

STAROSTWO POWIATOWE
W ŻYWCU
UL. KROBIŃSKA 13
34-500 ŻYWIEC

PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY
(CZĘŚĆ KONSTRUKCYJNA – KONSTRUKCJE ŻELBETOWE I MUROWE)

Obiekt: PROJEKT HALI PRODUKCYJNEJ - FORMIERMIA II
Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ

Lokalizacja: 34-350 Węgierska Górka
ul. Kolejowa 6
dz. nr: 985/29, 985/100, 985/175, 985/176

Inwestor: METALPOL Węgierska Górka Sp. z o.o.
34-350 Węgierska Górka
ul. Kolejowa 6

Jednostka projektowa: Z.U.B. „ANBUD” ANDRZEJ BORKOWSKI
UL. POLNA 3
34-300 ŻYWIEC

O Ś W I A D C Z E N I E

Jednocześnie oświadczamy, że niniejszy projekt został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej, co potwierdzono podpisami:

PROJEKTANT:

mgr inż. ANDRZEJ BORKOWSKI
upr. proj. nr: SLK/1522/POOK/07

mgr inż. ANDRZEJ BORKOWSKI
UPRAWNIENIA BUDOWLANE BEZ OGRANICZEŃ
W SPECJALNOŚCI KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANEJ
DO KIEROWANIA ROBOTAMI BUDOWLANymi I
DO PROJEKTOWANIA I PRAC PROJEKTOWYCH

SPRAWDZAJĄCY:

mgr inż. MAREK PAŹDZIORKO
upr. proj. nr: SLK/4310/PWOK/12

"KONSTRUKCJE ŻYWIEC"
mgr inż. Marek Paździorko
Upr. nr: SLK/4310/PWOK/12
Do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w
specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń

Opracowanie zawiera:

- stron ponumerowanych: od 1 do 15
- stron rysunków: 2

GRUDZIEŃ 2015

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

STAROSTWO POWIATOWE
W ŻYWCU
ul. Kroliniego 13
34-500 ŻYWIEC
-48-

A OPIS TECHNICZNY

1. Podstawa opracowania	str. 3
2. Przedmiot opracowania	str. 3
3. Układ konstrukcyjny	str. 3
4. Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji	str. 3
5. Kategoria geotechniczna obiektu, warunki posadowienia	str. 4
6. Sposób posadowienia	str. 4-5
7. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe podstawowych elementów konstrukcyjnych	str. 5
8. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych	str. 5
9. Ekspertyza techniczna stanu obiektu istniejącego, stwierdzająca jego stan bezpieczeństwa i przydatność do użytkowania, uwzględniająca oddziaływania wywołane wzniesieniem nowego obiektu	str. 5
10. Zestawienie obciążeń	str. 6
11. Podstawowe wyniki obliczeń	str. 7-15

B CZĘŚĆ RYSUNKOWA:

K1 – FUNDAMENTY – RYSUNEK ZESTAWCZY

K2 – PARTER – RYSUNEK ZESTAWCZY

OPIS TECHNICZNY

STAROSTWO POWIATOWE
W ŻYWCU
ul. Krowczyńskiego 13
34-300 ŻYWIEC
-46-

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- projekt budowlany - część architektoniczna, opracowana przez mgr inż. arch. Macieja Wiewiórę,
- projekt budowlany - część konstrukcyjna dot. konstrukcji stalowych, opracowana przez mgr inż. Marka Paździorko,
- „Geotechniczne warunki posadowienia” – opracowanie wykonane w lipcu 2014 przez geologa mgr Michała Rusaka,
- wizja lokalna,
- archiwalna dokumentacja konstrukcyjna istniejącego obiektu opracowana w 1972r. przez Biuro Projektów Konstrukcji Metalowych i Urządzeń Przemysłowych MOSTOSTAL w Zabrze.
- archiwalna dokumentacja „Zadaszenie placu wykańczalni odlewni” opracowana w styczniu 2006r przez mgr inż. Zbigniewa Hymnika
- archiwalna dokumentacja „Projekt hali magazynowej” opracowana przez jednostkę projektową BOLHER w grudniu 2013 i we wrześniu 2014
- polskie normy i przepisy techniczne.

