

EGZ. NR: .....

NAZWA OPRACOWANIA:

**OCENA STANU TECHNICZNEGO**  
**konstrukcji i pokrycia dachu gmachu Wydziału Elektroniki Politechniki**  
**Warszawskiej przed planowanym montażem instalacji OZE.**

ADRES:

**ul. Nowowiejska 15/17, 00-665 Warszawa**  
**dzielnica Śródmieście**

IDENTYFIKATOR DZIAŁKI:

**146510\_8.0508.11**

ZAMAWIAJĄCY:

**POLITECHNIKA WARSZAWSKA**  
pl. Politechniki 1, 00-661 Warszawa

WYKONAWCA:

**STUDIO BUDOWLANE „UNITY”**  
ul. Kędzierskiego 2/66, 01-493 Warszawa

AUTORZY OPRACOWANIA:

**mgr inż. Leszek Tischner**

157/2002

Asystent:

**mgr inż. Michał Bojarski**

MAZ/0207/WBKb/19

**Warszawa, październik 2023r.**

**Spis treści**

CZĘŚĆ OPISOWA ..... 3

1. Dane wstępne .....	3
1.1. Podstawa formalna opracowania .....	3
1.2. Przedmiot i cel opracowania .....	3
1.3. Zakres opracowania .....	3
1.4. Dokumentacja archiwalna .....	3
2. Wprowadzenie w zagadnienie .....	3
3. Ustalenia z wizji lokalnej.....	4
4. Analiza obliczeniowa konstrukcji w stanie istniejącym. ....	12
4.1. Obliczenia dla prefabrykowanej belki żelbetowej długości 5,4m.....	14
4.2. Obliczenia dla prefabrykowanych belek żelbetowych o długości 3,2m.....	20
5. Wnioski i zalecenia .....	27
6. Uprawnienia.....	28

## CZĘŚĆ OPISOWA

### 1. Dane wstępne

#### 1.1. Podstawa formalna opracowania

Podstawę opracowania opinii stanowi umowa z dnia 21.09.2023r. zawarta pomiędzy Politechniką Warszawską z siedzibą w Warszawie (00-661) przy ul. Placu Politechniki 1 a Studium Budowlanym UNITY z siedzibą przy ul. Kędzierskiego 2/66, 01-493 Warszawa.

#### 1.2. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest budynek oświaty – gmach Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej w dzielnicy Śródmieście w Warszawie.

Celem opracowania jest ocena stanu technicznego dachu – konstrukcji oraz pokrycia przedmiotowego budynku.

#### 1.3. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje:

- Wizja lokalna,
- Ocena stanu technicznego elementów konstrukcyjnych,
- Wnioski i zalecenia

#### 1.4. Dokumentacja archiwalna

[1] Projekt architektoniczno-budowlany budynku Wydziału Łączności Politechniki Warszawskiej z 1958r.

[2] Projekt wykonawczy docieplenia i naprawy stropodachów z 1999r.

[3] Ekspertyza techniczna dotycząca konstrukcji nośnej dachu gmachu Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej w Warszawie z lutego 2023r.

### 2. Wprowadzenie w zagadnienie

Ocenę stanu technicznego dachu wykonano na potrzeby opracowania dokumentacji projektowej wzmocnienia dachu pod planowaną instalację fotowoltaiczną. Autorzy oceny stwierdzili rozbieżność stanu istniejącego konstrukcji dachu z założeniami i zaleceniami przyjętymi w opracowaniu [1]. W celu jednoznacznego stwierdzenia stanu faktycznego konstrukcji dokonano wizji lokalnej wraz z odkrywkami.

Instalację OZE planuje się zlokalizować na dachach wszystkich bloków przedmiotowego budynku. Na potrzeby opracowania dachy ponumerowano zgodnie z poniższym schematem.



Kolor zielony – blok A, B, C, D  
Kolor różowy – blok S1, S2, S3

Konstrukcję dachu stanowią prefabrykowane płyty żelbetowe o szerokości 50cm i grubości 6cm oparte na prefabrykowanych belkach żelbetowych DMS o wysokości 29cm. Rzut poddasza z orientacyjnym układem konstrukcyjnym załączono w części rysunkowej.

W stanie istniejącym na dachach znajduje się wiele klimatyzatorów oraz anten.

### 3. Ustalenia z wizji lokalnej.

Wizję lokalną przeprowadzono w październiku 2023r. Użytkownik umożliwił dostęp zarówno na dach jak i do pomieszczeń poddasza (niezbędne było wykonanie rewizji w ścianach w celu dostania się do przestrzeni stropodachu). Poniżej przedstawiono dokumentację fotograficzną.

*Fot.1. Widok połąci dachowej na bloku S1.*



*Fot.2. Połączenie dachowe nad blokiem B.*



*Fot.3. Zły stan techniczny wypraw elewacyjnych kominów.*



Fot.4. Liczne trasy kablowe oraz klimatyzatory na powierzchni dachu.



