

OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

Podstawa opracowania

- a) projekt architektoniczny
- b) uzgodnienia branżowe
- c) wytyczne Inwestora
- d) dokumentacja geotechniczna badań podłoża gruntowego opracowana przez firmę "GEOPLAN", Góra Siewierska, ul. Leśna 8a w czerwcu 2018 roku
- e) obowiązujące normy i normatywy budowlane a w szczególności:
 - PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
 - PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
 - PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne.

Podstawowe obciążenia techn. i montażowe.

- PN-80/B-02010 + Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.

- PN-77/B-02011 + Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.

- PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

- PN-B-03002:2002 Konstrukcje murowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

- PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

- PN-B-03150:2000 Konstrukcje drewniane - Obliczenia statyczne i projektowanie

- PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Obciążenia klimatyczne śniegiem przyjęto jak dla strefy 2

Obciążenia klimatyczne wiatrem przyjęto jak dla strefy I

Warunki geologiczne i założenia posadowienia

Warunki geologiczne – założenia:

- podłoże w postaci nasypów niebudowlanych litologicznie stanowiących łupki poeksploatacyjne przepalone, spieki pohutnicze i żużle, piaski różnoziarniste, okruszki ceglane zgodnie z wnioskami opinii geotechnicznej. Podłoże nadaje się do bezpośredniego posadowienia budynku po uprzednim dogęszczeniu warstwy zalegającej bezpośrednio pod projektowanym fundamentem.
- woda: brak wód gruntowych do gł. 5m.
- zakłada się brak szkód górniczych. Ewentualne uwzględnienie szkód górniczych w projekcie nastąpi po otrzymaniu postanowienia OUG w Katowicach
- głębokość przemarzania gruntów - 1,00m

W sąsiedztwie istniejących budynków poziom posadowienia należy dostosować do poziomu posadowienia fundamentów istniejących budynków. Nie wolno wykonywać wykopów poniżej poziomu posadowienia istniejących fundamentów. W przypadku posadowienia płyty powyżej poziomu istniejącego fundamentu na krawędzi płyty należy wykonać belkę podwalinową, której poziom dolnej krawędzi znajduje się na poziomie posadowienia sąsiedniego budynku.

Na podstawie rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków

posadowienia obiektów budowlanych. (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012r. Poz. 463) - obiekt zaliczono do pierwszej kategorii geotechnicznej.

Opis konstrukcji

Budynek 2-kondygnacyjny w technologii tradycyjnej. Konstrukcyjnie budynek podzielono na dwie części o dwóch układach konstrukcyjnych:

- część znajdująca się pomiędzy istniejącymi budynkami – osie 2-4
- część projektowaną na terenie obok istniejących budynków – osie 1-2

Dach budynku

Część budynku w osiach 2-4

Konstrukcję nośną dachu stanowią płyty żelbetowe. Są to płyty krzyżowo zbrojone i opierają się obwodowo na ścianach nośnych oraz układzie żeber i nadproży.

Grubości płyt żelbetowych wynoszą 15cm

Zbrojenie płyt stanowi siatka zaprojektowana z prętów #10 w rozstawach podanych w części obliczeniowej opracowania. Jest ona dozbrojona na obwodzie, w miejscach przebicia jej przez kominy oraz w miejscach koncentracji naprężeń. Pręty płyt krzyżowozbrojonych w kierunku krótszego boku układać bliżej powierzchni płyty. Siatki zbrojeniowe łączyć na długości co najmniej dwóch oczek. Otwory do 20cm średnicy należy zlokalizować wg rysunków instalacyjnych. Pręt zbrojenia przecięty przez taki otwór należy uzupełnić prętem z boku otworu. Otwory o boku lub średnicy większej niż 20cm należy dozbroić wg rysunków wykonawczych

Część budynku w osiach 1-2

Konstrukcja dachu: strop gęstożebrowy 20+4. Całkowita wysokość stropu wynosi 24cm. Belki nośne stropu sprężane.

Schemat statyczny belek nośnych dachu: belki wolnopodparte

Na dachu nie przewiduje się żadnych większych urządzeń obciążających konstrukcję. W przypadku podwieszenia ciężkich elementów do dachu należy przed montażem przygotować odpowiednie zawiesia, które będą przebijały płytę stropu i mocowane będą na górze. Niedopuszczalne jest uszkodzanie belek oraz podwieszanie do pustaków ceramicznych.

Stropy

Część budynku w osiach 2-4

Konstrukcję nośną stropu stanowią płyty żelbetowe. Są to płyty krzyżowo zbrojone i opierają się obwodowo na ścianach nośnych oraz układzie żeber i nadproży.

Grubości płyt żelbetowych wynoszą:

15cm – w osiach 2-3

18cm – w osiach 3-4

Zbrojenie płyt stanowi siatka zaprojektowana z prętów #10 w rozstawach podanych w części obliczeniowej opracowania. Jest ona dozbrojona na obwodzie, w miejscach przebicia jej przez kominy oraz w miejscach koncentracji naprężeń. Pręty płyt krzyżowozbrojonych w kierunku krótszego boku układać bliżej powierzchni płyty. Siatki zbrojeniowe łączyć na długości co najmniej dwóch oczek. Otwory do 20cm średnicy należy

zlokalizować wg rysunków instalacyjnych. Pręt zbrojenia przecięty przez taki otwór należy uzupełnić prętem z boku otworu. Otwory o boku lub średnicy większej niż 20cm należy dobroić wg rysunków wykonawczych

Część budynku w osiach 1-2

Konstrukcja dachu: strop gęstożebrowy 25+4 w układzie podwójnym. Całkowita wysokość stropu wynosi 29cm. Belki nośne stropu sprężane.