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt hali produkcyjnej - formiarnia II. Przedmiotowa hala oraz zaplecze socjalne będzie budowane w sąsiedztwie istniejącej hali produkcyjnej i budynku socjalnego, zadaszenia placu wykańczalni odlewni oraz dwóch istniejących i jednej „w trakcie realizacji” hal, wchodzących w skład zakładu „METALPOL” w Węgierskiej górcie.

Zakres niniejszego opracowania obejmuje:

- rozwiązanie żelbetowych elementów konstrukcyjnych hali tj. pali fundamentowych, oczepów, ścian podwalinowych oraz ściany oddzielenia pożarowego. Konstrukcja stalowa hali jest przedmiotem osobnego opracowania. Oddziaływania konstrukcji stalowej na elementy żelbetowe ustalono w oparciu o wyniki obliczeń statycznych (reakcje) dostarczone przez autora części dot. konstrukcji stalowych mgr inż. Marka Paździorko.

3. Układ konstrukcyjny

Układ konstrukcyjny hali stanowią wielonawowe ramy stalowe o różnych rozpiętościach. Ramy posiadają sztywne połączenie słup-rygiel. Projektuje się sztywne połączenie z żelbetowymi oczepami pali fundamentowych. W skrajnej ramie przy istniejącym obiekcie połączenie przegubowe ze stopami fundamentowymi. W osiach zewnętrznych występują dodatkowo belki podwalinowe ściany osłonowej.

W osi A' oraz na części osi A projektuje się murowaną ścianę oddzielenia pożarowego, usztywnioną wieńcami żelbetowymi i żelbetowymi rdzeniami utwierdzonymi w oczepach, spoczywającą na ścianie podwalinowej. Zakłada się podparcie ściany przez oczepy pali i same pale fundamentowe.

4. Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji

- wysokość ponad poziomem morza: 416m
- obciążenia śniegiem. PN-80/B-02010/Az1 (III strefa)
- obciążenie wiatrem wg PN - 77 / B – 02011/Az1 (strefa III, h=15,0m)
- posadowienie fundamentów wg PN - 81 / B - 03020
- obciążenia stałe wg PN - 82 / B – 02001
- obciążenia zmienne wg PN - 82 / B – 02003

5. Kategoria geotechniczna obiektu, warunki posadowienia

Obiekt zaliczono do drugiej kategorii geotechnicznej, posadawiany w prostych warunkach gruntowych.

Warunki posadowienia – patrz dokumentacja geotechniczna.

6. Sposób posadowienia obiektu

Dla części hali (oś 01) posadowienie bezpośrednie za pomocą stóp fundamentowych.

Dla pozostałej części hali – posadowienie pośrednie za pomocą pali wierconych CFA zwieńczonych oczepami. W tym celu zaprojektowano pale CFA o średnicach $\varnothing 600$ mm oraz $\varnothing 800$ mm i o długościach od 5,0m do 8,0m. Pale zaprojektowano ze zbrojeniem koszowym o długości dopasowanej do długości pala.

Długości pali dobrano zgodnie z warunkami gruntowymi scharakteryzowanymi w dokumentacji geotechnicznej. W poniższej tabeli przedstawiono zestawienie pali fundamentowych:

Typ i średnica	Długość	Ilość	Długość całkowita
CFA $\varnothing 600$	5,0 m	43	215,0 m
CFA $\varnothing 600$	8,0 m.	31	248,0 m
CFA $\varnothing 800$	8,0 m.	7	56,0 m

6.1 Obliczenia nośności pali

Obliczenia wykonano dla wszystkich otworów geotechnicznych zlokalizowanych pod projektowanym obiektem. Wyniki zestawiono w tabeli z minimalnymi wartościami nośności poszczególnych pali. Wyciągi z obliczeń znajdują się w archiwum autora.

