

BUDOWA WIELOFUNKCYJNEGO BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ

PROJEKT TECHNICZNY BRANŻA KONSTRUKCYJNA

Adres inwestycji:

Działka nr 482 w Baczkowie
Gm. Bochnia-wiejska

Projektant:

mgr inż. Waldemar POTONIEC
UPR.B.NR 35/2003

Zespół autorski:

mgr inż. Waldemar Potoniec
mgr inż. Michał Krzysztofik

Kraków, marzec 2023

SPIS ZAWARTOŚCI

CZĘŚĆ OPISOWA :

I. DANE OGÓLNE.....	K3
II. OPIS TECHNICZNY	K5
II.1 WARUNKI GRUNTOWO - WODNE.....	K5
II.2 STAN ISTNIEJĄCY	K6
II.3 STAN PROJEKTOWANY.....	K6
II.3.1 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA.....	K6
II.3.2 OPIS SZCZEGÓŁOWY ELEMENTÓW BUDYNKU.....	K6
II.4 MATERIAŁY	K8
III. Obliczenia	K9

CZĘŚĆ RYSUNKOWA:

K01	RYSUNEK ZESTAWCZY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH – RZUT FUNDAMENTÓW	1:50
K02	RYSUNEK ZESTAWCZY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH – RZUT PARTERU	1:50
K03	RYSUNEK ZESTAWCZY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH – RZUT PIĘTRA	1:50
K04	RYSUNEK ZESTAWCZY ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH – RZUT WIEŻBY DACHOWEJ	1:50
K05	ZBROJENIE PŁYTY NAD PARTEREM	1:50
K06	ZBROJENIE PŁYTY NAD SALĄ	1:50
K07	ZBROJENIE PŁYTY NAD GARAŻEM	1:50
K08	ZBROJENIE SŁUPÓW, TRZPIENI I FUNDAMENTÓW	1:20
K09	ZBROJENIE BELEK I WIEŃCÓW CZ. I	1:20
K10	ZBROJENIE BELEK I WIEŃCÓW CZ. II	1:20

I. DANE OGÓLNE

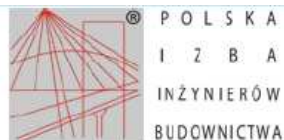
I.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest budowa budynku wielofunkcyjnego użyteczności publicznej wraz z infrastrukturą techniczną zlokalizowanego na działkach 482 w Baczkanie, gm. Bochnia - wiejska.

I.2. PODSTAWA OPRACOWANIA

- Projekt budowlany przedmiotowego budynku; branża – architektura,
- Opinia geotechniczna wykonana przez Geosolum – Mateusz Rachwański
- Plan zagospodarowania przestrzennego działki,

oraz przedmiotowe normy budowlane i Prawo Budowlane.



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
MAP-19Q-BKI-NJY *

Pan Waldemar Potoniec o numerze ewidencyjnym MAP/BO/1248/03
adres zamieszkania ul. Tyniecka 137A, 30-376 Kraków
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-02-01 do 2024-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-01-27 roku przez:

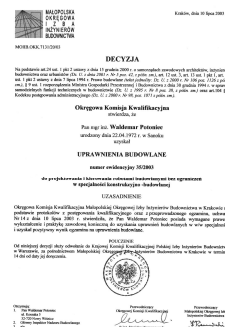
Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

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



II. OPIS TECHNICZNY

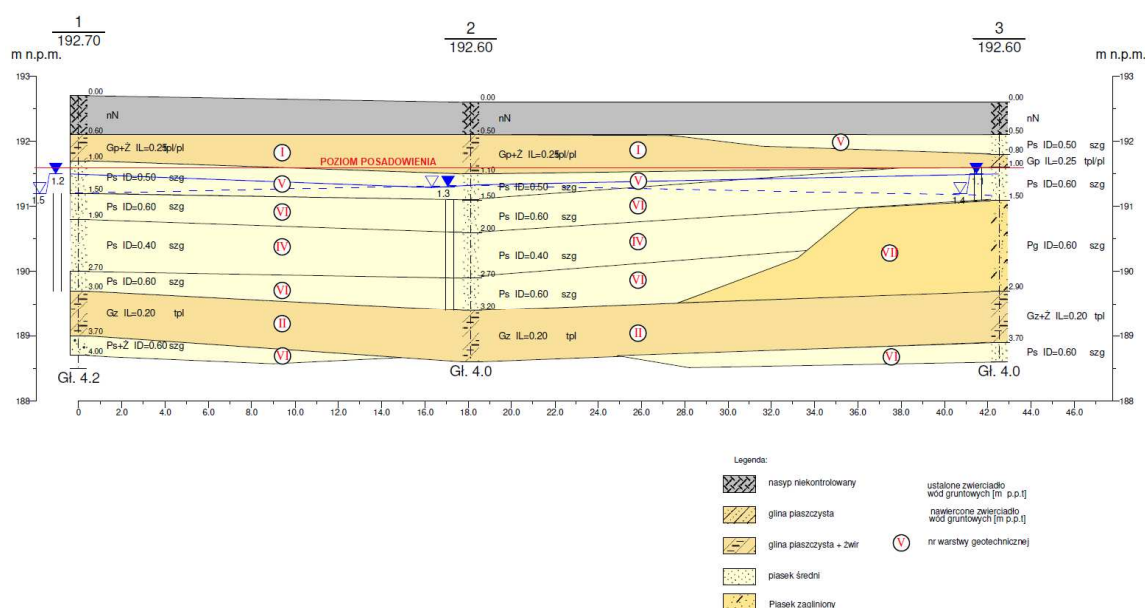
II.1. WARUNKI GRUNTOWO - WODNE

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 budynek mieszkalnych zaliczono do **pierwszej kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych**.

Przyjęto poziom 0.00 projektowanego budynku **0.00=193.50m n. p. m.**

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:



WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH												
TEMAT :Dokumentacja badań podłoża. Wielofunkcyjny budynek użyteczności publicznej w Baczkowie, działka nr 482, gmina Bochnia												
OBJAŚNIENIA GEOLOGICZNE			PARAMETRY GEOTECHNICZNE wg. PN-81/B-03020									
Profil stratygraficzno-litologiczny	Opis litologiczno-geologiczny	Nr warstwy geotechnicznej	Symbol gruntu wg. PN-74/B-02480	Symbol geologicznej konsolidacji gruntu	Stopień zagęszczenia ID	Stopień plastyczności IL	Włgistość naturalna Wn [%]	Gęstość objętościowa ρ [t/m ³]	Ścisłość c_u [kPa]	Ścisłość ϕ [°]	Kąt tarcia wewnętrznej δ [kPa]	Edmierzczyny moduł ścisłości wodoru E ₀ [kPa]
CZWARTORZĘD	Gliny piaszczyste ze zwiarami	I	Gp+Z	C	0,25	15	2,20	13	14			16 000
	Gliny zwięzłe	II	Gz	C	0,20	20	2,10	17	14			20 000
	Piaski drobne,	III	Pd		0,60	24	1,90		30			45 000
	Piaski średnie	IV	Ps		0,40	22	2,00		31			50 000
	Piaski średnie	V	Ps		0,50	22	2,00		32			55 000
	Piaski średnie	VI	Ps		0,60	22	2,00		33			65 000
	Piaski zagłębione	VII	Pg		0,60	22	2,00		30			60 000

Założono posadowienie budynku na warstwach V piaski średnie.

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 dokonać wymiany gruntu na materiał zasypowy zagęszczany warstwami co 15cm do stopnia zagęszczenia $is > 0.97$.

II.2. STAN ISTNIEJĄCY

Przedmiotowy teren inwestycji – działki nr 482 w Baczkowie są własnością Inwestora.

II.3. STAN PROJEKTOWANY

II.3.1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA

Projektuje się budynek użyteczności publicznej wielofunkcyjny w formie obiektu piętrowego niepodpiwniczonego. Stropy między kondygnacyjne zaprojektowano jako tradycyjne stropy żelbetowe.

Przyjęto wykonanie budynku w technologii tradycyjnej. Ściany fundamentowe zaprojektowano jako żelbetowe. Należy szczególną uwagę zwrócić na wypuszczenie z ław fundamentowych starterów do żelbetowych ścian fundamentowych oraz filarów i słupów. Ściany nośne kondygnacji nadziemnych murowane w technologii tradycyjnej, ze stropami wylewanymi na mokro. Strop rozpięty między belkami żelbetowymi oraz żelbetowymi wieńcami, a także słupami żelbetowymi. Belki wsparte na ścianach oraz słupach. Rozwiązanie fundamentowania bezpośredniego w postaci ław fundamentowych i stóp fundamentowych pod całością budynku, przenoszące zróżnicowane obciążenia od oporu gruntu.

Układ konstrukcyjny budynku: ortogonalny. Usztywnienie budynku stanowią żelbetowe wieńce, ściany żelbetowe, trzpienie i słupy żelbetowe oraz klatki schodowe. Do obliczeń elementów konstrukcji budynku przyjęto obciążenia wiatrem dla III strefy oraz obciążenia śniegiem dla III strefy (dla budynku ogrzewanego).

Obciążenie użytkowe, charakterystyczne przyjęte dla stropów:

- 50 kg/m² – strop nad salą (z płytą w skosie)
- 100 kg/m² – strop nad garażem
- 300 kg/m² – pozostałe stropy żelbetowe

Poziom „zera” budynku założono **0.00=193.50m n. p. m..**

II.3.2. OPIS SZCZEGÓŁOWY ELEMENTÓW BUDYNKU

Wykopy

Wąskoprzestrzenne wg planu obrysu ław i stóp fundamentowych należy wykonać w suchej porze roku i nie dopuścić do zawodnienia wykopów. Głębokość wykopu dostosować do głębokości posadowienia obiektu projektowanego (zgodnie z projektem architektonicznym oraz rysunkiem zestawczym elementów konstrukcyjnych 1K). Ostatnie 20 cm wykopu odspoić w sposób ręczny, bezpośrednio przed położeniem chudego betonu. Wody opadowe z rur spustowych odprowadzić w sposób wykluczający jej przedostanie się pod fundamenty budynków.

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 dokonać wymiany gruntu na materiał zasypowy zagęszczany warstwami co 15cm do stopnia zagęszczenia $is > 0.97$.

Fundamenty

Pod budynkiem przyjęto rozwiązanie fundamentowania bezpośredniego w postaci **ław i stóp fundamentowych** o grubości 40cm i szerokości zgodnej z rys. K1. Ławy i stopy należy wykonać na warstwie wyrównawczej z chudego betonu gr. 10 cm. Minimalny poziom posadowienia z uwagi na głębokość przemarzania to -1,0 m ppt. Z ław fundamentowych wypuszczać zbrojenie ścian fundamentowych, które zaprojektowano jako żelbetowe.

Ławy i stopy fundamentowe należy wykonać w deskowaniu z betonu **B30 (25/30)** – wodoszczelnego W-8, stal zbrojeniowa klasy AIIIIN.

W miejscu połączenia ze słupami żelbetowymi oraz ścianami żelbetowymi wypuszczać z ław fundamentowej łączniki ponad górną powierzchnię ławy fundamentowej.

Konieczny jest odbiór wykopu przez geologa.

ŚCIANY FUNDAMENTOWE

Żelbetowa, wylewana na mokro o grubości 25 cm, wykonane z betonu **C25/30 (B30) wodoszczelnego W-8**. Ściany zbrojone prętami ze stali **AIIIIN**. Ewentualne przerwy technologiczne wykonywać z zastosowaniem systemowych taśm do uszczelnień styków technologicznych, zgodnie z instrukcją producenta. Warstwy zewnętrzne wykonać zgodnie z opisem na rysunkach przekrojowych branży architektonicznej.

Zbrojenie ścian oporowej należy przepuszczać przez słupy żelbetowe tak, aby tworzyły one monolityczny przekrój. Żelbetową ścianę oporową należy łączyć monolitycznie z ławami fundamentami. Wszystkie przejścia instalacyjne szczelne wykonać przy zastosowaniu systemowych przepustów i systemowych uszczelnień przepustów.

ŚCIANY NOŚNE KONDYGNACJI NADZIEMNYCH

Warstwowe:

- mur z pustaków ceramicznych np. „Porotherm” na zaprawie cem-wap marki 50 - gr. 25 cm
- izolacja termiczna o grubości wg projektu architektonicznego

SŁUPY I FILARY

Elementy żelbetowe wylewane na mokro. Przekrój słupów i filarów prostokątny o wymiarach w podanych na rysunkach zestawczych poszczególnych kondygnacji. Zbrojenie słupów wykonać prętami o średnicy 16 i 20 mm, strzemiona o średnicy 8 mm. Zbrojenie należy wypuszczać ze ścian lub słupów niższej kondygnacji i łączyć z wieńcem stropowym, belkami lub zbrojeniem słupów wyższych kondygnacji.

Słupy wykonać w szalunkach systemowych.

Beton B30 (C25/30), stal A IIIIN

BELKI

Żelbetowe wylewane na mokro w formie naciągów i podciągów. Przekroje belek – prostokątne (zgodnie z rysunkiem zestawczym konstrukcji). Belki należy opierać na ścianach nośnych lub łączyć je z trzpieniami żelbetowymi. Belki wykonać na gotowo w szalunkach w trakcie wykonywania stropu.

Beton klasy C25/30 (B30), stal AIIIIN.

WIEŃCE

Żelbetowe, wylewane „na mokro” o przekrojach prostokątnych. Poziomy wieńców należy dopasować do architektury oraz rysunków zestawczych konstrukcji. W miejscach oparcia płatwi należy wykonać podcięcie wieńców oraz jego dozbrojenie. Zbrojenie główne wieńców należy wykonać z prętów #12 ze strzemionami #8 co 25cm. Wieńce wykonać na gotowo w szalunkach w trakcie wykonywania stropu.

Beton klasy C25/30 (B30), stal AIIIIN.

NADPROŻA

Nad otworami okiennymi i drzwiowymi (poniżej poziomu stropu - w miejscach oznaczonych na rysunkach zestawczych konstrukcji) należy wykonać nadproża prefabrykowane np. typu L19. Sposób ułożenia nadproży dopasować do szerokości belki i ściany w danym miejscu.

STROPY

Elementy płytowe żelbetowe, krzyżowo zbrojone, monolityczne, wylewane na mokro o grubościach (zgodnie z rysunkami zestawczymi konstrukcji oraz architektury):

- 20 cm – płyty stropowe nad parterem części wielofunkcyjnej
- 20 cm – płyty stropowe nad garażem
- 18 cm – płyty stropowe nad salą

Zbrojenie płyt stropowych wykonać prętami o średnicy, 12mm pręty rozdzielcze #8mm co 20 cm.

Beton B30 (C25/30), stal A IIIN.

W stropach wykonać otwory według wytycznych branżowych. Otwory do wielkości średnicy 20cm można wykonywać metodą przewiertu po uzyskaniu przez beton pełnej wytrzymałości 28 dniowej. Pozostałe otwory należy dobroić zgodnie z rysunkami zbrojarskimi.

W trakcie wznoszenia oraz użytkowania obiektu nie wolno przekraczać dopuszczalnych wartości obciążeń użytkowych, charakterystycznych.

SCHODY ŻELBETOWE

Schody żelbetowe, płytowe, jednokierunkowo zbrojone, wylewane na mokro gr. 16 cm. **Beton B30 (C25/30), stal A IIIN.** Schody opierać na płytach stropowych oraz ścianach wokół klatki schodowej. Zbrojenie płyty górą i dołem prętami średnicy 12mm w rozstawie co 10cm. Pręty należy odgiąć w kierunku biegów schodów i zakotwić w wieńcu ściany lub płycie stropowej. Pręty łączyć na zakład nie mniejszy niż 40 cm.

DACH

Konstrukcja dachu płaskiowa.

Dach kryty dachówką ceramiczną o maksymalnym ciężarze 50kg/m².

Należy szczególną uwagę zwrócić na połączenia więźby dachowej, a w szczególności:

- połączenie murlaty do wieńca należy zrealizować za pomocą szpilek #14 w rozstawie co 100cm.
- połączenie krokwi z murlatą za pomocą łączników ciesielskich KOELNER D-ZK-105-WZ obustronnie.
- połącznie krokwi w kalenicy za pomocą śrub #14.

Przekroje więźby:

- krokwie 10x20cm w rozstawie max co 90cm
- słupy 18x18cm oraz 20x20cm
- Płatwie 18x22cm oraz 20x24cm
- Miecze 16x16cm oraz 18x18cm
- krokwie koszone 20x24cm

Drewno klasy C24

UWAGA!!

Rzędne / poziomy wszystkich elementów konstrukcyjnych zawartych w projekcie branży konstrukcyjnej należy obligatoryjnie sprawdzić i zweryfikować z rzędnymi / poziomami podanymi w projekcie branży architektonicznej

II.4. MATERIAŁY

Pustak ceramiczny typu Porotherm klasy 15 MPa

Beton B30 (C25/30) – wodoszczelność W-8 – podziemne elementy konstrukcyjne

Beton B30 (C25/30) – nadziemne elementy konstrukcyjne

Stal zbrojeniowa A IIIN

Drewno klasy C24

Obliczenia

Autorzy:

mgr inż. Waldemar Potoniec

mgr inż. Michał Krzysztofik

Zestawienie obciążeń stan projektowany:**Dach nad częściami nieużytkowymi**

- Dachówka - 0.5 kN/m^2
- Membrana
- łąty w rozstawie co 33cm - $7 \text{ kN/m}^3 * 4 \text{ cm} * 5 \text{ cm} * 100 / 33 = 0.042 \text{ kN/m}^2$
- kontrłąty co 90cm - $7 \text{ kN/m}^3 * 4 * 5 \text{ cm} * 100 / 90 = 0.016 \text{ kN/m}^2$
- Krokwie 10cm x 20cm co 90cm – ciężar uwzględnione w programie
- Wełna 25cm – $0.6 \text{ kN/m}^3 * 25 \text{ cm} = 0.15 \text{ kN/m}^2$

Dach nad częściami użytkowymi

- Dachówka - 0.5 kN/m^2
- Membrana
- łąty w rozstawie co 33cm - $7 \text{ kN/m}^3 * 4 \text{ cm} * 5 \text{ cm} * 100 / 33 = 0.042 \text{ kN/m}^2$
- kontrłąty co 90cm - $7 \text{ kN/m}^3 * 4 * 5 \text{ cm} * 100 / 90 = 0.016 \text{ kN/m}^2$
- Krokwie 10cm x 20cm co 90cm – ciężar uwzględnione w programie
- Wełna 25cm – $0.6 \text{ kN/m}^3 * 25 \text{ cm} = 0.15 \text{ kN/m}^2$
- 2x Płyta GK - 0.25 kN/m^2

Strop w skosie nad salą

- Płyta OSB – $7 \text{ kN/m}^3 * 2,2 \text{ cm} = 0.154 \text{ kN/m}^2$
- Wełna mineralna 30cm – $0.65 \text{ kN/m}^3 * 30 \text{ cm} = 0.195 \text{ kN/m}^2$
- Płyta żelbetowa gr.18cm – obciążenia uwzględnione w programie
- Tynk gr. 1.5cm – $19 \text{ kN/m}^3 * 1.5 \text{ cm} = 0.285 \text{ kN/m}^2$
- Użytkowe 0.5 kN/m^2

Strop nad parterem – część użytkowa

- Płytki grosowe 2cm - $24 \text{ kN/m}^3 * 2 \text{ cm} = 0.48 \text{ kN/m}^2$
- Wylewka cementowa gr. 7cm – $24 \text{ kN/m}^3 * 7 \text{ cm} = 1.68 \text{ kN/m}^2$
- Folia PCW - obciążenia pomijalne
- Izolacja gr. 8cm - $0.6 \text{ kN/m}^3 * 8 \text{ cm} = 0.048 \text{ kN/m}^2$
- Płyta żelbetowa gr.18cm - obciążenia uwzględnione w programie
- Tynk gr. 1.5cm – $19 \text{ kN/m}^3 * 1.5 \text{ cm} = 0.285 \text{ kN/m}^2$
- Użytkowe 3 kN/m^2
- Działowe 1.2 kN/m^2

Strop nad garażem

- Płytki betonowe 4cm - $24 \text{ kN/m}^3 * 4 \text{ cm} = 0.96 \text{ kN/m}^2$
- Żwir - $18 \text{ kN/m}^3 * 6 \text{ cm} = 1.08 \text{ kN/m}^2$
- Styrodur 18cm – $0.6 \text{ kN/m}^3 * 0.18 \text{ m} = 0.11 \text{ kN/m}^2$
- Mata rozsączająca – ciężar pomijalny
- 2x papa termozgrzewalna – 0.1 kN/m^2
- Wylewka cementowa gr. 7cm – $24 \text{ kN/m}^3 * 7 \text{ cm} = 1.68 \text{ kN/m}^2$
- Płyta żelbetowa gr.18cm - obciążenia uwzględnione w programie

- Tynk gr. 2cm – $19\text{kN/m}^3 \cdot 2\text{cm} = 0.38\text{ kN/m}^2$
- Użytkowe 1 kN/m^2

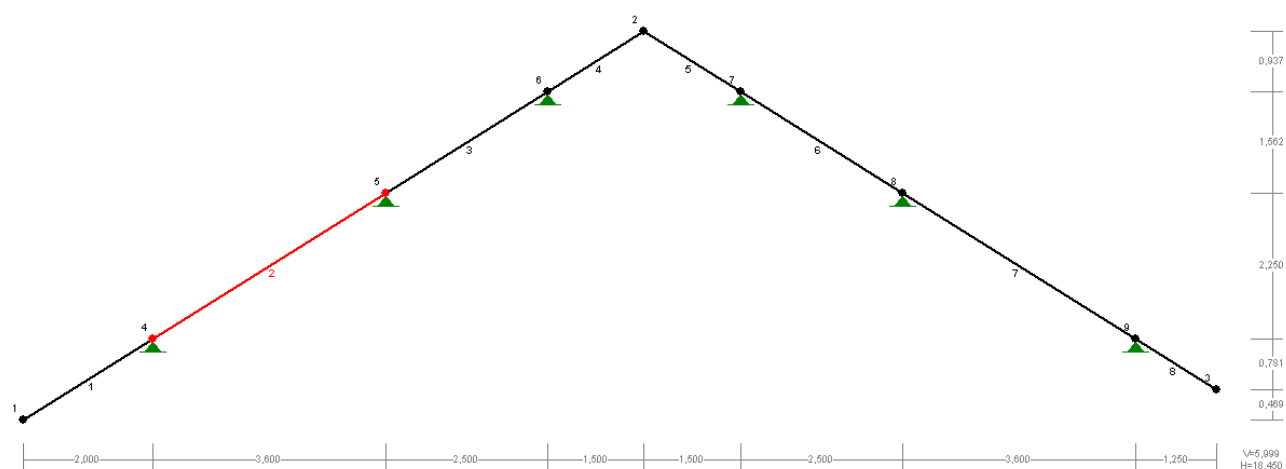
Obciążenia atmosferyczne

- śnieg - 0.96 kN/m^2
- wiatr (ciśnienie charakterystyczne) - 0.4 kN/m^2

1. Wymiarowanie więźby dachowej – nad częścią w osiach D-F.

1.1. Przedstawienie konstrukcji.

1.2. Gabaryty.



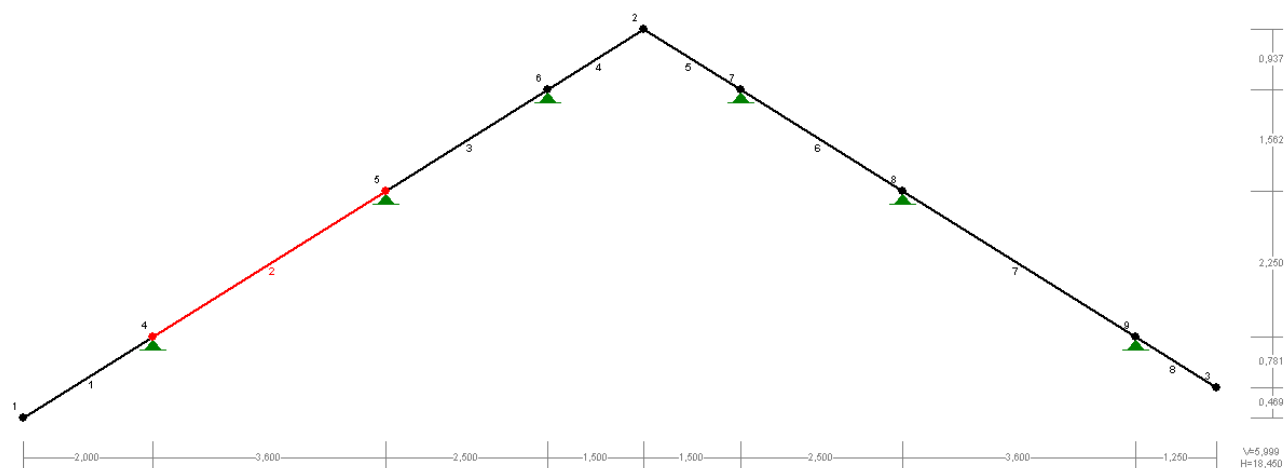
1.2. Przekroje elementów.
Krokiew 10x20 cm rozstaw 90cm

1.3. Materiał.
Drewno klasy C24

1.4. Obciążenia.

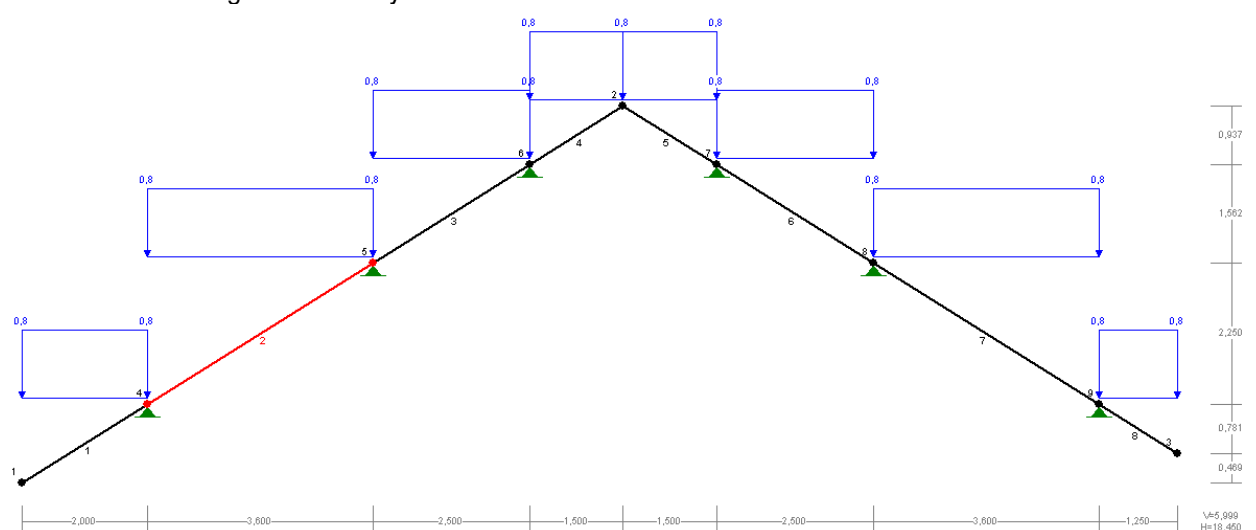
1.4.1. Ciężar własny uwzględniony w programie na podstawie zadanych przekrojów.