Schemat statyczny belek nośnych stropu: belki wolnopodparte

Część nadziemna

Ściany nośne – bloczki z betonu komórkowego 24cm oraz 18cm odmiany 600 na zaprawie cieńskowarstwowej. W ścianach nośnych projektuje się wieńce żelbetowe. Wieńce zbrojone są czterema prętami $\phi 12$, po jednym w każdym narożu.

Ściany działowe – bloczki z betonu komórkowego o gr. 11,5cm. Ściany działowe dłuższe niż 5m lub wyższe niż 2,5m należy zazbroić prętami $\phi 6$ lub bednarką 1,5x25mm nie rzadziej niż w co czwartej spoinie. Zbrojenie to należy zakotwić w przylegających ścianach konstrukcyjnych.

Ściany fundamentowe wylewane jako żelbetowe, monolityczne zbrojone siatką $\phi 6$ 20/20.

Nadproża – żelbetowe wykonywane na mokro (wg rysunków konstrukcyjnych) lub prefabrykowane typu L.

Schody – monolityczne, płytowe, żelbetowe

Materiały:

Konstrukcja żelbetowa Beton C20/25

Stal zbrojeniowa:

- zbrojenie główne A-IIIN

- zbrojenie poprzeczne A-I

Taras

Nad istniejącym budynkiem projektuje się taras w konstrukcji stalowo drewnianej. Główny układ nośny tworzą trzy słupy stalowe oraz jeden żelbetowy połączone ryglami stalowymi oraz usztywnione w dwóch polach stężeniami prętowymi. Na stalowej konstrukcji nośnej projektuje się ruszt w postaci belek drewnianych.

Fundamenty

Część budynku w osiach 2-4

Fundamenty stanowi płyta fundamentowa.

Grubość płyty fundamentowej – 25cm. Zbrojenie płyt stanowi siatka zaprojektowana z prętów #12 w rozstawach podanych w części obliczeniowej opracowania. Jest ona dobrojona na obwodzie, oraz pod ścianami nośnymi.

Część budynku w osiach 1-2

Jako fundamenty projektuje się układ ław żelbetowych.

Wysokość wszystkich ław wynosi 30cm. Zbrojenie ław - 4 $\varnothing 12$ i strzemiona $\varnothing 6$ co 25cm.

Fundamenty należy wykonać na warstwie chudego betonu o grubości co najmniej 10cm. Szczegóły zbrojenia przedstawiają rysunki projektu wykonawczego.

Taras

Pod słupy tarasu projektuje się stopy fundamentowe. Fundament żelbetowego słupa tarasu zintegrowany z płytą fundamentową budynku.

Materiały:

Konstrukcja ław i stóp

Beton C20/25

Chudy beton

Beton C8/10

Stal zbrojeniowa:

- zbrojenie główne

A-IIIN

- zbrojenie poprzeczne A-I

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Zestawione niżej obliczenia dotyczą tylko niektórych, najważniejszych elementów konstrukcji budynku. Pozostałe obliczenia znajdują się do wglądu w archiwum autora.

Zestawienie obciążeń

Dach - warstwy

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 0,78 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 0,96 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,23,$$

$$Q_{o2} = 0,70 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

Membrana

$$Q_k = 0,05 \text{ kN/m}^2 = 0,05 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,06 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,05 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Wełna mineralna - 25 cm

$$Q_k = 1,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 25 \text{ cm} = 0,38 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,46 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,34 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Płyty G-K

$$Q_k = 12,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2,5 \text{ cm} = 0,30 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,39 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

$$Q_{o2} = 0,27 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Podkonstrukcja

$$Q_k = 0,05 \text{ kN/m}^2 = 0,05 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,06 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 0,05 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Strop - warstwy podłogi

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 2,17 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 2,82 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

$$Q_{o2} = 1,95 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

Płytki ceramiczne

$$Q_k = 21,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 2 \text{ cm} = 0,42 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,55 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

$$Q_{o2} = 0,38 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Wylewka betonowa - 6 cm

$$Q_k = 24,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 6 \text{ cm} = 1,44 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 1,87 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

$$Q_{o2} = 1,30 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Folia

$$Q_k = 0,02 \text{ kN/m}^2 = 0,02 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,02 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,02 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Styropian - 2 cm

$$Q_k = 0,45 \text{ kN/m}^3 \cdot 2 \text{ cm} = 0,01 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,01 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,01 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Tynk cem-wap - 1.5 cm

$$Q_k = 19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 \text{ cm} = 0,28 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,36 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

$$Q_{o2} = 0,25 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Ściana nośna zewnętrzna – bloczek z betonu komórkowego odmiany 600 - 24cm

