



AP STUDIO 7

os. Wazów 1a
77-300 Człuchów
tel: +48 509-331-878
e-mail: biuro@apstudio7.pl

egz. nr

PROJEKT WYKONAWCZY

Obiekt:	Budynek zaplecza sanitarno - szatniowego
Adres inwestycji:	77-300 Człuchów; ul. Szkolna 1; dz. nr ewid. 45/3
Inwestor:	Urząd Miasta Człuchów
Branża:	konstrukcja
Stadium:	Projekt wykonawczy
Konstrukcja:	

projektant:

inż. KRZYSZTOF OŁÓW

uprawnienia budowlane w specjalności konstrukcyjno – budowlanej
do projektowania bez ograniczeń
POM/0346/POOK/12

Człuchów, styczeń 2014r.

Spis treści

1.Część ogólna.....	3
1.1.Założenia ogólne.....	3
1.2.Opis konstrukcji	3
2.Projektowane rozwiązania konstrukcyjne.....	3
2.1.Fundamenty.....	3
2.2.Ławy fundamentowe.....	4
2.3.Trzpienie i słupy.....	4
2.4.Podciągi.....	5
2.5.Strop.....	6
2.6.Schody.....	6
2.7.Ściany.....	6
2.8.Nadproża.....	6
2.9.Wieńce żelbetowe.....	6
3.Uwagi końcowe.....	6
4.Obliczenia statycznie wytrzymałościowe.....	8
4.1. Płyta stropowa parteru.....	8
4.2 Płyta stropodachu.....	12
4.3 Podciąg P-2.....	15

Spis rys. :

- K1 : RZUT I KONSTRUKCJA FUNDAMENTÓW
- K2 : RZUT PARTERU
- K3 : KONSTRUKCJA STROPU
- K4 : RZUT PIĘTRA
- K5 : KONSTRUKCJA STROPODACHU
- K6 : TRZPIENIE ŻELBETOWE
- K7 : ZBROJENIE STROPU NAD PARTEREM
- K8 : SCHODY PŁYTOWE SP-1
- K9 : SCHODY PŁYTOWE SP-2
- K10 : PODCIĄG P-1; SŁUPEK S-1
- K11 : PODCIĄGI P-1 i P-2
- K12 : ZBROJENIE STROPODACHU
- K13 : WIEŃCE W-1 i W-2

1. Część ogólna

1.1. Założenia ogólne

Budynek zaprojektowano przy następujących założeniach:

- strefa obciążenia śniegiem: III ($Q_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$)
- strefa obciążenia wiatrem: I ($q_k = 300 \text{ Pa}$)
- strefa przemarzania gruntu: $h_z = 0,80 \text{ m}$

Obliczenia i projektowanie prowadzono przy wykorzystaniu następujących norm: PN-82/B-02000, PN-82/B-02001, PN-82/B-02003, PN-82/B-02004, PN-80/B-02010, PN-77/B-02011, PN-88/B-02014, PN-90/B-03000, PN-76/B-03001, PN-B-03002/1999 ze zmianą PN-B-03002/Az1/2001 oraz poprawką PN-B-03002:1999/Ap1/2001, [PN-81/B-03020](#), PN-B-03150:2000 wraz ze zmianą PN-B-03150:2000/Az1:2001, [PN-B-03264:2002](#), [PN-90/B-03200](#), [PN-B-03215:1998](#), PN-EN ISO 12944-1÷8/2001.

Wykorzystano również następujące publikacje i opracowania:

- „Projektowanie fundamentów” – I. Cios, S.Garwacka-Piórkowska;
- „Zarys Geotechniki” – Z.Wiłun;
- „Wytrzymałość Materiałów” - M.E.Niegodziński, T.Niegodziński;
- „Konstrukcje żelbetowe” tom I -III – W. Starosolski;
- „Podstawy Projektowania i algorytmy obliczeń konstrukcji żelbetowych” A.Łapko, B.C.Jensen;
- „Obliczenia konstrukcji budynków wznoszonych tradycyjnie”-J.Hoła, P.Pietraszek, K.Schabowicz;

Obliczenia statyczne i wymiarowanie przeprowadzono wykorzystując programy komputerowe: RM-WIN 10.29; RM-ZELB 5.22; RM-OBC 3.6; FD-WIN 2.4; PL-WIN 2.51 firmy CadSiS Opole.

1.2. Opis konstrukcji

Budynek wznoszony jest w technologii tradycyjnej, posadowiony bezpośrednio na ławach i stopach fundamentowych. Strop projektuje się jako żelbetowy wylewany na mokro z betonu, wsparty na ścianach murowanych z bloczków gazobetonu, oraz bloczków silka i cegły pełnej palonej. Stropodach wylewany na mokro z betonu.

2. Projektowane rozwiązania konstrukcyjne

2.1. Fundamenty

Do dobrania wielkości fundamentów przyjęto dopuszczalny nacisk na grunt 150kPa, oraz założenie, że poziom wód gruntowych znajduje się poniżej poziomu posadowienia budynku. W przypadku wystąpienia innych warunków gruntowo wodnych fundament należy do tych warunków adaptować.

Podłoże gruntowe zalicza się do pierwszej kategorii geotechnicznej.

Zaprojektowano posadowienie obiektu w sposób bezpośredni na żelbetowych monolitycznych stopach i ławach fundamentowych. Ściany fundamentowe wykonać jako monolityczne betonowe lub murowane z bloczków betonowych M-6 gr. 24cm. Pod stopami fundamentowymi i ławami wykonać podkład z chudego betonu o gr. min. 10cm.

Na powierzchniach pionowych i poziomych fundamentu należy zastosować izolację przeciwwilgociową w systemie bitumicznym rozpuszczalnikowym.

Podłoże musi być stabilne, czyste, wolne od kurzu, smoły i innych powłok antyadhezyjnych. Wystające resztki zaprawy należy zbić, a krawędzie oczyścić z gruzu i ziemi. Głębokie spoiny i rysy należy uzupełnić.

