



PROJEKT WYKONAWCZY

Zamierzenie budowlane:	BUDOWA ŻŁOBKA POPRZECZ ROZBUDOWĘ I PRZEBUDOWĘ ISTNIEJĄCEGO PRZEDSZKOLA GMINNEGO W OPATÓWKU WRAZ Z ROZBIÓRKĄ KOLIDUJĄCEJ ZEWNĘTRZNEJ INSTALACJI ELEKTROENERGETYCZNEJ
Branża:	KONSTRUKCJA
Adres i kategoria obiektu budowlanego:	ul. Szkolna 9, 62-860 Opatówek dz. nr ewid. 104/26; 104/3 obręb ewidencyjny: 300708_4.0001 Miasto Opatówek jednostka ewidencyjna: 300708_4 Opatówek kat. obiektu budowlanego: IX
Inwestor :	Gmina Opatówek Plac Wolności 14 62-860 Opatówek

Zespół autorski:

Branża	Projektant:	Data oprac.	Podpis
Projektant: Konstrukcja	mgr inż. Adrian Szalkowski upr. nr MAZ/0189/PBKb/15, MAZ/BO/0236/13 spec. kontr.-bud	11.2021r.	

Egz.1

Spis treści

Strona tytułowa	1
Spis treści	2

OPIS TECHNICZNY

1. Układ konstrukcyjny	3
2. Dane wyjściowe	3
3. Warunki geotechniczne	4
4. Rozwiązania konstrukcyjno - materiałowe	4
5. Wymiarowanie elementów konstrukcji	7
6. Założenia przyjęte do obliczeń	7
7. Zestawienie obciążeń	8
8. Wyniki wymiarowania	10

RYSUNKI:

K-1 Rzut fundamentów	
K-2 Rzut stropu nad parterem i elementów konstrukcji parteru	
K-3 Rzut stropu nad I piętrem i elementów konstrukcji I piętra	
K-4 Rzut elementów konstrukcji poddasza	
K-5 Rzut więźby dachowej	
K-6 Przekroje więźby dachowej	
K-7 Ława fundamentowa LF60x40 i LF40x40	
K-8 Ława fundamentowa LF80x40	
K-9 Stopa fundamentowa SF1	
K-10 Podciąg fundamentu PF-1.01	
K-11 Nadproże NA-1.1	
K-12 Nadproże NA-1.2	
K-13 Nadproże NA-1.3	
K-14 Nadciąg ND-1.1	
K-15 Podciąg PD-1.1	
K-16 Bieg schodowy nr 1	
K-17 Bieg schodowy nr 2	
K-18 Belka schodów	
K-19 Rdzeń RD25x40	
K-20 Rdzeń RD25x55	
K-21 Rdzeń RD25x70	
K-22 Nadproże NA-2.1	
K-23 Nadproże NA-2.2	
K-24 Nadproże NA-2.3	
K-25 Nadproże NA-2.4	
K-26 Podciąg PD-2.1	
K-27 Podciąg PD-2.2	
K-28 Podciąg PD-2.3	
K-29 Rdzeń RD25x40 I piętro	
K-30 Rdzeń RD25x25 I piętro i strych	
K-31 Nadproże NA-3.1	
K-32 Wieńce żelbetowe, dozbrojenia wieńcy i ław fundamentowych	
K-33 Ławka prefabrykowana	

1.Układ konstrukcyjny

Zadaniem autora opracowania było zaprojektowanie konstrukcji budynku żłobka. Obiekt zostanie pobudowany na jako przedłużenie istniejącego budynku przedszkola. Konstrukcja nowoprojektowana zostanie w całości oddylatowana od istniejącej. Fundamenty zostaną posadowione na głębokości istniejących ław, a nad istniejącą odsadzką zaprojektowano podciąg. Oddylatowana konstrukcja parteru i I piętra zostanie wykonana w technologii tradycyjnej udoskonalonej, ściany murowane z pustaków z elementami wzmacniającymi w postaci rdzeni żelbetowych i słupów. Podciągi zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne wylewane na budowie, a stropy jako gęsto żebrowe z belkami sprężonymi. Dach kopertowy zaprojektowano w postaci więźby płatwiowo-krokwiowej.