1.4.2. Obciążenie z warstw dachu (wartość charakterystyczna).

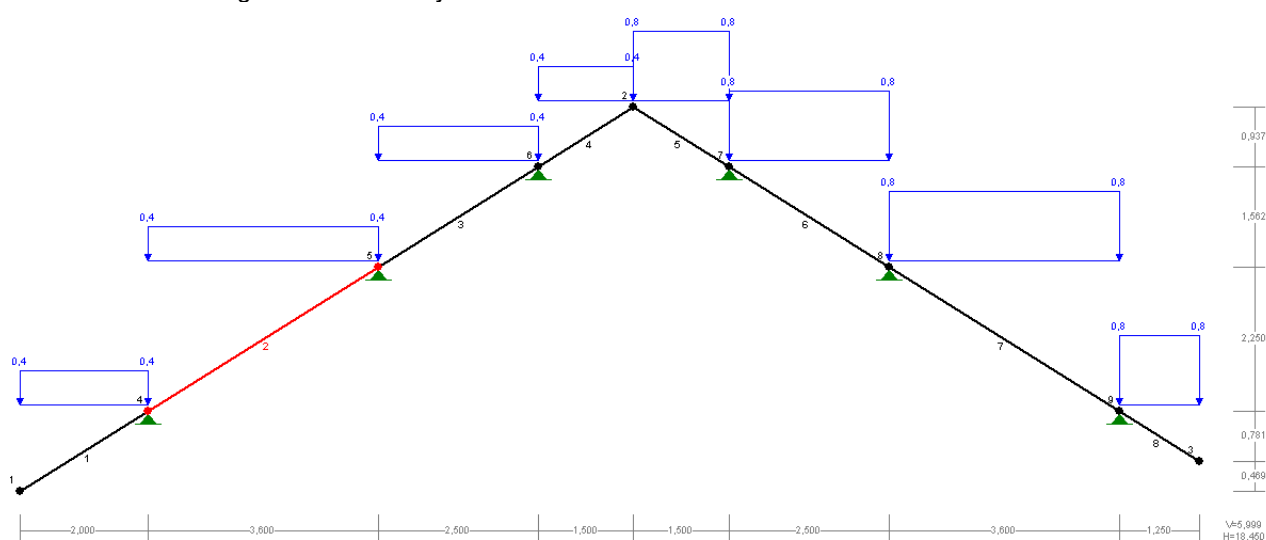


1.4.3. Obciążenie od śniegu— (wartość charakterystyczna).

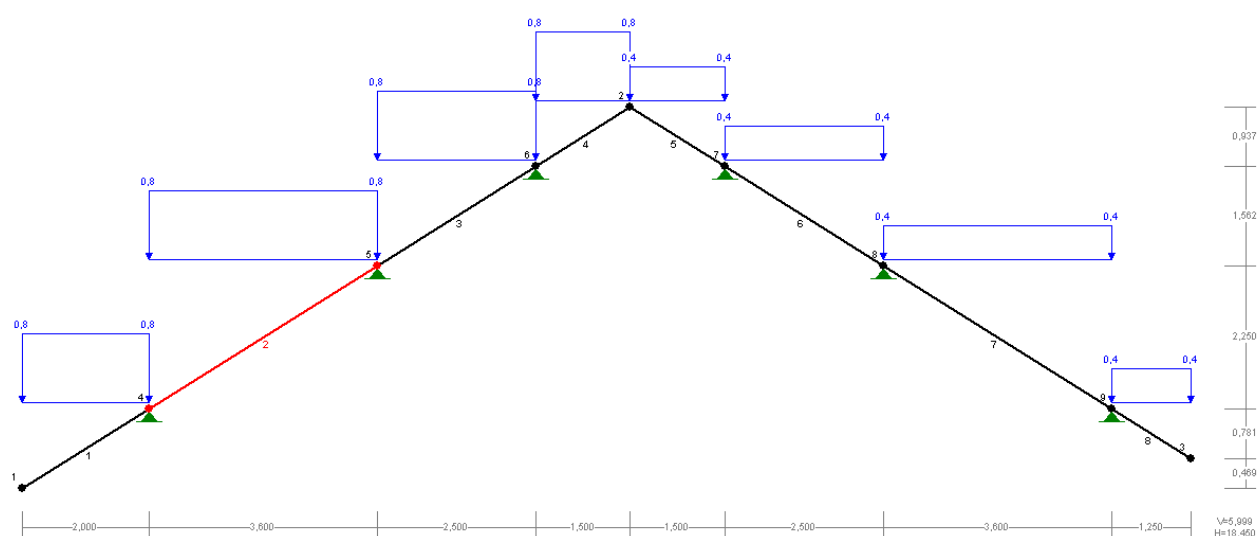
1.4.3.1. Śnieg równomierny



1.4.3.2. Śnieg nierównomierny I

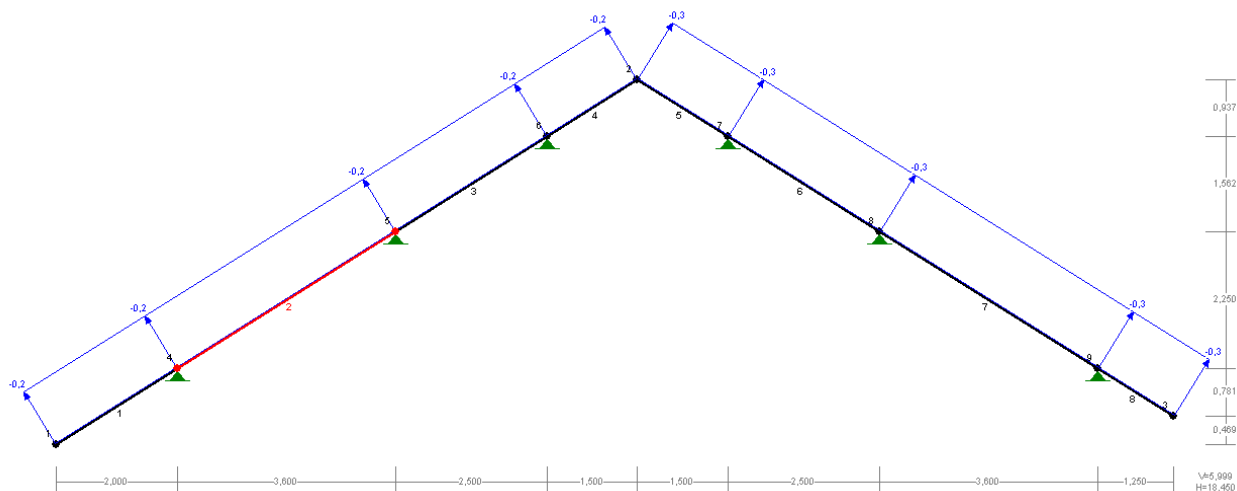


1.4.3.3. Śnieg nierównomierny II

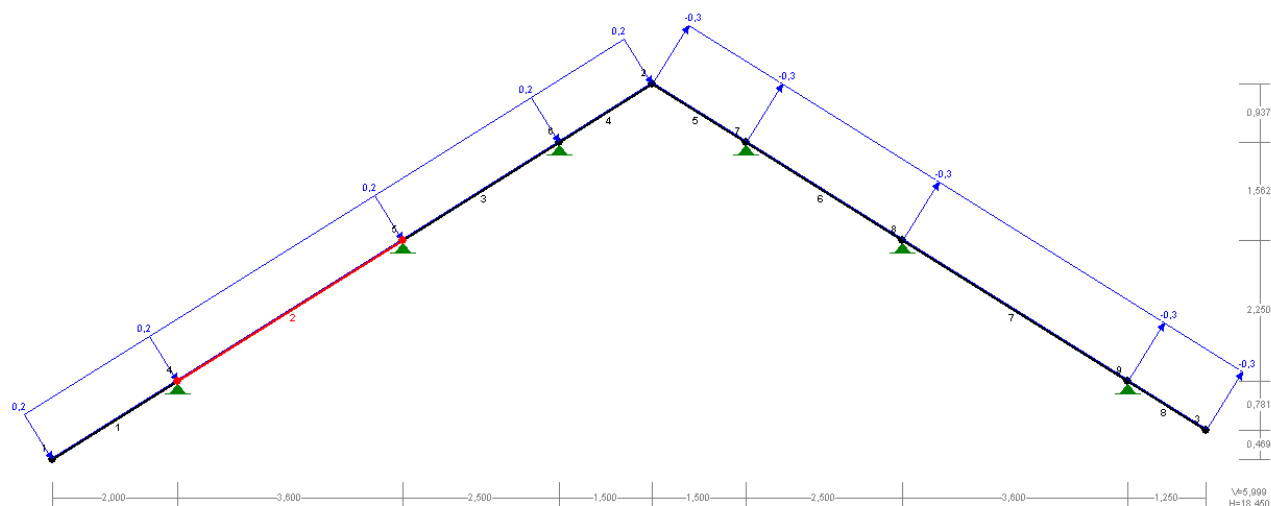


1.4.4. Obciążenie od wiatru– (wartość charakterystyczna).

1.4.4.1. Wiatr I



1.4.4.2. Wiatr II

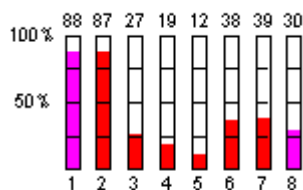


1.4.5. Atrybuty i mnożniki.

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	Obciążenie śnieg	1,5	1,5	1	Zmienny
4	Obciążenie wiatr	1,5	1,5	1	Zmienny

3. Wymiarowanie najbardziej wyťažonych elementów drewnianych.

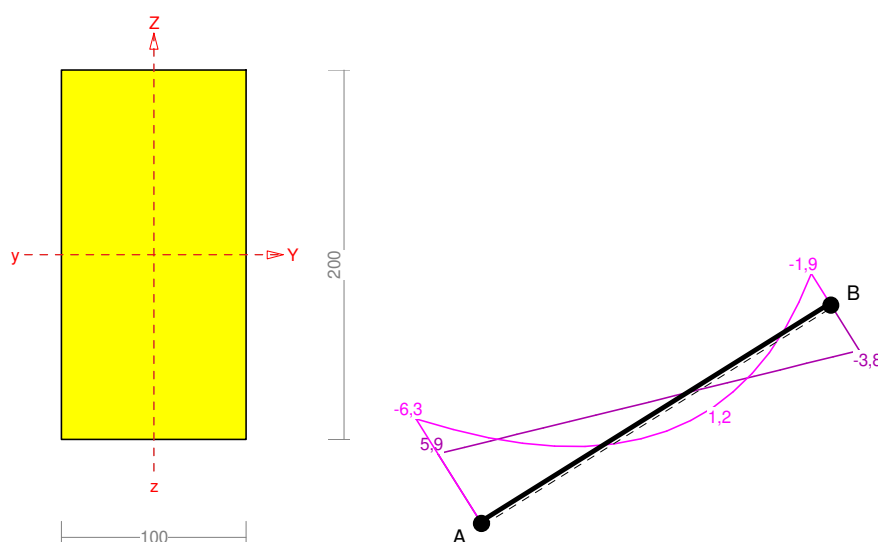
3.1. Nośność elementów.



Przekrój nr: 1

" B 20,0x10,0 "

3.2. Wymiarowanie krokwi.



Sprawdzenie nośności pręta nr 2

Nośność na rozciąganie: □

Wyniki dla $x_a=4,25$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC".Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 200,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 2,6 / 200,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,25$ m, przy obciążeniach "ABC".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,6 / 200,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{1,45} = 0,150 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,25$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,733 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{9,5}{11,08} = \mathbf{0,874} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,1}{0,150 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{9,5}{11,08} = \mathbf{0,689} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,25$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 6,3 / 666,67 \times 10^3 = \mathbf{9,5} < \mathbf{11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=4,25$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{6,46} + \frac{2,9}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,3} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{6,46} + 0,7 \times \frac{2,9}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,2} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,25$ m, przy obciążeniach "ABC":

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

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

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,40$ m; $x_b=3,85$ m, przy obciążeniach "ACEG".

Warunek nośności

$$r_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,4^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,4} < \mathbf{1,2} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

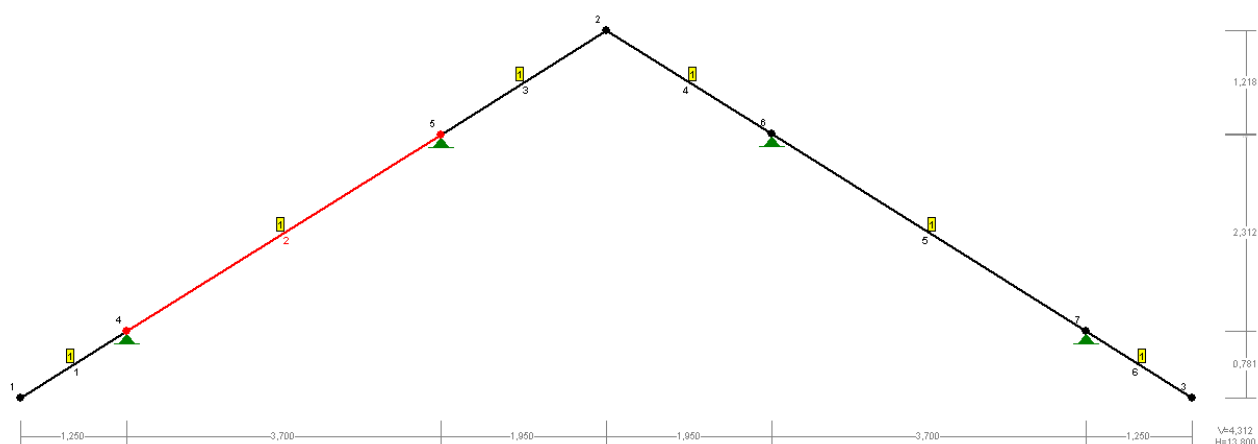
Wyniki dla $x_a=0,66$ m; $x_b=3,58$ m, przy obciążeniach "ACEG".

$$u_{z,fin} = 0,7 + 0,7 = \mathbf{1,4} < \mathbf{28,3} = u_{net,fin}$$

1. Wymiarowanie więźby dachowej – nad częścią w osiach 12-17.

1.1. Przedstawienie konstrukcji.

1.2. Gabaryty.



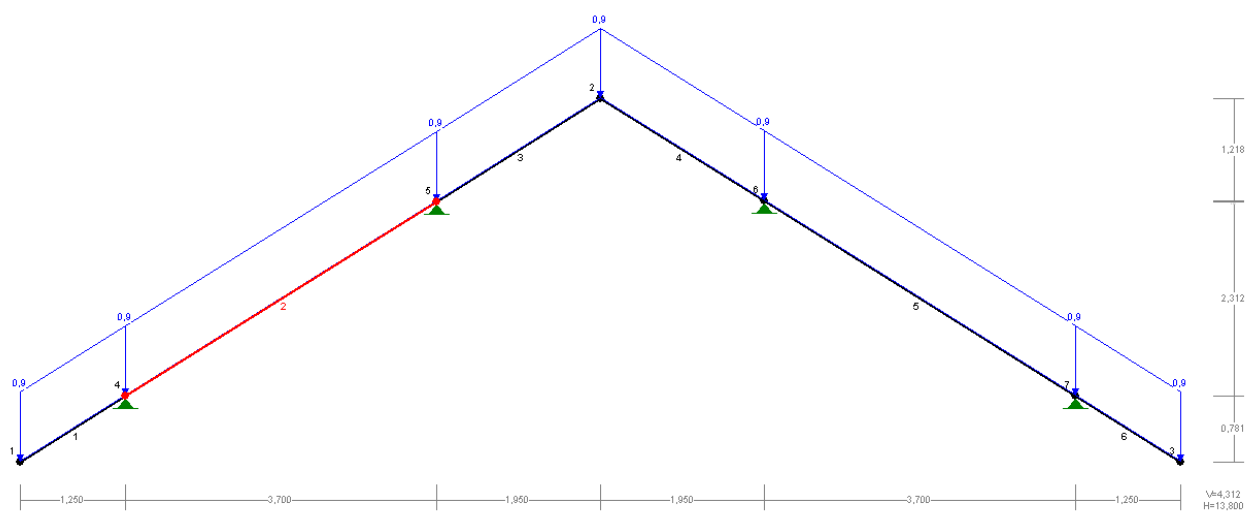
1.2. Przekroje elementów.
Krokiew 10x20 cm rozstaw 90cm

1.3. Materiał.
Drewno klasy C24

1.4. Obciążenia.

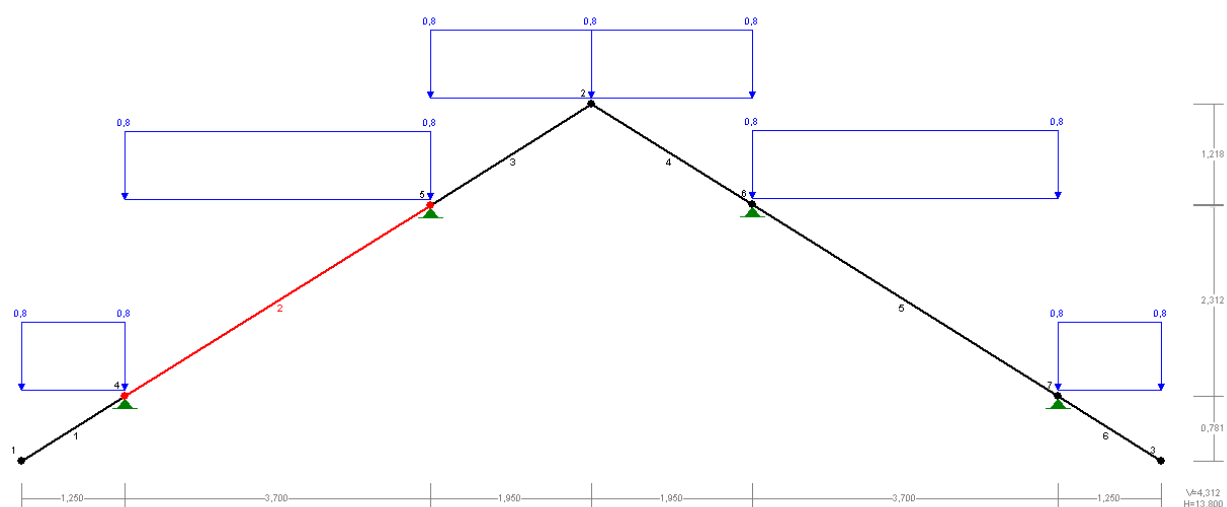
1.4.1. Ciężar własny uwzględniony w programie na podstawie zadanych przekrojów.

1.4.2. Obciążenie z warstw dachu (wartość charakterystyczna).

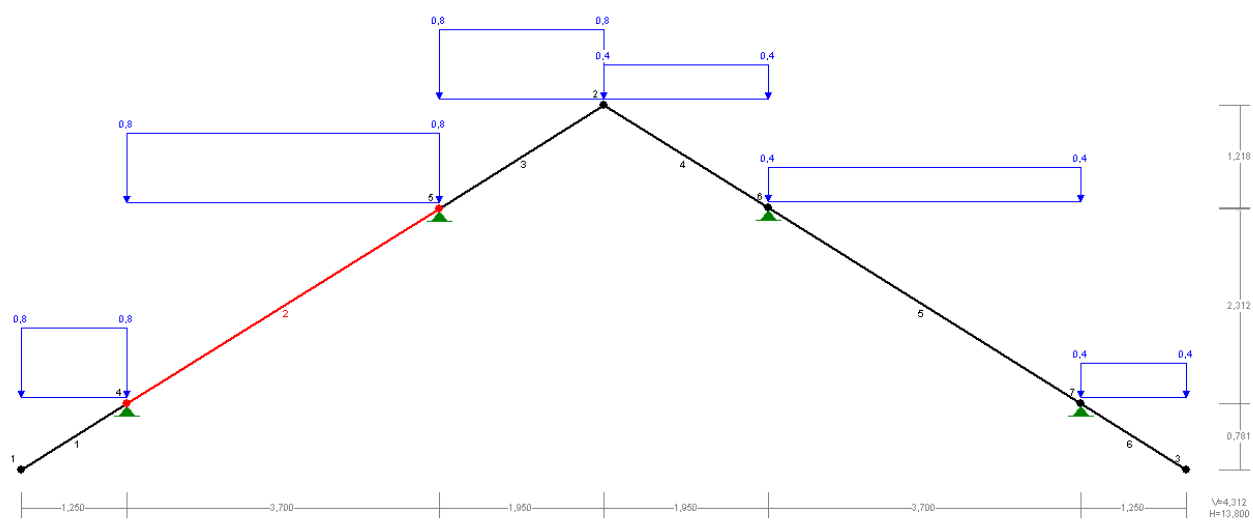


1.4.3. Obciążenie od śniegu– (wartość charakterystyczna).

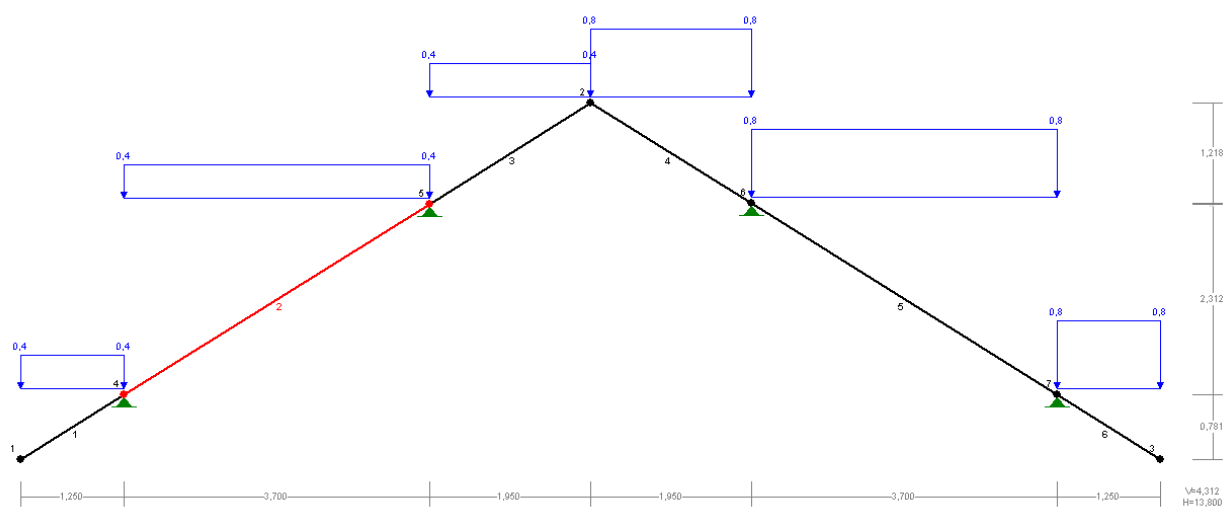
1.4.3.1. Śnieg równomierny



1.4.3.2. Śnieg nierównomierny I

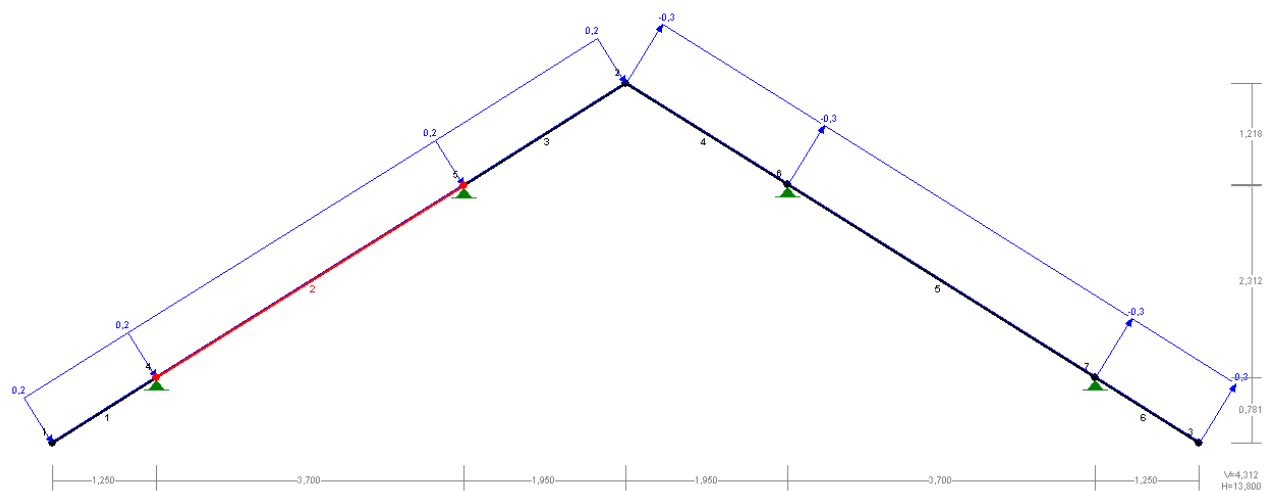


1.4.3.3. Śnieg nierównomierny II

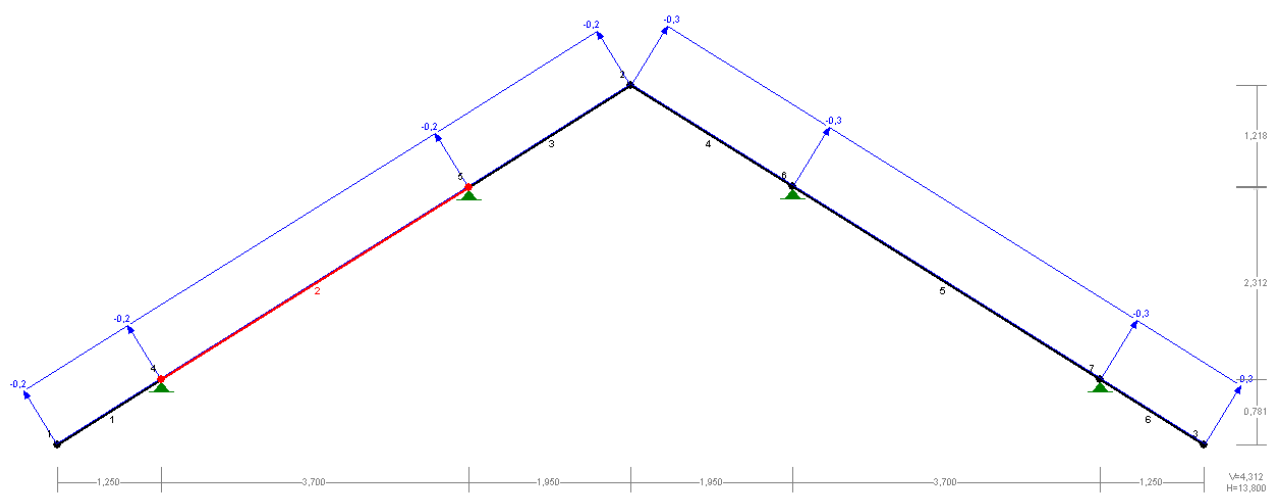


1.4.4. Obciążenie od wiatru– (wartość charakterystyczna).

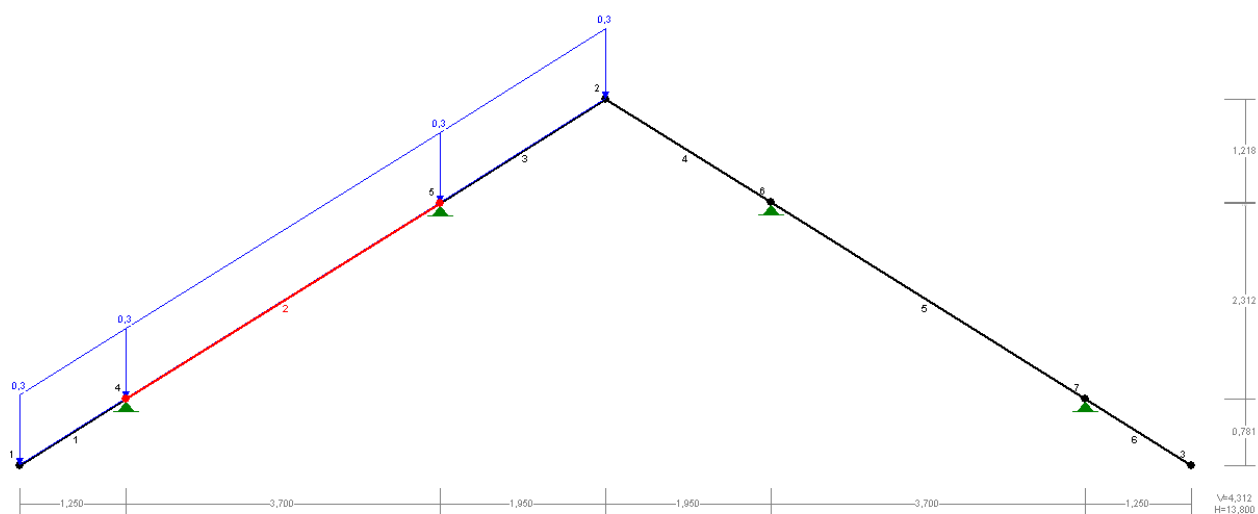
1.4.4.1. Wiatr I



1.4.4.2. Wiatr II



1.2.1. Obciążenie od fotowoltaiki– (wartość charakterystyczna).



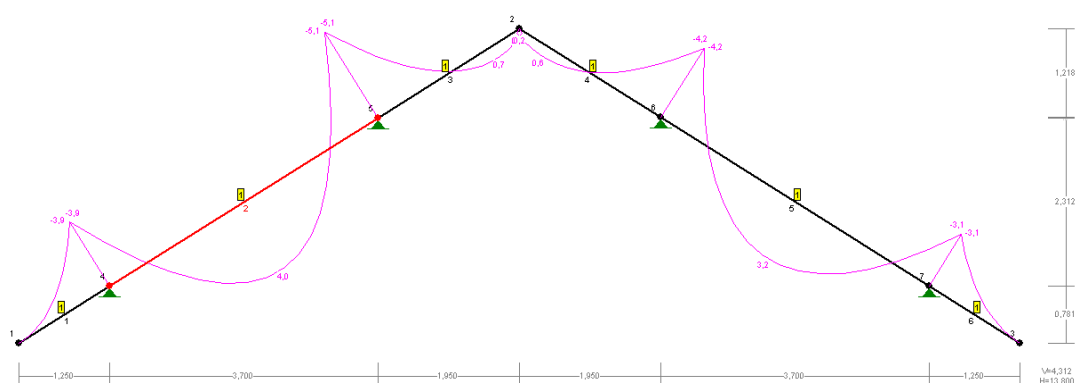
1.2.2. Atrybuty i mnożniki.

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	Obciążenie śnieg	1,5	1,5	1	Zmienny
4	Obciążenie wiatr	1,5	1,5	1	Zmienny
5	Fotowoltaika	1,35	1,35	1	Stały

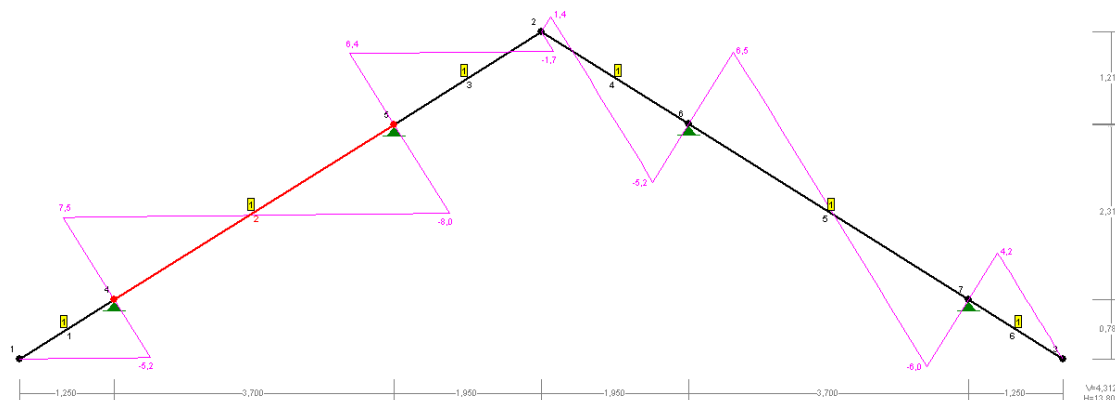
2. Wyniki obliczeń statycznych.

2.1. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

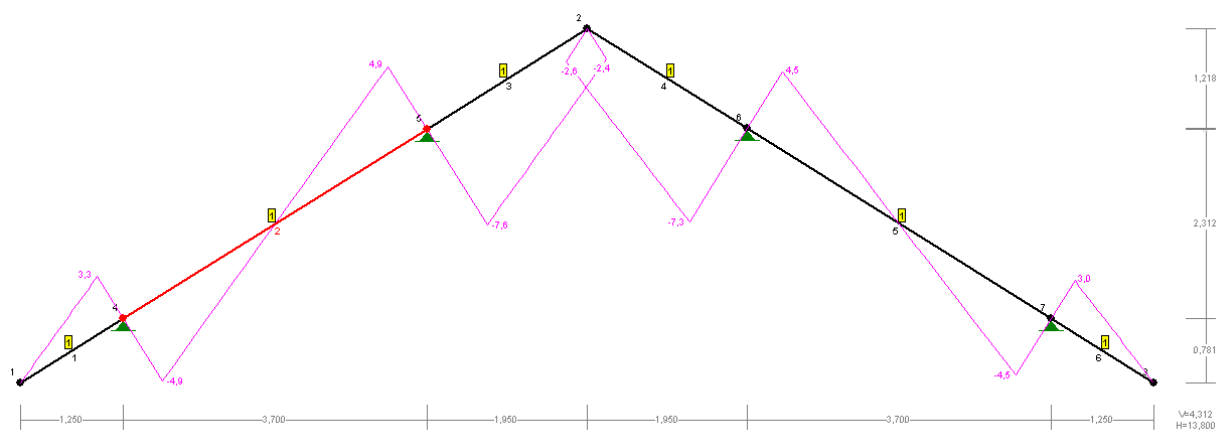
2.1.1 Siły wewnętrzne – moment zginający - Mz.