We wszystkich kątach wewnętrznych należy wykonać fasety. Promień fasety nie powinien przekraczać 2 cm. Alternatywnie fasety możemy wykonać z zapraw mineralnych, wtedy ich promień wynosi 4-5 cm.

Do gruntowania pod izolację zastosować asfaltowo-żywiczny roztwór gruntujący. Zaleca się nakładanie masy na suche powierzchnie oraz wykonywanie prac w temperaturach dodatnich. Dokładnie wymieszaną masę nakłada się szczotką dekarską lub pędzlem i czekać ok. 6 godzin do wyschnięcia.

Na zagruntowane podłoże aplikujemy właściwą warstwę hydroizolacyjną z preparatu asfaltowo-żywicznego o grubości 0,7-0,8mm. Preparat aplikujemy przy pomocy ławkowca z twardym włosiem.

Prace ziemne i fundamentowe należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami państwowymi i branżowymi. Jeżeli w miejscu posadowienia wystąpią grunty nienośne w postaci torfów, namulów, piasków luźnych posadowienie budynku należy wykonać po uprzedniej wymianie gruntu w miejscu lokalizacji budynku. Grunty nie nośne należy wybrać do głębokości zalegania warstw nośnych, a następnie wolną przestrzeń wypełnić podsypką żwirową lub piaskową zagęszczoną do $ID > 0,7$. Zaleca się wykonanie odpowiedniego ukształtowania terenu dla odprowadzenia wód opadowych. W przypadku wystąpienia innych warunków gruntowo-wodnych fundament należy do tych warunków adaptować.

2.2. Ławy fundamentowe

Ławy fundamentowe ŁF-1 projektuje się jako żelbetowe, wylewane na mokro z betonu C16/20 (B20), zbrojone stalą A-III 34GS, A-0 St0S. Wysokość ław 40cm, szerokość 120cm, zbrojenie podłużne 8 ϕ 12 A-III; zbrojenie poprzeczne ϕ 12 A-III co 20cm; strzemiona ϕ 6 A-0 w rozstawie co 25cm.

Ławy fundamentowe ŁF-2 projektuje się jako żelbetowe, wylewane na mokro z betonu C16/20 (B20), zbrojone stalą A-III 34GS, A-0 St0S. Wysokość ław 40cm, szerokość 70cm, zbrojenie podłużne 4 ϕ 12 A-III; strzemiona ϕ 6 A-0 w rozstawie co 25cm.

Ławy fundamentowe ŁF-3 projektuje się jako żelbetowe, wylewane na mokro z betonu C16/20 (B20), zbrojone stalą A-III 34GS, A-0 St0S. Wysokość ław 40cm, szerokość 50cm, zbrojenie podłużne 4 ϕ 12 A-III; zbrojenie poprzeczne ϕ 12 A-III co 25cm; strzemiona ϕ 6 A-0 w rozstawie co 25cm.

Otulina zbrojenia spodu fundamentu : 5,0cm

Otulina zbrojenia góry i boku fundamentu : 3,0cm

Głębokość posadowienia -1,00 m poniżej poziomu posadzki i nie mniej niż -0,80 m poniżej poziomu terenu.

2.3. Trzpienie i słupy

Zaprojektowano trzpienie żelbetowe wzmacniające ściany nośne, trzpienie wylewane na mokro z betonu C20/25 (B25), zbrojone stalą A-III 34GS, A-0 St0S. Otulina zbrojenia 3,0cm.

T-1 przekrój 24x35cm. Trzpienie przewiązać ze zbrojeniem fundamentów, oraz wystawić z wieńca stropu nad parterem tak, aby można było go połączyć z trzpieniem T-2

T-2 przekrój 24x35cm. Trzpień przewiązać ze zbrojeniem T-1, oraz zakotwić w wieńcu stropodachu.

T-3 przekrój 24x24cm. Trzpień zakotwić w wieńcach stropu i stropodachu.

T-4 przekrój 24x24cm. Trzpień wspierający słupek narożny S-1. Element zakotwić w wieńcu stropu, oraz zakotwić w nim markę stalową 16x200x200mm.

S-1 słupek stalowy narożny. Słup wykonać z podwójnych ceowników C160 Głowicę słupa tworzy blacha 16x200x200mm z przyspawanymi do niej prętami $\phi 12$ A-0 służącymi do zakotwienia słupa w podciągach P-2 i P-3. Element przyspawać na budowie do marki znajdującej się na szczycie T-4 za pomocą spoiny pachwinowej obwodowej $a=5\text{mm}$. Kształtowniki i blachy ze stali S235 (St3S).

2.4. Podciągi

Podciąg P-1 ; projektuje się jako żelbetowy, wylewany na mokro z betonu C20/25 (B25), zbrojone stalą A-III 34GS, A-0 St0S.

- schemat podciagu : belka swobodnie podparta
- przekrój 24x35cm
- zbrojenie górne : $2\phi 12$ A-III
- zbrojenie dolne przęsłowe: $3\phi 16$ A-III
- strzemiona : $\phi 6$ dwu cięte w rozstawie co 10 i 20cm
- poziom dolny podciagu +3.26m

Podciąg P-2 ; projektuje się jako żelbetowy, wylewany na mokro z betonu C20/25 (B25), zbrojone stalą A-III 34GS, A-0 St0S.

- schemat podciagu : belka swobodnie podparta
- przekrój 24x76cm
- zbrojenie górne : $2\phi 12$ A-III
- zbrojenie dolne przęsłowe: $5\phi 16$ A-III
- strzemiona : $\phi 8$ dwu cięte w rozstawie co 12 i 24cm
- poziom dolny podciagu +6.46m

Podciąg P-3 ; projektuje się jako żelbetowy, wylewany na mokro z betonu C20/25 (B25), zbrojone stalą A-III 34GS, A-0 St0S.