2.Dane wyjściowe

- Fachowa literatura

- | | |
|---|--|
| J. Kobiak / W. Stachurski | - „Konstrukcje żelbetowe”. |
| W. Starosolski | - „Konstrukcje żelbetowe”. |
| Z. Wiłun | - „Zarys geotechniki” |
| B. Rossiński | - „Fundamentowanie” |
| M. Kamiński, J. Jasiaczak, W. Buczkowski, T. Błaszczkowski, | - „Trwałość i skuteczność napraw obiektów budowlanych” |
| B. Stawiski | - „Konstrukcje murowe. Naprawy i wzmocnienia” |

- Normy aktualnie obowiązujące w budownictwie

PN-EN 1990:2004 Podstawy projektowania konstrukcji

PN-EN 1991-1-1:2004 Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

PN-EN 1991-1-2:2006 Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-2: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.

PN-EN 1991-1-3:2005 Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.

PN-EN 1991-1-4:2008/A1:2010 Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru.

PN-EN 1992 Projektowanie konstrukcji z betonu

PN-EN 1993 Projektowanie konstrukcji stalowych

[**PN-EN 1996**](#) Projektowanie konstrukcji murowych

[**PN-EN 1997**](#) Projektowanie konstrukcji geotechnicznych

- Obciążenia konstrukcji

obciążenie ciężarem własnym
obciążenie stałe warstwami wg. projektu architektury
obciążenia klimatyczne śniegiem i wiatrem
obciążenia montażowe

3. Warunki geotechniczne

Do określenia warunków geotechnicznych posłużono się archiwalnymi badaniami dla istniejącej części, a w szczególności dotyczącymi miejsca łączenia fragmentu istniejącego i nowoprojektowanego (odwiert 1 i 2). Dokumentację wykonała pracownia Geo 200- Sławomir Fajga w sierpniu 2013 roku. W oparciu o wyniki badań można stwierdzić że warunki gruntowo-wodne określa się jako proste. Na podstawie pięciu odwiertów o głębokości 6,0m nie stwierdzono występowania wody gruntowej, jedynie sączenia, z możliwością występowania szczególnie w okresach roztopów oraz długotrwałych opadów. W miejscu odwiertów nr 1 i 2 wierzchnią warstwę stanowi nasyp glebowo-żuźlowy a pod nim piasek drobny i glina pylasta. Posadowienie planuje się na głębokości 1,6m p.p.t. na warstwie III1 – z piasku drobnego w stanie zagęszczonym o $I_d=0,70$. Poniżej zalegają warstwy piasku drobnego i pyłu na pograniczu gliny pylastej przewarstwionej piaskiem drobnym.

Warunki gruntowe określa się jako proste, a projektowany obiekt należy zaliczyć do I kategorii geotechnicznej. Zaleca się aby chronić grunty spoiste w wykopie przed przedostaniem się do nich wód opadowych i roztopowych z uwagi na pęcznienie i uplastycznienie ich.

4. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe.

• Fundamenty

Nowoprojektowane fundamenty zaprojektowano jako ławy 40x60cm. Zbrojone podłużnie 4Ø12 AIIIIN i strzemionami Ø6 A0 co 25cm. Wszystkie ławy nowoprojektowane i istniejące należy zabezpieczyć hydroizolacyjnie poprzez przemaalowanie 2x dysperbitem lub środkiem równoważnym. Głębokość posadowienia 1,6m p.p.t. na równi z istniejącymi fundamentami. W miejscu odsadzek istniejących fundamentów przewidziano miejscowe wycięcie ich w celu wykonania ław nowoprojektowanego budynku, a nad pozostawionymi fragmentami podciąg, który przeniesie obciążenia ze ściany.

• Ściany fundamentowe

Ściany fundamentowe murowane o grubości 25 cm z bloczków betonowych 25x38x12 (beton C16/20) murowane na zaprawę cementową M15. *Ściany fundamentowe zewnętrzne należy docieplić styropianem ekstrudowanym XPS (np. DUROPIAN XPS). Ściany fundamentowe należy zaizolować przeciwwilgociowo 2x Dysperbit (izolacja pionowa). Na izolację poziomą należy zastosować dwie warstwy papy na lepiku. Szczegóły izolacji*

przeciwwilgociowej oraz termicznej przedstawiono na rysunkach szczegółowych architektury.

- Ściany nośne

Zaprojektowano wewnętrzne ściany z pustaków ceramicznych grubości 25 klasy 15 murowane na zaprawie cem.-wap. (marki M5).