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 2,83 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 3,27 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,15,$$

$$Q_{o2} = 2,55 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

Siatka na kleju + tynk - 1.5 cm

$$Q_k = 22,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 \text{ cm} = 0,33 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,43 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

$$Q_{o2} = 0,30 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Ytong - 24cm

$$Q_k = 8 \text{ kN/m}^3 \cdot 24 \text{ cm} = 1,92 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 2,11 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 1,73 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Wełna mineralna 20cm

$$Q_k = 1,5 \text{ kN/m}^3 \cdot 20 \text{ cm} = 0,30 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,36 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,20,$$

$$Q_{o2} = 0,27 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Tynk cem-wap - 1.5 cm

$$Q_k = 19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 \text{ cm} = 0,28 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,36 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

$$Q_{o2} = 0,25 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Ściana nośna wewnętrzna - bloczek z betonu komórkowego odmiany 600 - 24cm

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 2,48 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowe wartości obciążenia:

$$Q_{o1} = 2,84 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,15,$$

$$Q_{o2} = 2,23 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Składniki obciążenia:

Tynk cem-wap - 1.5 cm

$$Q_k = 19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 \text{ cm} = 0,28 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,36 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

$$Q_{o2} = 0,25 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Ytong - 24cm

$$Q_k = 8,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 24 \text{ cm} = 1,92 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 2,11 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,10,$$

$$Q_{o2} = 1,73 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Tynk cem-wap - 1.5 cm

$$Q_k = 19,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,5 \text{ cm} = 0,28 \text{ kN/m}^2.$$

$$Q_{o1} = 0,36 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f1} = 1,30,$$

$$Q_{o2} = 0,25 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_{f2} = 0,90.$$

Użytkowe - sale terapeutyczne

Charakterystyczna wartość obciążenia:

$$Q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2 = 3,00 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia:

$$Q_o = 3,90 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,30, \\ \psi_d = 1,00.$$

Śnieg

Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu $q_k = 0,90 \text{ kN/m}^2$ przyjęto zgodnie ze zmianą do normy Az1, jak dla strefy II.

Współczynnik kształtu $C = 0,80$ jak dla dachu jednospadowego.

Charakterystyczna wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2.$$

Obliczeniowa wartość obciążenia śniegiem:

$$Q_o = 1,08 \text{ kN/m}^2, \quad \gamma_f = 1,50.$$

Wiatr

Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ przyjęto jak dla strefy I .

Dach w osiach 1-2

Rozpiętość w świetle L= 6,7 m

Układ stropu: 20+4

Typ belki: 1xRS138

Rozstaw zeber χ = 59,5 cm

Wysokość stropu h = 24 cm

Obciążenie	Obciążenie charakt.	Wsp.	Obciążenie obl.
	kN/m ²		kN/m ²
Użytkowe	0,72	1,50	1,08
Stałe (warstwy strop.)	0,78	1,35	1,05
Zastępcze od ścianek	0,00	1,35	0,00
Ciężar własny	2,96	1,35	4,00
	4,46 kN/m ²		6,13 kN/m ²

Moment zginający:

$$M_{sd} = (1,35 \times \sum g + 1,5 \times q) \times \frac{L^2}{8} \times \chi$$

$$M_{sd} = 20,46 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 28,97 \text{ kNm} \quad \text{OK}$$

(6,7) 6,70 m (9,9)
min max

Siła tnąca:

$$V_{sd} = (1,35 \times \sum g + 1,5 \times q) \times \frac{L}{2} \times \chi \times \left(1 - \frac{5 \times h}{3 \times L_{\max}}\right)$$

$$V_{sd} = 11,73 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 19,38 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Sugerowane zbrojenie podporowe: 1 Ø 8 L = 2,2 m

*wartości nośności na zginanie M_{Rd} i V_{Rd} zredukowane są ze względu na przekroczenie ugięć lub pojawienia się rys na dolnej krawędzi.

Strop w osiach 1-2

Rozpiętość w świetle L= 6,7 m

Układ stropu: 25+4

Typ belki: 2xRS138

Rozstaw żeber χ = 69,5 cm

Wysokość stropu h = 29 cm

Obciążenie	Obciążenie charakt.	Wsp.	Obciążenie obl.
	kN/m ²		kN/m ²
Użytkowe	3,00	1,50	4,50
Stałe (warstwy strop.)	2,17	1,35	2,93
Zastępcze od ścianek	0,00	1,35	0,00
Ciężar własny	4,29	1,35	5,79
	9,46 kN/m ²		13,22 kN/m ²

Moment zginający:

$$M_{sd} = (1,35 \times \sum g + 1,5 \times q) \times \frac{L^2}{8} \times \chi$$
$$M_{sd} = 51,56 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 66,65 \text{ kNm} \quad \text{OK}$$

(6,7) min 6,70 m (9,9) max OK

Siła tnąca:

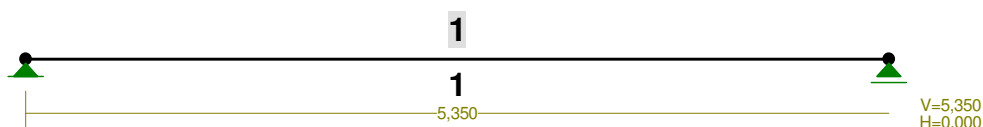
$$V_{sd} = (1,35 \times \sum g + 1,5 \times q) \times \frac{L}{2} \times \chi \times \left(1 - \frac{5 \times h}{3 \times L_{\max}}\right)$$
$$V_{sd} = 29,56 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 45,71 \text{ kN} \quad \text{OK}$$

Sugerowane zbrojenie podporowe: 2 \emptyset 8 L = 2,3 m

*wartości nośności na zginanie M_{Rd} i V_{Rd} zredukowane są ze względu na przekroczenie ugięć lub pojawienia się rys na dolnej krawędzi.

