrojenie górne – kierunek X.



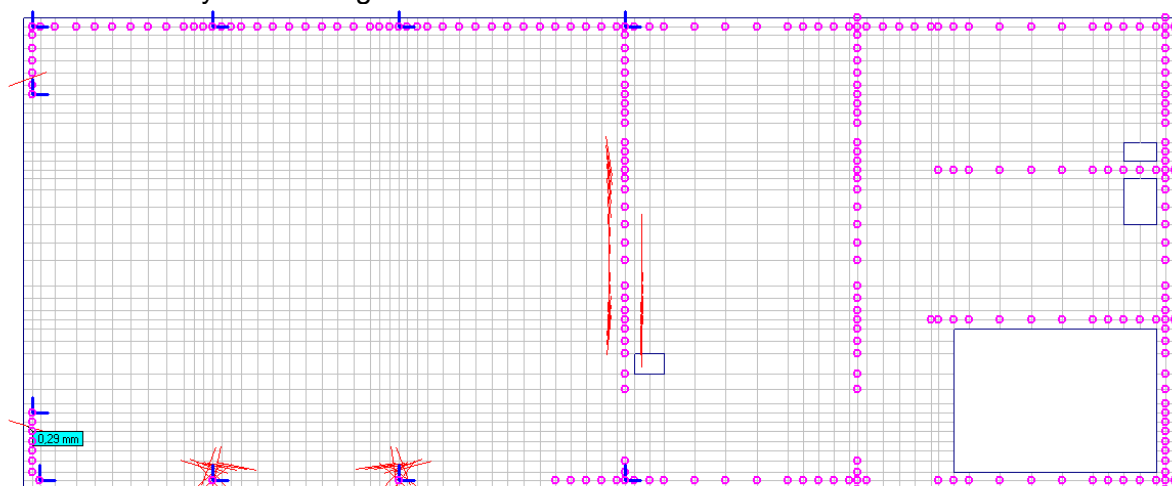
2.3.4. Wymiarowanie – zbrojenie górne – kierunek Y.



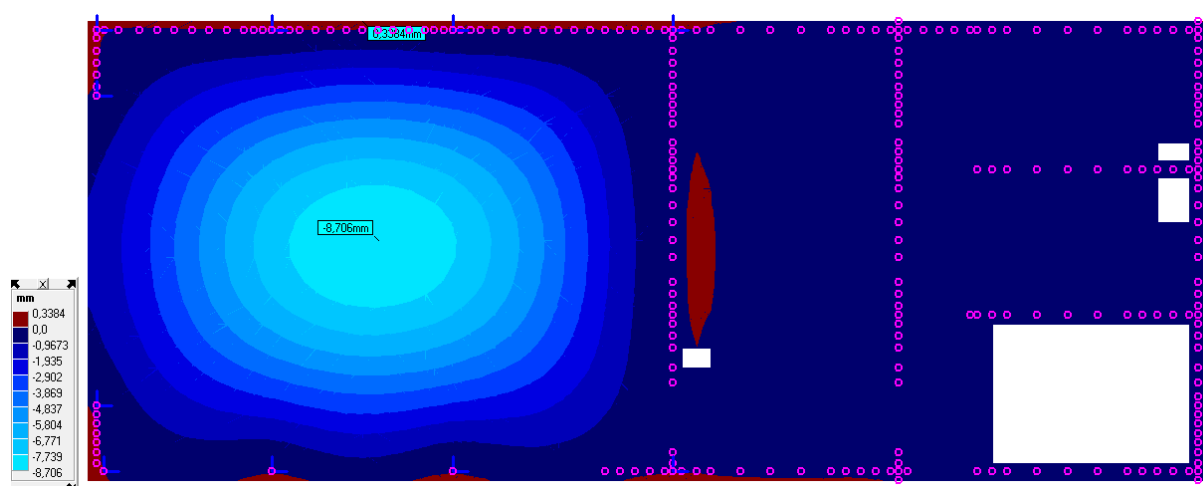
2.3.5. Zarysowanie – dolne.