- schemat podciagu : belka swobodnie podparta
- przekrój 24x76cm
- zbrojenie górne : $2\phi 12$ A-III
- zbrojenie dolne przęsłowe: $5\phi 12$ A-III
- strzemiona : $\phi 6$ dwu cięte w rozstawie co 12 i 24cm
- poziom dolny podciagu +6.46m

2.5. Strop

Strop projektuje się jako żelbetowy, wylewany na mokro z betonu C20/25 (B25), zbrojony krzyżowo stalą A-III 34GS.

- Strop nad parterem PS-1. Grubość płyty 14cm. Poziom dolny płyty +3.12, poziom górny płyty +3.26; Otulina zbrojenia 2,5cm.
- Stropodach PS-2. Grubość płyty 18cm. Poziom dolny płyty +6.28m, poziom górny płyty +6.46m; Otulina zbrojenia 2,5cm. **Warstwę spadkową dachu wykonać z klinów styropianowych.**

2.6. Schody

Schody projektuje się jako żelbetowe, wylewany na mokro z betonu C20/25 (B25), zbrojone stalą A-III 34GS i A-0 St0S. Otulina zbrojenia 3.0cm. Grubość biegu dolnego 15,0cm; grubość biegu górnego i spocznika 18cm.

2.7. Ściany

Mury fundamentowe zewnętrzne zaprojektowano jako warstwowe wykonane z bloczków betonowych M-6 gr. 24 cm murowane na zaprawie cementowej marki 8,0 MPa, ocieplone od zewnątrz styropianem i obmurowane cegłą klinkierową.

Ściany nośne – gr. 24 cm murowane z bloczków gazobetonu odmiany 600 na zaprawie klejowej. Ścianę nośną parteru w osi 3 oraz zaznaczone na rys. filarki wymurować z bloczków Silka E24 kl.15. lub cegły pełnej palonej kl.15.

Ściany działowe – gr. 12 cm murowane z bloczków betonu komórkowego na zaprawie klejowej.

2.8. Nadproża

Nadproże nad projektowanymi otworami wykonać z prefabrykowanych belek żelbetowych typu L-19. W warstwie nośnej należy ułożyć 2 belki. Belki ułożyć na 2 warstwach cegły pełnej klasy 15.

2.9. Wieńce żelbetowe

Wieńce W-1 wykonać o przekroju 24x24cm żelbetowe wylewane na mokro z betonu C20/25 (B25), zbrojone stalą 4 ϕ 12 A-III 34GS, oraz strzemionami ϕ 6 A-0 St0S w rozstawie 25cm. Wieniec wykonać obwodowo na poziomach +3,26m i +6.46m (górze wieńca). Wieńce zakotwić w podciągach P-1; P-2 i P-3 na dł. 60cm, oraz połączyć w narożach.

Wieniec W-2 zamykający ścianę attykową wykonać na poziomie +6,92; +7.12m (górze wieńca). Przekrój 12x24cm żelbetowy wylewany na mokro z betonu C20/25 (B25), zbrojone stalą 2 ϕ 12 A-III 34GS, oraz strzemionami ϕ 6 A-0 St0S w rozstawie 25cm

3. Uwagi końcowe

Wszelkie zmiany dotyczące wartości i charakteru działania obciążeń, geometrii całej konstrukcji lub jej elementów, muszą być poprzedzone odpowiednimi sprawdzającymi obliczeniami statycznie - wytrzymałościowymi, wykonanymi przez osobę posiadającą odpowiednie uprawnienia projektowe. Wszelkie prace budowlane - montażowe muszą być wykonane zgodnie z wytycznymi

zawartymi w „Warunkach wykonywania i odbioru robót budowlano - montażowych" pod stałym nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia wykonawcze.

Projektant:

inż. KRZYSZTOF OŁÓW

upr. budowl. do projektowania bez ograniczeń

w specjalności konstrukcyjnej

nr POM/0346/POOK/12

4. Obliczenia statycznie wytrzymałościowe

4.1. Płyta stropowa parteru

1. Dane konstrukcji

1.1. Grupy obciążeń

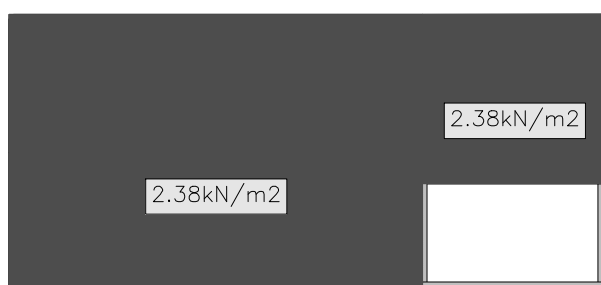
Symbol	Nazwa	Rodzaj	Znaczenie	γ_{f1}	γ_{f2}	Ψ_d
c.w.	ciężar własny	stałe		1.1	1	1
A	Stałe	stałe		1	1	1
U	Użytkowe 1	zmienne	1	1.3		0.5
C	Użytkowe 2	zmienne	1	1.4		0.5
S	Ścianki działowe	zmienne	1	1.2		1

1.2. Lista obciążeń

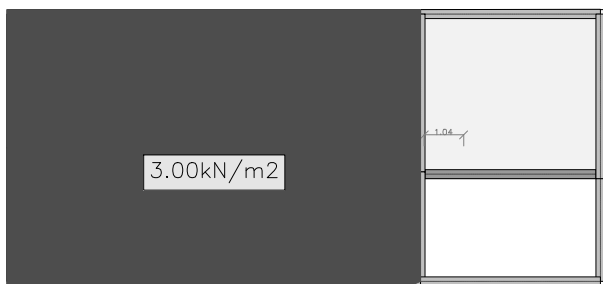
Lp.	Grupa	Rodzaj	γ_{f1}	γ_{f2}	Wartość obc.	Współrzędne
1	A	cała płyta	1	1	2.38kN/m ²	płyta "2"
2	A	cała płyta	1	1	2.38kN/m ²	płyta "1"
3	C	cała płyta	1.4	1	2.00kN/m ²	płyta "2"
4	S	cała płyta	1.2	1	1.25kN/m ²	płyta "1"
5	S	cała płyta	1.2	1	1.25kN/m ²	płyta "2"
6	U	cała płyta	1.3	1	3.00kN/m ²	płyta "1"