- Ściany działowe

Ściany działowe posadowione na stropach gęstożebrowych zaprojektowano z pustaków ceramicznych gr.19cm klasy 15 murowane na zaprawie cem.-wap. (marki 5).

- Nadproża

Nadproża w ścianach nowoprojektowanych zaprojektowano jako belki typu L19-N o długościach, ilości i rozmieszczeniu wg. szczegółowych rys. technicznych. Nadproża w ścianach istniejących zaprojektowano jako stalowe z dwuteowników gorącowalcowanych IPE

Układ nadproży, rozmieszczenie zbrojenia oraz wielkości przekrojowe wg. rys. szczegółowych konstrukcji

Nadproża w ściankach działowych gr. 12 cm murarskie ceglane zbrojone 4Ø6 St0S-b lub L19.

- Wieńce żelbetowe

Wieńce żelbetowe, monolityczne o szerokości podstawowej tj. 25cm dla ścian nowoprojektowanych oraz wysokości 25-29 cm z betonu klasy C20/25 zbrojone stalą RB500W. Rzeczywiste wymiary przekroju należy każdorazowo sprawdzić na etapie robót budowlanych. Na zbrojenie podłużne należy zastosować pręty #12. Strzemiona pojedyncze Ø6 ze stali klasy A0 St0S-b należy rozmieścić co 25 cm. W miejscach połączeń prętów strzemiona należy zagęścić do 15 cm. Wieńce stropów wylwane wraz z płytą stropową.

W narożach wieńców pręty zbrojeniowe należy przedłużyć do wieńca prostokątnego na długość min. 85cm pręta.

Należy zachować ciągłość zbrojenia pomiędzy ścianami prostokątnymi lub rdzeniami.

- Schody wewnętrzne

Schody wewnętrzne płytowe monolityczne żelbetowe proste i ze stopniami zabiegowymi, oparte na istniejących ścianach. Płyta biegowa - beton C30/37 stal A-IIIN. Geometrię rodzaj i układ zbrojenia zgodnie z rys. szczegółowymi konstrukcji.

- Konstrukcja nośna dachu

Zaprojektowano więźbę dachową klasyczną krokwiowo-płatwiową z drewna klasy C27 impregnowanego do NRO. Krokwie o wymiarach przekroju

7,5x20cm i 10x20cm. krokwie narożne 12,5x22,5cm, płatwie 14x16cm, słupy 17,5x17,5cm i 12x12cm z mieczami 10x10cm, podwaliny pod słupy 14x14cm, kleszcze 8x17,5cm z czterema przewiązkami.

Istniejącą więźbę należy przebudować. Poszycie i krokwie połaci szczytowej oraz skrajne krokwie połaci narożnych należy rozebrać, układ konstrukcyjny przedłużyć z zastosowaniem drewna o przekrojach identycznych z istniejącą konstrukcją.

- Podciąg

Podciąg monolityczne wylewane na mokro. Układ zbrojenia podciągów oraz geometria i usytuowanie zgodnie ze szczegółami konstrukcyjnymi. Beton C20/25, stal A-IIIN-RB500W i A0 St0S. Układ zbrojenia należy wykonać zgodnie ze szczegółami na rysunkach konstrukcyjnych.

- Stropy gęstożebrowe

Z uwagi na rozpiętość oraz występujące obciążenia zaprojektowano stropy gęsto żebrowe o belkach sprężonych - Rectobeton. Stropy należy wykonać wg szczegółowej dokumentacji wykonawczej stropu. Podstawowa grubość stropu to 20cm pustaki z nadbetonem 3cm oraz odpowiednio 24cm i 5cm. Jako nadbeton stosować należy beton klasy minimum C25/30. Dopuszcza się na zmianę na strop o parametrach równoważnych np. terivapanel. Zmiana rodzaju stropu musi zostać zaakceptowana przez projektanta.

- Posadzki

Posadzki wg. projektu architektury z zastrzeżeniem wykonania stabilizacji gruntu nasypowego pod posadzkami. Stabilizację zasypki przeprowadzić przez zagęszczenie. Stopień zagęszczenia $Is=0.99$. Podkłady pod posadzkę należy zbroić dwukierunkowo prętami $\varnothing 12$ ze stali RB500 w rozstawie max. co 15 cm (lub siatkami Q754 o zakładzie min. dwóch oczek). Nie należy wykonywać połączeń siatek w miejscach pod ścianami działowymi (należy zachować ciągłość zbrojenia)

- Izolacja akustyczna i termiczna.