2.1.4 Siły wewnętrzne – siły poprzeczne -Qy.



2.1.5 Siły wewnętrzne – siły osiowe -N.



3. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów drewnianych.

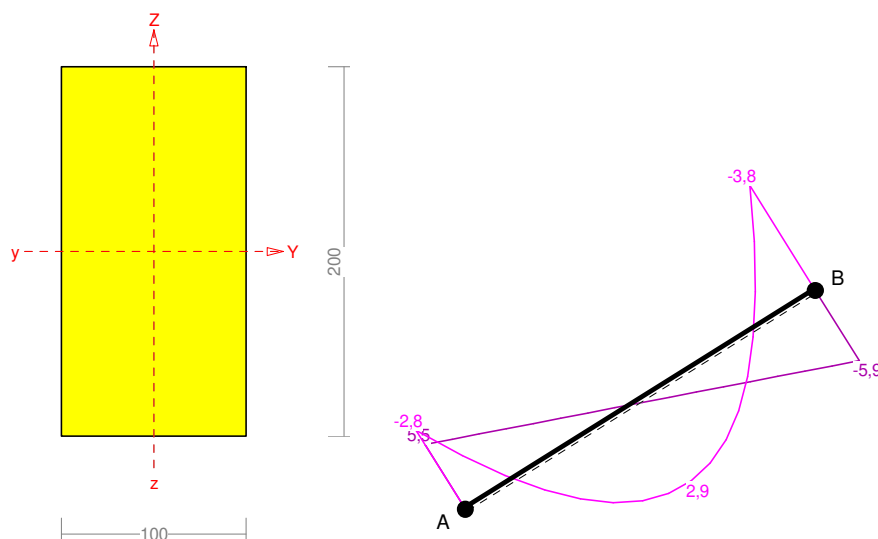
3.1. Nośność elementów.



3.2. Wymiarowanie krokwi.

Pręt nr 2

Zadanie: wiezba-2

**Sprawdzenie nośności pręta nr 2****Nośność na rozciąganie:**Wyniki dla $x_a=4,36$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABDF".Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 200,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 3,2 / 200,00 \times 10 = \mathbf{0,2} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,36$ m, przy obciążeniach "ABDF".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 3,2 / 200,00 \times 10 = \mathbf{0,2} < \mathbf{1,38} = 0,142 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,36$ m, przy obciążeniach "ABCF":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{0,726 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{4,3}{11,08} = \mathbf{0,407} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,2}{0,142 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{4,3}{11,08} = \mathbf{0,384 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=4,36$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABCF".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 3,8 / 666,67 \times 10^3 = \mathbf{5,7 < 11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=4,36$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABCF":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{6,46} + \frac{5,7}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,5 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,2}{6,46} + 0,7 \times \frac{5,7}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,4 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,91$ m; $x_b=2,45$ m, przy obciążeniach "ABCEF":

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

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

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,82$ m; $x_b=0,55$ m, przy obciążeniach "ABCF".

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,3^2 + 0,0^2} = \mathbf{0,3 < 1,2} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=2,18$ m; $x_b=2,18$ m, przy obciążeniach "ABCEF".

$$u_{z,fin} = -4,0 + -2,9 = \mathbf{6,9 < 29,1} = u_{net,fin}$$

1. Wymiarowanie więźby dachowej – nad częścią nad jaskółkami.

1.1. Przedstawienie konstrukcji.

1.2. Gabaryty.



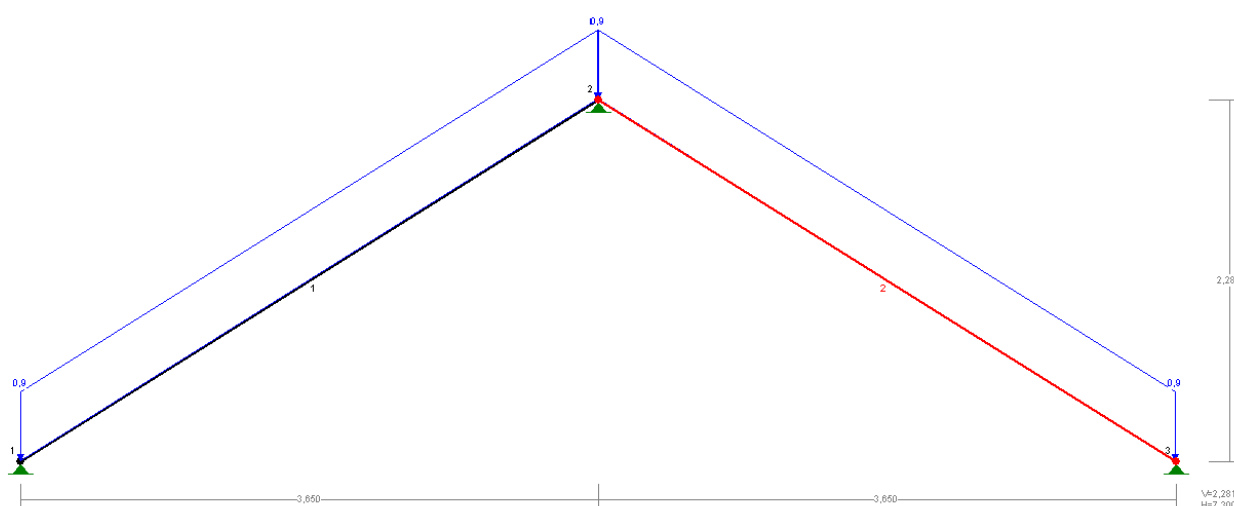
1.2. Przekroje elementów.
Krokwie 10x20 cm rozstaw 90cm

1.3. Materiał.
Drewno klasy C24

1.4. Obciążenia.

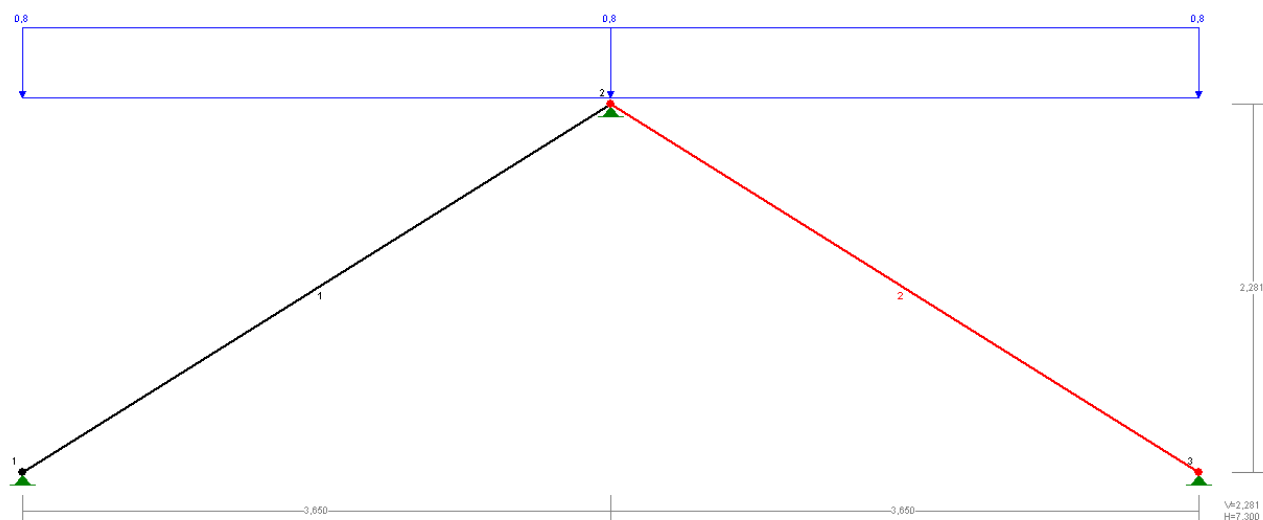
1.4.1. Ciężar własny uwzględniony w programie na podstawie zadanych przekrojów.

1.4.2. Obciążenie z warstw dachu (wartość charakterystyczna).

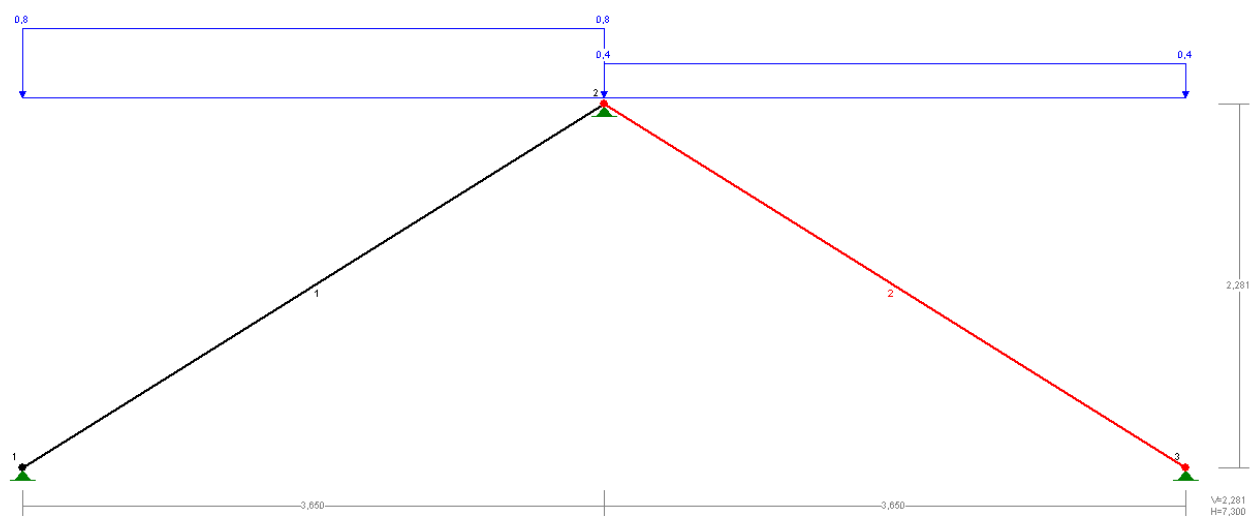


1.4.3. Obciążenie od śniegu– (wartość charakterystyczna).

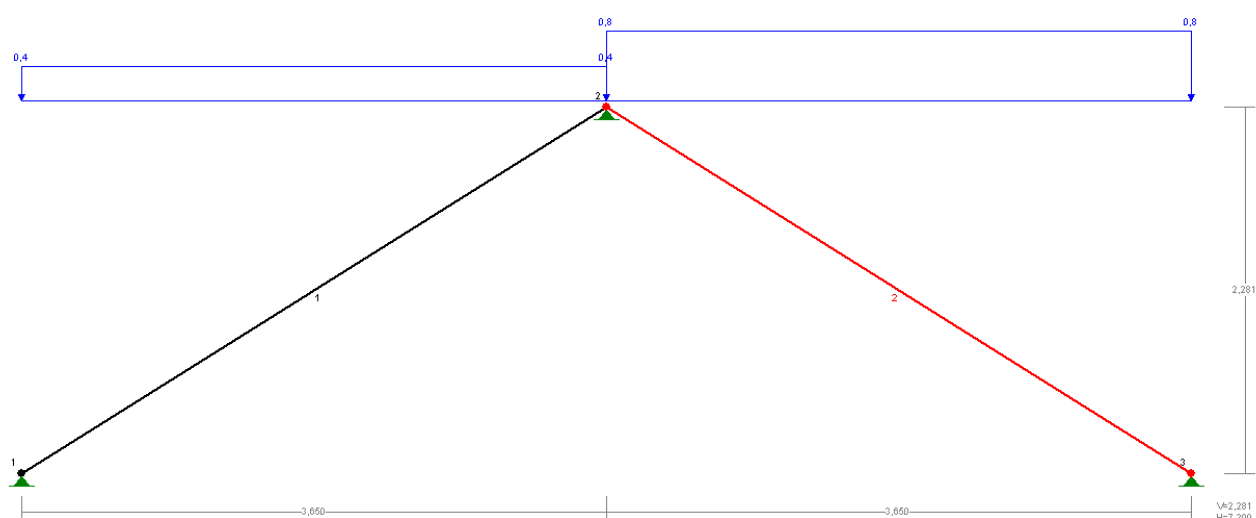
1.4.3.1. Śnieg równomierny



1.4.3.2. Śnieg nierównomierny I

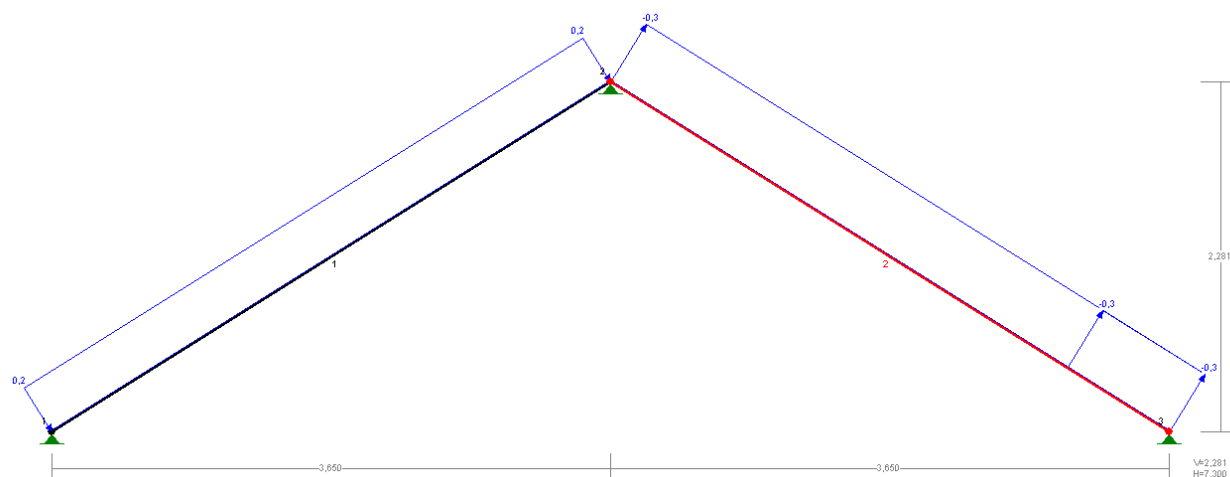


1.4.3.3. Śnieg nierównomierny II

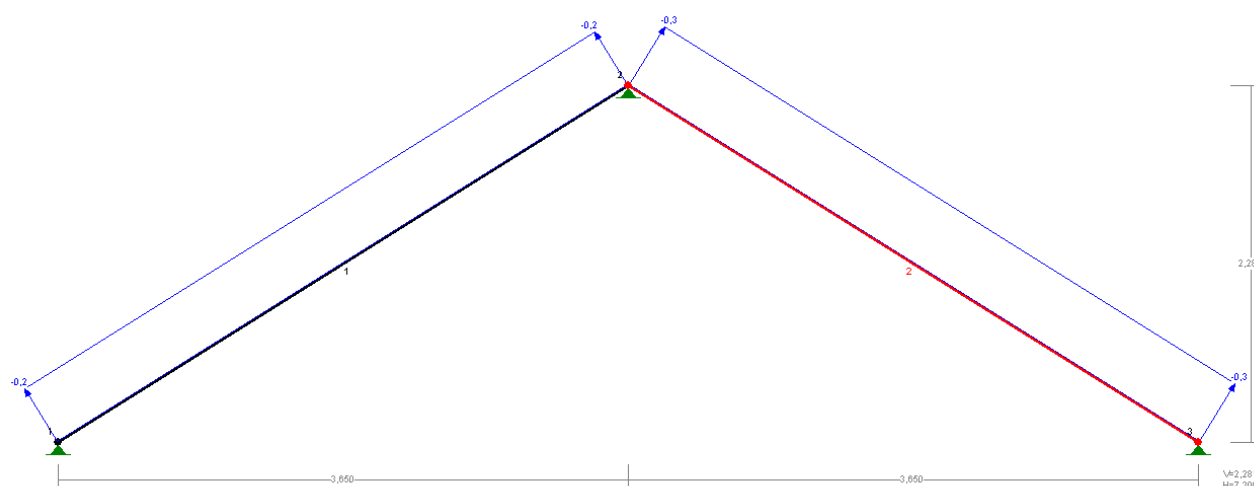


1.4.4. Obciążenie od wiatru– (wartość charakterystyczna).

1.4.4.1. Wiatr I



1.4.4.2. Wiatr II



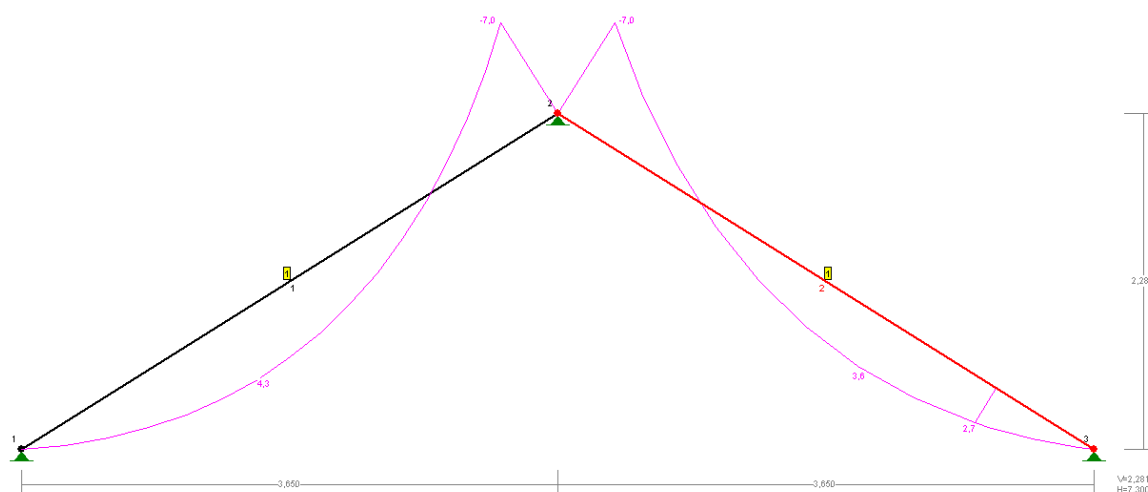
1.4.5. Atrybuty i mnożniki.

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	Obciążenie śnieg	1,5	1,5	1	Zmienny
4	Obciążenie wiatr	1,5	1,5	1	Zmienny

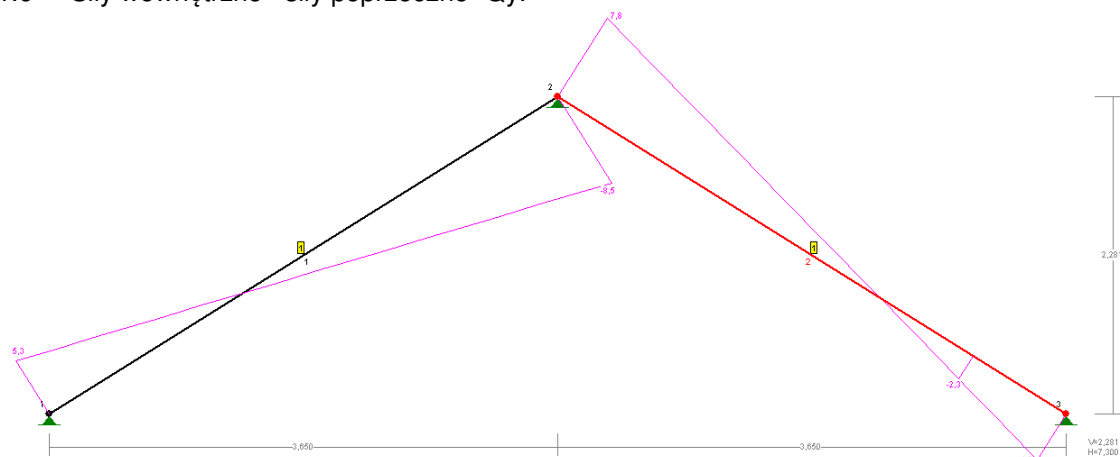
2. Wyniki obliczeń statycznych.

2.1. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

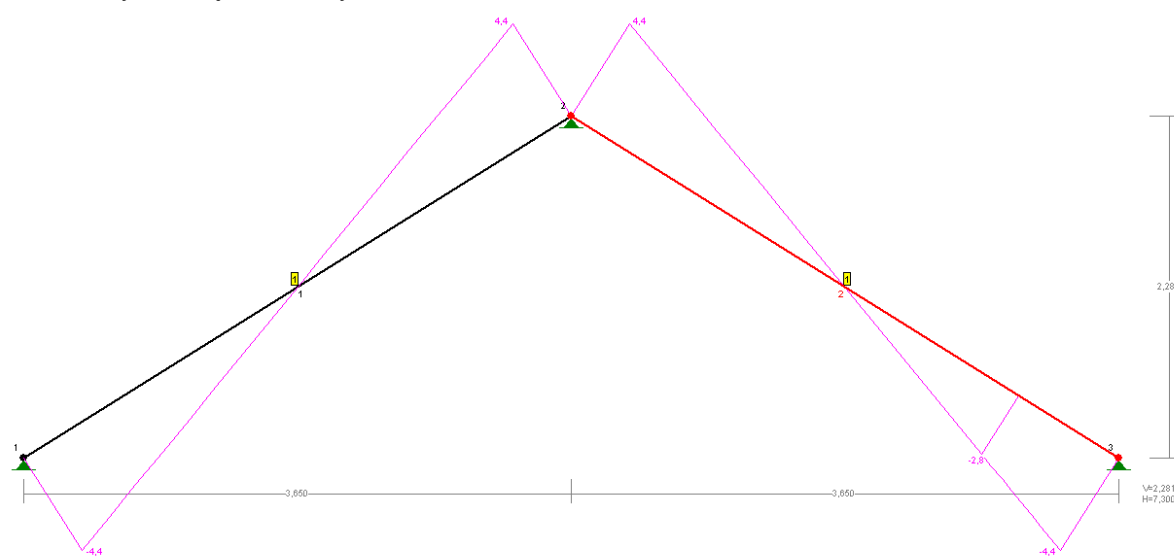
2.1.1 Siły wewnętrzne – moment zginający - M_z .



2.1.6 Siły wewnętrzne – siły poprzeczne - Q_y .

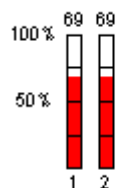


2.1.7 Siły wewnętrzne – siły osiowe - N .



3. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów drewnianych.

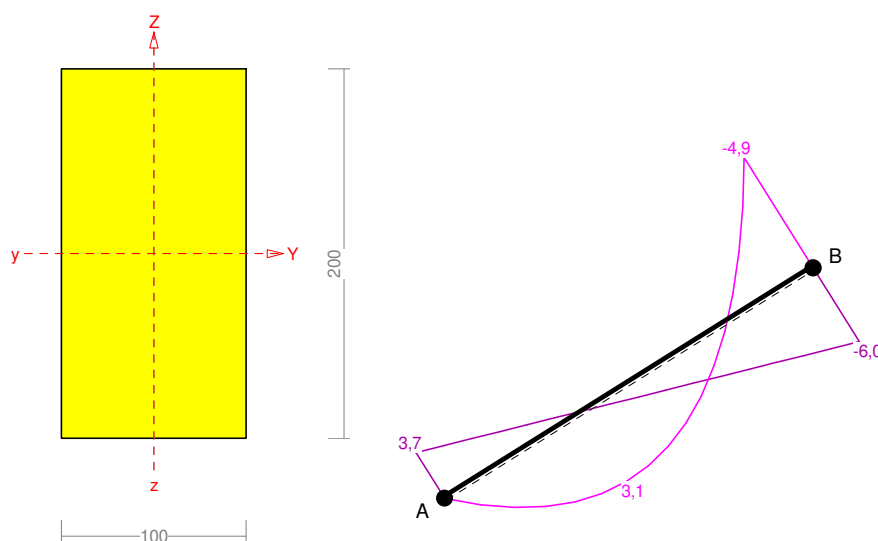
3.1. Nośność elementów.



Przekrój nr: 1

" B 20,0x10,0 "

3.2. Wymiarowanie krokwi.



Sprawdzenie nośności pręta nr 1

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=4,30$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC".Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 200,00 \text{ cm}^2$.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 2,7 / 200,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{6,46} = f_{t,0,d}$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=4,30$ m, przy obciążeniach "ABC".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 2,7 / 200,00 \times 10 = \mathbf{0,1} < \mathbf{1,41} = 0,146 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,61$ m; $x_b=2,69$ m, przy obciążeniach "ACEG":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,675 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{5,1}{11,08} = \mathbf{0,470} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,146 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{5,1}{11,08} = \mathbf{0,349} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=4,30$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 4,9 / 666,67 \times 10^3 = 7,4 < 11,1 = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=4,30$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{6,46} + \frac{7,4}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = 0,7 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,1}{6,46} + 0,7 \times \frac{7,4}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = 0,5 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,61$ m; $x_b=2,69$ m, przy obciążeniach "ACEG":

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

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

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,77$ m; $x_b=0,54$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek nośności

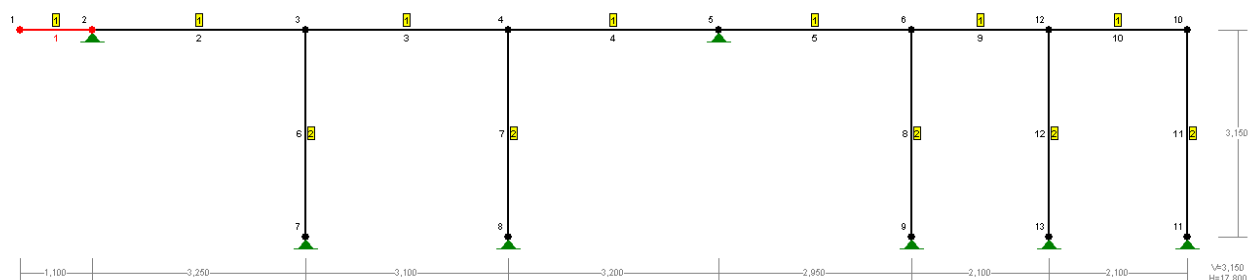
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,4^2 + 0,0^2} = 0,4 < 1,2 = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,88$ m; $x_b=2,42$ m, przy obciążeniach "ACEG".

$$u_{z,fin} = -3,3 + -5,2 = 8,5 < 28,7 = u_{net,fin}$$

1. Wymiarowanie płatwi I
 1. Przedstawienie konstrukcji.
 - 1.2. Gabaryty.



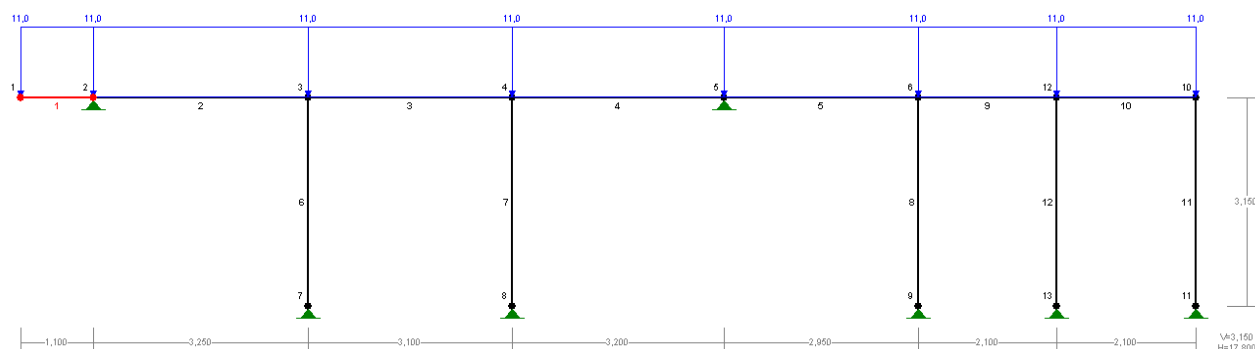
- 1.2. Przekroje elementów.
Krokiew 18x22 cm

- 1.3. Materiał.
Drewno klasy C24

- 1.4. Obciążenia.

- 1.4.1. Ciężar własny uwzględniony w programie na podstawie zadanych przekrojów.

- 1.4.2. Obciążenie z dachu (wartość charakterystyczna).



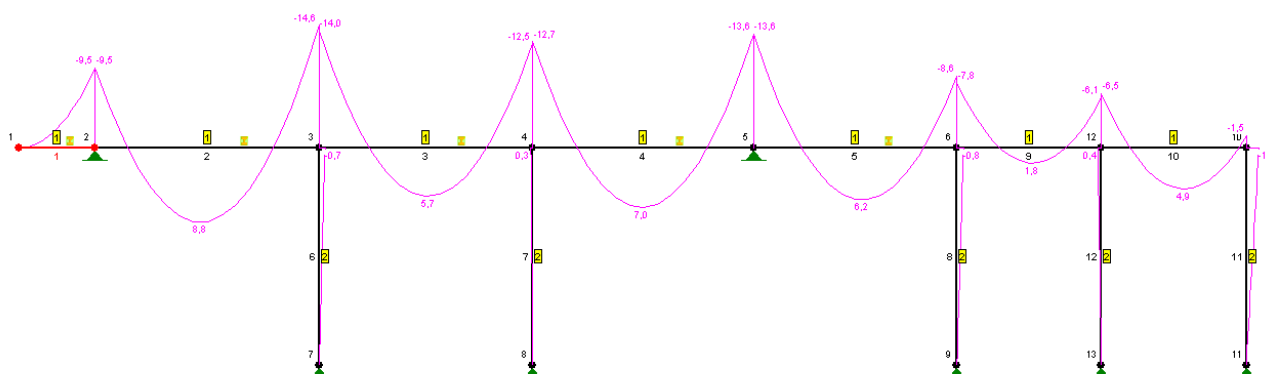
- 1.4.3. Atrybuty i mnożniki.