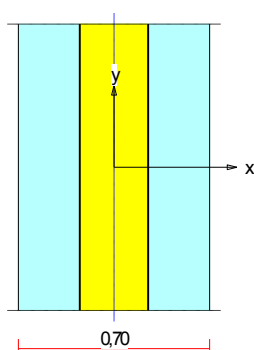
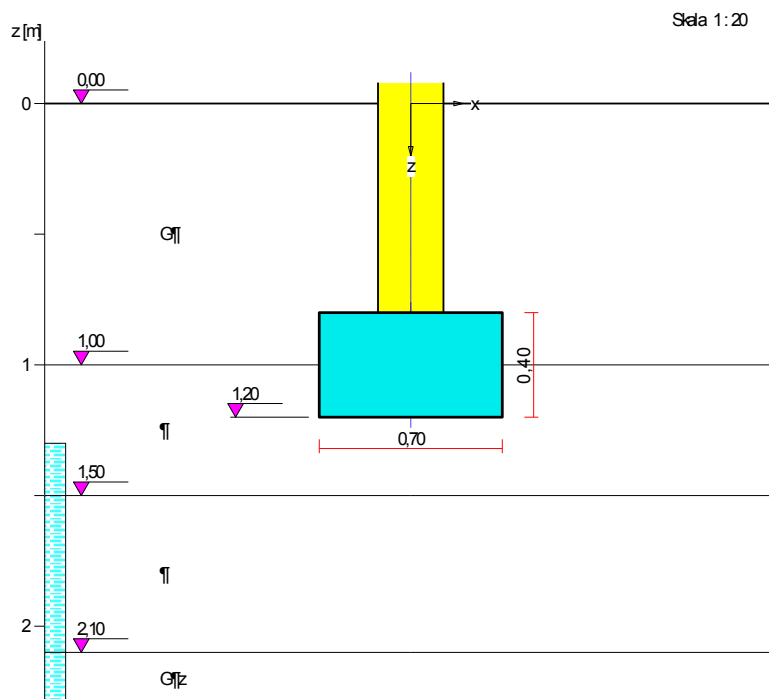
2.3.6. Zarysowanie – górne.



2.3.7. Ugięcie – stan zarysowany.



Wyniki obliczeń – ławy fundamentowe



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

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

Projektowany poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntuwej
	[m]	[m]		[m]
1	0,00	1,00	Głina pylasta	brak wody
2	1,00	0,50	Pył	1,30
3	1,50	0,60	Pył	1,50
4	2,10	nieokresl.	Głina pylasta zwię	2,10

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	I_D	I_L	γ [t/m^3]	stopień wilgotn.	c_u [kPa]	ϕ_u [$^\circ$]	M_0 [kPa]	M [kPa]
gruntu	[]	[]	[t/m^3]	wilgotn.	[kPa]	[$^\circ$]	[kPa]	[kPa]
G \uparrow		0,20	2,10		17,00	14,8	29401	49001
\uparrow		0,20	2,05		17,00	14,8	29401	49001
\uparrow		0,25	2,00		15,00	14,0	26317	43862
G \uparrow z		0,30	1,90		13,30	13,2	23636	39394

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,25 \text{ m}$, długość: $l = 2,00 \text{ m}$,

Współrzędne końców osi ściany:

$x_1 = 0,00 \text{ m}$, $y_1 = -1,00 \text{ m}$,

$x_2 = 0,00 \text{ m}$, $y_2 = 1,00 \text{ m}$,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom redukcji obciążenia: $z_{obc} = 0,80 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ [t/m^3]
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[]
1	D	100,0	0,0	0,00	1,45

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B20, nazwa stali: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 12,0 \text{ mm}$, na kierunku y: $d_y = 12,0 \text{ mm}$,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebiecie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 1,20 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość: $B = 0,70 \text{ m}$, wysokość: $H = 0,40 \text{ m}$, mimośród: $E = 0,00 \text{ m}$.

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,20	0,82	0,00
	D	1,30	0,76	0,00

	D	1,50	0,60	0,00
	D	2,10	0,56	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,70 \text{ m}$, $L = 2,00 \text{ m}$.