Izolacja termiczna wg. projektu architektury

- Izolacja przeciwwilgociowa.

Izolację poziomą nowoprojektowanych ścian oraz posadzek na gruncie stanowią dwie warstwy papy asfaltowej na lepiku na gorąco lub folia budowlana. Izolacja pozioma na belkach podwalinowych w postaci 2xpapa na lepiku na gorąco. Izolacja pionowa lekka ścian fundamentowych – 2xDysperbit lub inna o podobnym zastosowaniu.

Zaprojektowano wykonanie warstw hydroizolacji na istniejących ścianach zgodnie z opisem w innej części projektu.

UWAGA: na styku ze styropianem stosować wyłącznie lepiki nie powodujące rozpuszczania styropianu.

5. Wymiarowanie elementów konstrukcji.

Wymiarowanie elementów konstrukcji oparto o wartości sił przekrojowych otrzymanych w programach R3D3 Rama oraz Spec-bud.

6. Założenia przyjęte do obliczeń.

- Do wymiarowania przyjęto stropy o schemacie statycznym belki jednoprzęsłowej, swobodnie podpartej.
- Jako konstrukcję dachu przyjęto układ krokwiowo-płatwiowy.
- Podciągi i nadproża zaprojektowano w większości jako belki o schemacie statycznym swobodnie podpartym.
- Pozostałe założenia statyczne zgodnie z opisami konkretnych elementów.

7. Zestawienie obciążeń

OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM

Norma obciążeń – PN-EN 1991-1-3

Wartość obciążenia podstawowego:

Strefa:	strefa
C_e :	1
C_t :	1
α :	25°
s_k :	0.9 [kN/m ²]
μ_1 :	0.80 [-]
μ_2 :	1.47 [-]
$s = \mu_1 * C_e * C_t * s_k$	
$s =$	0.72 [kN/m ²] - charakterystyczne obciążenie śniegiem
$s * \gamma_f =$	1.08 [kN/m ²] - obliczeniowe obciążenie śniegiem

OBCIĄŻENIE WIATREM

Norma obciążeń – PN-EN 1991-1-4

Strefa:	strefa 1
z :	12 [m]
q_b :	0.30 [kN/m ²]
C_e :	1.87 [-]
$q_{p(z=12)}$:	- szczytowe ciśnienie prędkości
$q_{p(z=12)}$:	0.56 -wartość charakterystyczna [kN/m ²]
$q_{p(z=12)} * \gamma_f$	0.84 [kN/m ²] -wartość obliczeniowa

:

Założenia w procedurze obliczeniowej:

+Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_f = 1,5$.

- kategoria terenu III

OBCIĄŻENIE UŻYTKOWE STROPÓW

Norma obciążeń – PN-EN 1991-1-1

C1 Powierzchnie, na których mogą gromadzić się ludzie, C1 – powierzchnie ze stołami itd. (w szkołach, restauracjach, stołówkach... itd.)

$q_k = 2,0 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

A

schody

$q_k = 3,0 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

Tablica 2. Ściana działowa Porotherm 19

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	ψ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Ściana porotherm 19cm ciężar wg producenta 1,44kN/m ² [1,440kN/m ²] szer.3,50 m [1,440kN/m ² ·3,50m]	5,04	1,35	--	6,80
2.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 2 cm [19,0kN/m ³ ·0,02m] [0,380kN/m ²] szer.3,50 m [0,380kN/m ² ·3,50m]	1,33	1,35	--	1,79
3.	Warstwa gipsowa bez piasku grub. 2 cm [12,0kN/m ³ ·0,02m] [0,240kN/m ²] szer.3,50 m [0,240kN/m ² ·3,50m]	0,84	1,35	--	1,13
Σ :		7,21	1,35	--	9,74

8. Wyniki wymiarowania

Poniżej przedstawiono wyniki nadproża NA-1.2 – pręśło najbardziej wyężone, pozostałe wyniki obliczeń zarchiwizowano przez projektanta.