Nr	Opis	Obc(+)	Obc(-)	Udz.	Atrybut
1	Ciężar własny	1,1	1,1	1	Stały
2	obc z dachu	1,42	1,42	1	Zmienny

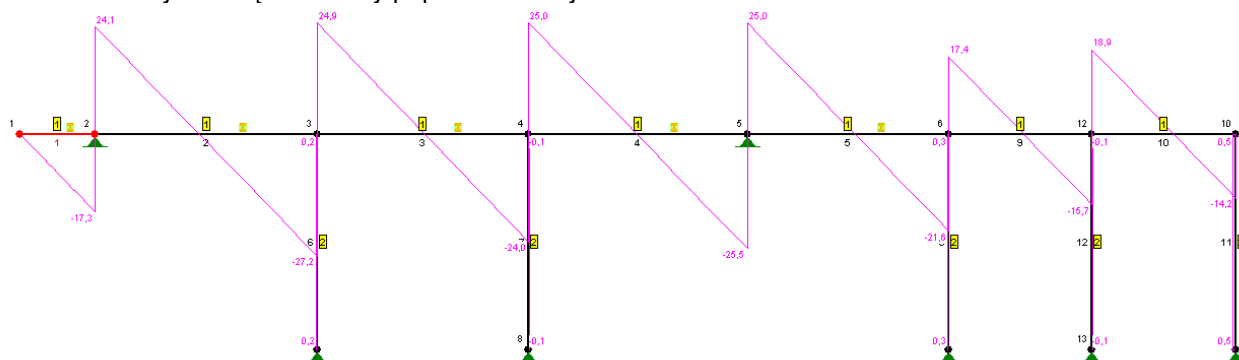
2. Wyniki obliczeń statycznych.

2.1. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

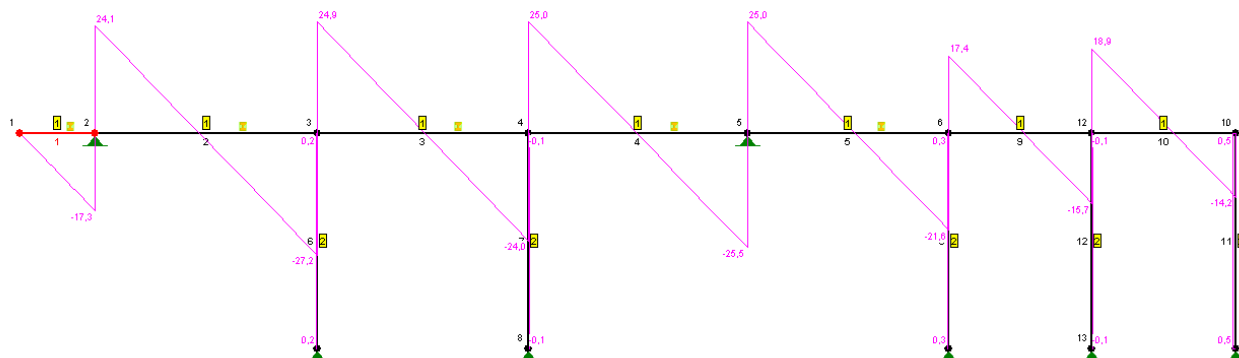
2.1.1 Siły wewnętrzne – moment zginający - M_z .



2.1.8 Siły wewnętrzne – siły poprzeczne - Q_y .

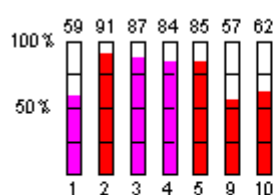


2.1.9 Siły wewnętrzne – siły osiowe - N .

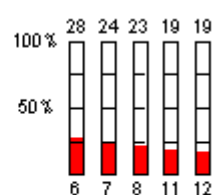


3. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów drewnianych.

3.1. Nośność elementów.

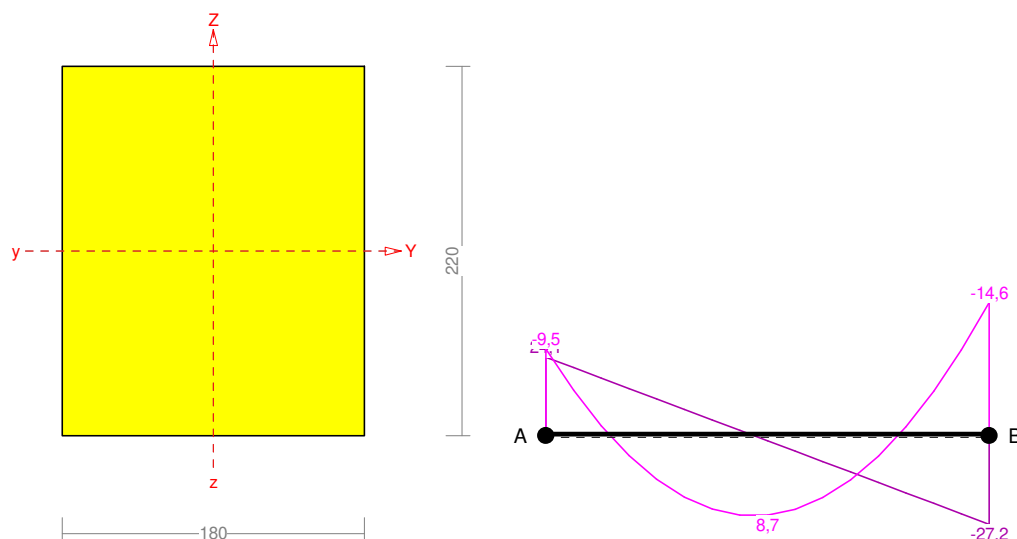


Przekrój nr: 1
" B 22,0x18,0 "



Przekrój nr: 2
" B 18,0x18,0 "

3.2. Wymiarowanie płatwi.

**Obciążenie prostopadłe do płaszczyzny układu:**

Przyjęto charakterystyczne wartości momentów przywęzłowych $M_a = 0,0$ i $M_b = 0,0$ kNm oraz obciążenia rozłożonego na całej długości pręta $q = 2,2$ kN/m. Przyjęto stały moment skręcający $M_{tor} = 0,0$ kNm. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1,42$.

Sprawdzenie nośności pręta nr 2**Nośność na ściskanie:**

Wyniki dla $x_a = 0,00$ m; $x_b = 3,25$ m, przy obciążeniach "A".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,1 / 396,00 \times 10 = \mathbf{0,0} < \mathbf{6,58} = 0,679 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a = 3,25$ m; $x_b = 0,00$ m, przy obciążeniach "A":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,935 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} + \frac{10,1}{11,08} = \mathbf{0,910} = \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,679 \times 9,69} + \frac{0,0}{11,08} + 0,7 \times \frac{10,1}{11,08} = \mathbf{0,637} < \mathbf{1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a = 3,25$ m; $x_b = 0,00$ m, przy obciążeniach "A".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 14,6 / 1452,00 \times 10^3 = \mathbf{10,1} < \mathbf{11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a = 3,25$ m; $x_b = 0,00$ m, przy obciążeniach "A":

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

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

Nośność ze ściskaniem dla $x_a = 3,25$ m; $x_b = 0,00$ m, przy obciążeniach "A":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{9,69^2} + \frac{10,1}{11,08} + 0,7 \times \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,9 = 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,0^2}{9,69^2} + 0,7 \times \frac{10,1}{11,08} + \frac{0,0}{11,08} = \mathbf{0,6 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,25$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "A".

Warunek nośności

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

Stan graniczny użytkowania:

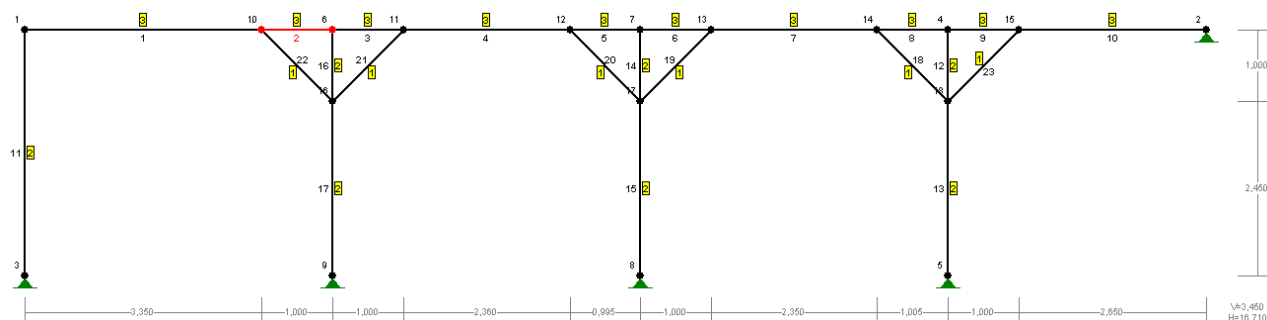
Wyniki dla $x_a=1,63$ m; $x_b=1,63$ m, przy obciążeniach "A".

$$u_{z,fin} = -0,1 + -5,1 = \mathbf{5,2 < 21,7} = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = 0,0 + 4,6 = \mathbf{4,6 < 21,7} = u_{net,fin}$$

$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = \sqrt{4,7^2 + 4,3^2} = \mathbf{6,9 < 21,7} = u_{net,fin}$$

1. Wymiarowanie płatwi II
 1.1. Przedstawienie konstrukcji.
 1.2. Gabaryty.



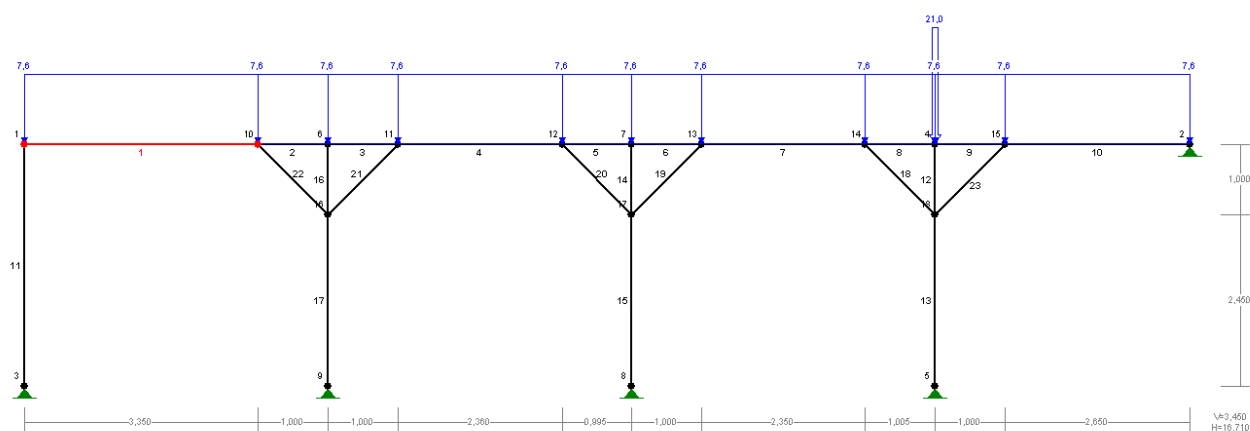
- 1.2. Przekroje elementów.
 Krokiew 18x22 cm

- 1.3. Materiał.
 Drewno klasy C24

- 1.4. Obciążenia.

- 1.4.1. Ciężar własny uwzględniony w programie na podstawie zadanych przekrojów.

- 1.4.2. Obciążenie z dachu (wartość charakterystyczna).



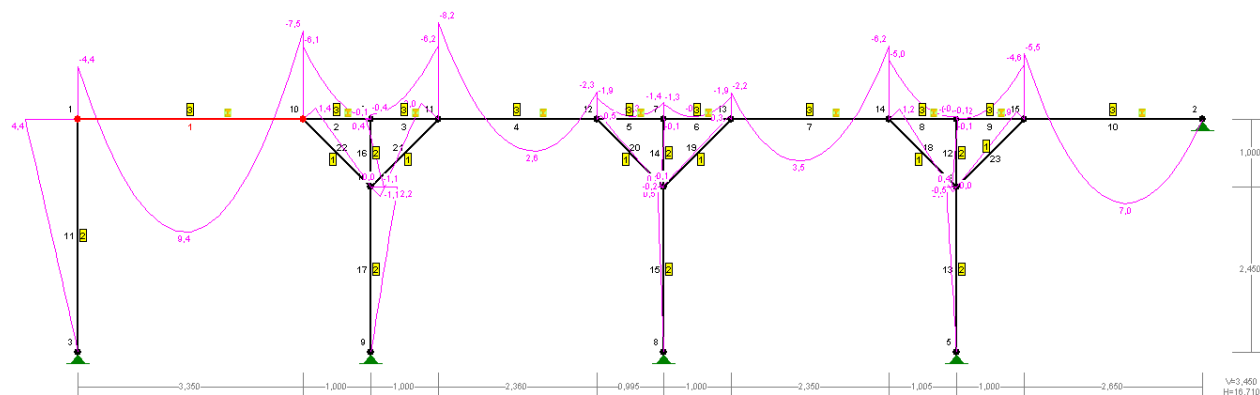
- 1.4.3. Atrybuty i mnożniki.

Nr	Opis	Obc(+)	Obc(-)	Udz.	Atrybut
1	Ciężar własny	1,1	1,1	1	Stały
2	obc z dachu	1,42	1,42	1	Zmienny

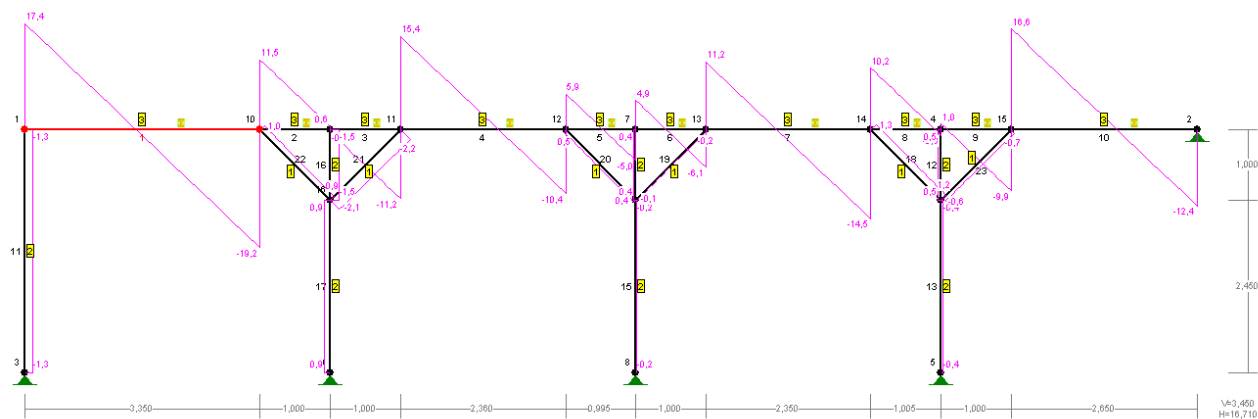
2. Wyniki obliczeń statycznych.

2.1. Siły wewnętrzne (wartości obliczeniowe).

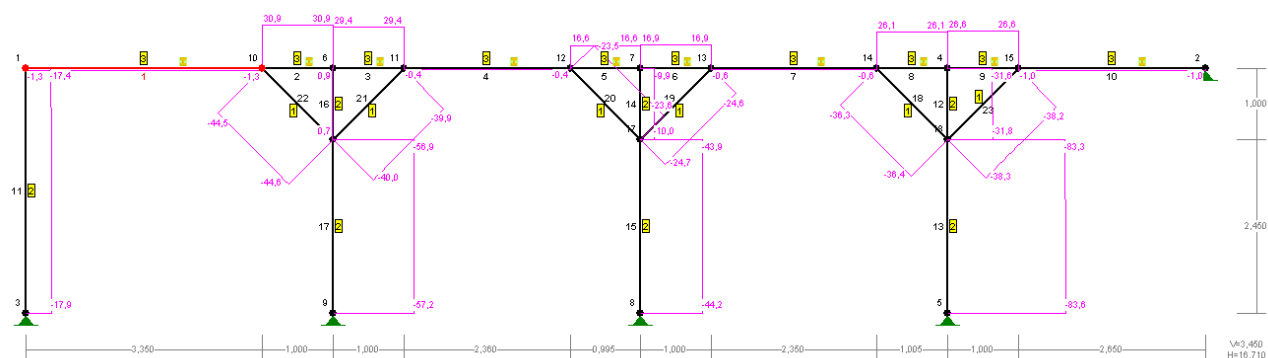
2.1.1 Siły wewnętrzne – moment zginający - Mz.



2.1.10 Siły wewnętrzne – siły poprzeczne -Qy.

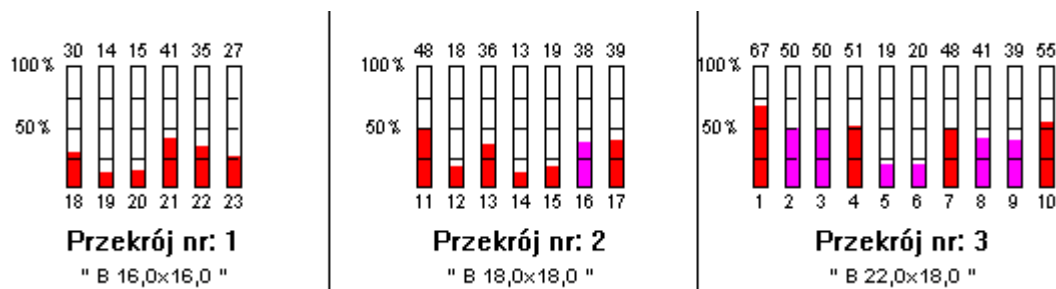


2.1.11 Siły wewnętrzne – siły osiowe -N.



3. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów drewnianych.

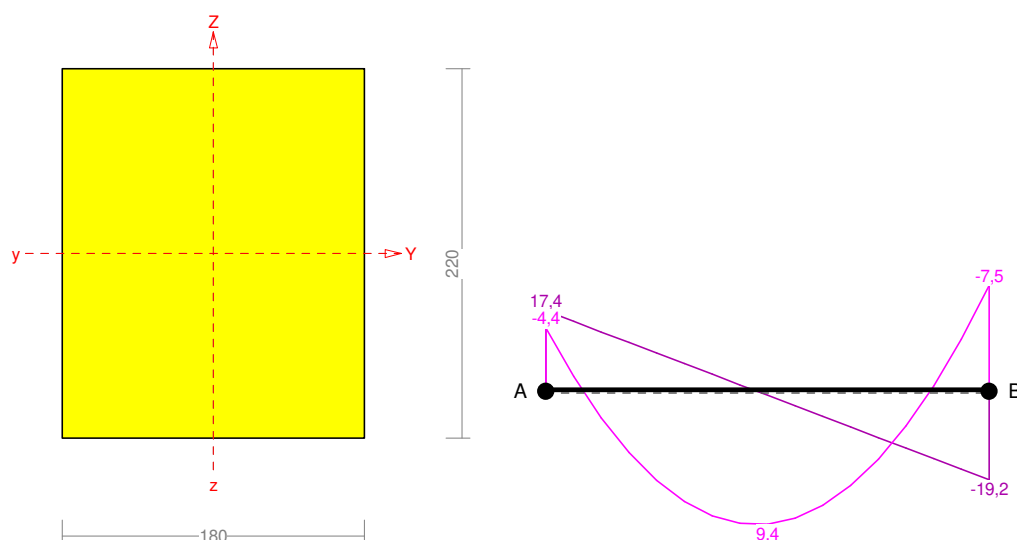
3.1. Nośność elementów.



3.2. Wymiarowanie płatwi.

Pręt nr 1

Zadanie: PŁ-6

**Obciążenie prostopadłe do płaszczyzny układu:**

Przyjęto charakterystyczne wartości momentów przywęzłowych $M_a = 0,0$ i $M_b = 0,0$ kNm oraz obciążenia rozłożonego na całej długości pręta $q = 0,8$ kN/m. Przyjęto stały moment skręcający $M_{tor} = 0,0$ kNm. Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1,42$.

Sprawdzenie nośności pręta nr 1**Nośność na ściskanie:**

Wyniki dla $x_a = 0,00$ m; $x_b = 3,35$ m, przy obciążeniach "A".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,3 / 396,00 \times 10 = 0,0 < 6,31 = 0,651 \times 9,69 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a = 1,67$ m; $x_b = 1,67$ m, przy obciążeniach "A":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,969 \times 9,69} + 0,7 \times \frac{1,3}{11,08} + \frac{6,5}{11,08} = 0,672 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,0}{0,651 \times 9,69} + \frac{1,3}{11,08} + 0,7 \times \frac{6,5}{11,08} = 0,535 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,67$ m; $x_b=1,67$ m, przy obciążeniach "A".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 9,4 / 1452,00 \times 10^3 = \mathbf{6,5} < \mathbf{11,1} = 1,000 \times 11,08 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,67$ m; $x_b=1,67$ m, przy obciążeniach "":

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

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

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,67$ m; $x_b=1,67$ m, przy obciążeniach "A":

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

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

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,35$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "A".

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,7^2 + 0,1^2} = \mathbf{0,7} < \mathbf{1,2} = 1,000 \times 1,15 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,67$ m; $x_b=1,67$ m, przy obciążeniach "A".

$$u_{z,fin} = -0,1 + -7,9 = \mathbf{8,0} < \mathbf{29,0} = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = 0,0 + 1,8 = \mathbf{1,8} < \mathbf{29,0} = u_{net,fin}$$

$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = \sqrt{7,6^2 + 1,8^2} = \mathbf{8,2} < \mathbf{29,0} = u_{net,fin}$$

Wyniki obliczeń – statyka i wymiarowanie stropu nad parterem – część wielofunkcyjna

Założenia:

Beton: C25/30 (B30)

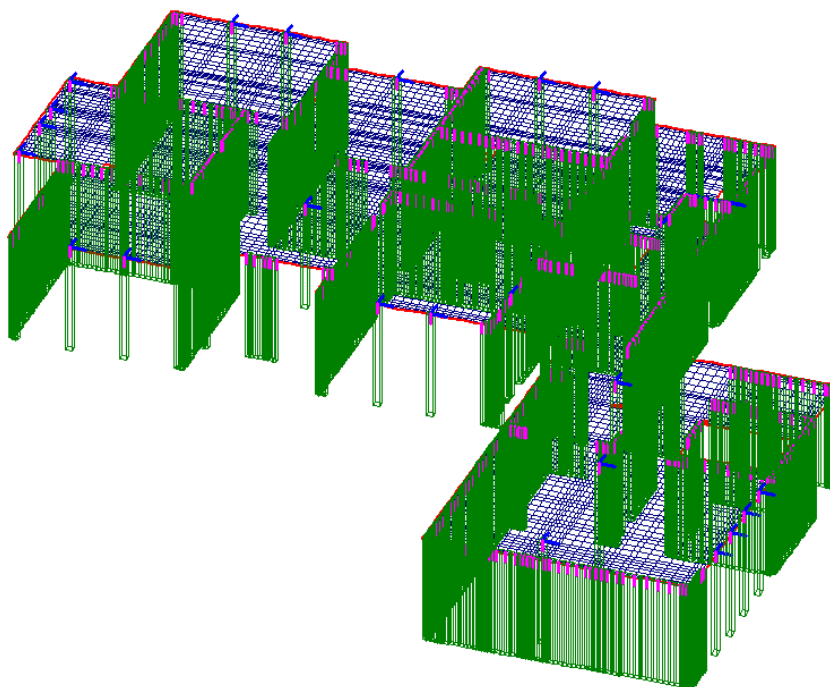
Stal: AIIIIN

Otulina: – 3 cm

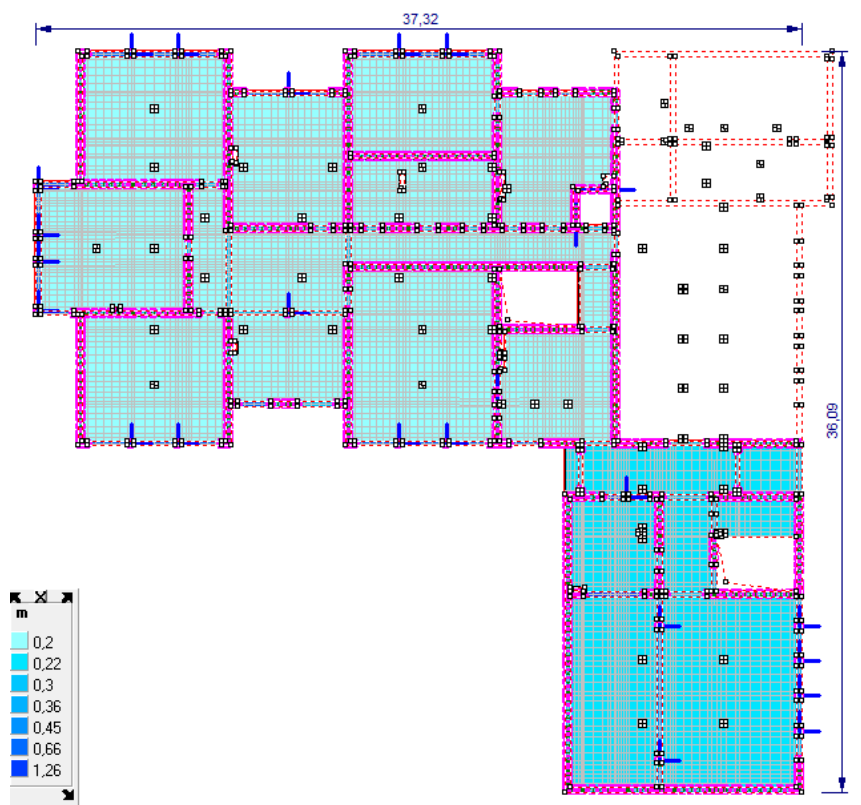
1. Płyta stropu nad parterem - część wielofunkcyjna

1.1. Płyta stropu nad parterem - część wielofunkcyjna – przedstawienie konstrukcji

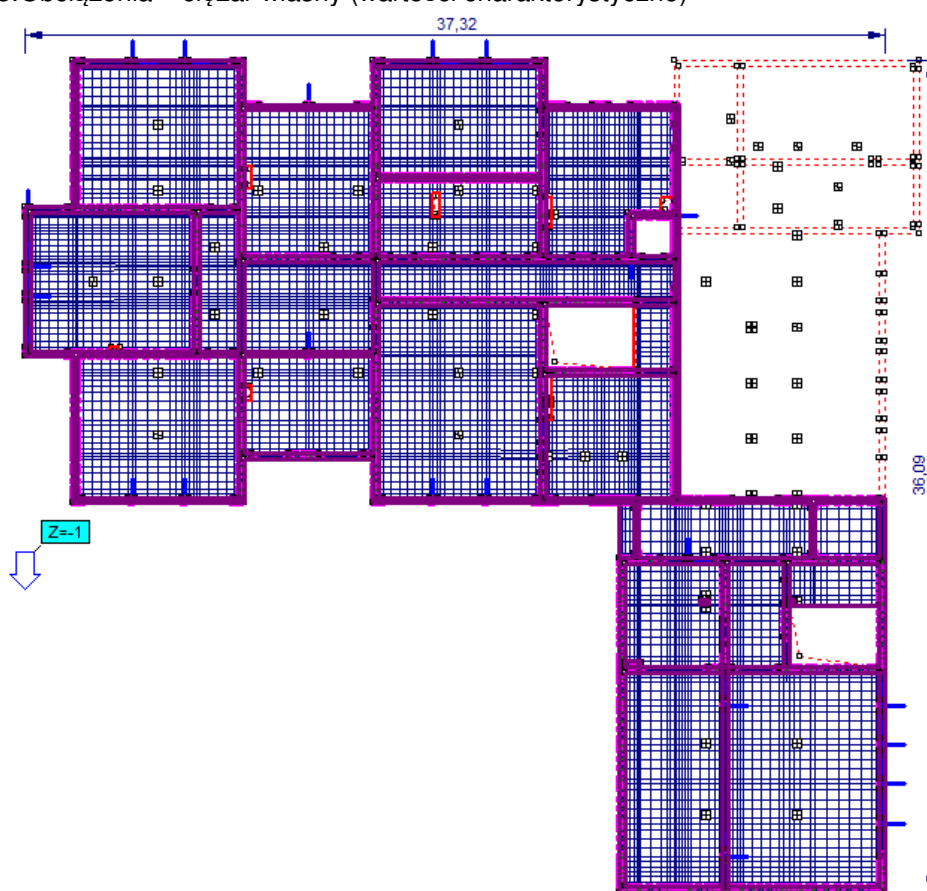
1.1.1. Schemat konstrukcji



1.1.2. Grubości płyty



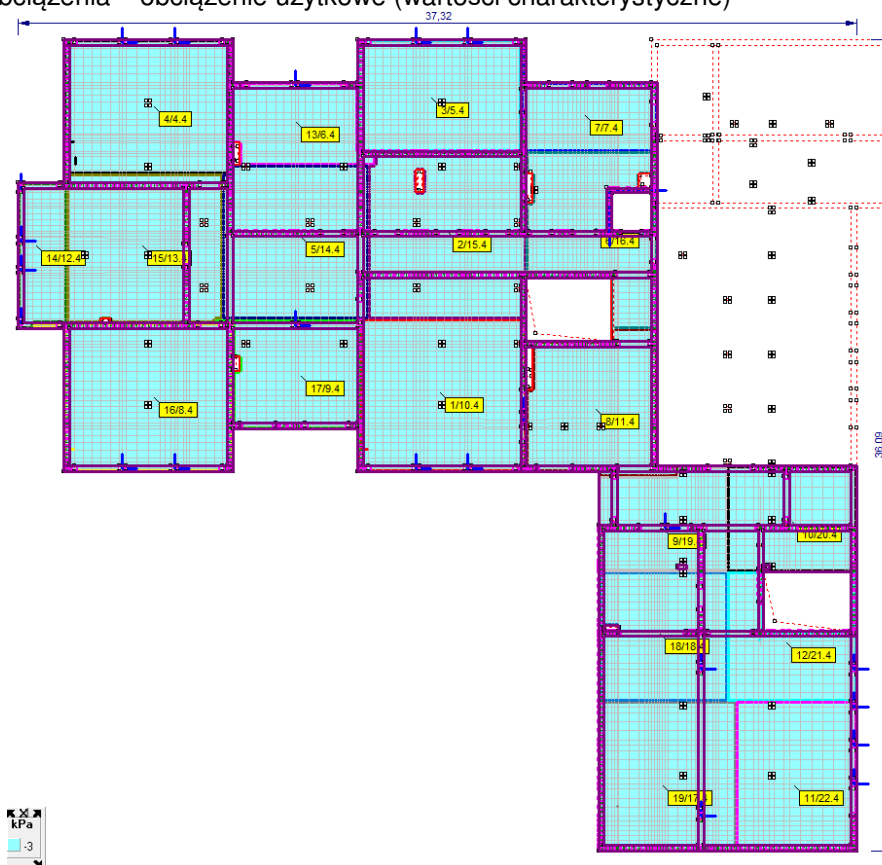
1.1.3. Obciążenia – ciężar własny (wartości charakterystyczne)