Żebro Z1

PRZEKROJE PRĘTÓW:



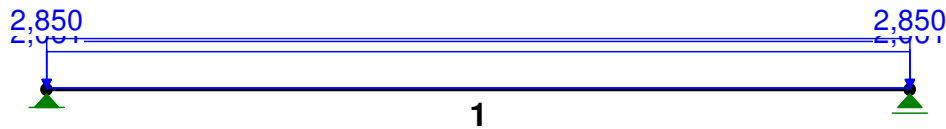
PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt: Typ: A: B: Lx[m]: Ly[m]: L[m]: Red.EJ: Przekrój:

1	00	0	1	5,350	0,000	5,350	1,000	1 B 35x25
---	----	---	---	-------	-------	-------	-------	-----------

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])						
Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,10$	
Grupa:	A ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	2,061	2,061	0,00	5,35
	0.2.1. Strop p=2,170*0,950					
Grupa:	G ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,10$	
1	Liniowe	0,0	2,625	2,625	0,00	5,35
	0.3.1. Płyt p=3,750*0,700					
Grupa:	Q ""			Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	2,850	2,850	0,00	5,35
	0.4.1. Użytkow p=3,000*0,950					

=====

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

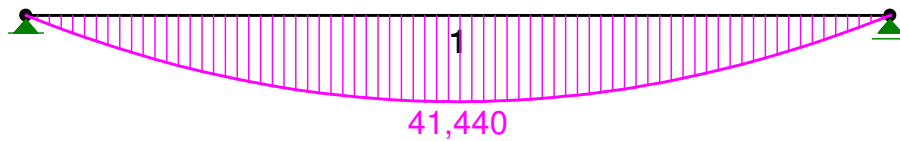
Teoria I-go rzędu

=====

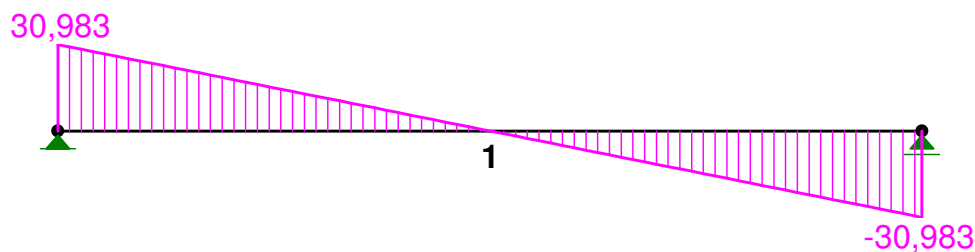
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10	
A -""	Zmienne	1 1,30	1,00
G -""	Zmienne	1 1,10	1,00
Q -""	Zmienne	1 1,30	1,00

MOMENTY :

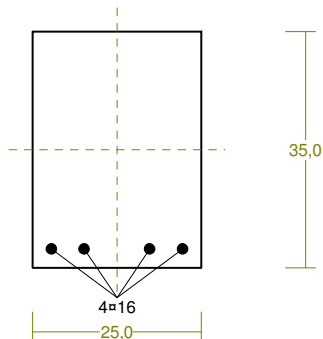


TNĄCE :



Cechy przekroju:

zadanie z1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,53$ m, $x_b=2,82$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$h=35,0$, $b=25,0$,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B25

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$A_c=875$ cm², $J_{cx}=89323$ cm⁴, $J_{cy}=45573$ cm⁴

STAL: A-IIIIN (RB 500 W)

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

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

Zbrojenie główne:

$A_{s1}+A_{s2}=8,04$ cm², $\rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 8,04/875=0,92$ %,

$J_{sx}=1738$ cm⁴, $J_{sy}=473$ cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: z1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,53$ m, $x_b=2,82$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AGQ**

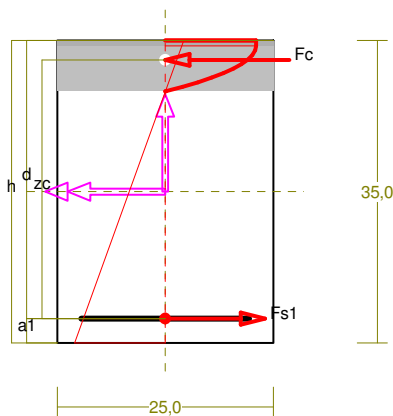
Momenty zginające: $M_x = -41,325$ kNm, $M_y = 0,000$ kNm,

Siły poprzeczne: $V_y = 1,631$ kN, $V_x = 0,000$ kN,

Siła osiowa: $N = 0,000$ kN = N_{sd} , .