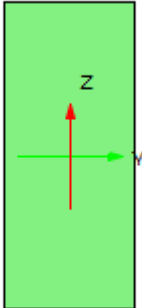
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Raport wymiarowania żelbetu wg PN-EN 1992-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach równoległych/prostopadłych do krawędzi przekroju.

Wyniki zbrojenia dla pręta: 1 (Węzeł 1/Strefa 1, Węzeł 2)

Geometria:

	Nazwa profilu:	P 600x250	
	Długość pręta:	L = 4.55 m	
	Klasa betonu:	C20/25	
	Wytrzymałość betonu:	$f_{cd} = 14.29 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	A = 1500.00 cm ²	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 450375.00 \text{ cm}^4$	$J_z = 78500.00 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 15012.50 \text{ cm}^3$	$W_z = 6280.00 \text{ cm}^3$
	Wytrzymałość stali zbrojenia głównego:	$f_{yd} = 434.78 \text{ MPa}$	
	Wytrzymałość stali zbrojenia poprzecznego:	$f_{ywd} = 182.61 \text{ MPa}$	
	Moment rysujący Y:	$M_{cr,y} = 33.18 \text{ kNm}$	
	Moment rysujący Z:	$M_{cr,z} = 13.88 \text{ kNm}$	
	Moment rysujący przy skręcaniu:	$T_{cr} = 16.15 \text{ kNm}$	

STAN GRANICZNY NOŚNOŚCI (ULS):

Zbrojenie główne (liczba stref: 4):

Założenia:

- średnica prętów głównych [mm]: 16
- otulenie: $c_{nom}=16$, $a_0 = 37$

Minimalne pole przekroju zbrojenia:

$$A_{s,min} = \max \left(0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d; 0.0013 \cdot b_t \cdot d \right) = \max \left(0.26 \cdot \frac{2}{500} \cdot 25.0 \cdot 56.3; 0.0013 \cdot 25.0 \cdot 56.3 \right) = 1.830 [cm^2]$$

Maksymalne pole przekroju zbrojenia:

$$A_{s,max} = 0.04 \cdot A_o = 0.04 \cdot 1500.00 = 60.000 [cm^2]$$

Zbrojenie podłużne na skręcanie:

$$A_{st} = \frac{\cot \Theta}{2 \cdot f_{yd}} \cdot \sum \left(\frac{u_{kj}}{A_{kj}} \cdot \frac{J_{aj}}{\sum J_{ak}} \cdot T_{Ed} \right)$$

Opis nagłówek w tabeli:

- TEd – obliczeniowy moment skręcający
- M0Ed – obliczeniowy moment zginający pierwszego rzędu
- NEd – obliczeniowa siła osiowa
- MEd – całkowity moment obliczeniowy, zawierający moment drugiego rzędu
- Ed/Rd – współczynnik wykorzystania nośności
- nzas – liczba prętów zbrojeniowych
- As – pole zbrojenia

STREFY nr: 1, 2, 3

Zbrojenie podłużne #16, #16

Typ obliczeń	Obwiedni a	TEd* [kNm]	M0Edy [kNm]	M0Edz [kNm]	NEd [kN]	MEdy*** [kNm]	MEdz*** [kNm]	Ed/Rd [%]	nzas	As [cm²]
Zginanie z siłą osiową	M+y	-	-71.93	0.00	0.00	-71.93	0.00	0.93	5	10.05
	M-y	-	-112.34	0.00	0.00	-112.34	0.00	0.99		
	M+z	-	-112.34	0.00	0.00	-112.34	0.00	0.99		
	M-z	-	-112.34	0.00	0.00	-112.34	0.00	0.99		
	N+	-	-112.34	0.00	0.00	-112.34	0.00	0.99		
	N-	-	-112.34	0.00	0.00	-112.34	0.00	0.99		
	s+	-	-104.54	0.00	0.00	-104.54	0.00	0.98		
	s-	-	-104.54	0.00	0.00	-104.54	0.00	0.98		
Skręcanie	Mx,ekstr*	0.00	-	-	-	-	-	-	0	10.05 3
Zarysowanie	Sk**	-	-77.44	0.00	0.00	-	-	0.60	0	0.00
sumarycznie przyjęto:									5	10.05