Obliczenia wykonano programem „Pale 2005” na podstawie normy PN-83/B-02482 – „Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych”.

W tabeli przedstawiono uzyskane nośności obliczeniowe pali oraz maksymalne obciążenia przypadające na pale (obliczone na podstawie reakcji z konstrukcji stalowej):

Typ pala	Nośność pala	Maks. obciążenie.
CFA $\varnothing 600$, L=5,0 m	351 kN	320 kN
CFA $\varnothing 600$, L=8,0 m	712 kN	645 kN
CFA $\varnothing 800$, L=8,0 m	1094 kN	900 kN

6.2 Informacje o sposobie wykonania posadowienia

Schemat rozmieszczenia pali CFA przedstawiony jest na rysunkach konstrukcyjnych - Rozmieszczenie pali CFA. Sposób prowadzenia robót nie powinien naruszać interesu osób trzecich. Rozpoczęcie dalszych robót budowlanych może się rozpocząć dopiero po osiągnięciu przez beton pali odpowiedniej wytrzymałości.

Przed rozpoczęciem robót należy zlokalizować wszystkie urządzenia obce mogące kolidować z projektowanymi palami. W przypadku takim należy dokonać korekty położenia pali. Należy zachować wymagane przepisami odległości pali od urządzeń obcych. Pale wykonane będą po uprzednim przygotowaniu terenu i dróg dojazdowych. W trakcie wykonywania robót należy zachować wymagania BHP i ochrony środowiska. W przypadku wystąpienia w trakcie robót innych warunków geotechnicznych niż to jest określone w dokumentacji należy skontaktować się z projektantem w celu podjęcia odpowiednich kroków.

6.3 Uwagi końcowe dot. robót palowych

Poziom głowicy pala po skuciu przyjęto na rzędnej 415,21 m n.p.m. Przed przystąpieniem do wykonywania projektu wykonawczego wymagane jest przeprowadzenie uzupełniającego wiercenia geologicznego o głębokości ok. 12 m w rejonie istniejącej hali (oś A') oraz w rejonie osi E9 – B1.

W celu weryfikacji poprawności przyjętych założeń obliczeniowych zaleca się przeprowadzenie próbnego obciążenia. W celu weryfikacji jakości wykonania pali należy wykonać badania ciągłości i długości wszystkich pali metodą Sonic Integrity Testing.

7. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe podstawowych elementów konstrukcyjnych

Stopy fundamentowe: monolityczne - beton B30; stal: A-IIIIN; wymiary wg odpowiednich rysunków.

Belki podwalinowe: monolityczne - beton B30, stal: A-IIIIN; przekroje: 20x150 i 30x150cm.

Wszystkie powierzchnie fundamentów mające styczność z gruntem należy zaizolować przeciwwilgociowo

Pale fundamentowe: patrz pkt 6

Oczepy pali: monolityczne - beton B30; stal: A-IIIIN; wymiary: 80x90x260, 80x90x300, 100x90x310 i 80x90x340 cm.

Konstrukcja stalowa: patrz część projektu KONSTRUKCJE STALOWE.

8. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych

Ściany zewnętrzne: płyty warstwowe z rdzeniem z pianki poliuretanowej gr. 10,0cm

Ściana oddzielenia pożarowego: pustaki POROTHERM gr. 30cm klasy 15 na zaprawie cem.-wap. M10, kategoria A wykonania robót murowych.