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

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	Ex	□□□□□□ □□	Obc. obl. G	Mom. obl. M_G
	[kN/m]	[m]	[□]	[kN/m]	[kNm/m]
Fundament	6,87	0,00	1,10	7,55	0,00
Grunt - pole 1	3,71	-0,24	1,20	4,45	-1,06
Grunt - pole 2	3,71	0,24	1,20	4,45	1,06
			Suma	16,45	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 100,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00 \text{ m}$,

siła pozioma: $H_x = 0,00 \text{ kN/m}$, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40 \text{ m}$,

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

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (100,00 + 16,45) \cdot 2,00 = 232,91 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-100,00 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 2,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 232,91 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,12 \text{ m}.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,70 - 2 \cdot 0,00 = 0,70 \text{ m}, \quad L' = L = 2,00 \text{ m}.$$

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

średnia gęstość obl.: $\square_{D(r)} = 1,88 \text{ t/m}^3$, min. wysokość: $D_{\min} = 1,20 \text{ m}$,

$$\text{obciążenie: } \square_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,88 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 22,07 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \square_{u(r)} = \square_{u(n)} \cdot \square_m = 14,00 \cdot 0,90 = 12,60^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \square_m = 15,00 \cdot 0,90 = 13,50 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,36 \quad N_C = 9,59, \quad N_D = 3,14.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \square = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 2,00 / 232,91 = 0,0000, \quad \text{tg } \square / \text{tg } \square_{u(r)} = 0,0000 / 0,2235 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\square_{B(n)} \cdot \square_m \cdot g = 1,17 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 10,34 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'/L' = 0,91, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'/L' = 1,10, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'/L' = 1,52$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \sigma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \sigma_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 351,87 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 232,91 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 351,87 = 285,01 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B = 0,72 \text{ m}$, $L = 2,02 \text{ m}$.

Poziom: $H = 1,30 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 1,56 \text{ kN/m}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego (L_0 – długość fundamentu rzeczywistego):

$$N_r = (N + G) \cdot L_0 + G_z \cdot L = (100,00 + 16,45) \cdot 2,00 + 1,56 \cdot 2,02 = 236,08 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L_0 = (-100,00 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 2,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r/N_r| = 0,00/236,08 = 0,00 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,72 - 2 \cdot 0,00 = 0,72 \text{ m}, \quad L' = L = 2,02 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \sigma_{D(r)} = 1,87 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,30 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \sigma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,87 \cdot 9,81 \cdot 1,30 = 23,84 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \sigma_{u(r)} = \sigma_{u(n)} \cdot \sigma_m = 14,00 \cdot 0,90 = 12,60^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \sigma_m = 15,00 \cdot 0,90 = 13,50 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,36 \quad N_C = 9,59, \quad N_D = 3,14.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \sigma = |H_x| \cdot L/N_r = 0,00 \cdot 2,02/236,08 = 0,00, \quad \text{tg } \sigma/\text{tg } \sigma_{u(r)} = 0,0000/0,2235 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\sigma_{B(n)} \cdot \sigma_m \cdot g = 1,04 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,15 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'/L' = 0,91, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'/L' = 1,11, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'/L' = 1,54$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \sigma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \sigma_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 382,90 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 236,08 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 382,90 = 310,15 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B = 0,77 \text{ m}$, $L = 2,08 \text{ m}$.

Poziom: $H = 1,50 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 3,35 \text{ kN/m}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego (L_0 – długość fundamentu rzeczywistego):

$$N_r = (N + G) \cdot L_0 + G_z \cdot L = (100,00 + 16,45) \cdot 2,00 + 3,35 \cdot 2,08 = 239,85 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L_0 = (-100,00 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 2,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r/N_r| = 0,00/239,85 = 0,00 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,77 - 2 \cdot 0,00 = 0,77 \text{ m, } L' = L = 2,08 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \square_{D(r)} = 1,74 \text{ t/m}^3, \text{ min. wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \square_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,74 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 25,60 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \square_{u(r)} = \square_{u(n)} \cdot \square_m = 14,80 \cdot 0,90 = 13,32^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \square_m = 17,00 \cdot 0,90 = 15,30 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,42 \quad N_C = 9,98, \quad N_D = 3,36.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \square = |H_x| \cdot L/N_r = 0,00 \cdot 2,08/239,85 = 0,00, \quad \text{tg } \square / \text{tg } \square_{u(r)} = 0,0000/0,2368 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\square_{B(n)} \cdot \square_m \cdot g = 1,02 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 8,97 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'/L' = 0,91, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'/L' = 1,11, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'/L' = 1,56$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \square_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \square_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 493,48 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 239,85 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 493,48 = 399,72 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B = 0,93 \text{ m, } L = 2,23 \text{ m.}$