* - wymiarowanie na skręcanie rozpatrywane niezależnie

** - obwiednia naprężeń rozciągających na podstawie kombinacji charakterystycznej

*** - momenty obliczeniowe wyznaczone metodą "sztywności nominalnej"



Nr	1	2	3	4	5
Z* [mm]	263	263	-263	-263	-263
Y* [mm]	-88	88	-88	88	-29
d [mm]	16	16	16	16	16

* - współrzędne prętów podawane są zawsze względem środka ciężkości prostokątnej, głównej części przekroju (o wymiarach bw na h)

STREFA nr: 4

Zbrojenie podłużne #16, #16

Typ obliczeń	Obwiedni a	T_{Ed}^* [kNm]	M_{0Edy} [kNm]	M_{0Edz} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Edy}^{***} [kNm]	M_{Edz}^{***} [kNm]	Ed/Rd [%]	n_{zas}	A_s [cm ²]
Zginanie z siłą osiową	M_y^+	-	149.56	0.00	0.00	149.56	0.00	0.96	6	12.06
	M_y^-	-	-22.32	0.00	0.00	-22.32	0.00	0.87		
	M_z^+	-	149.56	0.00	0.00	149.56	0.00	0.96		
	M_z^-	-	149.56	0.00	0.00	149.56	0.00	0.96		
	N^+	-	149.56	0.00	0.00	149.56	0.00	0.96		
	N^-	-	149.56	0.00	0.00	149.56	0.00	0.96		
	s^+	-	149.56	0.00	0.00	149.56	0.00	0.96		
	s^-	-	149.56	0.00	0.00	149.56	0.00	0.96		
Skęrcanie	$M_{x,ekstr}^*$	0.00	-	-	-	-	-	-	0	12.06 3
Zarysowanie	s_k^{**}	-	110.79	0.00	0.00	-	-	0.57	0	0.00
sumarycznie przyjęto:									6	12.06

* - wymiarowanie na skęrcanie rozpatrywane niezależnie

** - obwiednia naprężeń rozciągających na podstawie kombinacji charakterystycznej

*** - momenty obliczeniowe wyznaczone metodą "sztywności nominalnej"



Nr	1	2	3	4	5	6
Z* [mm]	263	263	-263	-263	263	263
Y* [mm]	-88	88	-88	88	-29	29
d [mm]	16	16	16	16	16	16

* - współrzędne prętów podawane są zawsze względem środka ciężkości prostokątnej, głównej części przekroju (o wymiarach bw na h)

Zbrojenie poprzeczne (liczba stref: 4)

Założenia

- średnica prętów strzemion [mm]: 8
- strzemiona 2-cięte
- kąt pochylenia strzemion względem osi podłużnej elementu: $\alpha = 90^\circ$
- $\cot\Theta = 2.0$

Współczynnik redukcji wytrzymałości zarysowanego betonu przy ścinaniu:

$$\nu = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{20.00}{250} \right) = 0.552$$

Nośność na ścinanie:

$$V_{Rd,max,i} = \alpha_{cw} \cdot b_{w,i} \cdot \nu \cdot z_i \cdot \frac{f_{cd}}{\cot\Theta + \tan\Theta}$$

$$V_{RdY,max} = 1.00 \cdot 600.00 \cdot 0.55 \cdot 191.70 \cdot \frac{14.29}{2.00 + 0.50} = 362.806 [kN]$$

$$V_{RdZ,max} = 1.00 \cdot 250.00 \cdot 0.55 \cdot 506.70 \cdot \frac{14.29}{2.00 + 0.50} = 399.569 [kN]$$

Nośność na skręcanie:

$$T_{Rd,max} = 2 \cdot \nu \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot \sin\Theta \cdot \cos\Theta \cdot \sum A_{k,j} \cdot t_{ef,j} \cdot \frac{J_{a,j}}{\sum J_{a,k}}$$

$$T_{Ed,max} = 6.31 \cdot \sum A_{kj} \cdot t_{efj} \cdot \frac{J_{aj}}{\sum J_{ak}} = 46.082 [kNm]$$

Sprawdzenie krzyżulców betonowych:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Ed,max}} + \frac{V_{EdY}}{V_{EdY,max}} + \frac{V_{EdZ}}{V_{EdZ,max}} \leq 1.0$$

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0.08 \cdot \frac{\sqrt{20.00}}{210.00} = 1.704 \cdot 10^{-3}$$