Dach: blacha trapezowa TR50 gr. 0,7mm pokryta styropianem gr. 20cm i dwoma warstwami papy termozgrzewalnej

9. Ekspertyza techniczna stanu obiektu istniejącego, stwierdzająca jego stan bezpieczeństwa i przydatność do użytkowania, uwzględniająca oddziaływania wywołane wzniesieniem nowego obiektu

W wyniku przedmiotowej inwestycji przewiduje się budowę hali produkcyjnej w sąsiedztwie istniejących obiektów. Istniejące obiekty to:

-wielonawowa hala stalowa złożona z słupów kratowych i opartych na nich wiązarów kratowych. Słupy utwierdzone są w masywnych stopach żelbetowych.

-jednoprzęsłowe hale stalowe w postaci zespołu ram blachownicowych ze sztywnym połączeniem słup – rygiel i przegubowym mocowaniem w stopach, wyposażone w lekką obudowę.

Z uwagi na fakt, że nowoprojektowana hala jak i budynek socjalny stanowią samodzielny ustrój konstrukcyjny, oddylatowany od istniejącego obiektu, nie przeprowadzono dokładnej analizy statycznej istniejącej części. Dokonano jedynie ogólnego przeglądu stanu technicznego podstawowych elementów konstrukcyjnych. Elementy te znajdują się w dobrym stanie technicznym. Nie wykazują one nadmiernych ugięć, wyboczeń oraz jakichkolwiek uszkodzeń.

Wnioski:

Planowana budowa w sąsiedztwie istniejących obiektów będzie powodować możliwość powstawania lokalnie tzw „worków śnieżnych”. Przed przystąpieniem do realizacji obiektu należy przeprowadzić dokładną analizę tego zjawiska i dokonać ewentualnych wzmocnień istniejących konstrukcji,

10. Zestawienie obciążeń

10.1 Obciążenie śniegiem

- Obciążenie śniegiem III strefa

- kąt nachylenia dachu
- wysokość nad poziomem morza
- C_1 wsp. kształtu dachu
- char. obc. śniegiem gruntu

$\alpha =$	8
H =	416
$C_1 =$	0,80
$Q_k =$	1,90

max.

- obc. śniegiem dachu
- strona nawietrzna

	charakterystyczne		γ_f	obliczeniowe	
$S_f =$	1,52	(kN/m ²)	1,5	2,28	(kN/m ²)

10.2 Obciążenia wiatrem

- Obciążenie wiatrem III strefa

- charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru
- wsp ekspozycji dla h=11m
- wsp działania porywów wiatru
- wsp aerodynamiczny dla dachu

$q_n =$	0,33
$C_e =$	1,02
$\beta =$	1,8

- strona nawietrzna
- strona zawietrzna
- wiatr wzdłuż

$C_z =$	-0,9
$C_z =$	-0,9
$C_z =$	-0,9

- obciążenie wywołane działaniem wiatru

- strona nawietrzna
- strona zawietrzna
- wiatr wzdłuż

	charakterystyczne		γ_f	obliczeniowe	
$q_1 =$	-0,54	(kN/m ²)	1,5	-0,82	(kN/m ²)
$q_2 =$	-0,54	(kN/m ²)	1,5	-0,82	(kN/m ²)
$q_3 =$	-0,54	(kN/m ²)	1,5	-0,82	(kN/m ²)

- wsp aerodynamiczny dla ścian

- strona nawietrzna
- strona zawietrzna

$C_z =$	0,7
$C_z =$	-0,4

- obciążenie wywołane działaniem wiatru

- strona nawietrzna
- strona zawietrzna

	charakterystyczne		γ_f	obliczeniowe	
$q_1 =$	0,42	(kN/m ²)	1,5	0,64	(kN/m ²)
$q_2 =$	-0,24	(kN/m ²)	1,5	-0,36	(kN/m ²)

11. Podstawowe wyniki obliczeń

11.1. Rdzeń ściany oddzielenia pożarowego

STAROSTWO POWIATOWE
W ŻYWCU
ul. Krosińskiego 13
34-300 ŻYWIEC
- 48 -

WĘZŁY: Skala 1:200



WĘZŁY:

Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	0,000	9,000
3	0,000	11,800

PODPORY:

Podatności

Węzeł:	Rodzaj:	Kat:	Dx (Do*) [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	utwierdzenie	90,0	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00

OSIADANIA:

Węzeł:	Kat:	Wx (Wo*) [m]:	Wy [m]:	Fio [grad]:
Brak Osiedań				

PRĘTY: Skala 1:200



PRZEKROJE PRĘTÓW: Skala 1:200



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	1	2	0,000	9,000	9,000	1,000	2 B 70,0x40,0
2	00	2	3	0,000	2,800	2,800	1,000	1 B 30,0x40,0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	Ix[cm ⁴]	Iy[cm ⁴]	Wg[cm ³]	Wd[cm ³]	h[cm]	Material:
1	1200,0	160000	90000	6000	6000	30,0	20 B30
2	2800,0	1143333	373333	32667	32667	70,0	20 B30

STAŁE MATERIAŁOWE:

Material:	Moduł E: [kN/mm ²]	Napreż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
20 B30	31	16,700	1,00E-05

OBCIĄŻENIA: Skala 1:200



OBCIĄŻENIA:

([kN], [kNm], [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kat:	P1(Tg):	P2(Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa: A "CIĘŻAR ŚCIANY I WIĘNCÓW"			Stałe		$\gamma_f = 1,10/0,90$	
1	Skupione	0,0	11,500		6,00	
1	Skupione	0,0	11,500		3,00	
1	Liniowe	0,0	23,000	23,000	0,00	9,00
2	Skupione	0,0	11,500		2,80	
2	Skupione	0,0	11,500		0,00	
2	Liniowe	0,0	23,000	23,000	0,00	2,80
Grupa: B "WIATR - PARCIE"			Zmienne		$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	2,520	2,520	0,00	9,00
2	Liniowe	90,0	2,520	2,520	0,00	1,40
2	Liniowe	90,0	3,880	3,880	1,40	2,80

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

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
B - "WIATR - PARCIE"	Zmienne	1	1,50

MOMENTY: Skala 1:200



TNACE: Skala 1:200



NORMALNE: Skala 1:200



SIŁY PRZEKROJOWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+B

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-294,865	47,460	-75,398
	1,00	9,000	-20,815	13,440	-8,870
2	0,00	0,000	-20,815	13,440	-8,870
	1,00	2,800	0,000	-0,000	-0,000

* = Wartości ekstremalne

REAKCJE PODPOROWE: Skala 1:200

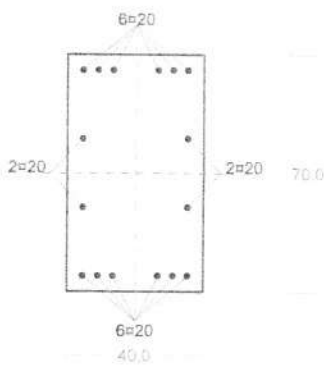


REAKCJE PODPOROWE: T.I rzędu
 Obciążenia obl.: Ciężar wł.+B

Węzeł:	H[kN]:	V[kN]:	Wypadkowa[kN]:	M[kNm]:
1	-47,460	75,398	89,092	294,865

Cechy przekroju:

zadanie słup ściany p-poż, pręt nr 1, przekrój: $x_a=4,50$ m, $x_b=4,50$ m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=70,0, b=40,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B30

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

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=2800 \text{ cm}^2, J_{cx}=1143333 \text{ cm}^4, J_{cy}=373333 \text{ cm}^4$$

STAL: A-IIIIN (RB 500)

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

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

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=50,27 \text{ cm}^2, \rho=100(A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 50,27/2800=1,80 \%$$

$$J_{sx}=36130 \text{ cm}^4, J_{sy}=8028 \text{ cm}^4,$$

Siły przekrojowe:

zadanie: słup ściany p-poż, pręt nr 1, przekrój: $x_a=4,50$ m, $x_b=4,50$ m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **B**