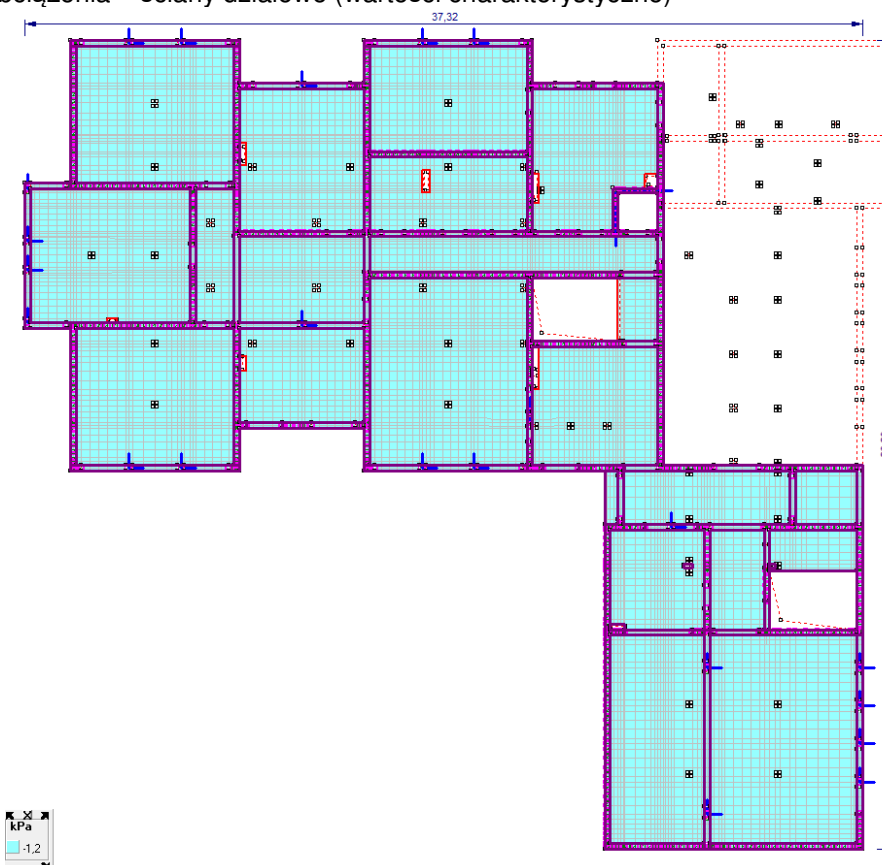
1.1.4. Obciążenia – ciężar warstw (wartości charakterystyczne)



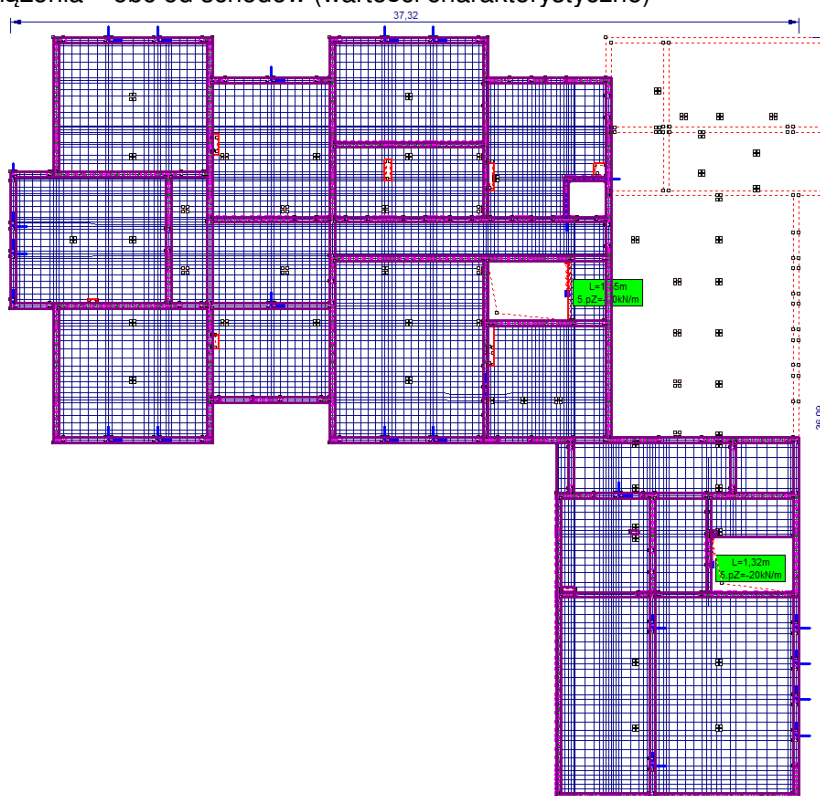
1.1.5. Obciążenia – obciążenie użytkowe (wartości charakterystyczne)



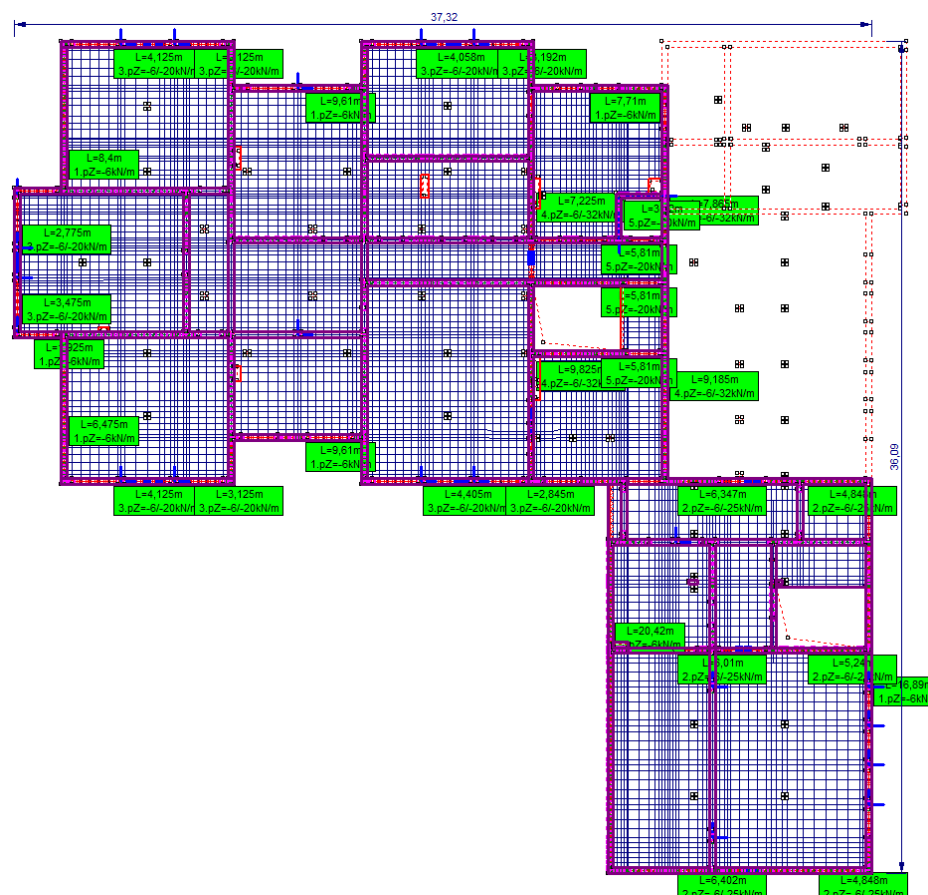
1.1.6. Obciążenia – ściany działowe (wartości charakterystyczne)



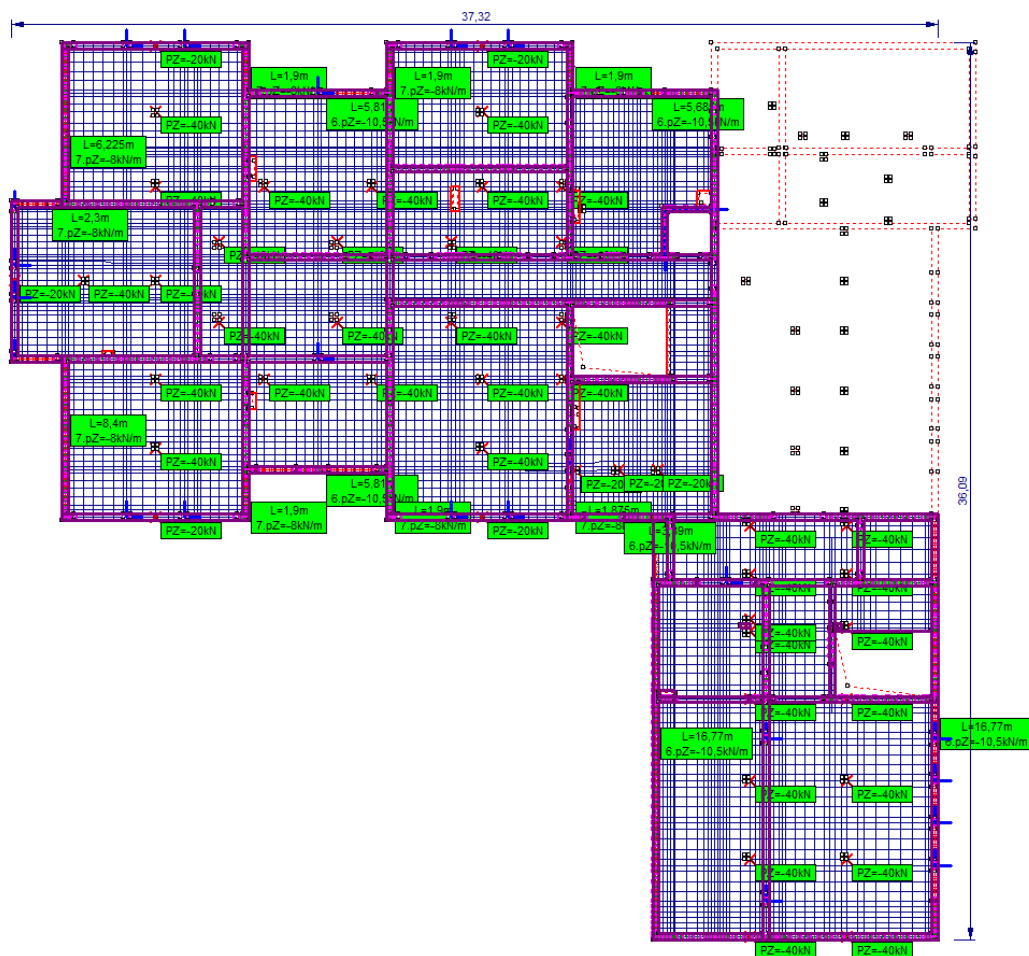
1.1.7. Obciążenia – obc od schodów (wartości charakterystyczne)



1.1.8. Obciążenia – obc od ścian nośnych (wartości charakterystyczne)



1.1.1. Obciążenia – obc z dachu (wartości charakterystyczne)

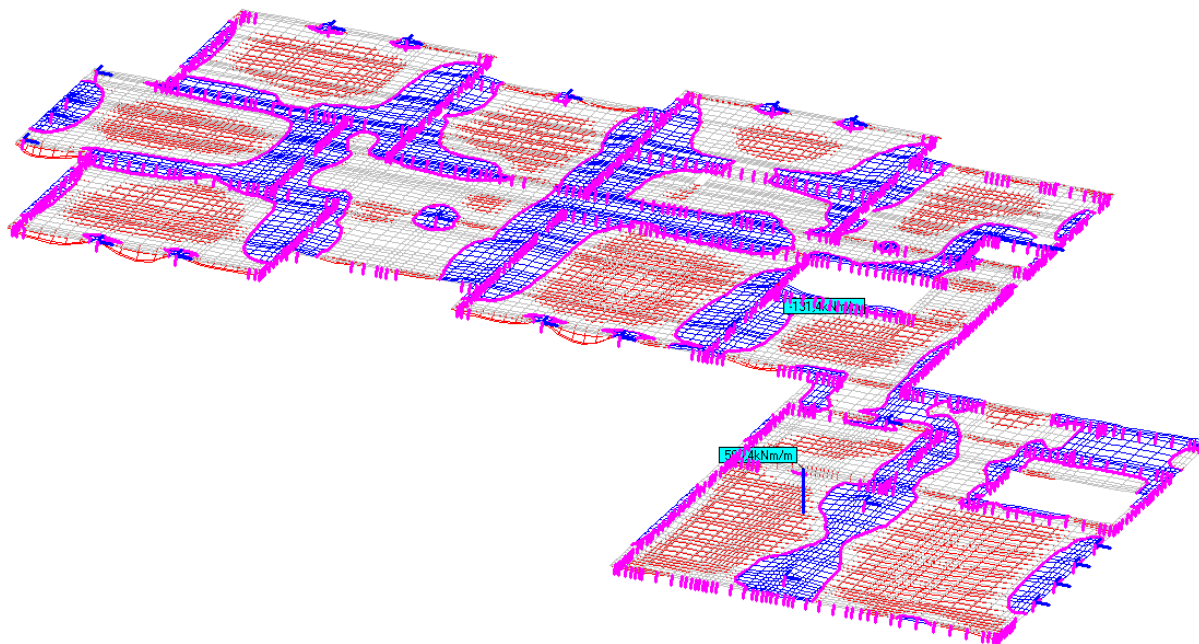


1.2. Mnożniki i atrybuty.

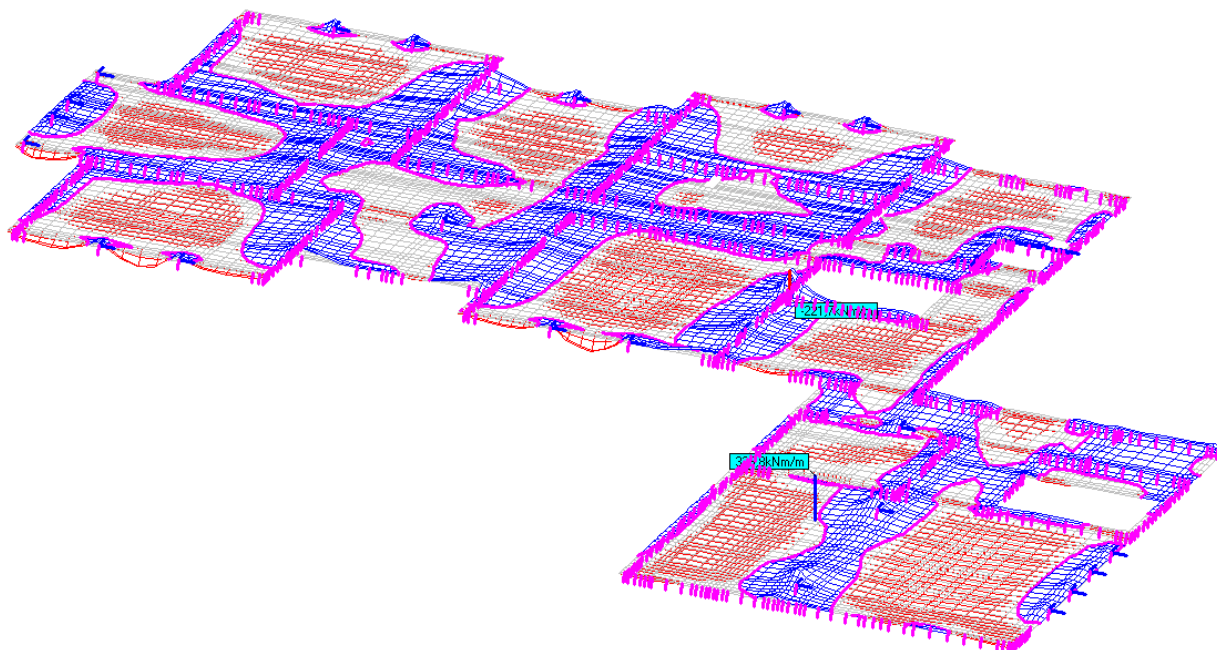
Nr	Opis	Obc(+)	Obc(-)	Udz.	Atrybut
1	Ciężar własny	1,15	1,15	1	Stały
2	Ciężar warstw	1,35	1,35	1	Stały
3	Obc użytkowe	1,5	1,5	1	Zmienny
4	Obc ściany działowe	1,35	1,35	1	Stały
5	Obc ze schodów	1,5	1,5	1	Zmienny
6	Obc od ścian nośnych	1,35	1,35	1	Stały
7	Obc z dachu	1,42	1,42	1	Zmienny

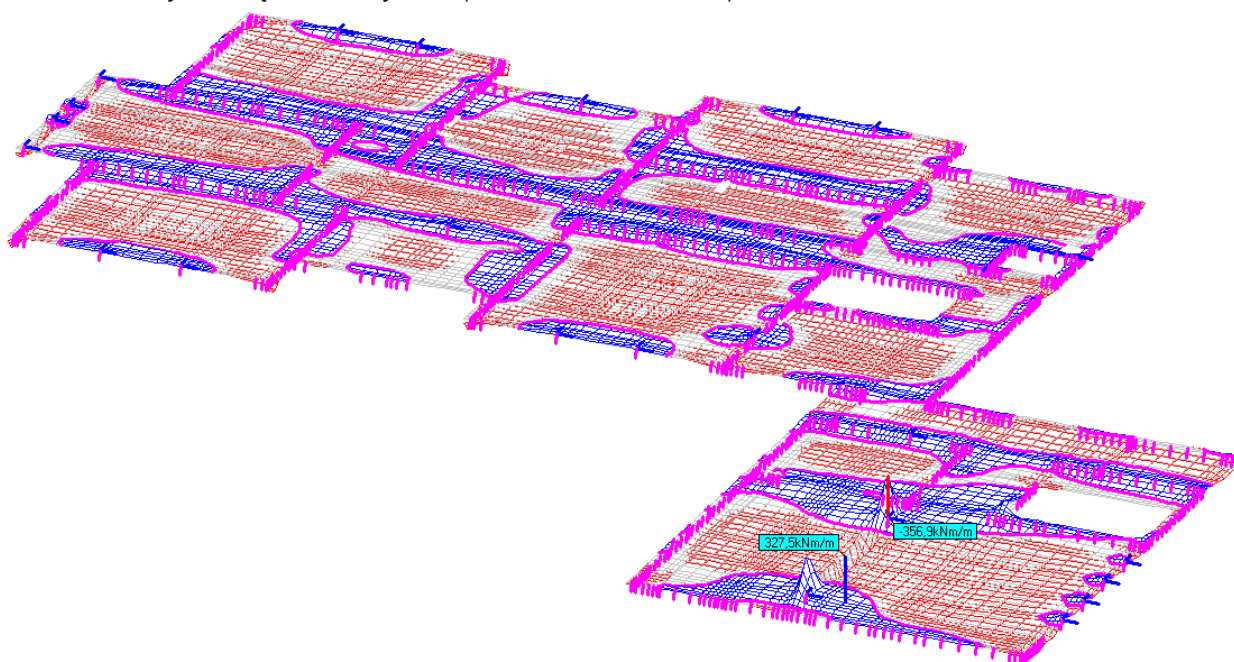
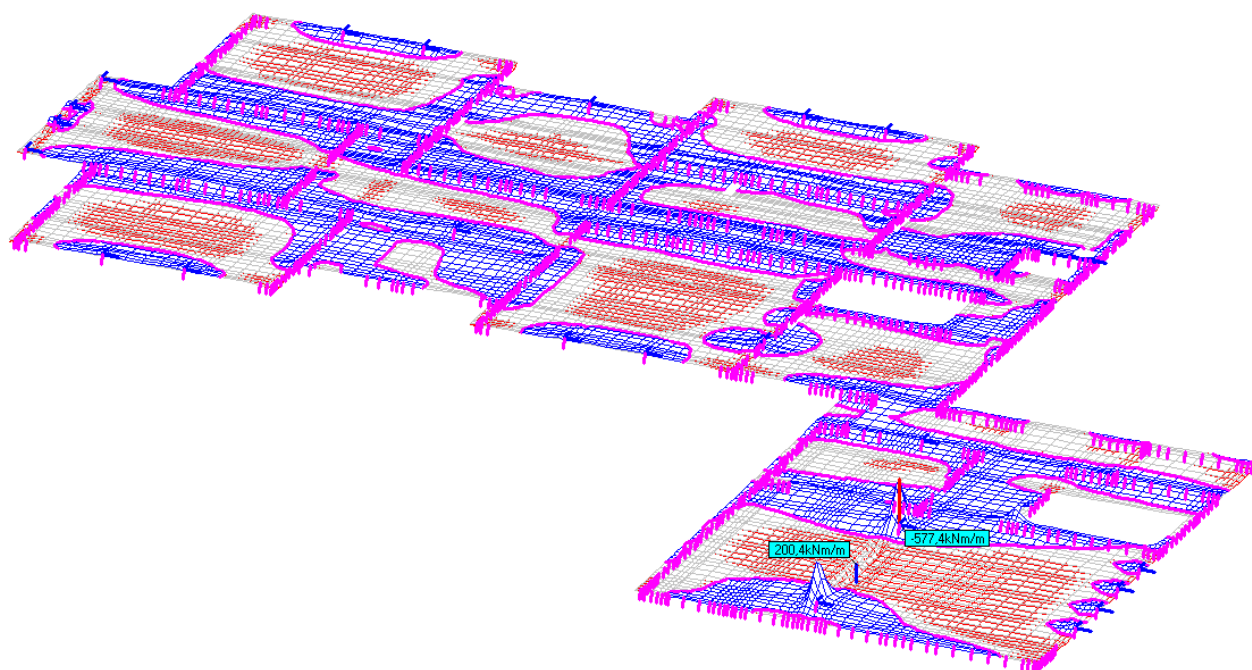
1.3. Płyta stropowa nad parterem – część wielofunkcyjna– obliczenia statyczne.

1.3.1. Siły wewnętrzne – M_x max (wartości obliczeniowe)



1.3.2. Siły wewnętrzne – M_x min (wartości obliczeniowe)

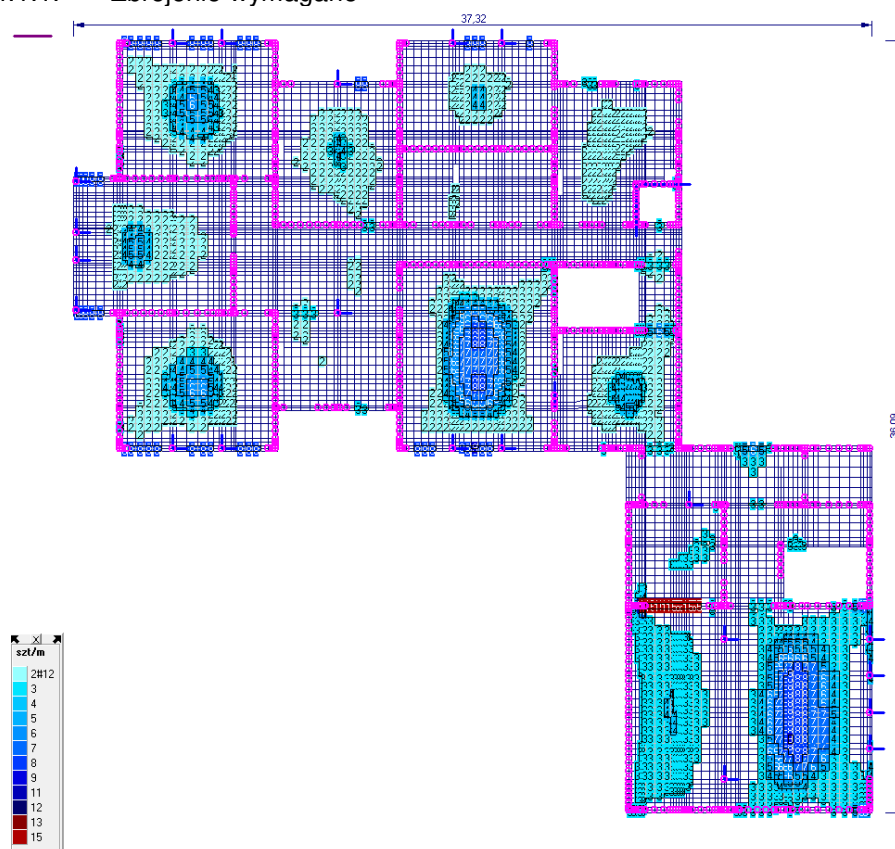


1.3.3. Siły wewnętrzne – M_y max (wartości obliczeniowe)1.3.4. Siły wewnętrzne – M_y min (wartości obliczeniowe)

1.4. Płyta stropowa nad parterem część wielofunkcyjna – wymiarowanie

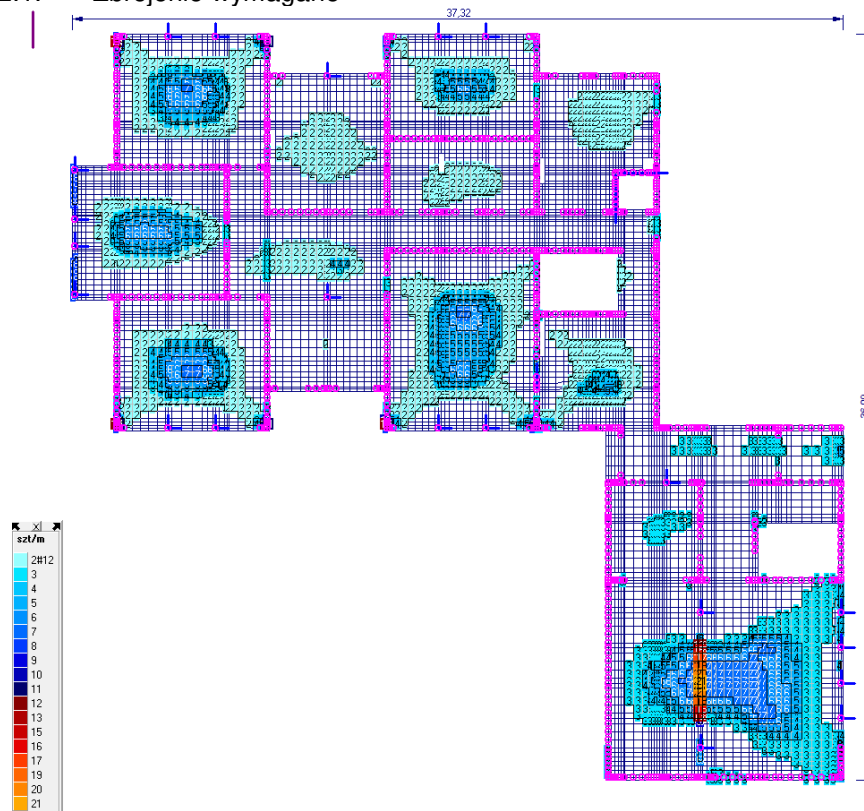
1.4.1. Wymiarowanie – zbrojenie dolne – kierunek X.

1.4.1.1. Zbrojenie wymagane



1.4.2. Wymiarowanie – zbrojenie dolne – kierunek Y.

1.4.2.1. Zbrojenie wymagane



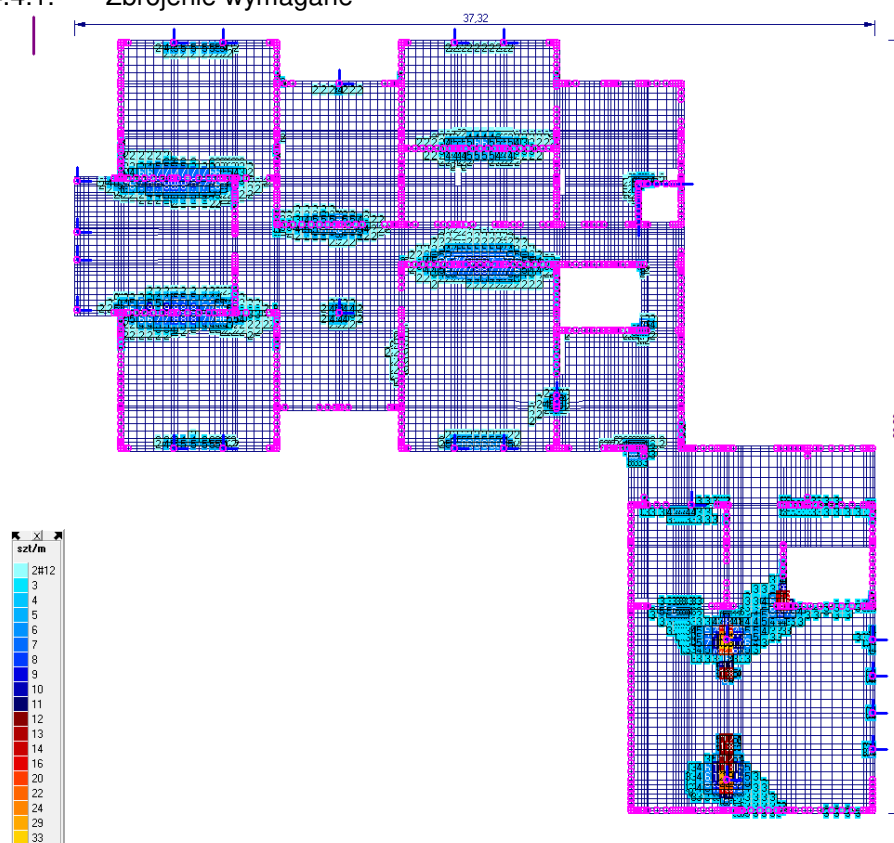
1.4.3. Wymiarowanie – zbrojenie górne – kierunek X.