Maksymalny rozstaw strzemion ze względu na ścinanie:

$$s_{max,i} = \min \left(\frac{A_{sw}}{b_{w,i} \cdot \rho_{w,min} \cdot \sin \alpha}; 0.75 \cdot d_i \right)$$

$$s_{maxY} = \min \left(\frac{100.53}{600.00 \cdot 1.70 \cdot 10^{-3} \cdot 1.0}; 0.75 \cdot 213.00 \right) = 98.345 [mm]$$

$$s_{maxZ} = \min \left(\frac{100.53}{250.00 \cdot 1.70 \cdot 10^{-3} \cdot 1.0}; 0.75 \cdot 563.00 \right) = 236.027 [mm]$$

Rozstaw strzemion ze względu na ścinanie:

$$s_i = \frac{A_{sw} \cdot z_i \cdot f_{ywd} \cdot \cot \Theta}{V_{Ed,i}}$$

$$s_y = \frac{1.01 \cdot 19.17 \cdot 182.61 \cdot 2.00}{V_{Ed,Y}} = \frac{7038.18}{V_{Ed,Y}}$$

(patrz tab. Zbrojenie poprzeczne)

$$s_z = \frac{1.01 \cdot 50.67 \cdot 182.61 \cdot 2.00}{V_{Ed,Z}} = \frac{18603.27}{V_{Ed,Z}}$$

(patrz tab. Zbrojenie poprzeczne)

Maksymalny rozstaw strzemion ze względu na skręcanie:

$$s_{max,T} = \min \left(t_w, \frac{l}{8} \cdot 2 \cdot (b_w + t_w) \right) = \min \left(25.00; \frac{l}{8} \cdot 2 \cdot (60.00 + 25.00) \right) = 21.200 [cm]$$

Rozstaw zbrojenia poprzecznego na skręcanie:

$$T_{Ed,k} = T_{Ed} \cdot \frac{J_{aj}}{\sum J_{ak}}$$

$$s_w = 2 \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot \cot \Theta \cdot \sum \frac{A_{kj}}{T_{Ed,k}}$$

(patrz tab. Zbrojenie poprzeczne)

Opis nagłówek w tabeli:

T_{Ed} – obliczeniowy moment skręcający

V_{Ed}	– obliczeniowa siła ścinająca
S_v	– rozstaw strzemion ze względu na ścinanie
S_w	– rozstaw strzemion ze względu na skręcanie
S_{zas}	– przyjęty rozstaw strzemion
A_{sw}/s	– przyjęte pole strzemion na jednostkę długości

STREFY nr: 1, 2, 3

Długość strefy: $L_s=3.41m$

Zbrojenie poprzeczne (#8, 2-cięte)

Typ obliczeń	Obwiednia	T_{Ed} [kNm]	V_{Edy} [kN]	V_{Edz} [kN]	$V/V_{Rd,max}$ [%]	S_v [cm]	S_w [cm]	s [cm]	S_{zas} [cm]	A_{sw}/s [cm ²]/m
Ścinanie	$V_{y,ekstr}$	0.00	0.00	124.78	0.31	9.83	-	9.83	10.00	10.22
	$V_{z,ekstr}$	0.00	0.00	124.78	0.31	9.83	-	9.83		
Skręcanie	$M_{x,ekstr}$	0.00	0.00	124.78	0.31	9.83	-	9.83		

STREFA nr: 4

Długość strefy: $L_s=1.14m$

Zbrojenie poprzeczne (#8, 2-cięte)

Typ obliczeń	Obwiednia	T_{Ed} [kNm]	V_{Edy} [kN]	V_{Edz} [kN]	$V/V_{Rd,max}$ [%]	S_v [cm]	S_w [cm]	s [cm]	S_{zas} [cm]	A_{sw}/s [cm ²]/m
Ścinanie	$V_{y,ekstr}$	0.00	0.00	190.52	0.48	9.76	-	9.76	10.00	10.30
	$V_{z,ekstr}$	0.00	0.00	190.52	0.48	9.76	-	9.76		
Skręcanie	$M_{x,ekstr}$	0.00	0.00	190.52	0.48	9.76	-	9.76		

STAN GRANICZNY UŻYTKOWALNOŚCI (SLS):

Zarysowanie:

Założenia:

- dopuszczalne rozwarście rysy $w_{max} = 0.30$
- automatyczne dozbrajanie stref o przekroczonym rozwarciu rys: TAK