Zbrojenie wymagane:

(zadanie z1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,53$ m, $x_b=2,82$ m)



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-41,325^2 + 0,000^2)} = 41,325 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$A_{s1}=3,29 \text{ cm}^2 \Rightarrow (2\phi 16 = 4,02 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=3,29 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 3,29/875=0,38 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=35,0, \quad d=32,2, \quad x=5,9 \quad (\xi=0,183),$$

$$a_1=2,8, \quad a_c=2,3, \quad z_c=29,9, \quad A_{cc}=148 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-2,25 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=10,00 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -138,030, \quad F_{s1} = 138,029,$$

$$M_c = 21,035, \quad M_{s1} = 20,290,$$

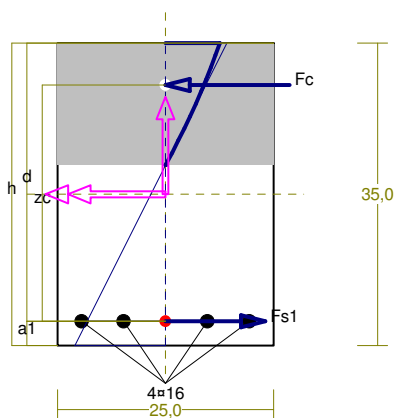
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -138,030 + (138,029) = -0,001 \text{ kN} \quad (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 21,035 + (20,290) = 41,325 \text{ kNm} \quad (M_{sd}=41,325 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie z1, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,53 \text{ m}$, $x_b=2,82 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-41,325^2 + 0,000^2)} = 41,325 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1}=8,04 \text{ cm}^2$,

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=8,04 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 8,04/875=0,92 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=35,0, \quad d=32,2, \quad x=14,1 \quad (\xi=0,438),$$

$$a_1=2,8, \quad a_c=4,9, \quad z_c=27,3, \quad A_{cc}=353 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-0,73 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=0,94 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -151,208, \quad F_{s1} = 151,208,$$

$$M_c = 19,097, \quad M_{s1} = 22,228,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 91,134 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} = 19,097 + (22,228) = 41,325 \text{ kNm}$$

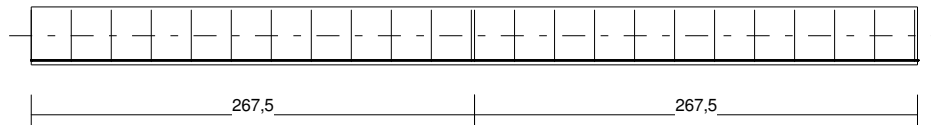
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie z1, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=6 \text{ mm}$ ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

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



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 267,5$ cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

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

przyjęto $s_{\max} = 241$ mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 350,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0$ mm.

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

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **24,1** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (24,1 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00094$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00094} > \mathbf{0,00072} = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 267,5$ $x_b = 535,0$ cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

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

przyjęto $s_{\max} = 241$ mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 350,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0$ mm.

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

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **24,1** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

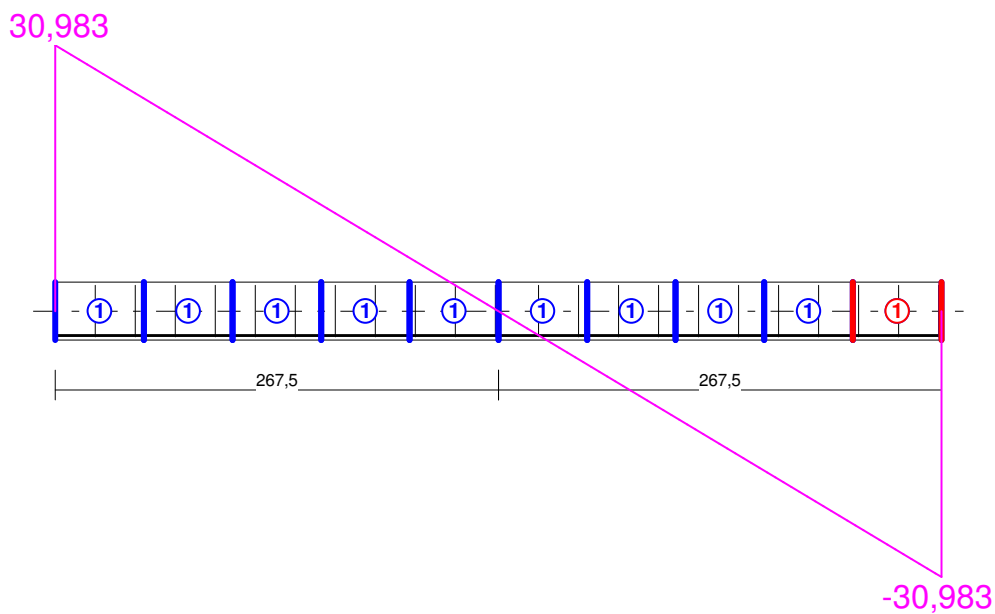
$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (24,1 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00094$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00094} > \mathbf{0,00072} = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

zadanie z1, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 10

Początek i koniec odcinka: $x_a = 481,5$ $x_b = 535,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = 0,000$;
 $V_{Sd \max} = -30,983$ kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{8,04}{25,0 \times 32,2} = 0,00999; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,00999$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 0,000 / 928,62 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,00$ MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,28 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,00999) + 0,15 \times 0,00] \times 25,0 \times 32,2 \times 10^{-1} = 57,689 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 30,983 < 57,689 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 30,983 < 57,689 = V_{Rd1}$$

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

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 27,6 \times 10^{-1} = 253,285 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 30,983 < 253,285 = V_{Rd2}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie z1, pręt nr 1.