Fot.5. Przekrój warstw pokrycia dachowego. Odkrywka na dachu bloku S1.



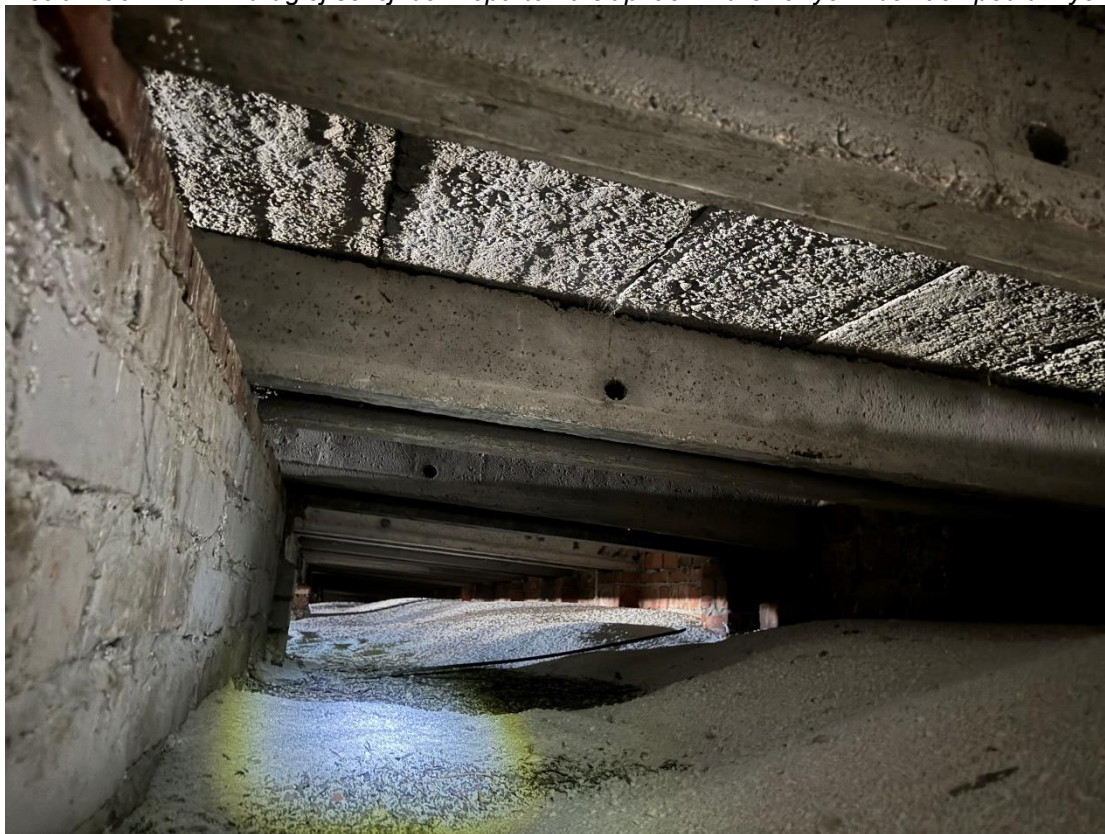
*Fot.6. Widok stropodachu niewentylowanego w bloku A. Płyty oparte na belkach DMS. Belki oparte na ścianach murowanych z cegły dziurawki.*



*Fot.7. Rozstaw belek okalających kominy.*



*Fot.8. Układ belek dachu bloku S1. Nawa o rozpiętości 2,8m. Belki oparte obustronnie na ściankach mur. W drugiej sekcji belki oparte na słupkach murowanych i belkach podłużnych.*