Obliczenia wykonano przy dla wartości współczynników:

$K_1=0.40$

$K_1=0.80$

$K_2=0.50$

$K_3=3.40$

$K_4=0.42$

$$f_{ct,eff} = f_{ctm} = 2.21 [MPa]$$

Współczynnik α_e :

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cf}} = \frac{200000.00}{10700.70} = 18.690$$

Efektywny stopień zbrojenia:

A_s - pole zbrojenia zawarte w rozciąganej części betonu (przy założeniu fazy II) o

wysokości $h_{c,eff}$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} \quad (\text{patrz tabela})$$

Maksymalny rozstaw rys:

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{se}}{\rho_{p,eff}} \quad (\text{patrz tabela})$$

Różnica odkształceń w zbrojeniu i betonie na odcinku między rysami:

$$f_{ctp} = \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \cdot f_{ctp} \cdot (1 - \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \quad (\text{patrz tabela})$$

Szerokość rys:

$$w_k = s_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \quad (\text{patrz tabela})$$

Opis nagłówek w tabeli:

- x – położenie rysy
N, M – odpowiadające siły przekrojowe
lp – liczba prętów dodatkowego zbrojenia ze względu na zarysowanie

UWAGA! Tabele zawiera wyniki tylko tych stref, dla których wykonane zostały obliczenia zarysowania.

Kierunek Z:

x [m]	Nr strefy zginania	N [kN]	M [kNm]	$h_{c,eff}$	$r_{p,eff}$	S_s [MPa]	$S_{r,max}$ [mm]	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [*10 ⁻³]	w_k [mm]	lp
0.57	1	0.00	-44.27	92.50	0.02	142.42	184.14	0.45	0.08	0
1.14	1	0.00	-71.93	92.50	0.02	231.42	184.14	0.89	0.16	0
1.71	2	0.00	-82.99	92.50	0.02	267.00	184.14	1.07	0.20	0
2.27	2	0.00	-77.44	92.50	0.02	249.15	184.14	0.98	0.18	0
2.27	3	0.00	-77.44	92.50	0.02	249.15	184.14	0.98	0.18	0
2.84	3	0.00	-55.29	92.50	0.02	177.89	184.14	0.62	0.11	0
3.98	4	0.00	38.82	92.50	0.04	95.37	147.50	0.29	0.04	0
4.55	4	0.00	110.79	92.50	0.04	272.13	147.50	1.15	0.17	0

Sumaryczne rozwarcie rysy:

x[m]	Nr strefy zginania	w _{ky} +w _{kz} [mm]	l _p	E _d /R _d
0.57	1	0.08	0	0.27
1.14	1	0.16	0	0.55
1.71	2	0.20	0	0.66
2.27	2	0.18	0	0.60
2.27	3	0.18	0	0.60
2.84	3	0.11	0	0.38
3.98	4	0.04	0	0.14
4.55	4	0.17	0	0.57

UGIĘCIE

Założenia:

- dopuszczalne ugięcie w stanie zarysowanym u_{lim} = L/250 = 18.20 mm
- maksymalne ugięcie sprężyste dla x = 2.01 m wynosi u_{el} = 1.08mm
- ugięcie w kierunku Y: u_{el,y} = 0.00[mm]
- ugięcie w kierunku Z: u_{el,z} = 1.08[mm]

Lista grup obciążeń:

Ciężar własny Stałe

Zestaw sił przekrojowych:

N = 0.000 kN M_y = -82.067 kN M_z = 0.000 kN

**Ze względu na zestaw obciążeń w kierunku Y element pracujący jako niezarysowany.
Wartości ugięć w stanie sprężystym i po zarysowaniu pokrywają się.**

Kierunek Z:

Współczynnik rozdziału z:

$$\zeta_z = 1 - \beta \cdot \left(\frac{M_{cr,y}}{M_y} \right)^2 = 1 - 0.50 \cdot \left(\frac{33.18}{(-82.07)} \right)^2 = 0.918$$

Ugięcie elementu w stanie zarysowanym:

$$u_{cr,z} = \zeta_z \cdot u_{cr,max,z} + (1 - \zeta_z) \cdot u_{el,z} = 0.92 \cdot 5.97 + (1 - 0.92) \cdot 1.08 = 5.569$$