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 2,842$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times -1,936 \times (1,000) = 0,968 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciąganych:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 151,033 + 0,968 = 152,001 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 151,636 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 151,636$ kN

$$F_{td} = 151,636 < 337,784 = 8,04 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie z1, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 2,675 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = 34,478 \text{ kNm}$$

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

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

Wymiary przekroju:

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

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

$$A_c = 875 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 5104 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 437 / 240 = 1,60 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = \mathbf{8,04} > \mathbf{1,60} = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 5104 \times 10^{-3} = 11,229 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 34,478 > 11,229 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 8,04 / 167 = 0,04805$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,04805 = 83,30$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 157,4 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (11,229 / 34,478)^2] = 0,00075 \end{aligned}$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 83,30 \times 0,00075 = 0,11 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,11} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie z1, 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:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 5104 \times 10^{-3} = 11,229 \text{ kNm}$$

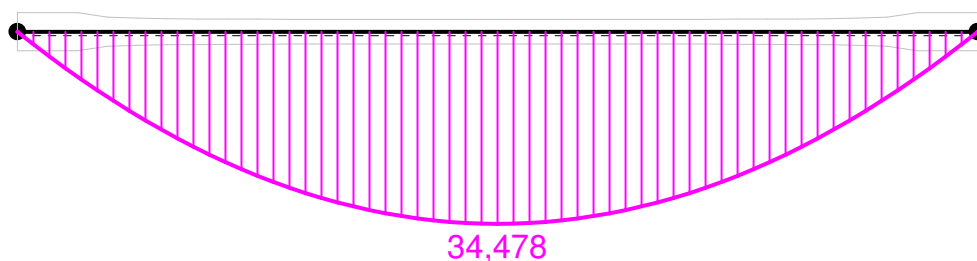
Całkowity moment zginający $M_{Sd} = 34,478 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

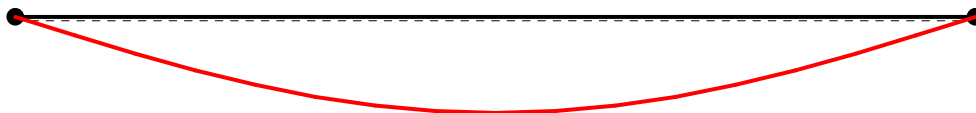
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 34,478 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 19,8 \text{ cm}$ $I_I = 118684 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 14,9 \text{ cm}$ $I_{II} = 75707 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$
$$= \frac{10000 \times 75707}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (11,229 / 34,478)^2 \times (1 - 75707 / 118684)} \times 10^{-5} = 7719 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

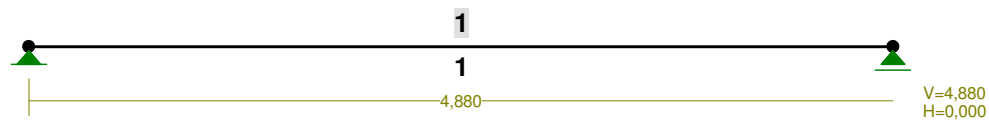
Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,675 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 13,2 \text{ mm}$$

$$a = 13,2 < 21,4 = a_{lim}$$

Żebro Z2

PRZEKROJE PRĘTÓW:

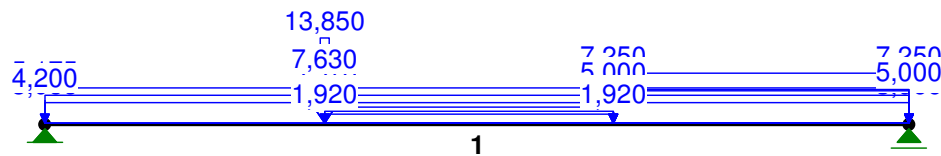


PRĘTY UKŁADU:

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

Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	0	1	4,880	0,000	4,880	1,000	1 B 40x25

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	CW	"Ciężar własny"		Stałe	$\gamma_f = 1,10$	
Grupa:	A	"		Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	3,066	3,066	0,00	4,88
1	Skupione	0,0	5,570		1,58	
1	Liniowe	0,0	4,700	4,700	3,21	4,88
1	Liniowe	0,0	1,402	1,402	1,58	3,21
Grupa:	G	"		Zmienne	$\gamma_f = 1,10$	
1	Liniowe	0,0	5,175	5,175	0,00	4,88
1	Skupione	0,0	13,850		1,58	

1	Liniowe	0,0	7,250	7,250	3,21	4,88
1	Liniowe	0,0	2,400	2,400	1,58	3,21

Grupa: Q ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
1	Liniowe	0,0	4,200	4,200	0,00	4,88
1	Skupione	0,0	7,630		1,58	
1	Liniowe	0,0	5,000	5,000	3,21	4,88
1	Liniowe	0,0	1,920	1,920	1,58	3,21