Momenty zginające: $M_x=20,815 \text{ kNm}, M_y=0,000 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne: $V_y=13,440 \text{ kN}, V_x=0,000 \text{ kN},$

Siła osiowa: $N=-8,870 \text{ kN} = N_{Sd},$

Uwzględnienie smukłości pręta:

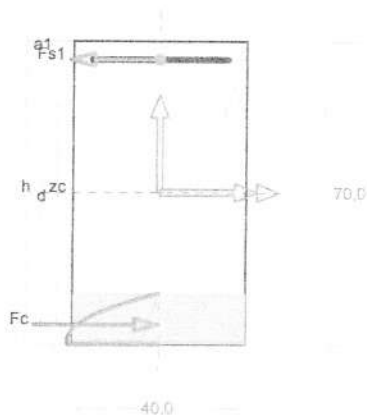
- w płaszczyźnie ustroju:

$$e_{ey}=M_x/N=(20,815)/(-8,870)=-2,347 \text{ m},$$

$$M_{Sdx}=\eta_x(e_{ay}+e_{ey})N=1,032 \times (-0,050-2,347) \times (-8,870)=21,949 \text{ kNm},$$

Zbrojenie wymagane:

(zadanie słup ściany p-poż, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=9,00$ m)



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd}=-75,398 \text{ kN},$$

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(308,329^2+0,000^2)}=308,329 \text{ kNm}$$

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

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

$$A_{s1}=11,09 \text{ cm}^2 \Rightarrow (4 \times 20 = 12,57 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=11,09 \text{ cm}^2, \rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 11,09/2800=0,40 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=70,0, d=65,7, x=11,7 (\xi=0,178),$$

$$a_1=4,3, a_c=4,5, z_c=61,2, A_{cc}=468 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-2,17 \%, \epsilon_{s1}=10,00 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-541,193, F_{s1}=465,794,$$

$$M_c=165,331, M_{s1}=142,999,$$

Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c+F_{s1}=-541,193+(465,794)=-75,399 \text{ kN} (N_{Sd}=-75,398 \text{ kN})$$

$$M_c+M_{s1}=165,331+(142,999)=308,329 \text{ kNm} (M_{Sd}=308,329 \text{ kNm})$$

Długości wyboczeniowe pręta:

zadanie słup ściany p-poż, pręt nr 1

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

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

ze wzoru (C.1) $l_0 = \beta l_{col}$, $l_{col} = 9,000$ m,

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

$\Rightarrow \beta = 2 + 1/(3k) = 2 + 1/(3 \times \infty) \Rightarrow l_0 = 2,000 \times 9,000 = 18,000$ m

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

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

ze wzoru (C.1) $l_0 = \beta l_{col}$, $l_{col} = 9,000$ m,

podatności węzłów: $\kappa_a = 1,000 \Rightarrow k_A = (1/\kappa_a - 1) = 0,000$, $\kappa_b = 1,000 \Rightarrow k_B = (1/\kappa_b - 1) = 0,000$,

$\beta = 1,000 \Rightarrow l_0 = 1,000 \times 9,000 = 9,000$ m $\Rightarrow l_0 = 1,000 \times 9,000 = 9,000$ m*

podatności węzłów: $\kappa_a = 0,000$, $\kappa_b = 0,000$, $\kappa_c = 0,000$, $\Rightarrow \mu = 1,000$, dla $l_{col} = 9,000$, $l_0 = \mu l_{col} = 1,000 \times 9,000 = 9,000$ m*

Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

zadanie słup ściany p-poż, pręt nr 1

- w płaszczyźnie ustroju:

mimośród niezamierzony: ($l_{col} = 9,000$ m, $h = 0,700$ m, $n = 1$)

$$e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600} \left(1 + \frac{1}{n} \right) \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,030, 0,023, 0,010 \rangle = 0,030 \text{ m, przyjęto: } e_a = 0,050 \text{ m,}$$

mimośród statyczny: $M_{max} = \max M_{Sd} = 294,865$ kNm, $N_{Sd} = -75,398$ kN $\Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |294,865/(-75,398)| = 3,911$ m,

mimośród początkowy: $e_o = e_a + e_e = 0,050 + 3,911 = 3,961$ m,

obliczenie siły krytycznej:

- długość wyboczeniowa: $l_0 = 18,000$ m (obliczona wg PN),

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

- momenty bezwładności: $I_c = 114,3333 \cdot 10^{-4}$ m⁴,

$I_s = 3,6130 \cdot 10^{-4}$ m⁴ (dla zbrojenia rzeczywistego)

- $e_o/h = \max \langle (e_a + e_e)/h, 0,05, 0,5 - 0,01(l_0/h + f_{cd}) \rangle = \max \langle 5,658, 0,05, 0,076 \rangle = 5,658$,

- $k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{Sd,lt}/N_{Sd}) \phi_{(t,t_0)} = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 1,00 = 1,500$,

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

$$\frac{9}{18,000^2} \left[\frac{3,100 \cdot 10^7 \times 1,143 \cdot 10^{-2}}{2 \times 1,500} \left(\frac{0,11}{0,1 + 5,658} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 3,613 \cdot 10^{-4} \right] = 2398,114 \text{ kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (75,398 / 2398,114)} = 1,032$$

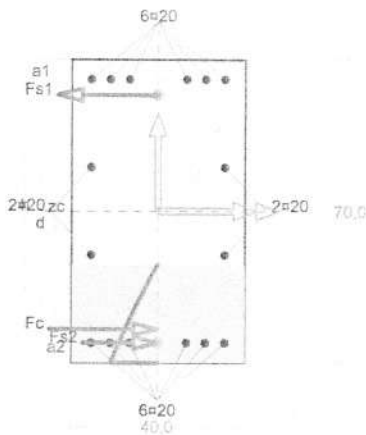
- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie słup ściany p-poż, pręt nr 1, przekrój: $x_a=0,00$ m, $x_b=9,00$ m

STAROSTWO POWIATOWE
W ŻYWCU
Ul. Krosińskiego 13
34-300 ŻYWIEC
-48-



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = -75,398 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(308,329^2 + 0,000^2)} = 308,329 \text{ kNm}$$

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

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 31,42 \text{ cm}^2$,

Zbrojenie ściskane: $A_{s2} = 18,85 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 50,27 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 50,27 / 2800 = 1,80 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 70,0, \quad d = 61,8, \quad x = 21,3 \quad (\xi = 0,345),$$

$$a_1 = 8,2, \quad a_2 = 4,6, \quad a_c = 7,7, \quad z_c = 54,1, \quad A_{cc} = 903 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,61 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s2} = -0,49 \text{ ‰}, \quad \varepsilon_{s1} = 1,16 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -413,595, \quad F_{s1} = 521,544, \quad F_{s2} = -183,348,$$

$$M_c = 112,760, \quad M_{s1} = 139,831, \quad M_{s2} = 55,738,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 681,714 \text{ kNm} > M_{sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 112,760 + (139,831) + (55,738) = 308,329 \text{ kNm}$$

Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie słup ściany p-poż, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 10$ mm ze stali A-IIIIN, dla której $f_{ywd} = 420$ MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

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

Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 0,0$ $x_b = 900,0$ cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{max} = 0,75 d = 0,75 \times 603 = 453 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 400$ mm.

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

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{max} = \min\{h; b\} = \min\{400,0; 700,0\} = 400,0 \quad s_{max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto $s_{max} = 400,0$ mm.

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

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

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 3,14 / (30,0 \times 40,0 \times 1,000) = 0,00262$$

$$\rho_w = 0,00262 > 0,00080 = \rho_{w,min}$$

Ścinanie

zadanie słup ściany p-poż bis, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.