1.3. Schematy obciążeń dla poszczególnych grup

Grupa A



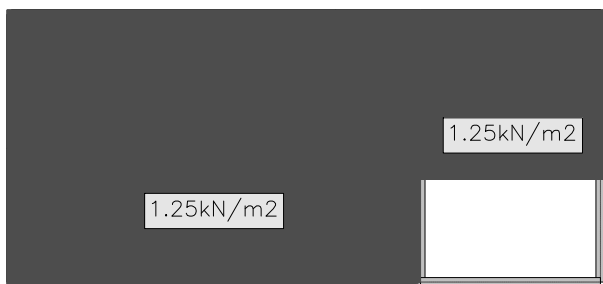
Grupa U



Grupa C



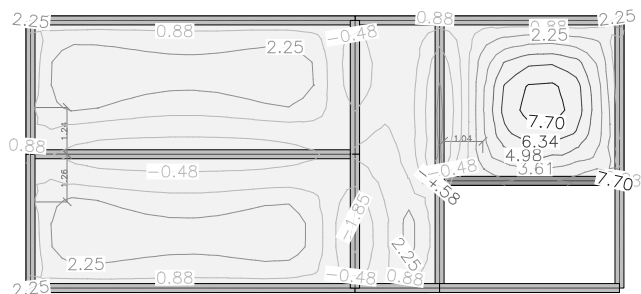
Grupa S



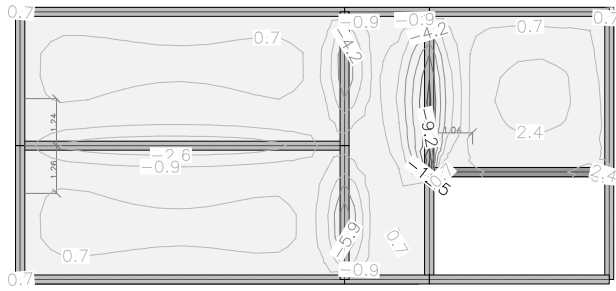
2. Analiza

2.1. Płyty - miarodajne momenty zginające M_{ux}

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

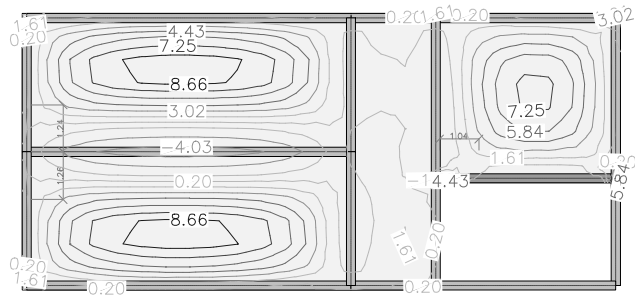


Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

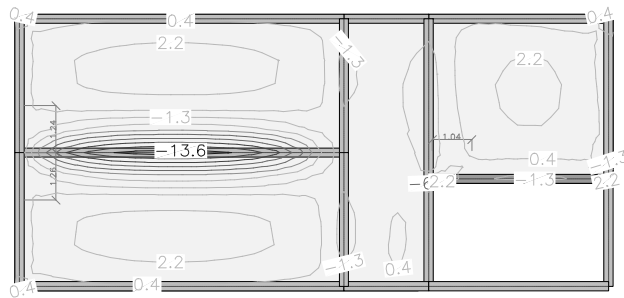


2.2. Płyty - miarodajne momenty zginające M_{uy}

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200



Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

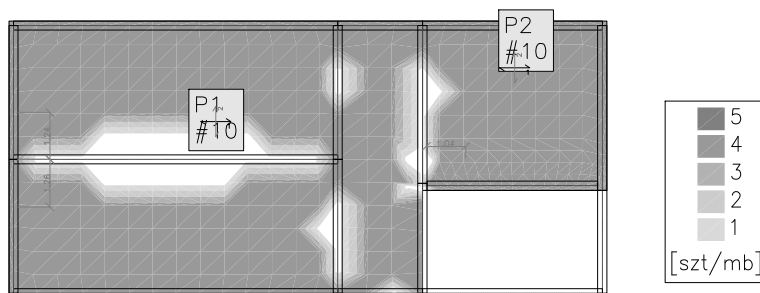


3. Wymiarowanie (wg PN-EN 1992:2005)

3.1. Zbrojenie obliczone w płytach

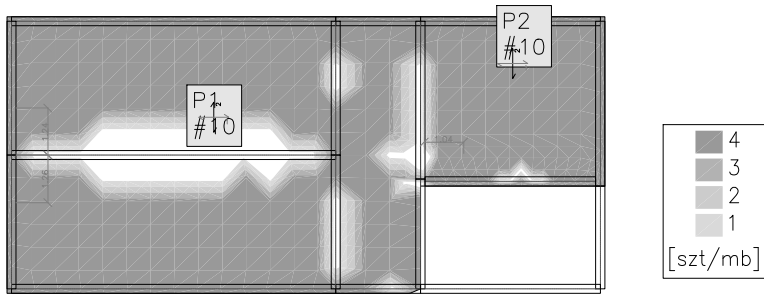
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [szt/mb]

Skala rys. 1:200

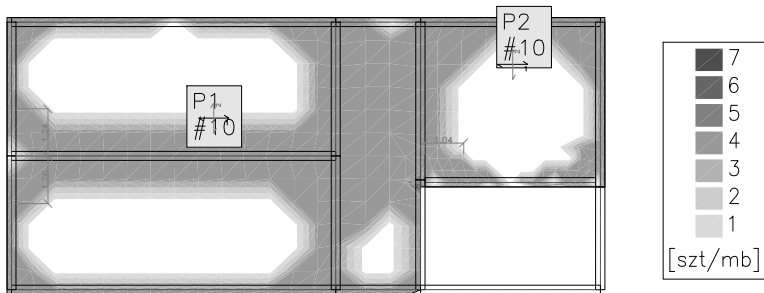


Zbrojenie dolne - kierunek 2 [szt/mb]