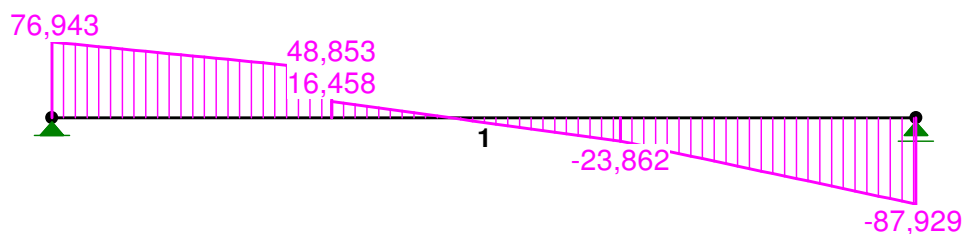
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,10	
A -""	Zmienne	1 1,30	1,00
G -""	Zmienne	1 1,10	1,00
Q -""	Zmienne	1 1,30	1,00

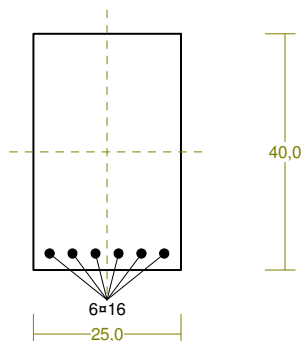
MOMENTY:



SIŁY PRZESZCZĄT:



Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego wg PN-B-03264:2002



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=40,0, \quad b=25,0,$$

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:

$$A_c=1000 \text{ cm}^2, \quad J_{cx}=133333 \text{ cm}^4, \quad J_{cy}=52083 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (RB 500 W)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=12,06 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 (A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 12,06/1000=1,21 \%,$$

$$J_{sx}=3569 \text{ cm}^4, \quad J_{sy}=530 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: z2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,40 \text{ m}$, $x_b=2,48 \text{ m}$

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **CW AGQ**

$$\text{Momenty zginające:} \quad M_x = -104,577 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,000 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne:} \quad V_y = -3,702 \text{ kN}, \quad V_x = 0,000 \text{ kN},$$

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

Zbrojenie wymagane:

(zadanie z2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,12 \text{ m}$, $x_b=2,76 \text{ m}$)

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu maksymalnego wykorzystania nośności strefy ściskanej betonu ($\xi_{lim}=\xi_{lim}$).

Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-104,670^2 + 0,000^2)} = 104,670 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, \quad f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1}=7,27 \text{ ‰}$):

$$A_{s1}=7,75 \text{ cm}^2 \Rightarrow (4\phi 16 = 8,04 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=7,75 \text{ cm}^2, \quad \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 7,75/1000=0,77 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=40,0, \quad d=37,2, \quad x=12,1 \quad (\xi=0,325),$$

$$a_1=2,8, \quad a_c=5,0, \quad z_c=32,2, \quad A_{cc}=302 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-3,50 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1}=7,27 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -325,344, \quad F_{s1} = 325,344,$$

$$M_c = 48,711, \quad M_{s1} = 55,959,$$

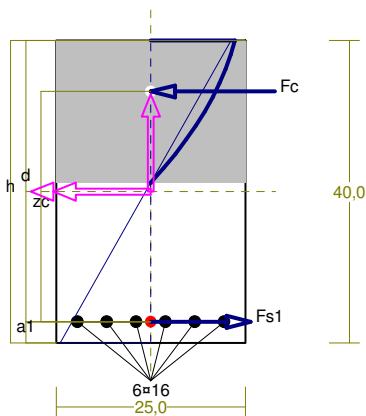
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c+F_{s1}=-325,344+(325,344)=0,000 \text{ kN} \quad (N_{sd}=0,000 \text{ kN})$$

$$M_c+M_{s1}=48,711+(55,959)=104,670 \text{ kNm} \quad (M_{sd}=104,670 \text{ kNm})$$

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie z2, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,12 \text{ m}$, $x_b=2,76 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

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

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2+M_{sdy}^2)}=\sqrt{(-104,670^2+0,000^2)}=104,670 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=13,3 \text{ MPa}, f_{yd}=420 \text{ MPa} = f_{td},$$

$$\text{Zbrojenie rozciągane: } A_{s1}=\mathbf{12,06 \text{ cm}^2},$$

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=12,06 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=100 \times 12,06/1000=1,21 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=40,0, d=37,2, x=18,8 (\xi=0,505),$$

$$a_1=2,8, a_c=6,8, z_c=30,4, A_{cc}=470 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-1,45 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=1,43 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-343,864, F_{s1}=343,866,$$

$$M_c=45,525, M_{s1}=59,145,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = \mathbf{148,811 \text{ kNm}} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} = 45,525 + (59,145) = \mathbf{104,670 \text{ kNm}}$$

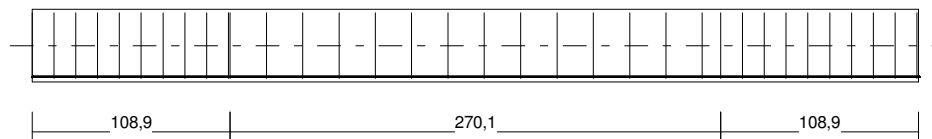
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie z2, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi=6 \text{ mm}$ ze stali A-I, dla której $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

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



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 108,9 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 372 = 279 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 279 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 400,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 1E23 = 240,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0 cm**, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,13 / (12,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00377$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00377} > \mathbf{0,00072} = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 108,9$ $x_b = 379,1 \text{ cm}$

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 372 = 279 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 279 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 400,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 1E23 = 240,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **20,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (20,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00113$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00113} > \mathbf{0,00072} = \rho_{w \min}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy: $x_a = 379,1$ $x_b = 488,0 \text{ cm}$

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 372 = 279 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 279 \text{ mm}$.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{250,0; 400,0\} = 250,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{\max} = 250,0 \text{ mm}$.