Początek i koniec odcinka: $x_a = 0,0$ $x_b = 112,5$ cm

Siły przekrojowe: $N_{sd} = -75,398$;

$$V_{sd,max} = 47,460 \text{ kN}$$

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = 45,179 \text{ kN}$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sl.}}{b_w d} = \frac{25,13}{40,0 \times 60,3} = 0,01041; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho_L = 0,01000$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_c = 75,398 / 3124,29 \times 10 = 0,24 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,24 \text{ MPa}$.

$$V_{Rd1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho_L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = \\ = [0,35 \times 1,00 \times 1,20 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times 0,24] \times 40,0 \times 60,3 \times 10^{-1} = 170,912 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 45,179 < 170,912 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 45,179 < 170,912 = V_{Rd1}$$

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

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,540 \times 16,7 \times 40,0 \times 54,1 \times 10^{-1} = 975,287 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,24 / 16,7 = 1,014$$

$$V_{Rd2,red} = \alpha_c V_{Rd2} = 1,014 \times 975,287 = 989,381 \text{ kN}$$

Przyjęto $V_{Rd2,red} = 975,287 \text{ kN}$

$$V_{Sd} = 47,460 < 975,287 = V_{Rd2,red}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 0,188 \text{ m}$:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 46,751 \times (1,000) = 23,376 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 505,526 + 23,376 = 528,901 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 521,544 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 521,544 \text{ kN}$

$$F_{td} = 521,544 < 1055,575 = 25,13 \times 420 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie słup ściany p-poż bis, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 0,188 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = 0,000 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -67,284 \text{ kN}$$

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

Wymiary przekroju:

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

$$d = h - a_1 = 70,0 - 9,7 = 60,3 \text{ cm}$$

$$A_c = 2800 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 32667 \text{ cm}^3$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 32667 \times 10^{-3} = 84,933 \text{ kNm}$$

Przekrój niezarysowany - w przekroju występują wyłącznie naprężenia ściskające.

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

Ugięcia

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych i krótkotrwałych.

Współczynniki pelzania dla obciążeń długotrwałych przyjęto równy $\phi(t, t_0) = 1,00$.

STAROSTWO POWIATOWE
w ŻYWCU
ul. Krosińskiego 13
34-300 ŻYWIEC
-48-

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{31000}{1 + 1,00} = 15500 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 2,6 \times 32667 \times 10^{-3} = 84,933 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -196,577 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla krótkotrwałego działania wszystkich obciążeń:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -196,577 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 35,0 \text{ cm}$ $I_I = 1376433 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 17,1 \text{ cm}$ $I_{II} = 403674 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$
$$= \frac{31000 \times 403674}{1 - 1,0 \times 0,5 (84,933 / 196,577)^2 \times (1 - 403674 / 1376433)} \times 10^{-5} = 133977 \text{ kNm}^2$$

Sztywność dla krótkotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 0,000 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 35,0 \text{ cm}$ $I_I = 1376433 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 17,1 \text{ cm}$ $I_{II} = 403674 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{cm} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$
$$= \frac{31000 \times 403674}{1 - 1,0 \times 0,5 (84,933 / 84,933)^2 \times (1 - 403674 / 1376433)} \times 10^{-5} = 193522 \text{ kNm}^2$$

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = 0,000 \text{ kNm}$.

Wielkości geometryczne przekroju: $x_I = 35,0 \text{ cm}$ $I_I = 1609532 \text{ cm}^4$
 $x_{II} = 21,2 \text{ cm}$ $I_{II} = 716756 \text{ cm}^4$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} =$$
$$= \frac{15500 \times 716756}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (84,933 / 84,933)^2 \times (1 - 716756 / 1609532)} \times 10^{-5} = 153734 \text{ kNm}^2$$

Ugięcia w punkcie o współrzędnej $x = 9,000 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{0,k+d} - a_{0,d} + a_{\sigma,d} = 30,4 - 0,0 + 0,0 = 30,4 \text{ mm}$$

$$a = 30,4 < 60,0 = a_{lim}$$