Poziom: $H = 2,10 \text{ m.}$

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 10,28 \text{ kN/m.}$

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego (L_0 – długość fundamentu rzeczywistego):

$$N_r = (N + G) \cdot L_0 + G_z \cdot L = (100,00 + 16,45) \cdot 2,00 + 10,28 \cdot 2,23 = 255,78 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L_0 = (-100,00 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 2,00 = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r/N_r| = 0,00/255,78 = 0,00 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,93 - 2 \cdot 0,00 = 0,93 \text{ m, } L' = L = 2,23 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \square_{D(r)} = 1,51 \text{ t/m}^3, \text{ min. wysokość: } D_{\min} = 2,10 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \square_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,51 \cdot 9,81 \cdot 2,10 = 31,17 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \square_{u(r)} = \square_{u(n)} \cdot \square_m = 13,20 \cdot 0,90 = 11,88^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \square_m = 13,30 \cdot 0,90 = 11,97 \text{ kPa,}$$

$$N_B = 0,31 \quad N_C = 9,22, \quad N_D = 2,94.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\operatorname{tg} \varphi = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 2,23 / 255,78 = 0,00, \quad \operatorname{tg} \varphi / \operatorname{tg} \varphi_{u(r)} = 0,0000 / 0,2104 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\gamma_{B(r)} \cdot \gamma_m \cdot g = 0,90 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 7,95 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,90, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,12, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,62$$

Odpór graniczny podłoża:

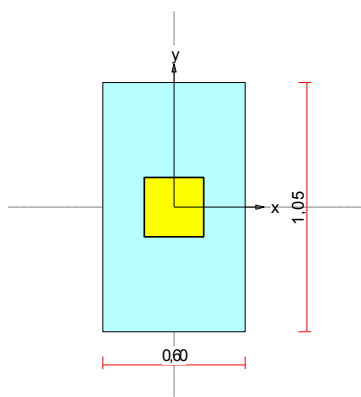
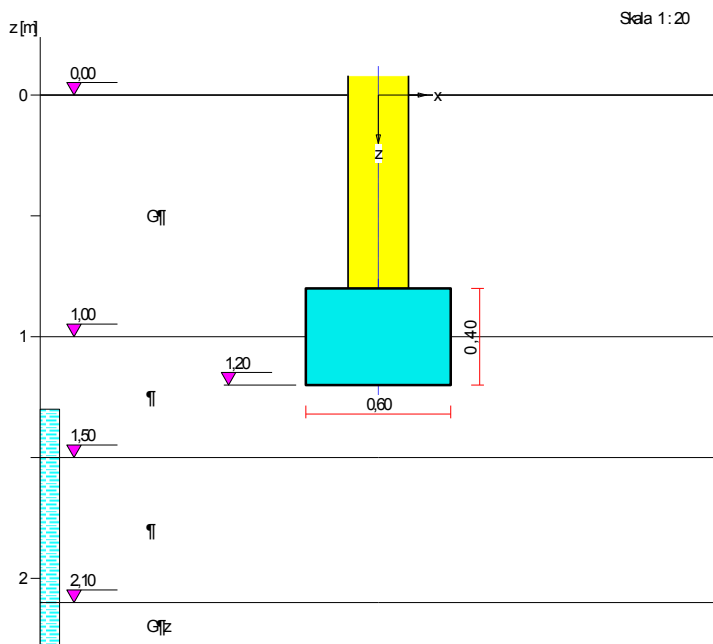
$$Q_{fNB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 565,98 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 255,78 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 565,98 = 458,44 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Wyniki obliczeń – stopy fundamentowej



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

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

Projektowany poziom terenu: $z_{tp} = 0,00$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej
	[m]	[m]		[m]
1	0,00	1,00	Gлина pylasta	brak wody
2	1,00	0,50	Pył	1,30
3	1,50	0,60	Pył	1,50
4	2,10	nieokreśl.	Gлина pylasta zwię	2,10

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	I_D	I_L	γ γ_u	stopień	c_u	ϕ ϕ_u	M_0	M
gruntu	[\square]	[\square]	[t/m ³]	wilgotn.	[kPa]	[$^\circ$]	[kPa]	[kPa]
G Π		0,20	2,10		17,00	14,8	29401	49001
Π		0,20	2,05		17,00	14,8	29401	49001
Π		0,25	2,00		15,00	14,0	26317	43862
G Π z		0,30	1,90		13,30	13,2	23636	39394