Ze względu na zbrojenie $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 1E23 = 240,0 \text{ mm}$.

Przyjęto strzemiona 4-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **12,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

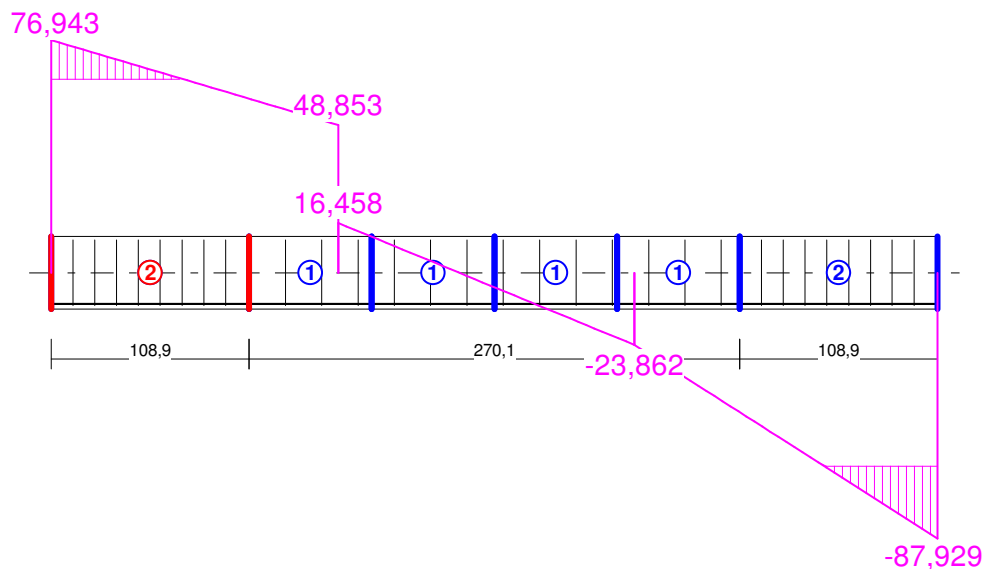
$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 1,13 / (12,0 \times 25,0 \times 1,000) = 0,00377$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00377} > \mathbf{0,00072} = \rho_{w \min}$$

Ścinanie

zadanie z2, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0$ $x_b = 108,9 \text{ cm}$

Siły przekrojowe:

$$N_{Sd} = 0,000;$$

$$V_{Sd \max} = 76,943 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{12,06}{25,0 \times 37,2} = 0,01297; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,01000$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = 0,000 / 1080,42 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,00 \text{ MPa}$.

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

$$= [0,35 \times 1,23 \times 1,00 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times 0,00] \times 25,0 \times 37,2 \times 10^{-1} = 64,058 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 76,943 > 64,058 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka II-go rodzaju:

Przyjęto kąt $\theta = 38,5^\circ$

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

$$\Delta V_{Rd} = \frac{A_{sw2} f_{ywd2}}{s_2} z \cos \alpha \times 10^{-1} = 0 \text{ kN}$$

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

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

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

$$= 0,552 \times 13,3 \times 25,0 \times 30,9 \frac{1,259}{1 + 1,259^2} \times 10^{-1} + 0,000 = 276,112 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 76,943 < 276,112 = V_{Rd2}$$

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

$$= \frac{1,13 \times 210}{12,0} 30,9 \times 1,259 \times 10^{-1} = 76,943 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 76,943 = 76,943 = V_{Rd3}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie z2, pręt nr 1.

Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 2,497 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 6,222 \times (1,191) = 3,704 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 341,782 + 3,704 = 345,486 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 344,409 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 344,409 \text{ kN}$

$$F_{td} = 344,409 < 506,676 = 12,06 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie z2, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 2,191 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = 87,218 \text{ kNm}$$

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

$$V_{Sd} = 1,029 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

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

$$d = h - a_1 = 40,0 - 2,8 = 37,2 \text{ cm}$$

$$A_c = 1000 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 6667 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ = 0,4 \times 1,0 \times 2,2 \times 500 / 240 = 1,83 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = \mathbf{12,06} > \mathbf{1,83} = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 6667 \times 10^{-3} = 14,667 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 87,218 > 14,667 = M_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 12,06 / 175 = 0,06894$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,06894 = 73,21$$

$$\epsilon_{sm} = \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ = 233,8 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (14,667 / 87,218)^2] = 0,00115$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 73,21 \times 0,00115 = 0,14 \text{ mm}$$

$$w_k = \mathbf{0,14} < \mathbf{0,3} = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

zadanie z2, 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:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,2 \times 6667 \times 10^{-3} = 14,667 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = 87,218 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 87,218 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 23,3 \text{ cm} \quad I_I = 190838 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 18,8 \text{ cm} \quad I_{II} = 137057 \text{ cm}^4$$

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

$$= \frac{10000 \times 137057}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (14,667/87,218)^2 \times (1 - 137057/190838)} \times 10^{-5} = 13761 \text{ kNm}^2$$



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,395$ m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 15,8 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{15,8} < \mathbf{19,5} = a_{lim}$$