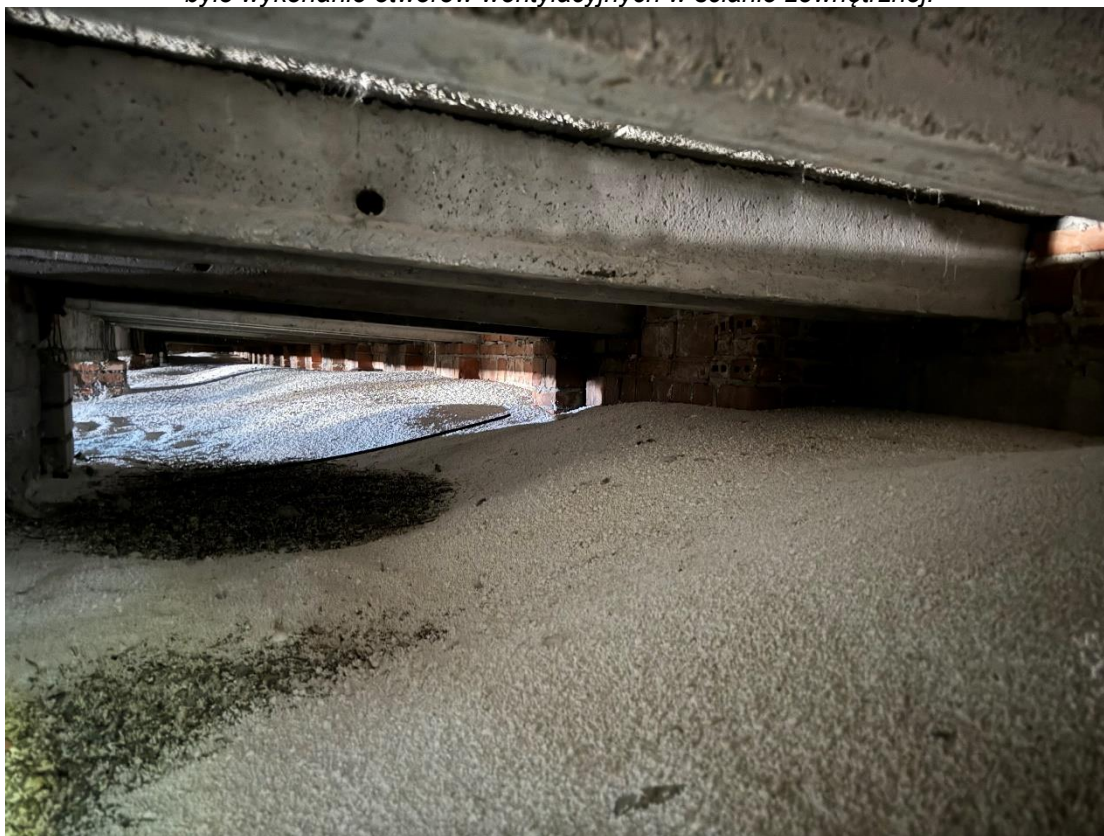


*Fot.9. Widoczny układ belek poprzecznych opartych na belce podłużnej. Belka podłużna oparta na słupkach murowanych przyległych do kominów.*





*Fot. 10. Granulat izolacyjny zgromadzony wzdłuż ściany podłużnej. Powodem przemieszczenia było wykonanie otworów wentylacyjnych w ścianie zewnętrznej.*



*Fot. 11. Belki okalające komin oparte na murowanej ścianie kolankowej.*



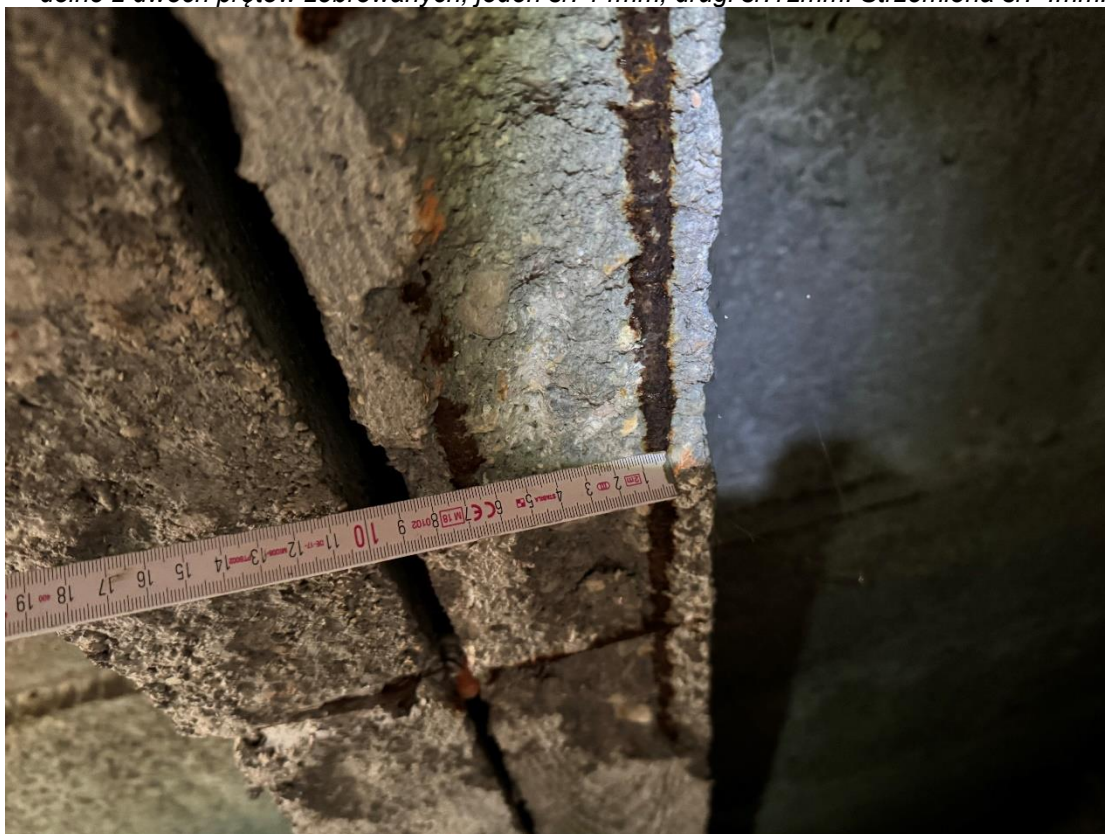
*Fot. 12. Układ konstrukcyjny belek w nawie o rozpiętości 5,6m dachu bloku A. Belka podłużna oparta swobodnie na słupku murowanym.*