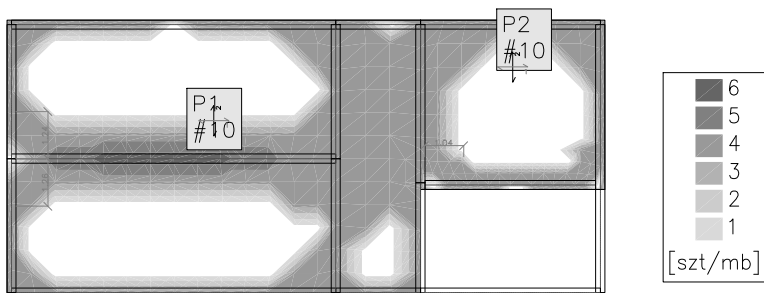
Skala rys. 1:200



Zbrojenie górne - kierunek 1 [szt/mb] Skala rys. 1:200



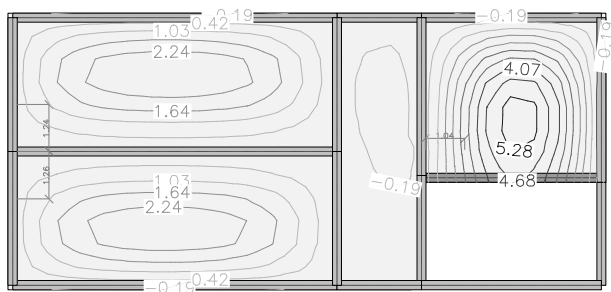
Zbrojenie górne - kierunek 2 [szt/mb] Skala rys. 1:200



4. Analiza stanu granicznego użyteczności (wg PN-EN 1992:2005)

4.1. Płyty - SGU - przemieszczenia w

[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, C, S, U) Skala rys. 1:200



4.2 Płyta stropodachu

1. Dane konstrukcji

1.1. Grupy obciążeń

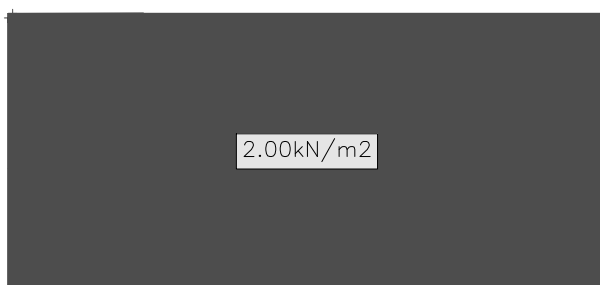
Symbol	Nazwa	Rodzaj	Znaczenie	γ_{f1}	γ_{f2}	Ψ_d
c.w.	ciężar własny	stałe		1.1	1	1
A	Stałe	stałe		1.3	1.3	1
S	Śnieg	zmienne	1	1.5		0

1.2. Lista obciążeń

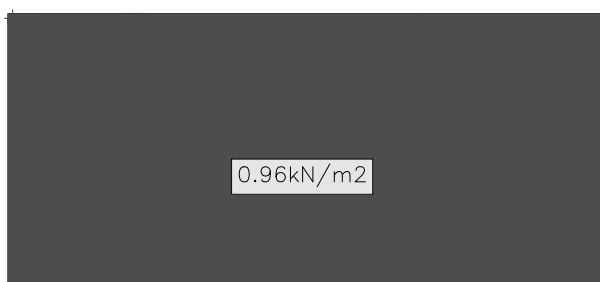
Lp.	Grupa	Rodzaj	γ_{f1}	γ_{f2}	Wartość obc.	Współrzędne
1	A	cała płyta	1.3	1.3	2.00kN/m ²	płyta "1"
2	S	cała płyta	1.5	1	0.96kN/m ²	płyta "1"