1.4.3.1. Zbrojenie wymagane



1.4.4. Wymiarowanie – zbrojenie górne – kierunek Y.

1.4.4.1. Zbrojenie wymagane

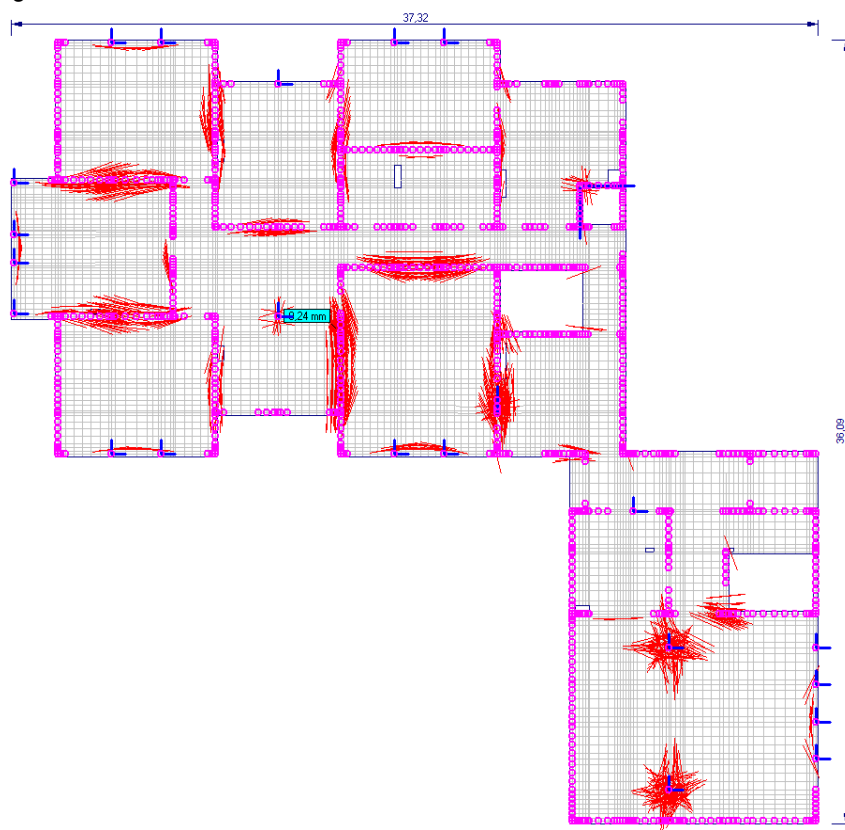


1.5. Rysy

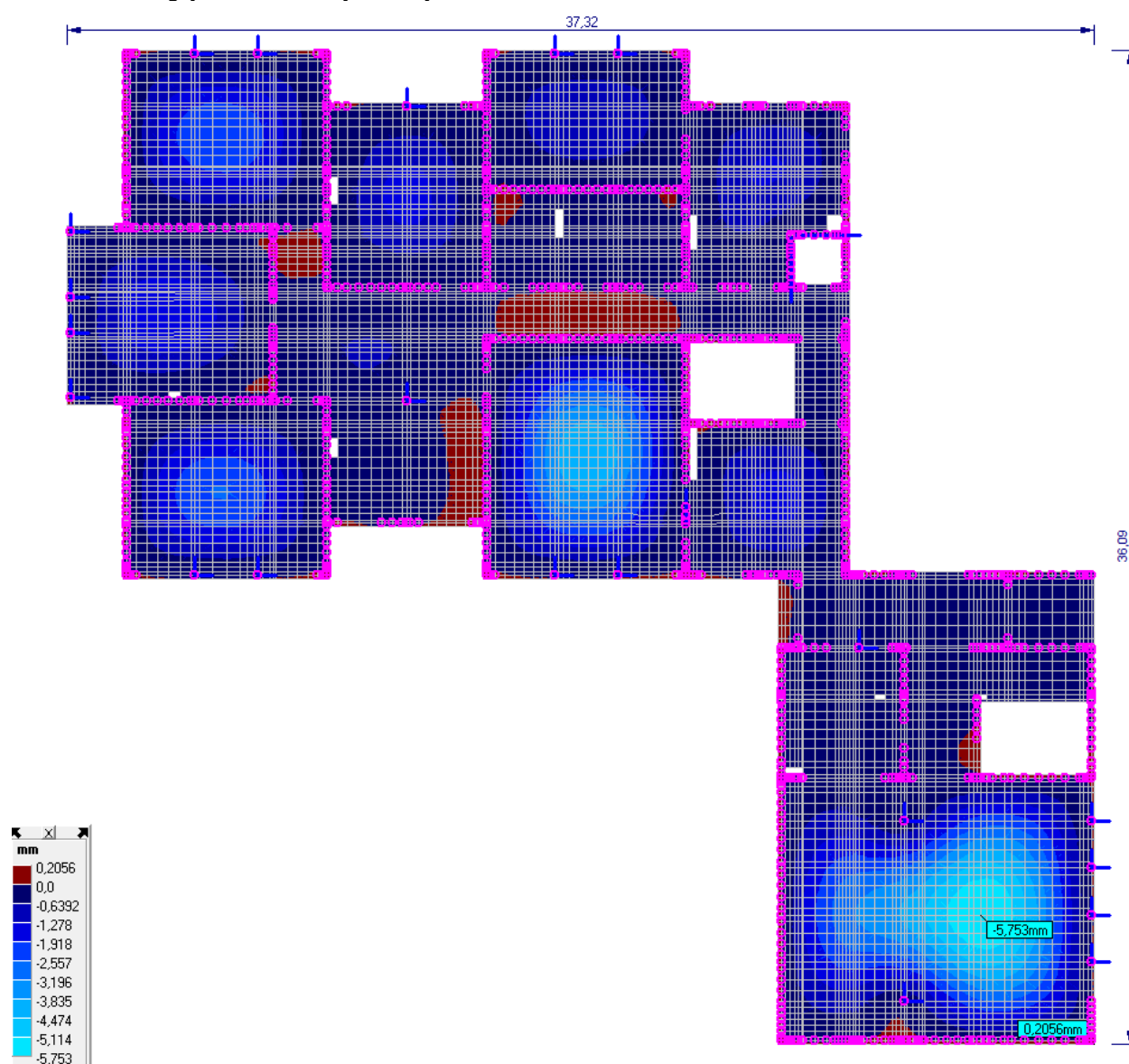
1.5.1. Rysy dolne



1.5.2. Rysy górne



1.6. Ugięcie – stan zarysowany



Wyniki obliczeń – statyka i wymiarowanie stropu nad garażem

Założenia:

Beton: C25/30 (B30)

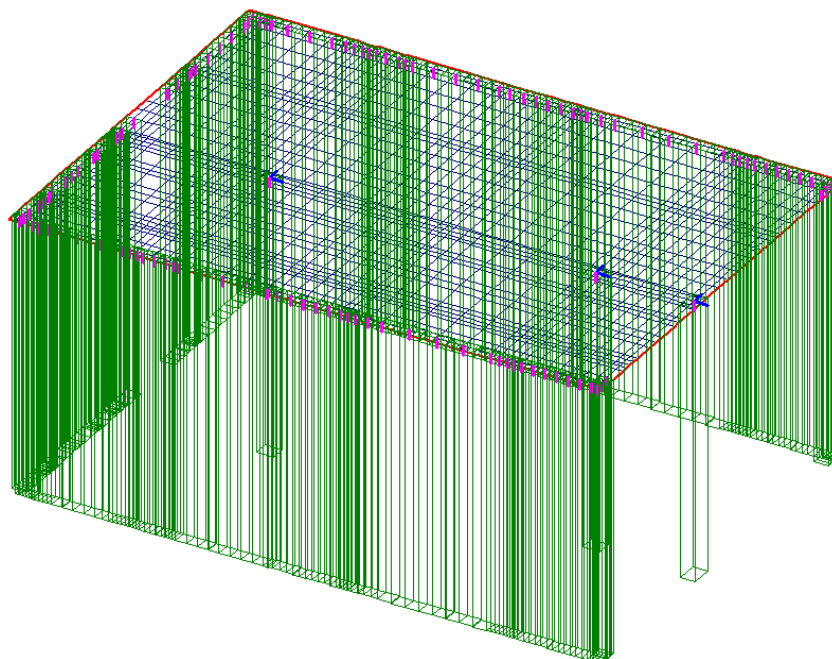
Stal: AIIIIN

Otulina: – 3 cm

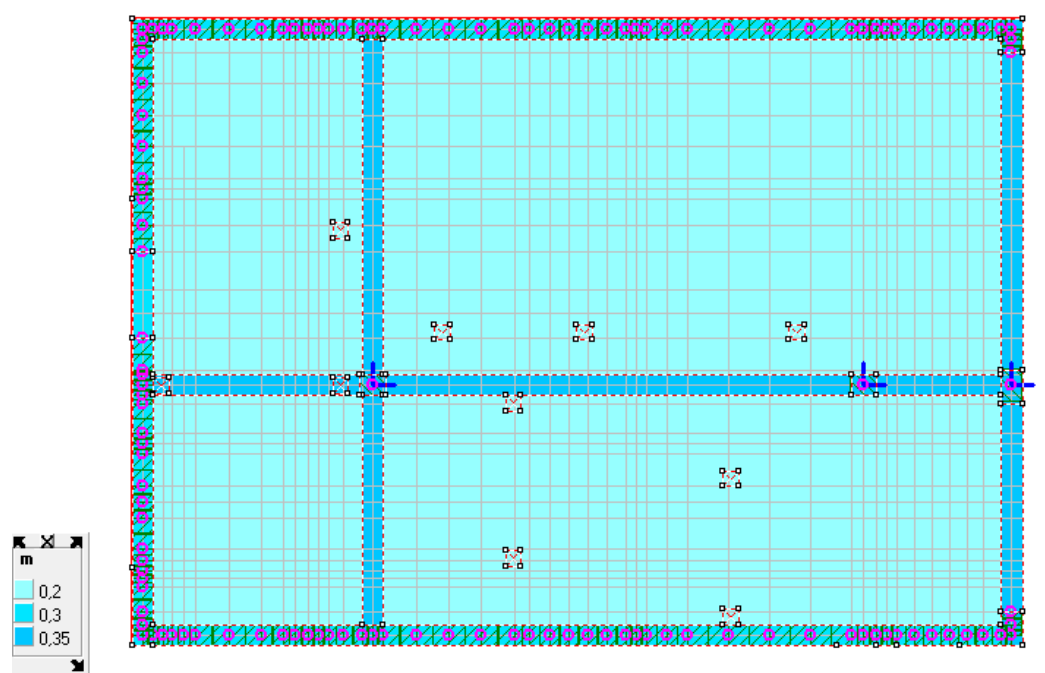
1. Płyta stropu nad garażem

1.1. Płyta stropu nad garażem– przedstawienie konstrukcji

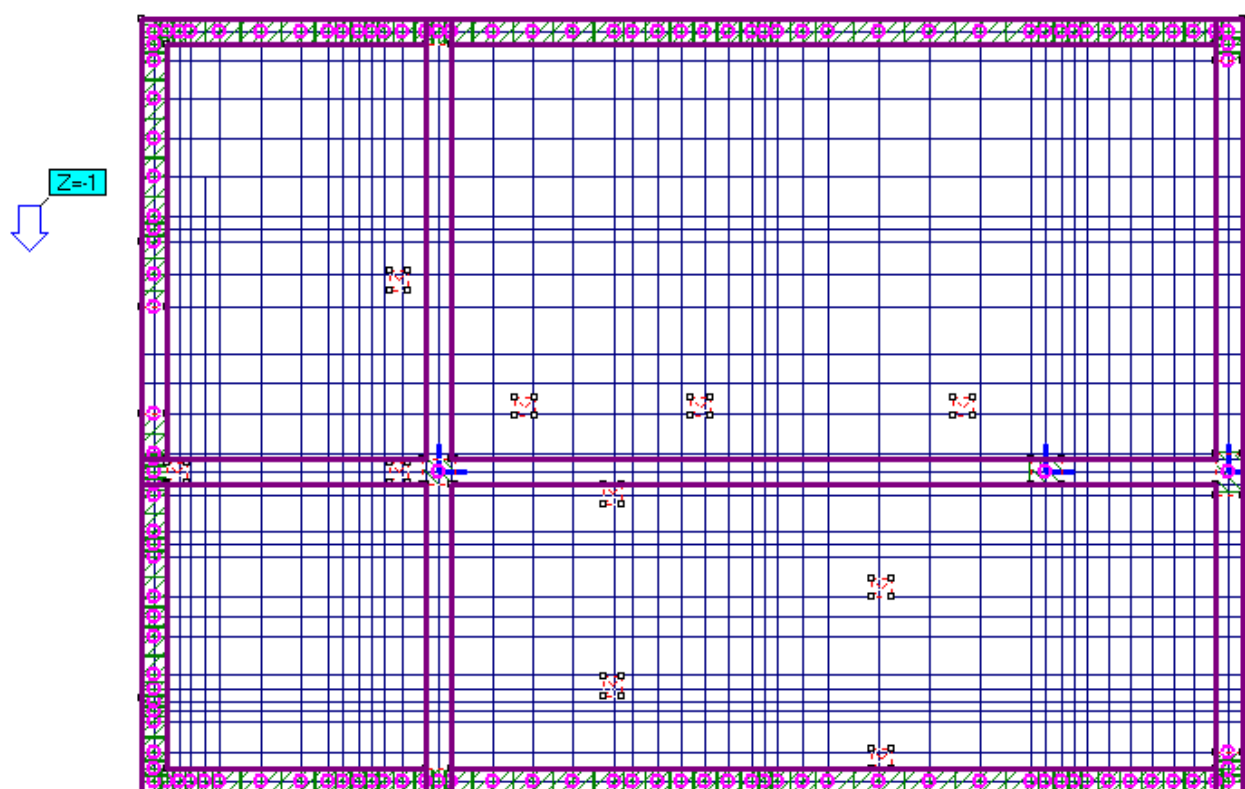
1.1.1. Schemat konstrukcji



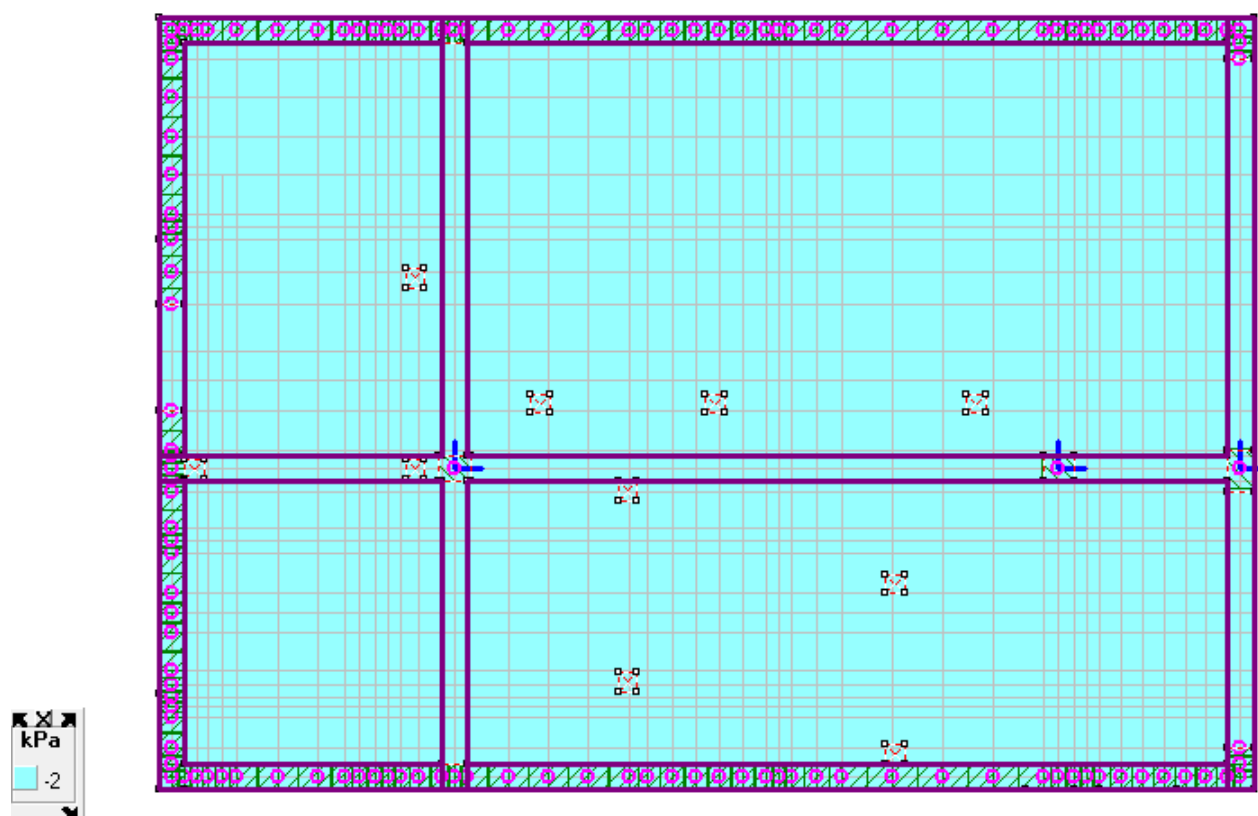
1.1.2. Grubości płyty



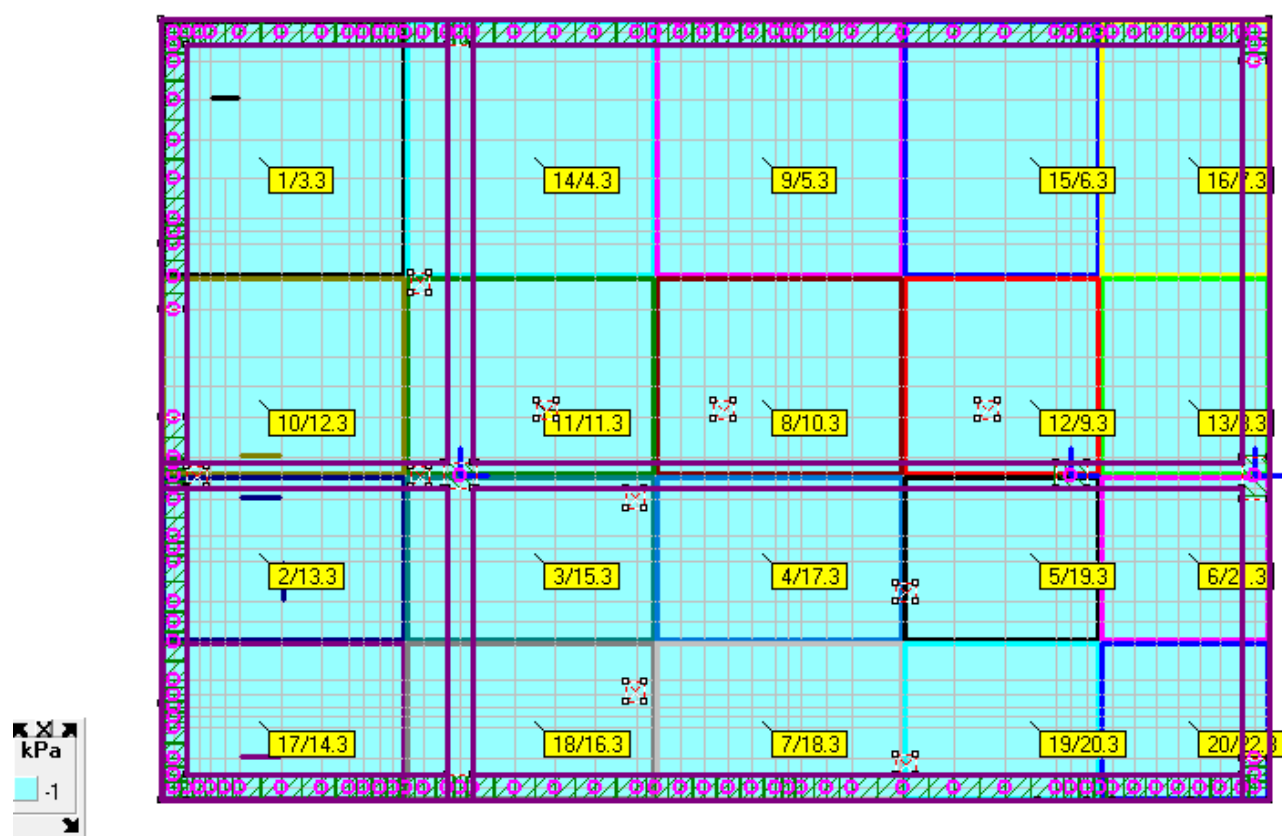
1.1.3. Obciążenia – ciężar własny (wartości charakterystyczne)



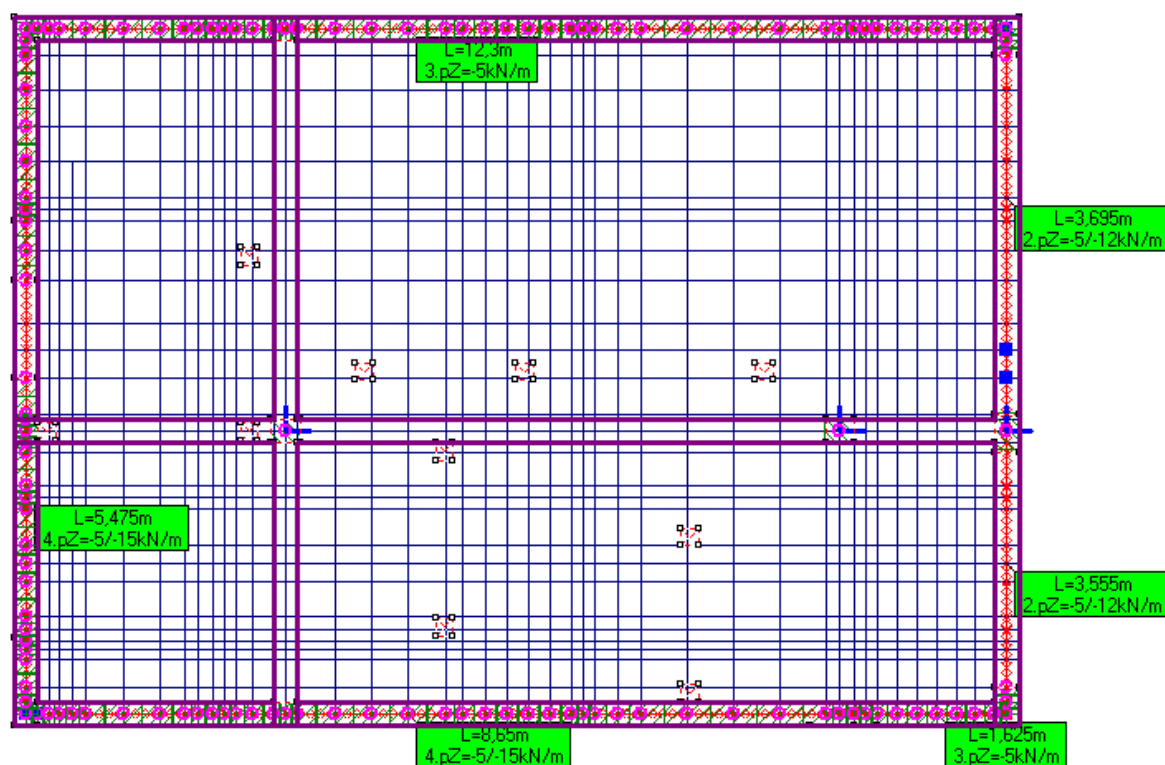
1.1.4. Obciążenia – ciężar warstw (wartości charakterystyczne)



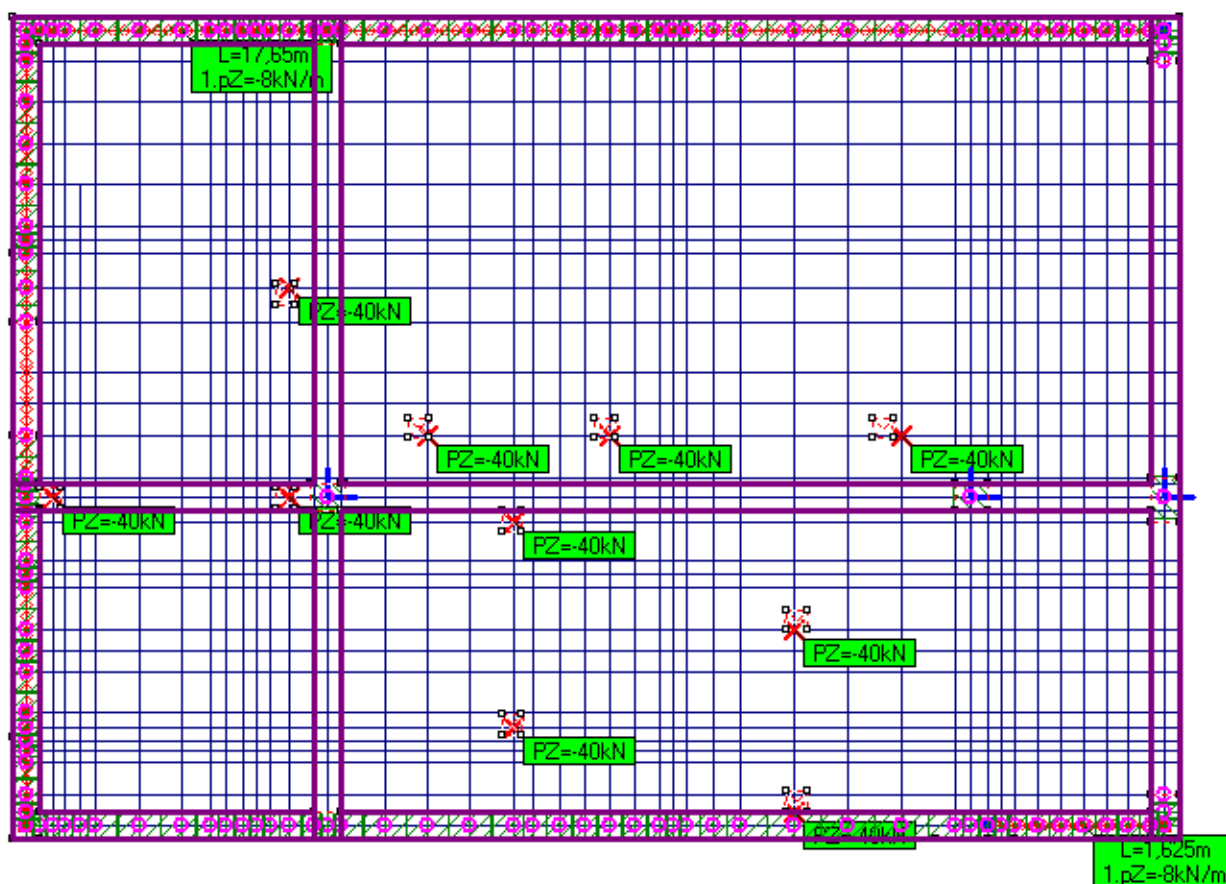
1.1.5. Obciążenia – obciążenie użytkowe (wartości charakterystyczne)



1.1.6. Obciążenia – obc od ścian nośnych (wartości charakterystyczne)



1.1.7. Obciążenia – obc z dachu (wartości charakterystyczne)

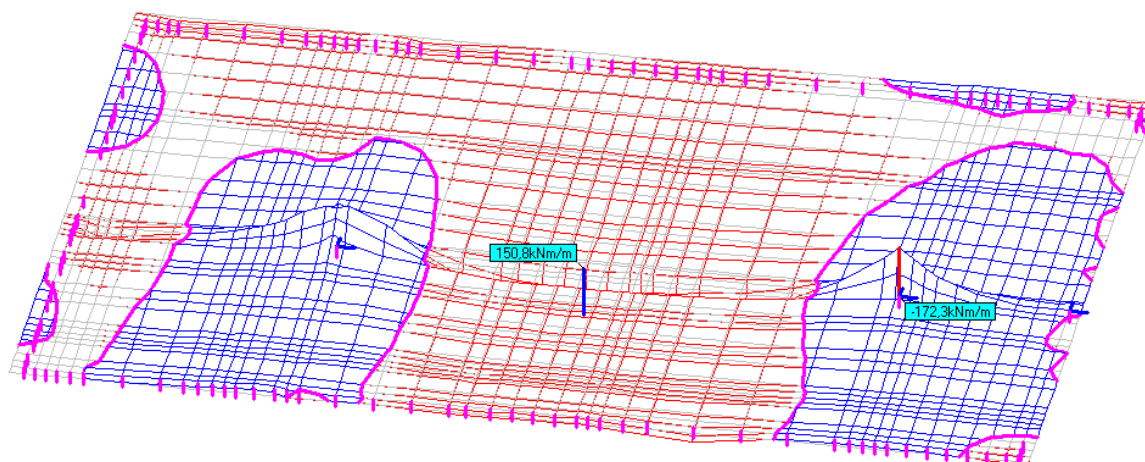


1.2. Mnożniki i atrybuty.

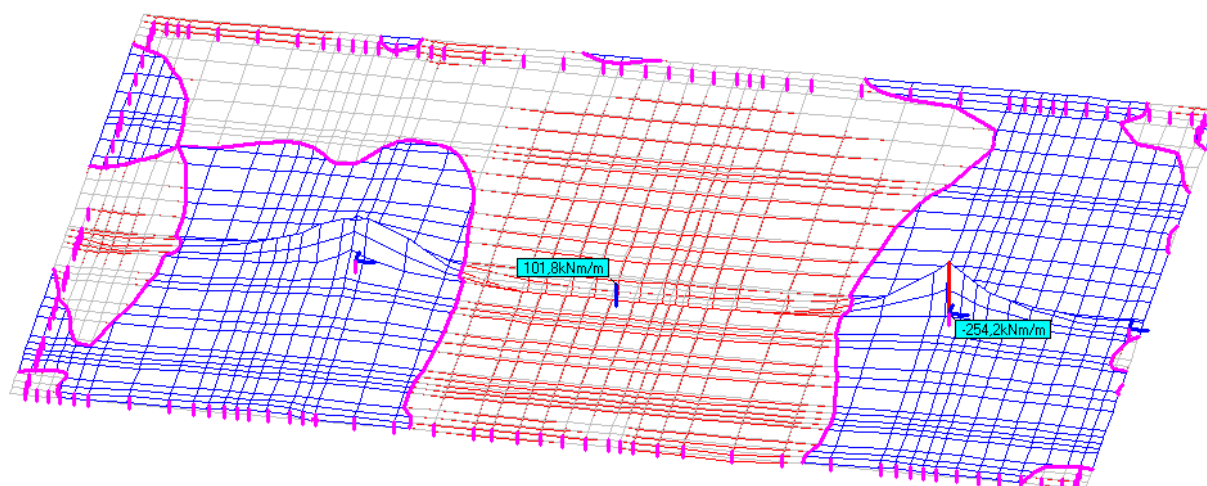
Nr	Opis	Obc(+)	Obc(-)	Udz.	Atrybut
1	Ciężar własny	1,15	1,15	1	Stały
2	Ciężar warstw	1,35	1,35	1	Stały
3	Obc użytkowe	1,5	1,5	1	Zmienny
4	Obc od ścian nośnych	1,35	1,35	1	Stały
5	Obc z dachu	1,42	1,42	1	Zmienny