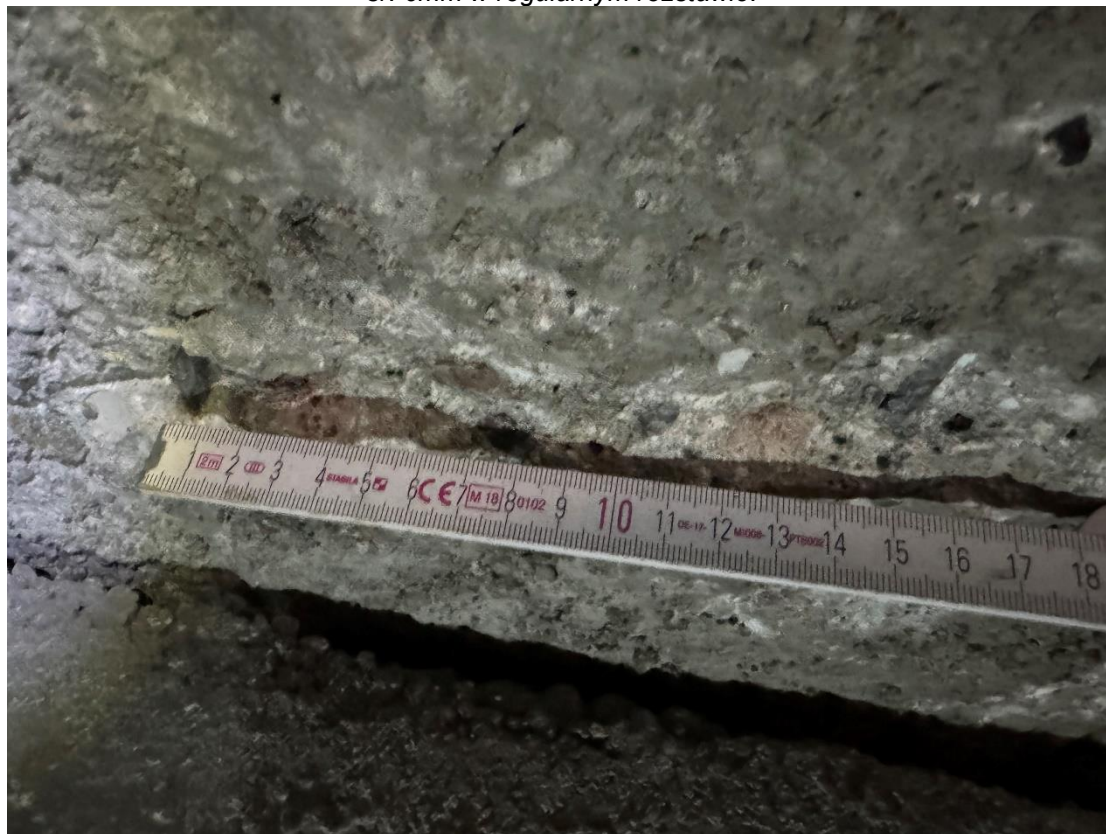
*Fot. 13. Zbliżenie na miejsce oparcia belek dachu bloku A.*



Fot.14. Wykonano odkrywkę w celu ustalenia rodzaju i nośności belki. Stwierdzono zbrojenie dolne z dwóch prętów żebranych, jeden śr. 14mm, drugi śr.12mm. Strzemiona śr. 4mm.



Fot.15. Wykonano odkrywkę zbrojenia prefabrykowanej płyty żelbetowej. Stwierdzono 4 pręty śr. 6mm w regularnym rozstawie.



Stwierdzono:

- Rozbieżność stanu istniejącego układu konstrukcyjnego z przyjętym w opracowaniu [1]. Główny ustrój nośny stanowią prefabrykowane belki żelbetowe systemu DMS. Wysokość belek 27cm, szerokość stopki dolnej 12cm, grubość środnika 7cm a wysokość stopki dolnej 6cm. Belki oparto w zależności od lokalizacji na murowanych ściankach kolankowych gr. 25cm, murowanych słupkach bądź na belkach podłużnych (tych samych z systemu DMS). Na belkach oparto prefabrykowane płyty żelbetowe grubości 6cm i szerokości 50cm.