1.3. Schematy obciążeń dla poszczególnych grup

Grupa A



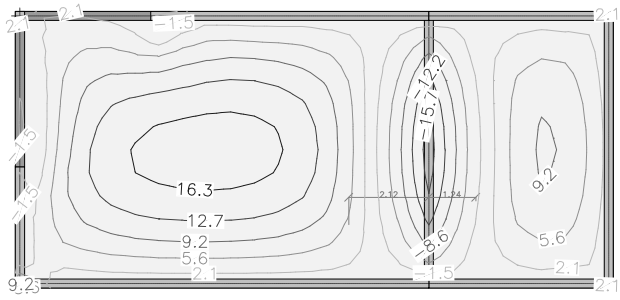
Grupa S



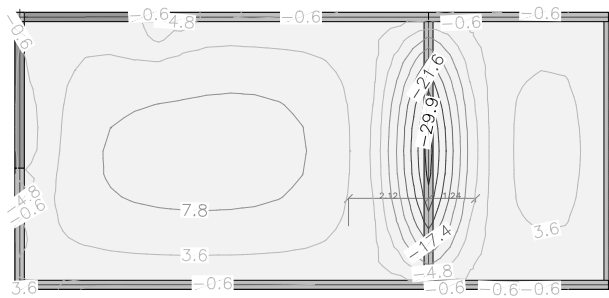
2. Analiza

2.1. Płyty - miarodajne momenty zginające M_{ux}

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

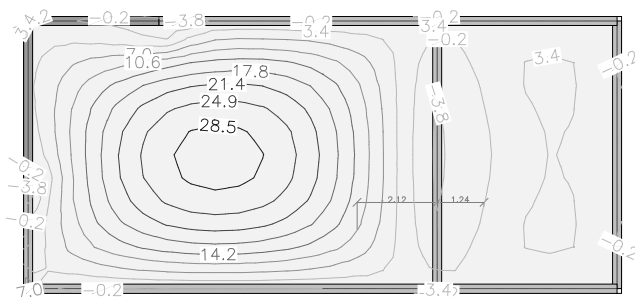


Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200

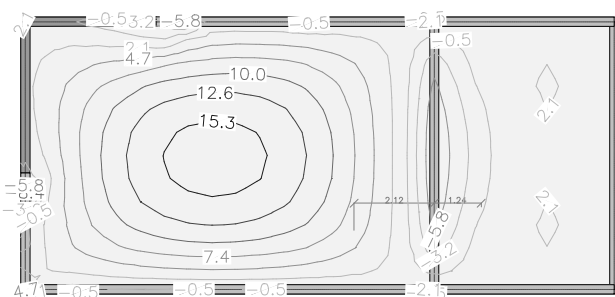


2.2. Płyty - miarodajne momenty zginające M_{uy}

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200



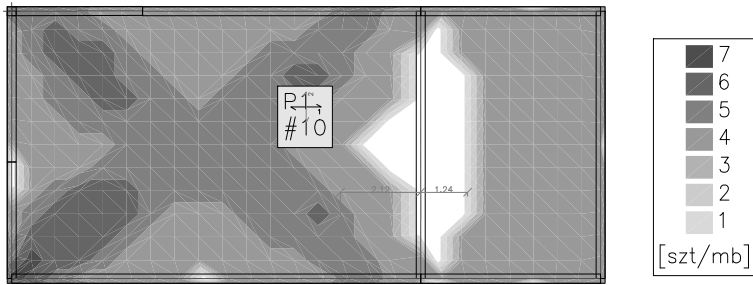
Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe) Skala rys. 1:200



3. Wymiarowanie (wg PN-EN 1992:2005)

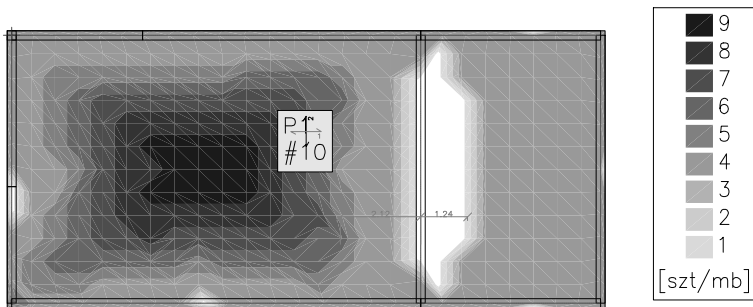
3.1. Zbrojenie obliczone w płytach

Zbrojenie dolne - kierunek 1 [szt/mb] Skala rys. 1:200



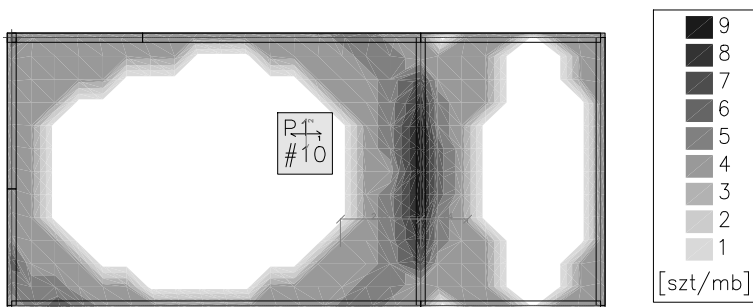
Zbrojenie dolne - kierunek 2 [szt/mb]

Skala rys. 1:200



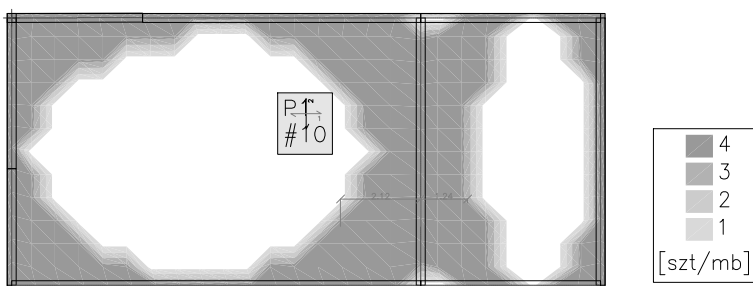
Zbrojenie górne - kierunek 1 [szt/mb]

Skala rys. 1:200



Zbrojenie górne - kierunek 2 [szt/mb]

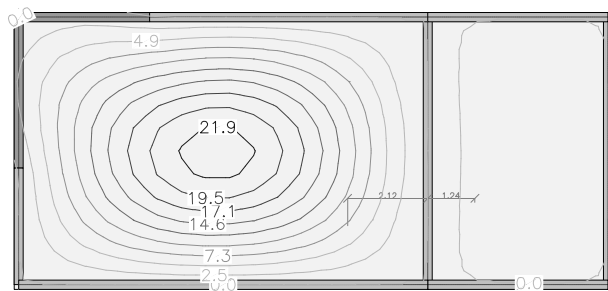
Skala rys. 1:200



4. Analiza stanu granicznego użyteczności (wg PN-EN 1992:2005)

4.1. Płyty - SGU - przemieszczenia w

[mm] - (obc. charakterystyczne, długotrwałe, dla grup obc.: c.własny, A, S) Skala rys. 1:200



4.3 Podciąg P-2

Cechy przekroju:

zadanie P-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=3,21$ m, $x_b=3,21$ m

Wymiary przekroju [cm]:

$$h=76,0, \quad b=24,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 1824 \text{ cm}^2, \quad J_{cx} = 877952 \text{ cm}^4, \quad J_{cy} = 87552 \text{ cm}^4$$

STAL: A-III (34GS)

$$f_{yk} = 410 \text{ MPa}, \quad \gamma_s = 1,15, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa}$$

$$\xi_{lim} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 350 / 200000) = 0,667,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 22,12 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 22,12 / 1824 = 1,21 \%,$$

$$J_{sx} = 17507 \text{ cm}^4, \quad J_{sy} = 1149 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: P-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=3,21$ m, $x_b=3,21$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AB**