1.3. Płyta stropowa nad garażem – obliczenia statyczne.

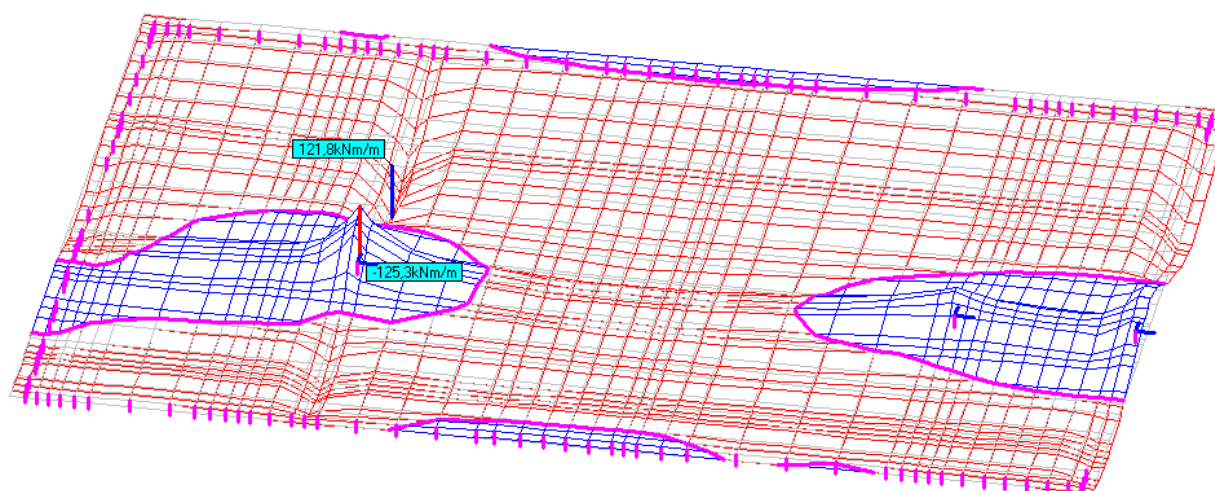
1.3.1. Siły wewnętrzne – M_x max (wartości obliczeniowe)



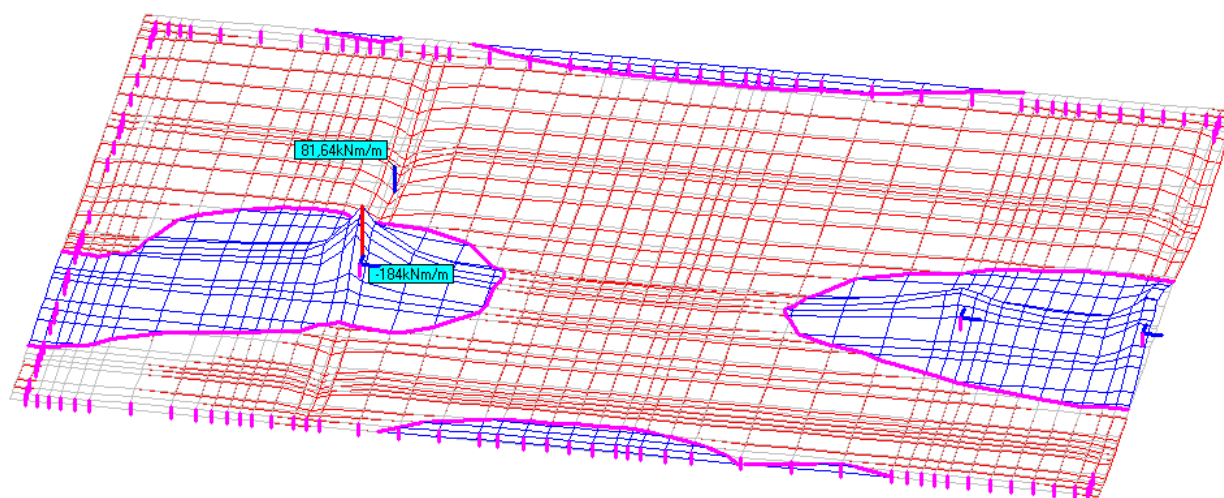
1.3.2. Siły wewnętrzne – M_x min (wartości obliczeniowe)



1.3.3. Siły wewnętrzne – M_y max (wartości obliczeniowe)



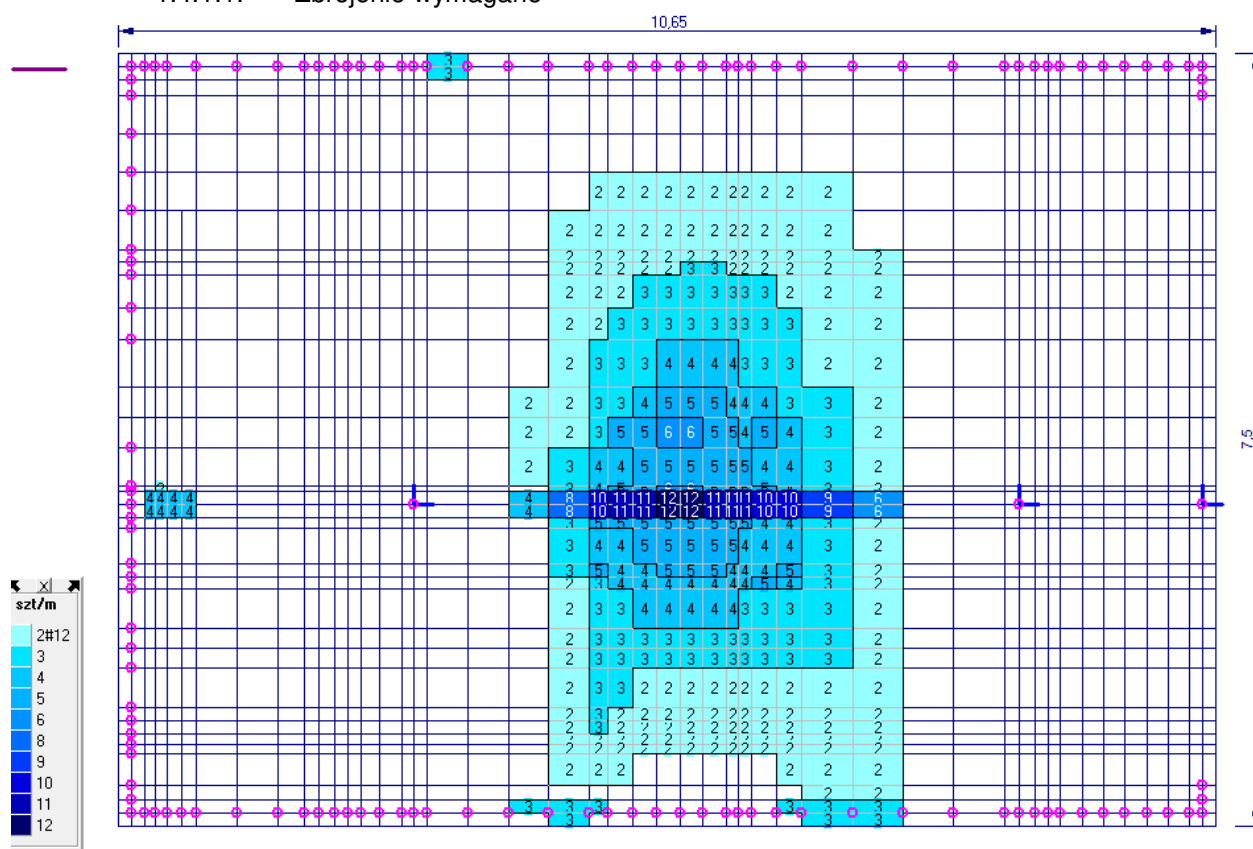
1.3.4. Siły wewnętrzne – M_y min (wartości obliczeniowe)



1.4. Płyta stropowa nad garażem – wymiarowanie

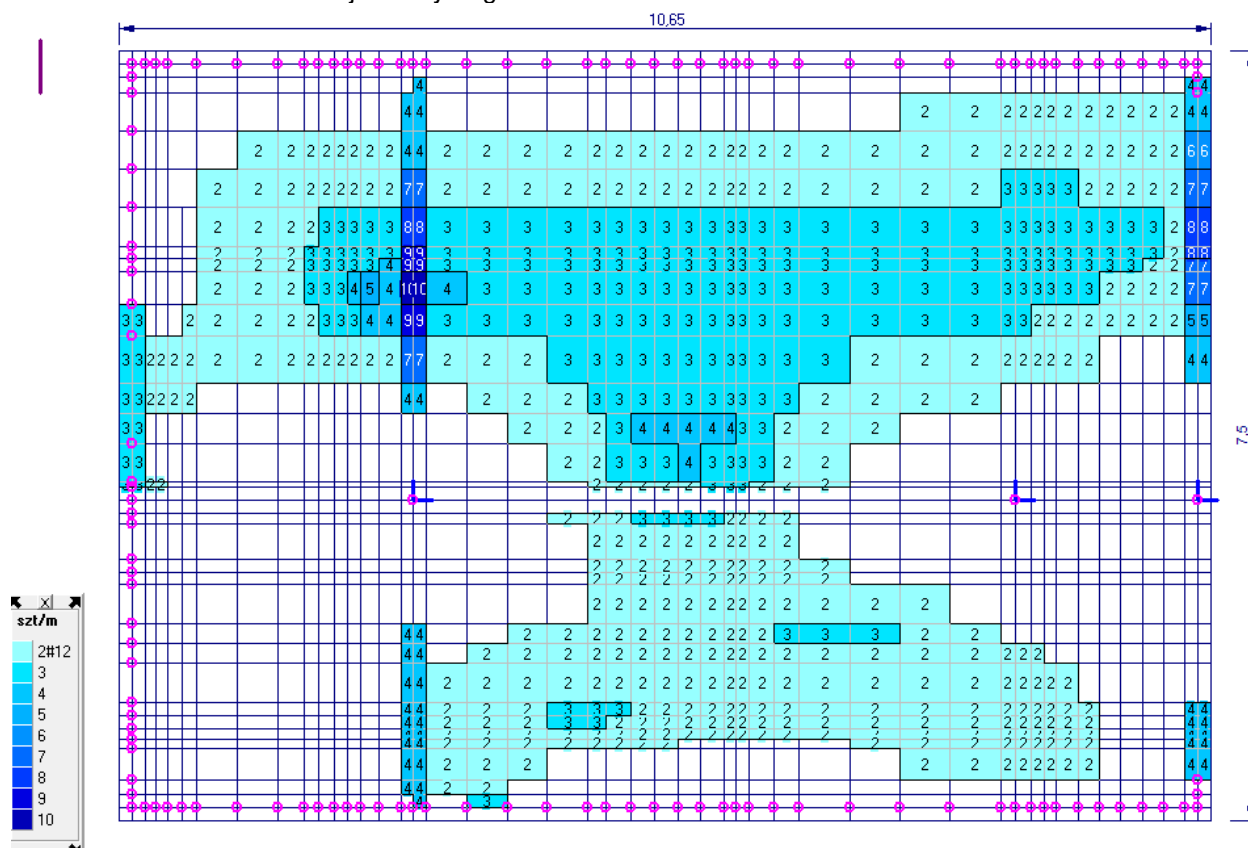
1.4.1. Wymiarowanie – zbrojenie dolne – kierunek X.

1.4.1.1. Zbrojenie wymagane



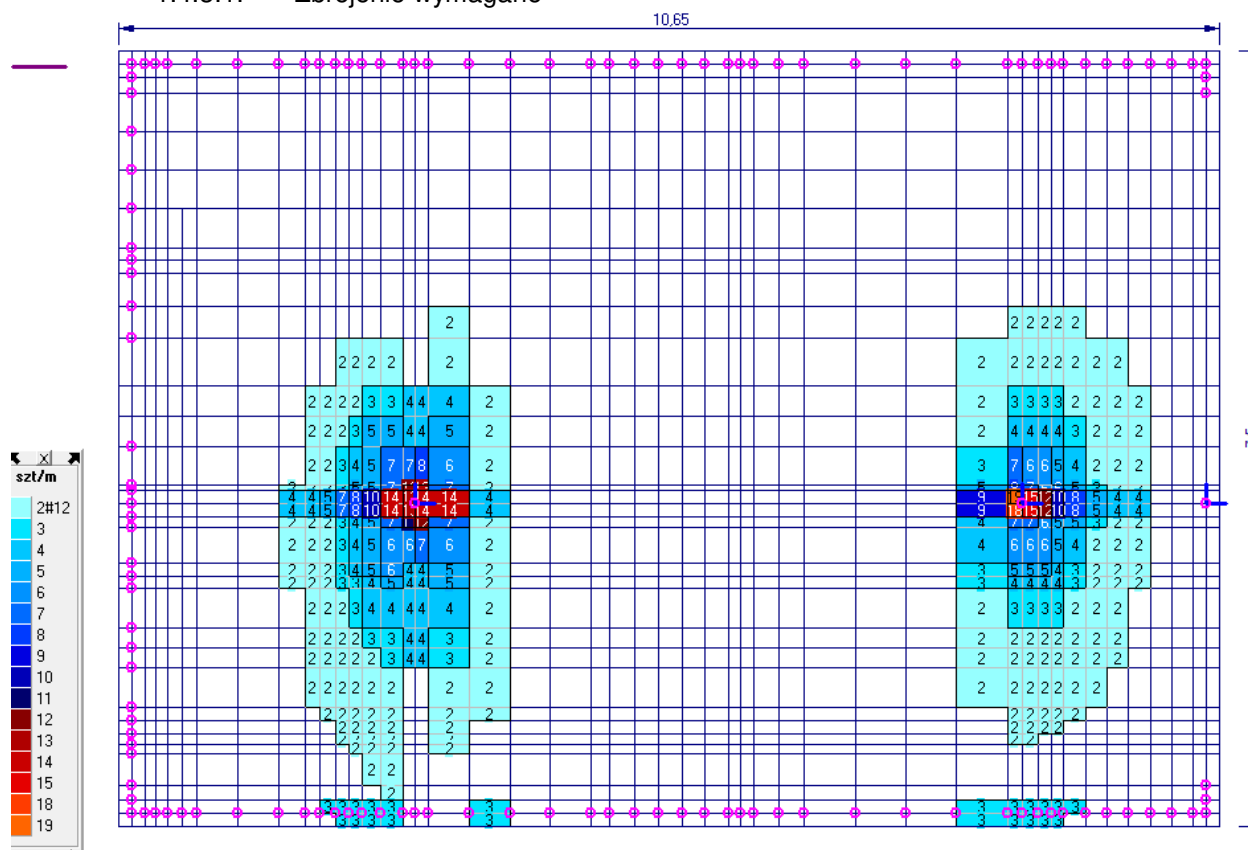
1.4.2. Wymiarowanie – zbrojenie dolne – kierunek Y.

1.4.2.1. Zbrojenie wymagane



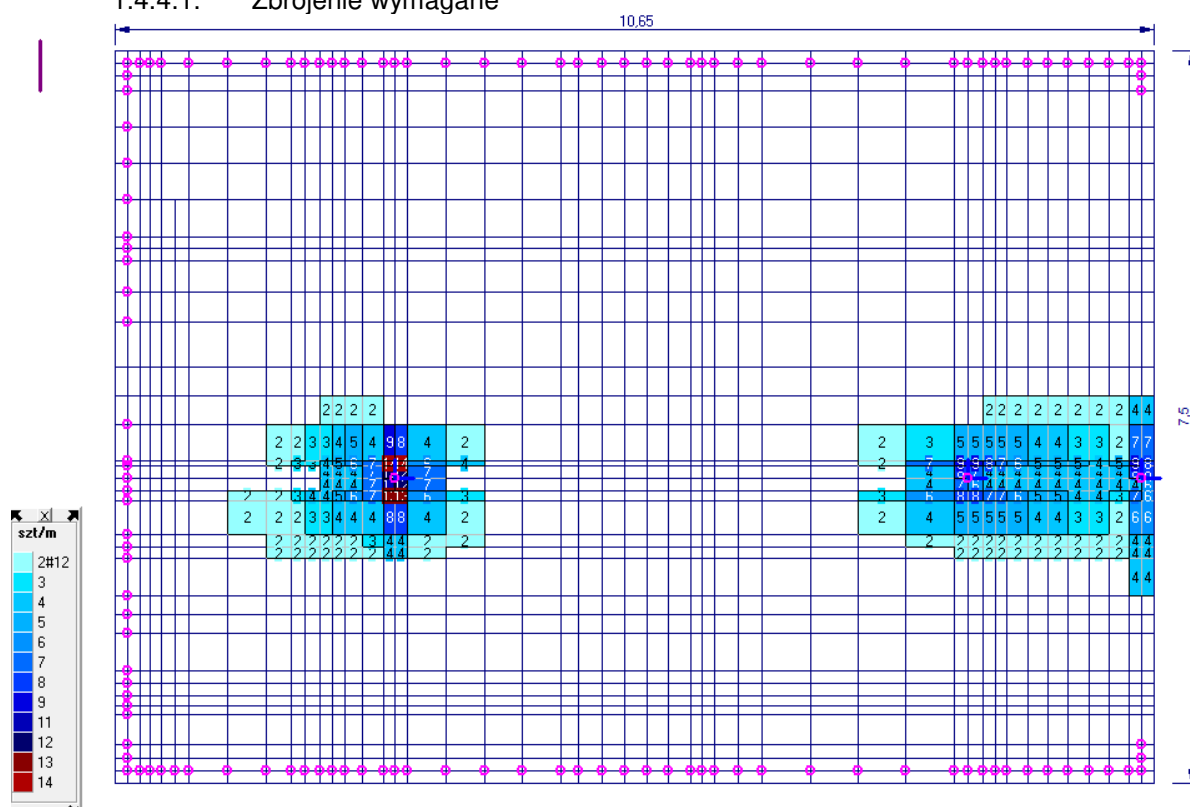
1.4.3. Wymiarowanie – zbrojenie górne – kierunek X.

1.4.3.1. Zbrojenie wymagane



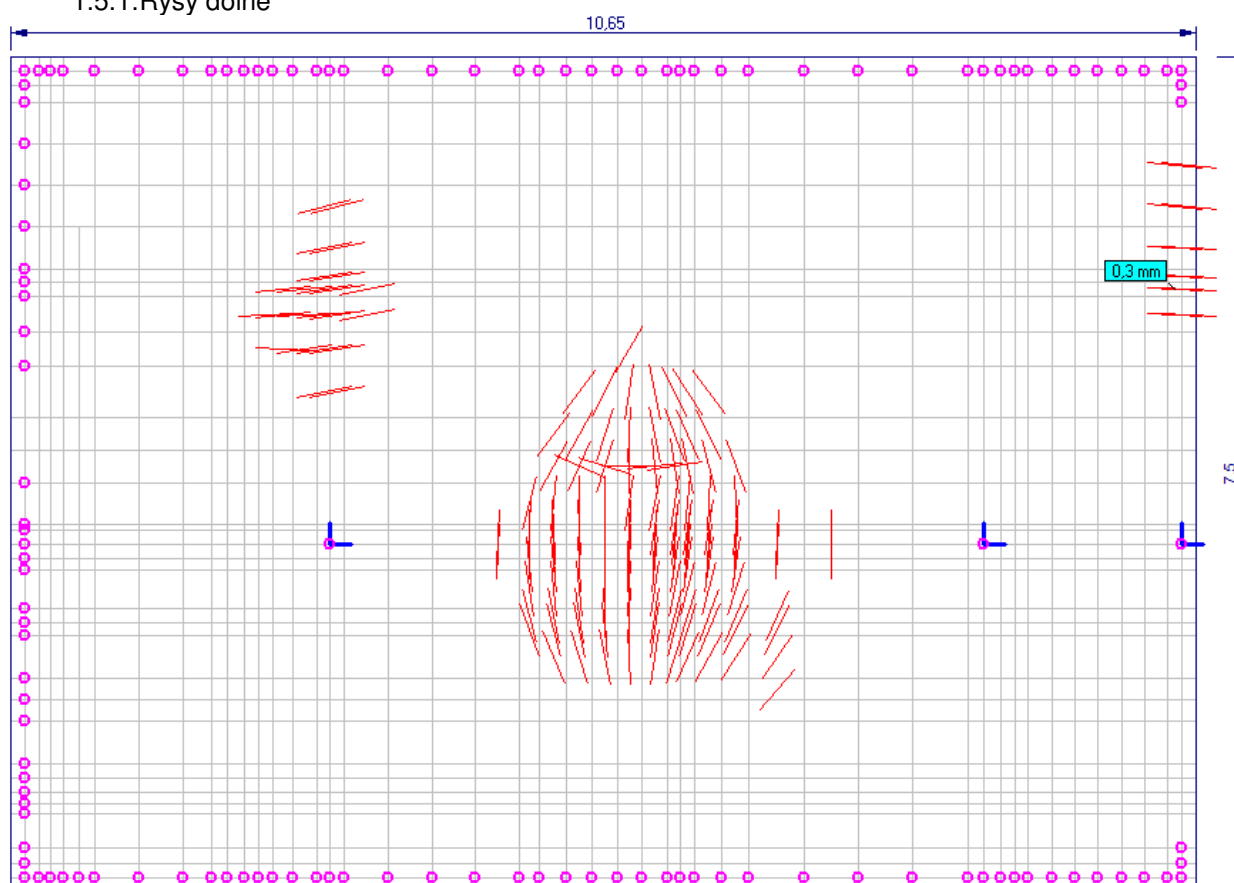
1.4.4. Wymiarowanie – zbrojenie górne – kierunek Y.

1.4.4.1. Zbrojenie wymagane

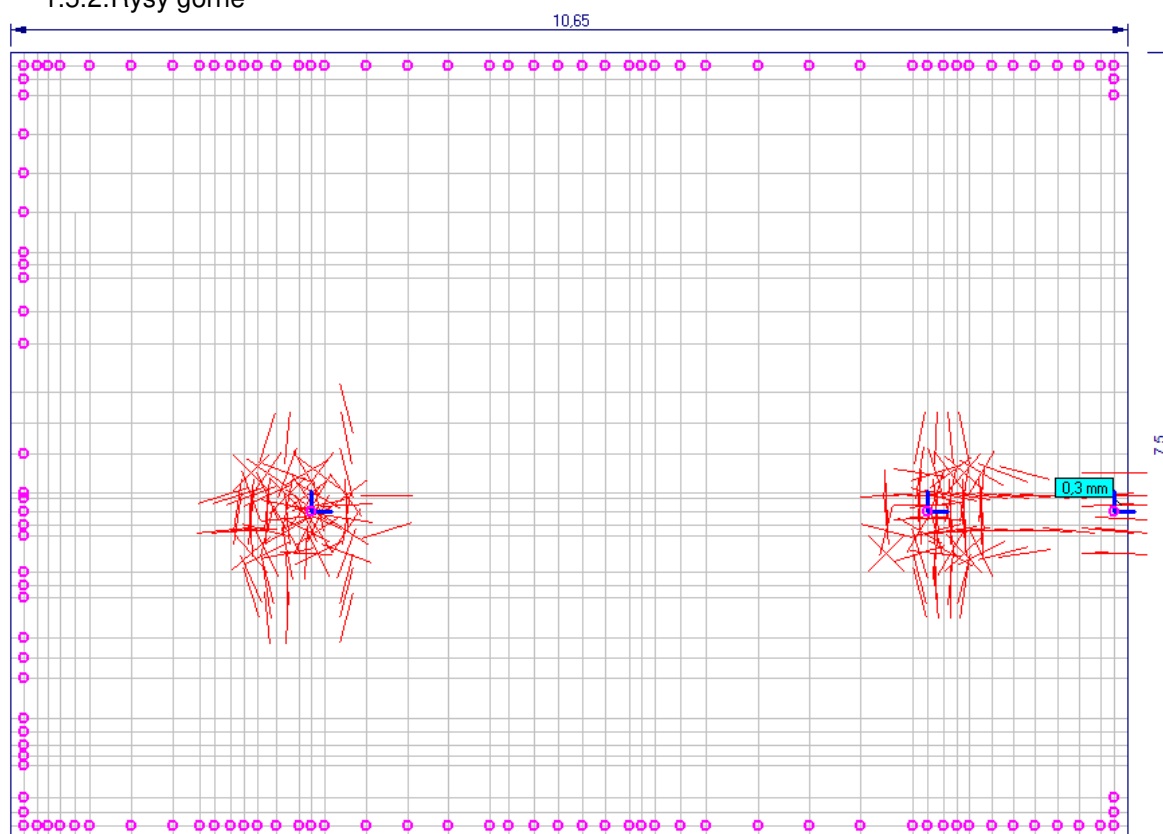


1.5. Rysy

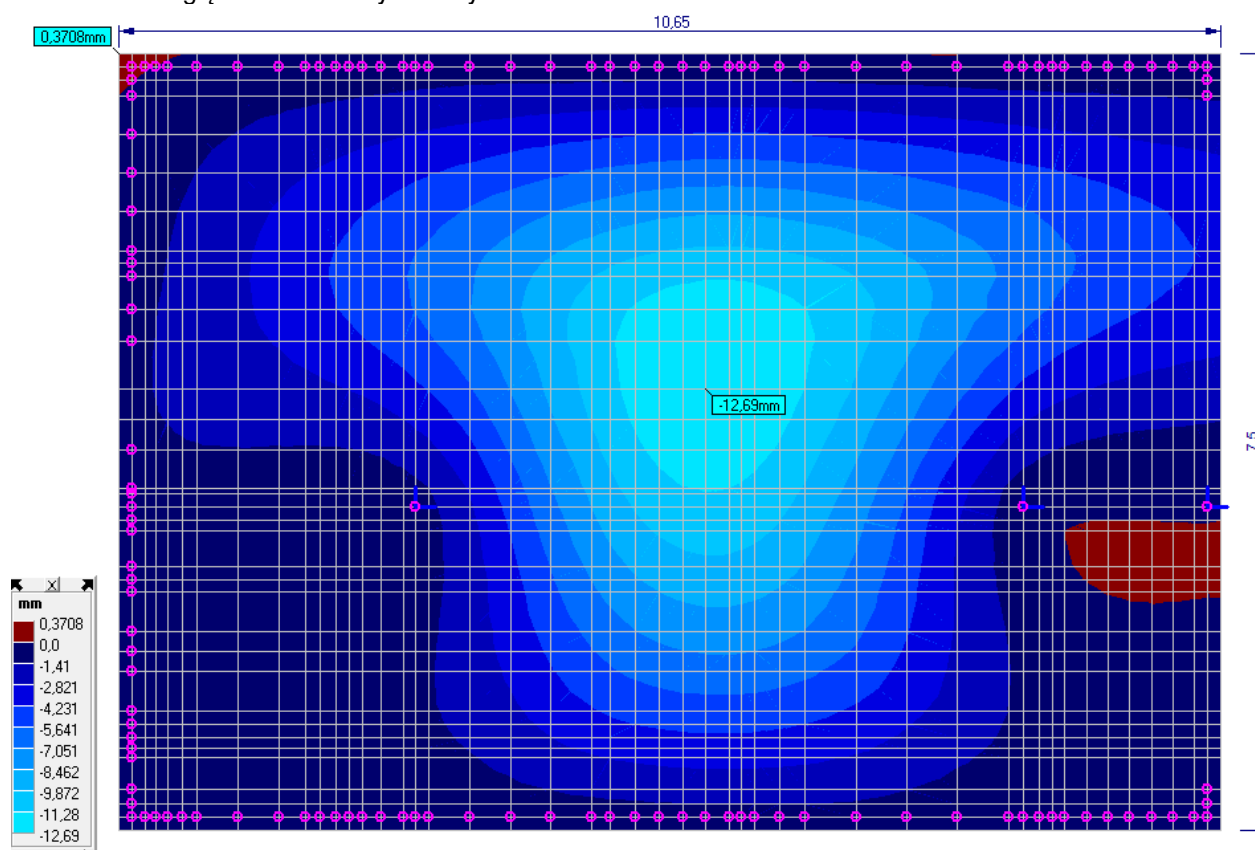
1.5.1. Rysy dolne



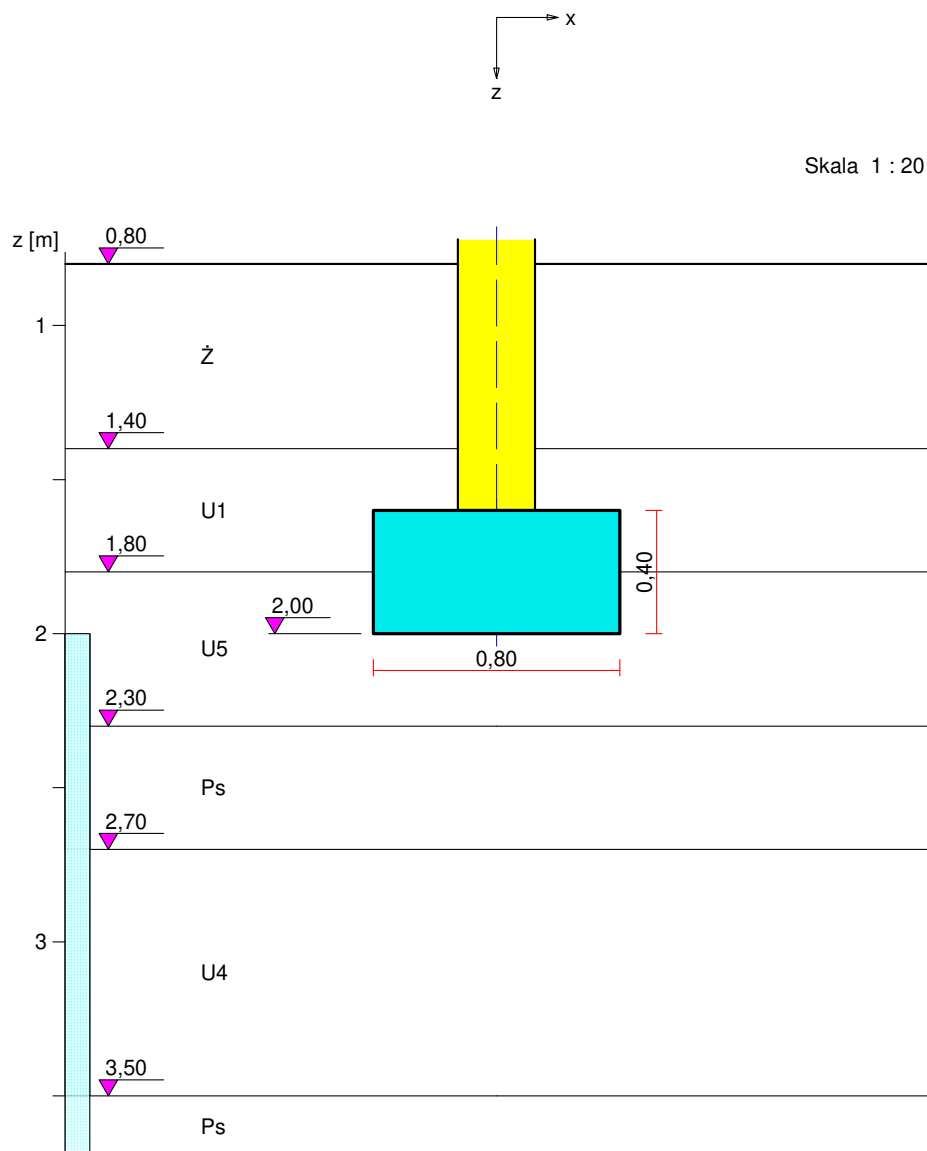
1.5.2. Rysy górne



1.6. Ugięcie – stan zarysowany



1. Wyniki obliczeń – statyka i wymiarowanie ław fundamentowych – wewnętrznych



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Poziom terenu: istniejący $z_t = 0,80$ m, projektowany $z_{tp} = 0,80$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp.	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	I_D/I_L	Stopień wilgotn.
1	0,80	0,60	Żwir	brak wody	0,60	m.wilg.