- Z dokumentacji archiwalnej z roku 1999r. dotyczącej remontu pokrycia dachowego wraz z dociepleniem wynika, że stropodach docieplono warstwą granulatu gr. 10cm umieszczonego na stropie ostatniej kondygnacji. Z powodu wykonania otworów wentylacyjnych w ścianach bloków S1,S2,S3 cały granulat ciąg powietrza przemieścił wzdłuż przeciwległej ściany podłużnej. Ponadto poprzez niezabezpieczone kratki wentylacyjne do stropodachu dostaje się liczne ptactwo zanieczyszczając strop nad ostatnią kondygnacją użytkową. Przestrzeń stropodachu bloków A,B,C,D nie została docieplona granulem, nie wykonano też otworów wentylacyjnych.

- Konstrukcja dachu bez oznak wyężenia, zachowuje swoją geometrię a co za tym idzie nośność. Płyty dachowe bez spękań i zarysowań.

- Pokrycie dachu w stanie dostatecznym, z kilku warstw papy termozgrzewalnej. Pod hydroizolacją warstwa izolacji termicznej z wełny mineralnej, lokalnie zawilgoconej. Pokrycie miękkie, podatne na ugięcia podczas wykonywania inspekcji. Kominy w stanie zadowalającym, na około połowie kominów odspojenia wypraw tynkarskich. Lokalne zastoje wody w nieckach.

- Na dachu zlokalizowano liczne klimatyzatory oraz anteny, które ograniczają powierzchnię pod planowaną inwestycję w OZE.

#### 4. Analiza obliczeniowa konstrukcji w stanie istniejącym.

Zmierzono grubość całego stropodachu – 12cm (w miejscu płyciny). Przekrój od góry:

- papa bitumiczna – 4 warstwy – 1,5cm
- izolacja termiczna – wata szklana - 5cm
- izolacja bitumiczna – 0,5cm
- wylewka cementowa - 2cm
- płyta prefabrykowana - 6cm

Zestawienie obciążeń na płytę w stanie projektowanym:

Lp.	Obciążenie	Wartość charakterystyczna [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_f$	Wartość obliczeniowa [kN/m <sup>2</sup> ]
1	Od śniegu	1,0	1,5	1,50
2	2x papa na lepiku	$0,05 \times 2 = 0,1$	1,2	0,12
3	Wylewka betonowa	$0,02 \times 20 = 0,4$	1,2	0,48
4	Instalacja fotowolt. w syst. balastowym	0,4	1,3	0,52
<b>SUMA</b>		<b>1,9</b>		<b>2,62</b>

Weryfikację belek DMS oparto o tabele z opracowania Eugeniusza Czyży „Wzory i przykłady liczbowe obliczeń statycznych” wydanego w 1977 r. (budynek wzniesiony w latach 60tych).

**TABLICA 2-23**

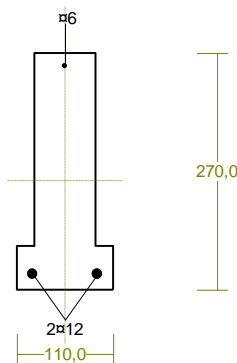
**NAJWIĘKSZE ROZPIĘTOŚCI W ŚWIETLE ( $l_0$ ) BELEK SWOBODNIE PODPARTYCH**  
zbrojonych stałą okrągłą o granicy plastyczności  $Q_r = 2500 \text{ kG/cm}^2$  przy różnych wartościach obciążenia użytkowego (beton marki 200)

Nr belki	Zbrojenie belki, mm		Największe rozpiętości w świetle murów ( $l_0$ ) przy obciążeniu równomiernym $g_z + p$ (z pominięciem ciężaru własnego konstrukcji stropu)																Strzemiona		Nr belki
	dolne	górne	moment zredukowany *)								moment niezredukowany								Ø mm	odstęp e cm	
			230	280	305	355	405	230	280	305	330	355	380	405	430	500	600				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
1	2 Ø 8	1 Ø 4,5	3,12	2,99	2,93	2,82	2,72	3,01	2,27	2,81	2,85	2,70	2,65	2,60	2,55	2,43	2,29			1	
2	1 Ø 8 + 1 Ø 10	1 Ø 4,5	3,52	3,37	3,30	3,18	3,07	3,40	3,24	3,17	3,11	3,04	2,98	2,93	2,88	2,74	2,58			2	
3	2 Ø 10	1 Ø 4,5	3,86	3,69	3,62	3,48	3,36	3,72	3,55	3,47	3,40	3,33	3,27	3,20	3,15	3,00	2,83	3	do 25 cm na całej długości belki	3	
4	1 Ø 10 + 1 Ø 12	1 Ø 6	4,21	4,04	3,95	3,81	3,67	4,07	3,88	3,79	3,72	3,64	3,57	3,50	3,44	3,28	3,09	4		4	
5	2 Ø 6	1 Ø 6	4,55	4,36	4,27	4,11	3,96	4,39	4,19	4,09	4,00	3,93	3,85	3,78	3,71	3,54	3,33	5		5	
6	1 Ø 12 + 1 Ø 14	1 Ø 6	4,89	4,69	4,60	4,42	4,27	4,72	4,50	4,40	4,31	4,23	4,15	4,07	4,00	3,81	3,59	6		6	
7	2 Ø 14	1 Ø 6	5,20	4,98	4,88	4,70	4,55	5,02	4,79	4,68	4,58	4,50	4,41	4,32	4,25	4,05	3,81	7		7	
8	1 Ø 14 + 1 Ø 16	1 Ø 8	5,50	5,28	5,16	4,97	4,80	5,31	5,07	4,95	4,85	4,76	4,67	4,58	4,50	4,29	4,04	8		8	
9	2 Ø 16	1 Ø 8	5,61	5,55	5,43	5,24	5,05	5,60	5,34	5,21	5,11	5,00	4,91	4,81	4,73	4,52	4,25	9		9	
10	1 Ø 16 + 1 Ø 18	1 Ø 8	—	5,80	5,61	5,48	5,29	—	5,58	5,45	5,35	5,24	5,15	5,04	4,95	4,72	4,45	10		10	
11	2 Ø 18	1 Ø 8	—	6,05	—	5,71	5,50	—	5,82	5,61	5,57	5,46	5,35	5,25	5,16	4,92	4,64	11		11	
12	1 Ø 18 + 1 Ø 20	1 Ø 10	—	6,43	—	6,13	5,90	—	6,25	—	5,98	5,86	5,75	5,63	5,54	5,28	4,98	12		12	
13	2 Ø 20	1 Ø 12	—	—	—	6,43	6,20	—	6,43	—	6,27	6,15	6,03	5,91	5,81	5,54	5,22	13	iw.	13	
14	1 Ø 20 + 1 Ø 22	1 Ø 14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,43	6,40	6,28	6,15	6,05	5,77	5,43	14		14
	Długość środkowego odcinka belki $l_e$		5,80	5,40	5,20	4,80	4,40	5,80	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	3,80	3,40				