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,25$ m, $l = 0,25$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = 3,50$ m, $y_0 = 0,00$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,80$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ γ_u
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[\square]
1	D	100,0	0,0	0,0	0,00	0,00	1,45

* D – obciążenia stałe, zmienne długotrwałe,

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

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

Klasa betonu: B20, nazwa stali: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych:

na kierunku x: $d_x = 12,0$ mm, na kierunku y: $d_y = 12,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

W warunku na przebiecie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 1,20$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 0,60$ m, $B_y = 1,05$ m,

Wysokość: $H = 0,40$ m,

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

6. Stan graniczny I

6.1. Zestawienie wyników analizy nośności i mimośrodków

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
---------	-------------------	------------	---------------	--------------

* 1	D	1,20	0,82	0,00
	D	1,30	0,75	0,00
	D	1,50	0,57	0,00
	D	2,10	0,48	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 0,60$ m, $B_y = 1,05$ m.

Poziom posadowienia: $H = 1,20$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	$\square\square\square\square$ $\square\square\square$	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[□]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	6,18	0,00	0,00	1,10	6,80	0,00	0,00
Grunt - pole 1	2,34	0,16	-0,28	1,20	2,81	-0,80	0,45
Grunt - pole 2	2,34	-0,16	-0,28	1,20	2,81	-0,80	-0,45
Grunt - pole 3	2,34	-0,16	0,28	1,20	2,81	0,80	-0,45
Grunt - pole 4	2,34	0,16	0,28	1,20	2,81	0,80	0,45
				Suma	18,02	0,00	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 100,00$ kN, mimośrodów wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,40$ m,

moment: $M_x = 0,00$ kNm,

moment: $M_y = 0,00$ kNm.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 100,00 + 18,02 = 118,02 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 100,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -100,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodów sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/118,02 = 0,00 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/118,02 = 0,00 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,000 + 0,000 = 0,000 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 0,60 - 2 \cdot 0,00 = 0,60 \text{ m,} \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,05 - 2 \cdot 0,00 = 1,05 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \square_{D(r)} = 1,88 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \square_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,88 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 22,07 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: $\varphi_{u(r)} = \varphi_{u(n)} \cdot \varphi_m = 14,00 \cdot 0,90 = 12,60^\circ$,

spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \varphi_m = 13,50 \text{ kPa}$,

$N_B = 0,36$ $N_C = 9,59$, $N_D = 3,14$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \varphi_x = |H_x|/N_r = 0,00/118,02 = 0,00$, $\text{tg } \varphi_x / \text{tg } \varphi_{u(r)} = 0,0000/0,2235 = 0,000$,

$i_{Bx} = 1,00$, $i_{Cx} = 1,00$, $i_{Dx} = 1,00$.

$\text{tg } \varphi_y = |H_y|/N_r = 0,00/118,02 = 0,00$, $\text{tg } \varphi_y / \text{tg } \varphi_{u(r)} = 0,0000/0,2235 = 0,000$,

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\varphi_{B(n)} \cdot \varphi_m \cdot g = 1,19 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 10,52 \text{ kN/m}^3$.

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x'/B_y' = 0,86$, $m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x'/B_y' = 1,17$, $m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x'/B_y' = 1,86$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \varphi_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \varphi_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 178,01 \text{ kN}$.

$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \varphi_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \varphi_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 178,93 \text{ kN}$.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 118,02 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 178,01 = 144,19 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 0,63 \text{ m}$, $B_y = 1,08 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 1,30 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 1,45 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$N_r = N + G + G_z = 100,00 + 18,02 + 1,45 = 119,47 \text{ kN}$.

Moment względem środka podstawy:

$M_{rx} = N \cdot E_y \cdot \varphi \cdot H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 100,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}$.

$M_{ry} = \varphi \cdot N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -100,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/119,47 = 0,00 \text{ m}$,

$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/119,47 = 0,00 \text{ m}$.

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B_x' = B_x \cdot (1 - 2 \cdot e_{rx}) = 0,63 - 2 \cdot 0,00 = 0,63 \text{ m}$, $B_y' = B_y \cdot (1 - 2 \cdot e_{ry}) = 1,08 - 2 \cdot 0,00 = 1,08 \text{ m}$.