2	1,40	0,40	I	brak wody	-1,00	m.wilg.
3	1,80	0,50	V	brak wody	-1,00	m.wilg.
4	2,30	0,40	Piasek średni	2,00	-1,00	m.wilg.
5	2,70	0,80	IV	2,00	-1,00	m.wilg.
6	3,50	0,30	Piasek średni	2,00	-1,00	m.wilg.
7	3,80	0,70	II	2,00	-1,00	m.wilg.
8	4,50	nieokreśl.	Piasek średni	2,00	-1,00	m.wilg.

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,25 \text{ m}$, długość: $l = 4,00 \text{ m}$,

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = -10,00 \text{ m}, \quad y_1 = 5,00 \text{ m}, \quad x_2 = -10,00 \text{ m}, \quad y_2 = 9,00 \text{ m},$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 359,99^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom redukcji obciążenia: $z_{obc} = 1,60 \text{ m}$.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	200,0	0,0	0,00	1,20

4. Materiał

Rodzaj materiału: **żelbet**

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

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 12,0 \text{ mm}$, $d_y = 12,0 \text{ mm}$,

Grubość otuliny: 5,0 cm.

5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 2,00 \text{ m}$

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość: $B = 0,80 \text{ m}$, 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	2,00	0,69	0,00
	D	2,30	0,45	0,00
	D	2,70	0,41	0,00
	D	3,50	0,21	0,00

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,80 \text{ m}$, $L = 4,00 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 2,00 \text{ m}$.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 200,00 \text{ kN/m}$, 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: $M_y = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $G = 18,28 \text{ kN/m}$, moment: $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (200,00 + 18,28) \cdot 4,00 = 873,12 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-200,00 \cdot 0,00 + 0,00) \cdot 4,00 = 0,00 \text{ kNm}.$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 0,00 / 873,12 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_r = 0,00 \text{ m} < 0,13 \text{ m}.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,80 - 2 \cdot 0,00 = 0,80 \text{ m}, \quad L' = L = 4,00 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,75 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,75 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 20,57 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąt tarcia wewn.: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 28,80^\circ, \quad \text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa},$$

$$N_B = 6,22 \quad N_C = 27,43, \quad N_D = 16,08.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 4,00 / 873,12 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5498 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,37 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 12,14 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,95, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,06, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,30$$

Odpór graniczny podłoża:

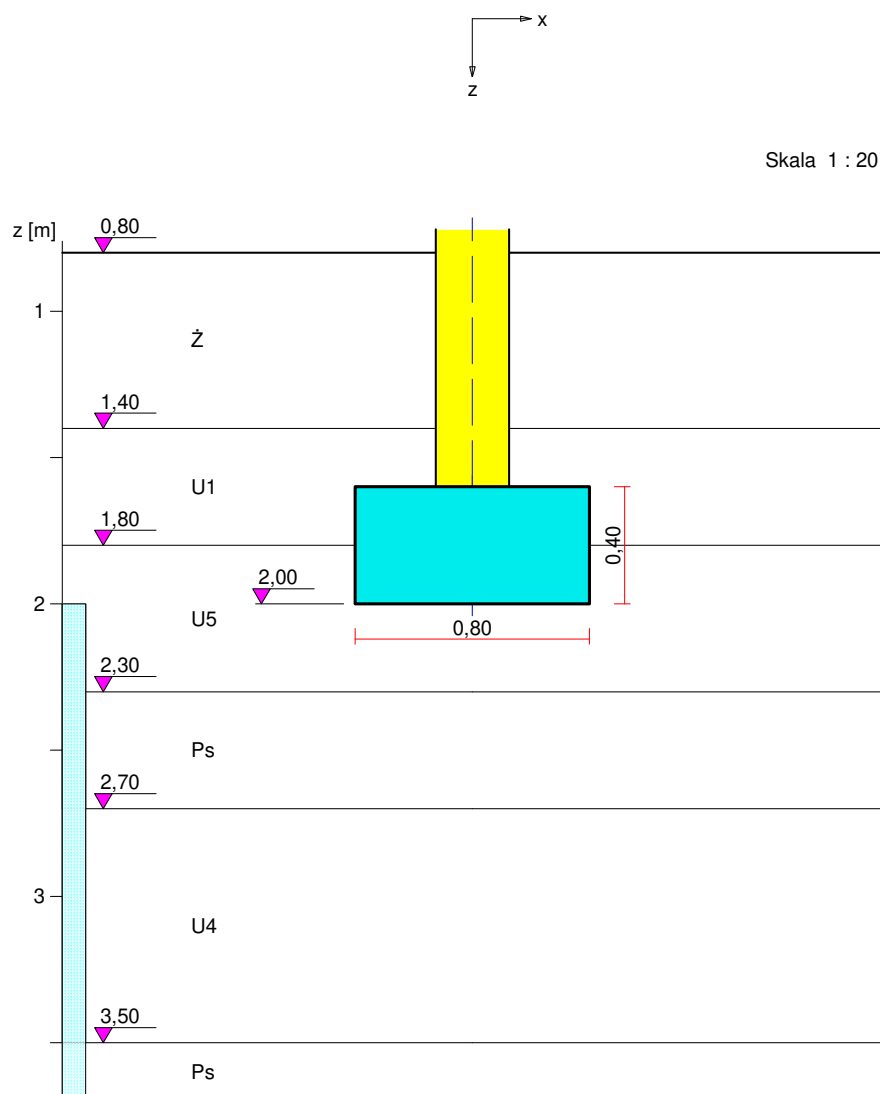
$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 1559,76 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 873,12 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 1559,76 = 1263,40 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

2. Wyniki obliczeń – statyka i wymiarowanie ław fundamentowych – zewnętrznych



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący poziom terenu: $z_t = 0,80$ m,

Projektowany poziom terenu: $z_{tp} = 0,80$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp	Poziom stropu	Grubość warstwy	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej
	[m]	[m]		[m]
1	0,80	0,60	Żwir	brak wody
2	1,40	0,40	I	brak wody

3	1,80	0,50	V	brak wody
4	2,30	0,40	Piasek średni	2,00
5	2,70	0,80	IV	2,00
6	3,50	0,30	Piasek średni	2,00
7	3,80	0,70	II	2,00
8	4,50	nieokresl.	Piasek średni	2,00

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	I_D	I_L	ρ	stopień	c_u	Φ_u	M_0	M
gruntu	[-]	[-]	[t/m ³]	wilgotn.	[kPa]	[°]	[kPa]	[kPa]
U1	-1,00		2,20	m.wilg.	13,00	14,0	16000	16000
U2	-1,00		2,10	m.wilg.	17,00	14,0	20000	20000
U3	-1,00		1,90	m.wilg.	0,00	30,0	45000	45000
U4	-1,00		2,00	m.wilg.	0,00	31,0	50000	50000
U5	-1,00		2,00	m.wilg.	0,00	32,0	55000	55000
Ps	-1,00		2,00	m.wilg.	0,00	33,0	65000	65000
Pg		-1,00	2,00	m.wilg.	0,00	30,0	60000	60000
Ż	0,60		1,75	m.wilg.	0,00	39,2	173849	173849

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **ściana**

Szerokość: $b = 0,25$ m, długość: $l = 4,00$ m,

Współrzędne końców osi ściany:

$$x_1 = -10,00 \text{ m}, \quad y_1 = 10,00 \text{ m},$$

$$x_2 = -10,00 \text{ m}, \quad y_2 = 14,00 \text{ m},$$

Kąt obrotu układu lokalnego względem globalnego: $\phi = 359,99^\circ$.

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom redukcji obciążenia: $z_{obc} = 1,60$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	Hx	My	γ
	obciążenia*	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[-]
1	D	120,0	0,0	15,00	1,20

* 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: $z_f = 2,00$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Szerokość: $B = 0,80$ m, wysokość: $H = 0,40$ m, mimośród: $E = 0,00$ 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	2,00	0,66	0,81
	D	2,30	0,41	0,69
	D	2,70	0,35	0,58
	D	3,50	0,17	0,42

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B = 0,80$ m, $L = 4,00$ m.

Poziom posadowienia: $H = 2,00$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	Ex	γ	Obc. obl. G	Mom. obl. M_G
	[kN/m]	[m]	[-]	[kN/m]	[kNm/m]
Fundament	7,85	0,00	1,10	8,63	0,00
Grunt - pole 1	4,02	-0,26	1,20	4,82	-1,27
Grunt - pole 2	4,02	0,26	1,20	4,82	1,27
			Suma	18,28	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji na jednostkę długości fundamentu:

siła pionowa: $N = 120,00$ kN/m, mimośród względem podstawy fund. $E = 0,00$ m,

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

moment: $M_y = 15,00$ kNm/m.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = (N + G) \cdot L = (120,00 + 18,28) \cdot 4,00 = 553,12 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L = (-120,00 \cdot 0,00 + 15,00 + 0,00) \cdot 4,00 = 60,00 \text{ kNm.}$$

Mimośród siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 60,00 / 553,12 = 0,11 \text{ m.}$$

$$e_r = 0,11 \text{ m} < 0,13 \text{ m.}$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,80 - 2 \cdot 0,11 = 0,58 \text{ m, } L' = L = 4,00 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,75 \text{ t/m}^3, \text{ min. wysokość: } D_{\min} = 1,20 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,75 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 20,57 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 32,00 \cdot 0,90 = 28,80^\circ,$$

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

$$N_B = 6,22 \quad N_C = 27,43, \quad N_D = 16,08.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 4,00 / 553,12 = 0,0000, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5498 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,37 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 12,14 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,96, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,04, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,22$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 1039,11 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 553,12 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 1039,11 = 841,68 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B = 0,90 \text{ m}$, $L = 4,10 \text{ m}$.

Poziom: $H = 2,30 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 5,83 \text{ kN/m}$.

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

$$N_r = (N + G) \cdot L_0 + G_z \cdot L = (120,00 + 18,28) \cdot 4,00 + 5,83 \cdot 4,10 = 577,01 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L_0 = (-120,00 \cdot 0,00 + 15,00 + 0,00) \cdot 4,00 = 60,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodek siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 60,00 / 577,01 = 0,10 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 0,90 - 2 \cdot 0,10 = 0,69 \text{ m}, \quad L' = L = 4,10 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,76 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,50 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,76 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 25,87 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 33,00 \cdot 0,90 = 29,70^\circ,$$

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

$$N_B = 7,18 \quad N_C = 29,43, \quad N_D = 17,79.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 4,10 / 577,01 = 0,00, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5704 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,00 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 8,83 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

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

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 1755,33 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 577,01 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 1755,33 = 1421,82 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B = 1,03 \text{ m}$, $L = 4,23 \text{ m}$.

Poziom: $H = 2,70 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 11,15 \text{ kN/m}$.

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

$$N_r = (N + G) \cdot L_0 + G_z \cdot L = (120,00 + 18,28) \cdot 4,00 + 11,15 \cdot 4,23 = 600,32 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L_0 = (-120,00 \cdot 0,00 + 15,00 + 0,00) \cdot 4,00 = 60,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodek siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 60,00 / 600,32 = 0,10 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 1,03 - 2 \cdot 0,10 = 0,83 \text{ m}, \quad L' = L = 4,23 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,58 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,90 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,58 \cdot 9,81 \cdot 1,90 = 29,40 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 31,00 \cdot 0,90 = 27,90^\circ,$$

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

$$N_B = 5,38 \quad N_C = 25,61, \quad N_D = 14,56.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 4,23 / 600,32 = 0,00, \quad \text{tg } \delta / \text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5295 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod łąwą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,00 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 8,83 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,95, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,06, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,30$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNB} = B' \cdot L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 2089,16 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 600,32 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 2089,16 = 1692,22 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B = 1,30 \text{ m}$, $L = 4,50 \text{ m}$.

Poziom: $H = 3,50 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 25,25 \text{ kN/m}$.

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

$$N_r = (N + G) \cdot L_0 + G_z \cdot L = (120,00 + 18,28) \cdot 4,00 + 25,25 \cdot 4,50 = 666,75 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_r = (-N \cdot E + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy}) \cdot L_0 = (-120,00 \cdot 0,00 + 15,00 + 0,00) \cdot 4,00 = 60,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodek siły względem środka podstawy:

$$e_r = |M_r / N_r| = 60,00 / 666,75 = 0,09 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_r = 1,30 - 2 \cdot 0,09 = 1,12 \text{ m}, \quad L' = L = 4,50 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obl.: } \rho_{D(r)} = 1,38 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 2,70 \text{ m},$$

obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,38 \cdot 9,81 \cdot 2,70 = 36,46 \text{ kPa}$.

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 33,00 \cdot 0,90 = 29,70^\circ$,

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

$N_B = 7,18$ $N_C = 29,43$, $N_D = 17,79$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\tan \delta = |H_x| \cdot L / N_r = 0,00 \cdot 4,50 / 666,75 = 0,00$, $\tan \delta / \tan \Phi_{u(r)} = 0,0000 / 0,5704 = 0,000$,

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,05 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,30 \text{ kN/m}^3$.

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B' / L' = 0,94$, $m_C = 1 + 0,3 \cdot B' / L' = 1,07$, $m_D = 1 + 1,5 \cdot B' / L' = 1,37$

Odpór graniczny podłoża:

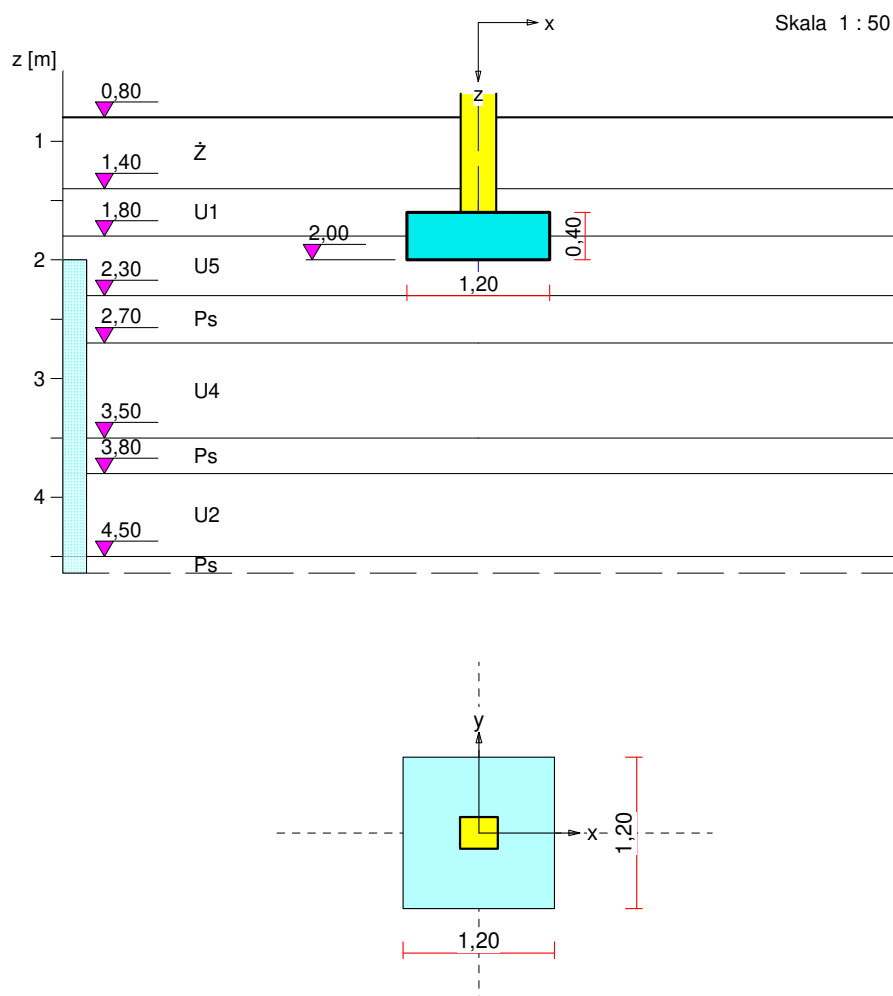
$Q_{fNB} = B' L' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_C + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_D + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B' \cdot i_B) = 4843,07 \text{ kN}$.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 666,75 \text{ kN} < m \cdot Q_{fNB} = 0,81 \cdot 4843,07 = 3922,89 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

3. Wyniki obliczeń – statyka i wymiarowanie stóp fundamentowych



1. Podłoże gruntowe

1.1. Teren

Istniejący poziom terenu: $z_t = 0,80$ m,

Projektowany poziom terenu: $z_{tp} = 0,80$ m.

1.2. Warstwy gruntu

Lp	Poziom stropu [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]
1	0,80	0,60	Żwir	brak wody
2	1,40	0,40	I	brak wody
3	1,80	0,50	V	brak wody
4	2,30	0,40	Piasek średni	2,00
5	2,70	0,80	IV	2,00
6	3,50	0,30	Piasek średni	2,00
7	3,80	0,70	II	2,00
8	4,50	nieokreśl.	Piasek średni	2,00

1.3. Parametry geotechniczne występujących gruntów

Symbol	I_D	I_L	ρ	stopień	c_u	Φ_u	M_0	M
gruntu	[-]	[-]	[t/m ³]	wilgotn.	[kPa]	[°]	[kPa]	[kPa]
U1	-1,00		2,20	m.wilg.	13,00	14,0	16000	16000
U2	-1,00		2,10	m.wilg.	17,00	14,0	20000	20000
U3	-1,00		1,90	m.wilg.	0,00	30,0	45000	45000
U4	-1,00		2,00	m.wilg.	0,00	31,0	50000	50000
U5	-1,00		2,00	m.wilg.	0,00	32,0	55000	55000
Ps	-1,00		2,00	m.wilg.	0,00	33,0	65000	65000
Pg		-1,00	2,00	m.wilg.	0,00	30,0	60000	60000
Ż	0,60		1,75	m.wilg.	0,00	39,2	173849	173849

2. Konstrukcja na fundamencie

Typ konstrukcji: **słup prostokątny**

Wymiary słupa: $b = 0,30$ m, $l = 0,25$ m,

Współrzędne osi słupa: $x_0 = -8,00$ m, $y_0 = 7,00$ m,

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

3. Obciążenie od konstrukcji

Poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 1,60$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	γ
	obciążenia*	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[-]
1	D	600,0	0,0	0,0	6,00	8,00	1,20

* 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 przebicie nie uwzględniać strzemion.

5. Wymiary fundamentu

Poziom posadowienia: $z_f = 2,00$ m

Kształt fundamentu: **prosty**

Wymiary podstawy: $B_x = 1,20$ m, $B_y = 1,20$ 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 mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	2,00	0,64	0,11
	D	2,30	0,41	0,10
	D	2,70	0,37	0,09
	D	3,50	0,18	0,07
	D	3,80	0,57	0,07

6.2. Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,20$ m, $B_y = 1,20$ m.

Poziom posadowienia: $H = 2,00$ m.

Rodzaj obciążenia: D,

Zestawienie obciążeń:

Pozycja	Obc. char.	E_x	E_y	γ	Obc. obl.	Mom. obl.	Mom. obl.
	[kN]	[m]	[m]	[-]	G [kN]	M_{Gx} [kNm]	M_{Gy} [kNm]
Fundament	14,13	0,00	0,00	1,10	15,54	0,00	0,00
Grunty - pole 1	4,99	0,31	-0,31	1,20	5,99	-1,87	1,87
Grunty - pole 2	4,99	-0,31	-0,31	1,20	5,99	-1,87	-1,87
Grunty - pole 3	4,99	-0,31	0,31	1,20	5,99	1,87	-1,87
Grunty - pole 4	4,99	0,31	0,31	1,20	5,99	1,87	1,87
				Suma	39,48	0,00	0,00

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 600,00$ kN, mimośrody 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: $M_x = 6,00$ kNm,

moment: $M_y = 8,00$ kNm.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 600,00 + 39,48 = 639,48 \text{ kN.}$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 600,00 \cdot 0,00 + 6,00 + 0,00 = 6,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -600,00 \cdot 0,00 + 8,00 + (0,00) = 8,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 8,00/639,48 = 0,01 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 6,00/639,48 = 0,01 \text{ m.}$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,010 + 0,008 = 0,018 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,20 - 2 \cdot 0,01 = 1,17 \text{ m,} \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,20 - 2 \cdot 0,01 = 1,18 \text{ m.}$$

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

średnia gęstość obliczeniowa: $\rho_{D(r)} = 1,75 \text{ t/m}^3$,
 minimalna wysokość: $D_{\min} = 1,20 \text{ m}$,
 obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,75 \cdot 9,81 \cdot 1,20 = 20,57 \text{ kPa}$.

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 32,00 \cdot 0,90 = 28,80^\circ$,
 spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$,
 $N_B = 6,22$ $N_C = 27,43$, $N_D = 16,08$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/639,48 = 0,00$, $\text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5498 = 0,000$,
 $i_{Bx} = 1,00$, $i_{Cx} = 1,00$, $i_{Dx} = 1,00$.
 $\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/639,48 = 0,00$, $\text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5498 = 0,000$,
 $i_{By} = 1,00$, $i_{Cy} = 1,00$, $i_{Dy} = 1,00$.

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,25 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 11,04 \text{ kN/m}^3$.

Współczynniki kształtu:

$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,75$, $m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,30$, $m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,49$

Odpór graniczny podłoża:

$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1228,29 \text{ kN}$.

$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1228,74 \text{ kN}$.

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$N_r = 639,48 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1228,29 = 994,91 \text{ kN}$.

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 1,30 \text{ m}$, $B_y = 1,30 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 2,30 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 10,94 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$N_r = N + G + G_z = 600,00 + 39,48 + 10,94 = 650,42 \text{ kN}$.

Moment względem środka podstawy:

$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 600,00 \cdot 0,00 + 6,00 + 0,00 = 6,00 \text{ kNm}$.

$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -600,00 \cdot 0,00 + 8,00 + (0,00) = 8,00 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 8,00/650,42 = 0,01 \text{ m}$,

$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 6,00/650,42 = 0,01 \text{ m}$.

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,30 - 2 \cdot 0,01 = 1,28 \text{ m}$, $B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,30 - 2 \cdot 0,01 = 1,28 \text{ m}$.

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

średnia gęstość obliczeniowa: $\rho_{D(r)} = 1,76 \text{ t/m}^3$,
 minimalna wysokość: $D_{\min} = 1,50 \text{ m}$,
 obciążenie: $\rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,76 \cdot 9,81 \cdot 1,50 = 25,87 \text{ kPa}$.

Współczynniki nośności podłoża:

obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: $\Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 33,00 \cdot 0,90 = 29,70^\circ$,
 spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \gamma_m = 0,00 \text{ kPa}$,
 $N_B = 7,18$ $N_C = 29,43$, $N_D = 17,79$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\operatorname{tg} \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/650,42 = 0,00, \quad \operatorname{tg} \delta_x / \operatorname{tg} \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5704 = 0,000,$$

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

$$\operatorname{tg} \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/650,42 = 0,00, \quad \operatorname{tg} \delta_y / \operatorname{tg} \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5704 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,00 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 8,83 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 2,49$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1974,08 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1974,56 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 650,42 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1974,08 = 1599,01 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 1,43 \text{ m}$, $B_y = 1,43 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 2,70 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 22,17 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 600,00 + 39,48 + 22,17 = 661,65 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 600,00 \cdot 0,00 + 6,00 + 0,00 = 6,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -600,00 \cdot 0,00 + 8,00 + (0,00) = 8,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 8,00/661,65 = 0,01 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 6,00/661,65 = 0,01 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,43 - 2 \cdot 0,01 = 1,41 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,43 - 2 \cdot 0,01 = 1,42 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,58 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 1,90 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,58 \cdot 9,81 \cdot 1,90 = 29,40 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 31,00 \cdot 0,90 = 27,90^\circ,$$

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

$$N_B = 5,38 \quad N_C = 25,61, \quad N_D = 14,56.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\operatorname{tg} \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/661,65 = 0,00, \quad \operatorname{tg} \delta_x / \operatorname{tg} \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5295 = 0,000,$$

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

$$\operatorname{tg} \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/661,65 = 0,00, \quad \operatorname{tg} \delta_y / \operatorname{tg} \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5295 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,02 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,03 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 2,49$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 2231,26 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 2231,70 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 661,65 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 2231,26 = 1807,32 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 1,70 \text{ m}$, $B_y = 1,70 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 3,50 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 56,13 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 600,00 + 39,48 + 56,13 = 695,62 \text{ kN.}$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 600,00 \cdot 0,00 + 6,00 + 0,00 = 6,00 \text{ kNm.}$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -600,00 \cdot 0,00 + 8,00 + (0,00) = 8,00 \text{ kNm.}$$

Mimośrodność sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 8,00/695,62 = 0,01 \text{ m,}$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 6,00/695,62 = 0,01 \text{ m.}$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,70 - 2 \cdot 0,01 = 1,68 \text{ m,} \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,70 - 2 \cdot 0,01 = 1,68 \text{ m.}$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,38 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 2,70 \text{ m,}$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,38 \cdot 9,81 \cdot 2,70 = 36,46 \text{ kPa.}$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{obliczeniowy kąt tarcia wewnętrznego: } \Phi_{u(r)} = \Phi_{u(n)} \cdot \gamma_m = 33,00 \cdot 0,90 = 29,70^\circ,$$

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

$$N_B = 7,18 \quad N_C = 29,43, \quad N_D = 17,79.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/695,62 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5704 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/695,62 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,5704 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,04 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,19 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,49$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 4800,90 \text{ kN.}$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 4801,70 \text{ kN.}$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 695,62 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 4800,90 = 3888,73 \text{ kN.}$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności dla fundamentu zastępczego

Wymiary podstawy fundamentu zastępczego: $B_x = 1,77 \text{ m}$, $B_y = 1,77 \text{ m}$.

Poziom posadowienia: $H = 3,80 \text{ m}$.

Ciężar fundamentu zastępczego: $G_z = 71,40 \text{ kN}$.

Całkowite obciążenie pionowe fundamentu zastępczego:

$$N_r = N + G + G_z = 600,00 + 39,48 + 71,40 = 710,88 \text{ kN}.$$

Moment względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot E_y - H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 600,00 \cdot 0,00 + 6,00 + 0,00 = 6,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -600,00 \cdot 0,00 + 8,00 + (0,00) = 8,00 \text{ kNm}.$$

Mimośrodowość sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 8,00/710,88 = 0,01 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 6,00/710,88 = 0,01 \text{ m}.$$

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B_x' = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,77 - 2 \cdot 0,01 = 1,75 \text{ m}, \quad B_y' = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,77 - 2 \cdot 0,01 = 1,76 \text{ m}.$$

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

$$\text{średnia gęstość obliczeniowa: } \rho_{D(r)} = 1,33 \text{ t/m}^3,$$

$$\text{minimalna wysokość: } D_{\min} = 3,00 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,33 \cdot 9,81 \cdot 3,00 = 39,11 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

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

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

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

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \delta_x = |H_x|/N_r = 0,00/710,88 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_x/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2235 = 0,000,$$

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

$$\text{tg } \delta_y = |H_y|/N_r = 0,00/710,88 = 0,00, \quad \text{tg } \delta_y/\text{tg } \Phi_{u(r)} = 0,0000/0,2235 = 0,000,$$

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

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\rho_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 1,04 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 9,18 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y'/B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y'/B_x' = 1,30, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y'/B_x' = 2,50$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 1546,39 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' \cdot (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \rho_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \rho_{B(r)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 1546,44 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 710,88 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 1546,39 = 1252,58 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Koniec obliczeń

K5					
A-IIIN	# 8	# 10	# 12	# 16	# 20
Ciężar jednostkowy (kg/m)	0,4	0,62	0,89	1,58	2,47
Długość całkowita (m)	1610		15602,18	71,12	
Ciężar całkowity (kg)	635,95		13854,74	112,37	
K6					
A-IIIN	# 8	# 10	# 12	# 16	# 20
Ciężar jednostkowy (kg/m)	0,4	0,62	0,89	1,58	2,47
Długość całkowita (m)	689,62		3080,2		
Ciężar całkowity (kg)	272,4		2735,22		
K7					
A-IIIN	# 8	# 10	# 12	# 16	# 20
Ciężar jednostkowy (kg/m)	0,4	0,62	0,89	1,58	2,47
Długość całkowita (m)	200		1850,64		
Ciężar całkowity (kg)	79		1643,37		
K8					
A-IIIN	# 8	# 10	# 12	# 16	# 20
Ciężar jednostkowy (kg/m)	0,4	0,62	0,89	1,58	2,47
Długość całkowita (m)	14800,28	1636,85	9726,9	1574,96	1820,84
Ciężar całkowity (kg)	5846,11	1009,94	8637,49	2488,44	4497,47
K9					
A-IIIN	# 8	# 10	# 12	# 16	# 20
Ciężar jednostkowy (kg/m)	0,4	0,62	0,89	1,58	2,47
Długość całkowita (m)	1096,64		765,5	34,08	79,84
Ciężar całkowity (kg)	433,17		679,76	53,85	197,2
K10					
A-IIIN	# 8	# 10	# 12	# 16	# 20
Ciężar jednostkowy (kg/m)	0,4	0,62	0,89	1,58	2,47
Długość całkowita (m)	5413		3054,4	826,99	913,38
Ciężar całkowity (kg)	2138,14		2712,31	1306,64	2256,05
SUMA					
	# 8	# 10	# 12	# 16	# 20
Masa łączna wg średnic (kg)	9404,77	1009,94	30262,89	3961,3	6950,72
Masa łączna wg gatunku stali (kg)	51589,62				
Dodatek na zakłady, pręty rozdzielcze - 10% (kg)	5158,962				
Ogółem (kg)	56748,58				

Szczegółowe zestawienia stali zbrojeniowej znajdują się na poszczególnych rysunkach konstrukcyjnych. Zestawienie sumacyjne należy każdorazowo sprawdzić z zestawieniami szczegółowymi.