#### 4.1. Obliczenia dla prefabrykowanej belki żelbetowej długości 5,4m

##### Cechy przekroju:

zadanie PW belka część wyższa, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=2,87$  m,  $x_b=2,53$  m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=27,0, b_w=7,0, b_{\text{eff}}=11,0, h_f=5,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

##### BETON: B20

$$f_{ck}=16,0 \text{ MPa}, f_{cd}=\alpha \cdot f_{ck}/\gamma_c=1,00 \times 16,0/1,50=10,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c=209 \text{ cm}^2, J_{cx}=13712 \text{ cm}^4, J_{cy}=1183 \text{ cm}^4$$

##### STAL: A-I (St3S-b)

$$f_{yk}=240 \text{ MPa}, \gamma_s=1,15, f_{yd}=210 \text{ MPa}$$

$$\xi_{\text{lim}}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+210/200000)=0,769,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1}+A_{s2}=2,54 \text{ cm}^2, \rho=100(A_{s1}+A_{s2})/A_c=100 \times 2,54/209=1,22 \%$$

$$J_{sx}=305 \text{ cm}^4, J_{sy}=31 \text{ cm}^4,$$

##### Siły przekrojowe:

zadanie: PW belka część wyższa, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=2,87$  m,  $x_b=2,53$  m

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

Momenty zginające:  $M_x = -12,25 \text{ kNm}, M_y = 0,00 \text{ kNm},$

Siły poprzeczne:  $V_y = -0,57 \text{ kN}, V_x = 0,00 \text{ kN},$

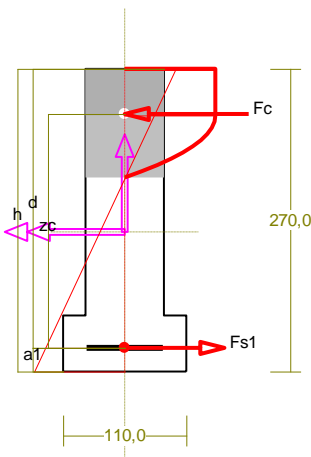
Siła osiowa:  $N = 0,00 \text{ kN} = N_{sd}, .$

##### Zbrojenie wymagane:

(zadanie PW belka część wyższa, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=2,56$  m,  $x_b=2,84$  m)

Obliczenia wykonano:

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



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd}=0,00 \text{ kN},$$

$$M_{sd}=\sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-12,27^2 + 0,00^2)} = 12,27 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, f_{yd}=210 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_{s1}=5,49 \text{ ‰}$ ):

$$A_{s1}=2,80 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3\phi 12 = 3,39 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=2,80 \text{ cm}^2,$$

$$\rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 2,80/209=1,34 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=27,0, d=24,9, x=9,7 (\xi=0,389),$$

$$a_1=2,1, a_c=4,0, z_c=20,9, A_{cc}=68 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c=-3,50 \text{ ‰}, \epsilon_{s1}=5,49 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-58,78, F_{s1}=58,78,$$