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

średnia gęstość obliczeniowa: $\varphi_{D(r)} = 1,87 \text{ t/m}^3$,

minimalna wysokość: $D_{\min} = 1,30 \text{ m}$,

obciążenie: $\varphi_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,87 \cdot 9,81 \cdot 1,30 = 23,84 \text{ kPa}$.

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: $\varphi_{u(r)} = \varphi_{u(n)} \cdot \varphi_m = 14,00 \cdot 0,90 = 12,60^\circ$,

spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \varphi_m = 13,50 \text{ kPa}$,

$N_B = 0,36$ $N_C = 9,59$, $N_D = 3,14$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \varphi_x = |H_x|/N_r = 0,00/119,47 = 0,00$, $\text{tg } \varphi_x / \text{tg } \varphi_{u(r)} = 0,0000/0,2235 = 0,000$,

$i_{Bx} = 1,00$, $i_{Cx} = 1,00$, $i_{Dx} = 1,00$.

$\text{tg } \varphi_y = |H_y|/N_r = 0,00/119,47 = 0,00$, $\text{tg } \varphi_y / \text{tg } \varphi_{u(r)} = 0,0000/0,2235 = 0,000$,

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\gamma_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,03 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,13 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x'/B_y' = 0,85, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x'/B_y' = 1,17, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x'/B_y' = 1,87$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 197,66 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 198,51 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 119,47 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 197,66 = 160,10 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 0,68 \text{ m}$, $B_y = 1,13 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 1,50 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 3,28 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 100,00 + 18,02 + 3,28 = 121,30 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y \cdot H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 100,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = N \cdot E_x \cdot H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -100,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/121,30 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/121,30 = 0,00 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 0,68 - 2 \cdot 0,00 = 0,68 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,13 - 2 \cdot 0,00 = 1,13 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \gamma_{D(r)} = 1,74 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,74 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 25,60 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \gamma_{u(r)} = \gamma_{u(n)} \cdot \gamma_m = 14,80 \cdot 0,90 = 13,32^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 15,30 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,42 \quad N_C = 9,98, \quad N_D = 3,36.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \alpha_x = |H_x|/N_r = 0,00/121,30 = 0,00, \quad \text{tg } \alpha_x / \text{tg } \gamma_{u(r)} = 0,0000/0,2368 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \alpha_y = |H_y|/N_r = 0,00/121,30 = 0,00, \quad \text{tg } \alpha_y / \text{tg } \gamma_{u(r)} = 0,0000/0,2368 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\gamma_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,03 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,12 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x'/B_y' = 0,85, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x'/B_y' = 1,18, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x'/B_y' = 1,90$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 262,79 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 263,90 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 121,30 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 262,79 = 212,86 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 0,82 \text{ m}$, $B_y = 1,28 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 2,10 \text{ m}$.

Ciążar fundamentu zastępczego: $G_z = 11,69 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 100,00 + 18,02 + 11,69 = 129,71 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 100,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -100,00 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrod y sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 0,00/129,71 = 0,00 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/129,71 = 0,00 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 0,82 - 2 \cdot 0,00 = 0,82 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,28 - 2 \cdot 0,00 = 1,28 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \gamma_{D(r)} = 1,51 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 2,10 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,51 \cdot 9,81 \cdot 2,10 = 31,17 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \varphi_{u(r)} = \varphi_{u(n)} \cdot \varphi_m = 13,20 \cdot 0,90 = 11,88^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \varphi_m = 11,97 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,31 \quad N_C = 9,22, \quad N_D = 2,94.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \alpha_x = |H_x|/N_r = 0,00/129,71 = 0,00, \quad \text{tg } \alpha_x / \text{tg } \varphi_{u(r)} = 0,0000/0,2104 = 0,000,$$

$$i_{Bx} = 1,00, \quad i_{Cx} = 1,00, \quad i_{Dx} = 1,00.$$

$$\text{tg } \alpha_y = |H_y|/N_r = 0,00/129,71 = 0,00, \quad \text{tg } \alpha_y / \text{tg } \varphi_{u(r)} = 0,0000/0,2104 = 0,000,$$

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

Ciążar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\gamma_{B(n)} \cdot \varphi_m \cdot g = 0,90 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 7,95 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_x'/B_y' = 0,84, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_x'/B_y' = 1,19, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_x'/B_y' = 1,97$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 330,42 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 331,39 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 129,71 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 330,42 = 267,64 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Koniec obliczeń