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = -175,508 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne:} \quad V_y = 8,929 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

$$\text{Siła osiowa:} \quad N = 0,000 \text{ kN} = N_{sd} \cdot \cdot$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie P-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=3,37$ m, $x_b=3,05$ m)

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,000 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-176,381^2 + 0,000^2)} = 176,381 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td}$$

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

$$A_{s1} = 7,45 \text{ cm}^2 \square (4\pi 16 = 8,04 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 7,45 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 7,45 / 1824 = 0,41 \text{ ‰}$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 76,0, d = 72,2, x = 12,2 (\xi = 0,169),$$

$$a_1 = 3,8, a_c = 4,6, z_c = 67,6, A_{cc} = 292 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -2,03 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -260,832, F_{s1} = 260,824,$$

$$M_c = 87,181, M_{s1} = 89,202,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -260,832 + (260,824) = -0,008 \text{ kN} (N_{Sd} = 0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 87,181 + (89,202) = 176,383 \text{ kNm} (M_{Sd} = 176,381 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie P-2, pręt nr 1, przekrój: $x_a = 3,37 \text{ m}$, $x_b = 3,05 \text{ m}$

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = 0,000 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-176,381^2 + 0,000^2)} = 176,381 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td}$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 18,10 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 4,02 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 22,12 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 22,12 / 1824 = 1,21 \text{ ‰}$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 76,0, d = 68,1, x = 24,4 (\xi = 0,358),$$

$$a_1 = 7,9, a_2 = 3,8, a_c = 8,9, z_c = 59,2, A_{cc} = 621 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,68 \text{ ‰}, \epsilon_{s2} = -0,58 \text{ ‰}, \epsilon_{s1} = 1,21 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -247,452, F_{s1} = 293,771, F_{s2} = -46,318,$$

$$M_c = 72,008, M_{s1} = 88,531, M_{s2} = 15,841,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 314,499 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 72,008 + (88,531) + (15,841) = 176,381 \text{ kNm}$$

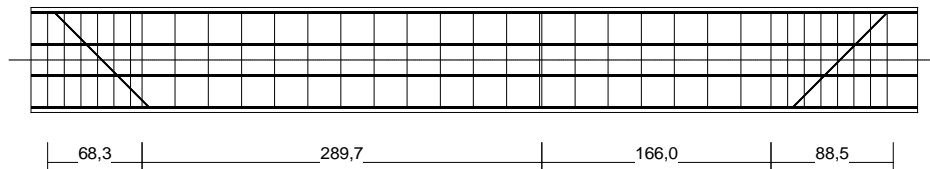
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie P-2, 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:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{20} / 410 = 0,00087$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 12,0$ $x_b = 80,3$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 631 = 473 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 400$ mm.

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

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 760,0\} = 240,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 240,0$ mm.

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

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (12,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00349$$

$$\rho_w = 0,00349 > 0,00087 = \rho_{w,min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 80,3$ $x_b = 370,0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 631 = 473 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400 \text{ mm}$.

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

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 760,0\} = 240,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 240,0 \text{ mm}$.

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

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

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (24,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00175$$

$$\rho_w = 0,00175 > 0,00087 = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 370,0 \quad x_b = 536,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 657 = 493 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400 \text{ mm}$.

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

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 760,0\} = 240,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 240,0 \text{ mm}$.

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

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

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (24,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00175$$

$$\rho_w = 0,00175 > 0,00087 = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 4

Początek i koniec strefy: $x_a = 536,0 \quad x_b = 624,5 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 631 = 473 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 400 \text{ mm}$.

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

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{240,0; 760,0\} = 240,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 240,0 \text{ mm}$.

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

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

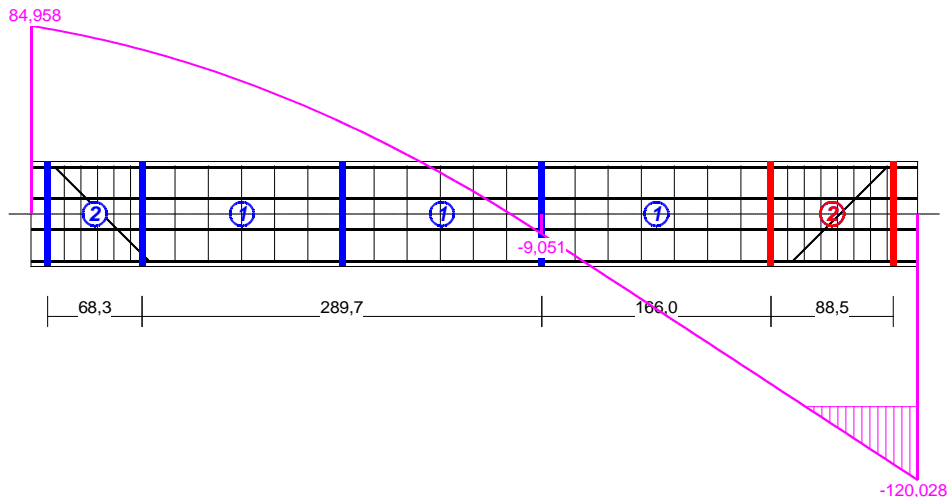
$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,01 / (12,0 \times 24,0 \times 1,000) = 0,00349$$

$$\rho_w = 0,00349 > 0,00087 = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

zadanie P-2, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 5

Początek i koniec odcinka: $x_a = 536,0$ $x_b = 624,5$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,000$;

$$V_{Sd \max} = -112,888 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{10,05}{24,0 \times 63,1} = 0,00664; \quad \rho \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00664$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = -0,000 / 1971,45 \times 10 = -0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = -0,00$ MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,00 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00664) + 0,15 \times -0,00] \times 24,0 \times 63,1 \times 10^{-1} = 77,659 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 112,888 > 77,659 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka II-go rodzaju:

Przyjęto kąt $\theta = 39,9^\circ$

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

$$\Delta V_{Rd} = \frac{A_{sw2} f_{ywd2}}{s_2} z \cos \alpha \times 10 = 0 \text{ kN}$$

$$\Delta V_{Rd} \square v f_{cd} b_w z \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} \frac{\cot \alpha}{2 \cot \theta + \cot \alpha} \times 10 = 0 \text{ kN}$$

Przyjęto $\Delta V_{Rd} = 0,000 \text{ kN}$.

$$V_{Rd2} = v f_{cd} b_w z \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} + \Delta V_{Rd} =$$

$$= 0,552 \times 13,3 \times 24,0 \times 59,4 \frac{1,195}{1 + 1,195^2} \times 10 + 0,000 = 514,781 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 112,888 < 514,781 = V_{Rd2}$$

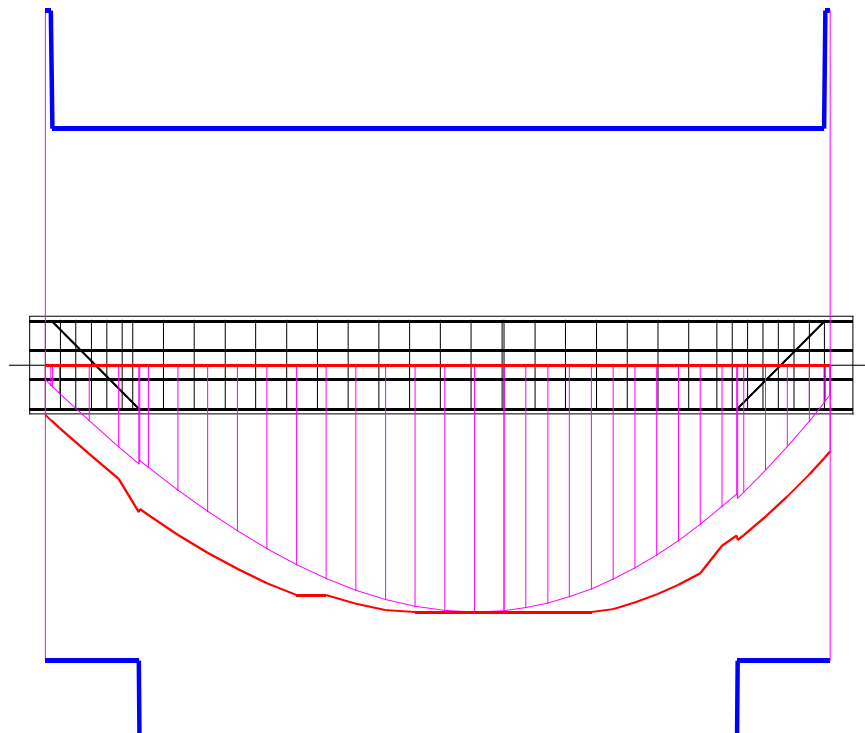
$$V_{Rd3} = V_{Rd31} + V_{Rd32} = \frac{A_{sw1} f_{ywd1}}{s_1} z \cot \theta + \frac{A_{sw2} f_{ywd2}}{s_2} z (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha =$$

$$= \frac{1,01 \times 190}{12,0} 59,4 \times 1,195 \times 10 + \frac{0,00 \times 350}{0,0} 59,4 \times (1,195 + 1,000) \times 0,707 \times 10 = 112,888 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 112,888 < 112,888 = V_{Rd3}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie P-2, pręt nr 1.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 4,380 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 36,795 \times (1,629) = 29,965 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 266,366 + 29,965 = 296,330 \text{ kN};$$

$$F_{td} \square F_{td,max} = 294,082 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 294,082 \text{ kN}$

$$F_{td} = 294,082 < 492,602 = 14,07 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie P-2, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 3,469 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = 136,701 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,000 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = -0,106 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 24,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 76,0 - 10,3 = 65,7 \text{ cm}$$

$$A_c = 1824 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 23104 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 912 / 240 = 3,34 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = 14,07 > 3,34 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 23104 \times 10^{-3} = 50,829 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 136,701 > 50,829 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 10,05 / 390 = 0,02576$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,02576 = 112,11$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] =$$

$$= 188,65 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (50,829 / 136,701)^2] = 0,00088$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 112,11 \times 0,00088 = 0,17 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,17 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie P-2, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

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

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 23104 \times 10^{-3} = 50,829 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{sd} = 136,701 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

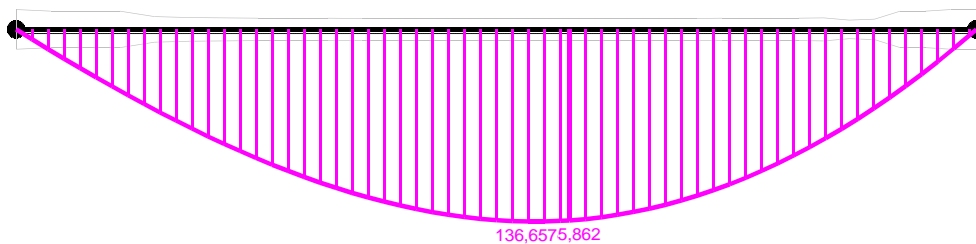
Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{sd} = 136,701 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 39,8 \text{ cm}$ $I_I = 1220583 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 27,2 \text{ cm}$ $I_{II} = 651842 \text{ cm}^4$

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

$$= \frac{10000 \times 651842}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (50,829 / 136,701)^2 \times (1 - 651842 / 1220583)} \times 10^{-5} = 67354 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 3,238 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\square,d} = 8,4 \text{ mm}$$

$$a = 8,4 < 32,1 = a_{lim}$$

Projektant:

inż. KRZYSZTOF OŁÓW

upr. budowl. do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjnej
nr POM/0346/POOK/12