$$M_c=6,18, M_{s1}=6,08,$$

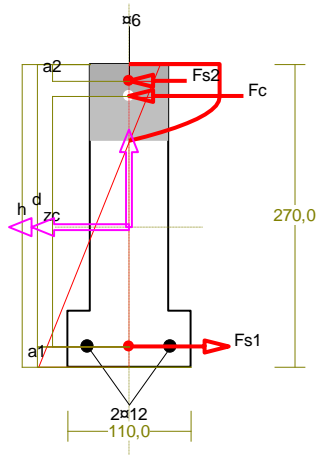
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c+F_{s1}=-58,78+(58,78)=0,00 \text{ kN} (N_{sd}=0,00 \text{ kN})$$

$$M_c+M_{s1}=6,18+(6,08)=12,27 \text{ kNm} (M_{sd}=12,27 \text{ kNm})$$

## Nośność przekroju prostokątnego:

zadanie PW belka część wyższa, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=2,56$  m,  $x_b=2,84$  m



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd}=0,00 \text{ kN},$$

$$M_{Sd}=\sqrt{(M_{Sdx}^2+M_{Sdy}^2)}=\sqrt{(-12,27^2+0,00^2)}=12,27 \text{ kNm}$$

$$f_{cd}=10,7 \text{ MPa}, f_{yd}=210 \text{ MPa}=f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane:  $A_{s1}=2,26 \text{ cm}^2$ ,

Zbrojenie ściskane:  $A_{s2}=0,28 \text{ cm}^2$ ,

$$A_s=A_{s1}+A_{s2}=2,54 \text{ cm}^2,$$

$$\rho=100 \times A_s/A_c=$$

$$100 \times 2,54/209=1,22 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h=27,0, d=25,2, x=6,9 (\xi=0,272),$$

$$a_1=1,8, a_2=1,5, a_c=2,9, z_c=22,3, A_{cc}=48 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c=-3,50 \%, \varepsilon_{s2}=-2,73 \%, \varepsilon_{s1}=9,37 \%,$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c=-41,56, F_{s1}=47,50, F_{s2}=-5,94,$$

$$M_c=4,86, M_{s1}=5,06, M_{s2}=0,78,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd}=M_c+M_{s1}+M_{s2}=4,86+(5,06)+(0,78)=10,70 \text{ kNm} < M_{Sd}=12,27 \text{ kNm}$$

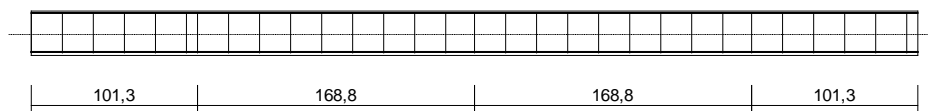
## Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie PW belka część wyższa, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi=5$  mm ze stali A-I, dla której  $f_{ywd}=210$  MPa.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,\min}=0,08 \sqrt{f_{ck}}/f_{yk}=0,08 \times \sqrt{16}/240=0,00133$$



Rozstaw strzemion:

### Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a=0,0$   $x_b=101,3$  cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max}=0,75 d=0,75 \times 252=189 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max}=189$  mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max}=\min\{h; b\}=\min\{70,0; 270,0\}=70,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max}=70,0$  mm.

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max}=15 \phi=15 \times 6,0=90,0$  mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostokątne do osi pręta o rozstawie **18,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w=A_{sw}/(s b_w \sin \alpha)=0,32/(18,9 \times 7,0 \times 1,000)=0,00240$$

$$\rho_w = 0,00240 > 0,00133 = \rho_w \text{ min}$$

### Strefa nr 2

Początek i koniec strefy:  $x_a = 101,3$   $x_b = 270,0$  cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 252 = 189 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 189$  mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{70,0; 270,0\} = 70,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 70,0$  mm.

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 6,0 = 90,0$  mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,32 / (18,9 \times 7,0 \times 1,000) = 0,00240$$

$$\rho_w = 0,00240 > 0,00133 = \rho_w \text{ min}$$

### Strefa nr 3

Początek i koniec strefy:  $x_a = 270,0$   $x_b = 438,8$  cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 252 = 189 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 189$  mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{70,0; 270,0\} = 70,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 70,0$  mm.

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 6,0 = 90,0$  mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,32 / (18,9 \times 7,0 \times 1,000) = 0,00240$$

$$\rho_w = 0,00240 > 0,00133 = \rho_w \text{ min}$$

### Strefa nr 4

Początek i koniec strefy:  $x_a = 438,8$   $x_b = 540,0$  cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 252 = 189 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 189$  mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{70,0; 270,0\} = 70,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 70,0$  mm.

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 6,0 = 90,0$  mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,32 / (18,9 \times 7,0 \times 1,000) = 0,00240$$

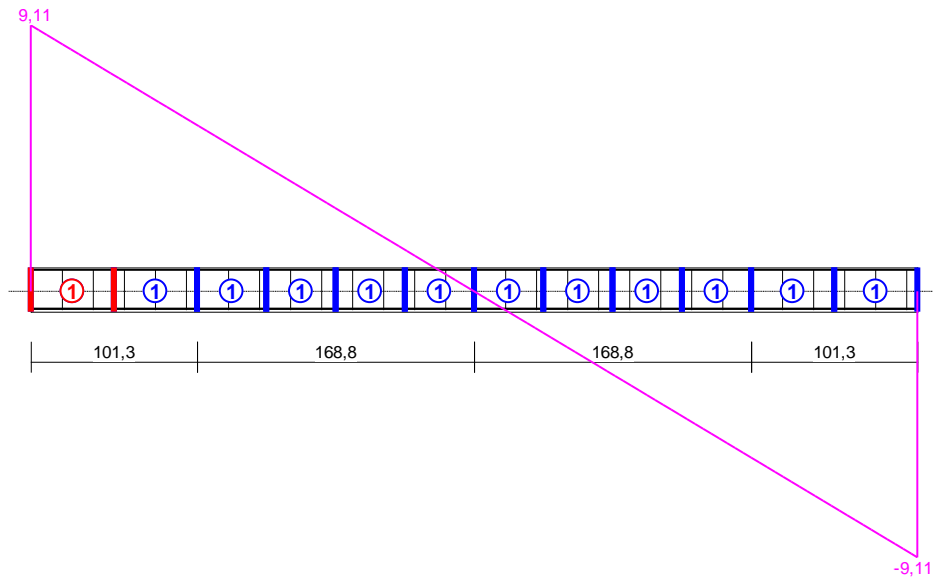
$$\rho_w = 0,00240 > 0,00133 = \rho_w \text{ min}$$

## **Ścinanie**

zadanie PW belka część wyższa, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.





### Odcinek nr 1

Początek i koniec odcinka:  $x_a = 0,0$   $x_b = 50,6$  cm

Siły przekrojowe:  $N_{Sd} = 0,00$ ;

$V_{Sd \max} = 9,11$  kN

### Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{2,26}{7,0 \times 25,2} = 0,01282; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,01000$ .

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = 0,00 / 226,55 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,00$  MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,35 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times 0,00] \times 7,0 \times 25,2 \times 10^{-1} = 12,00 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 9,11 < 12,00 = V_{Rd1}$$

### Nośność odcinka I-go rodzaju:

$$V_{Sd} = 9,11 < 12,00 = V_{Rd1}$$

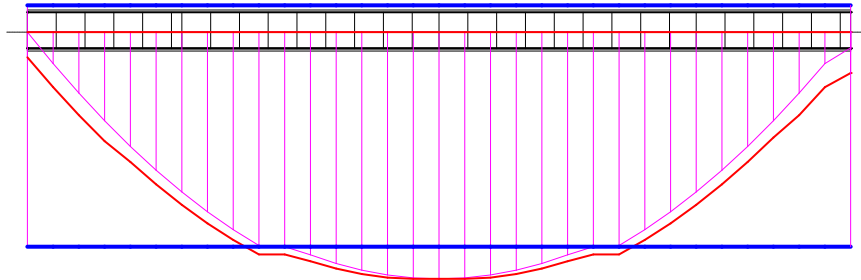
$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd2} = 0,5 v f_{cd} b_w z = 0,5 \times 0,562 \times 10,7 \times 7,0 \times 21,0 \times 10^{-1} = 44,25 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 9,11 < 44,25 = V_{Rd2}$$

### **Nośność zbrojenia podłużnego**

zadanie PW belka część wyższa, pręt nr 1.



Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 2,869$  m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot\theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times -0,57 \times (1,000) = 0,28 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 54,41 + 0,28 = 54,69 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 54,62 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 54,62 \text{ kN}$

$$F_{td} = \mathbf{54,62} > \mathbf{47,50} = 2,26 \times 210 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

### Zarysowanie

zadanie PW belka część wyższa, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 2,700 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = 9,97 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 0,00 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 7,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 27,0 - 1,8 = 25,2 \text{ cm}$$

$$A_c = 209 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 1102 \text{ cm}^3$$

### Minimalne zbrojenie:

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

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 10^7 / 240 = 0,34 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = \mathbf{2,26} > \mathbf{0,34} = A_s$$

### Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 1102 \times 10^{-3} = 2,09 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 9,97 > 2,09 = M_{cr}$$

**Przekrój zarysowany.**

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto  $k_2 = 0,5$ .

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 2,26 / 34 = 0,06630$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 1,6 \times 0,5 \times 12 / 0,06630 = 86,20$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{sm} &= \sigma_s / E_s [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2] = \\ &= 206,5 / 200000 \times [1 - 0,5 \times 0,5 \times (2,09 / 9,97)^2] = 0,00102 \end{aligned}$$

$$w_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm} = 1,3 \times 86,20 \times 0,00102 = 0,11 \text{ mm}$$

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

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

Rysy ukośne nie występują.

**Ugięcia**

zadanie PW belka część wyższa, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 1102 \times 10^{-3} = 2,09 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{Sd} = 9,97 \text{ kN}$  powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

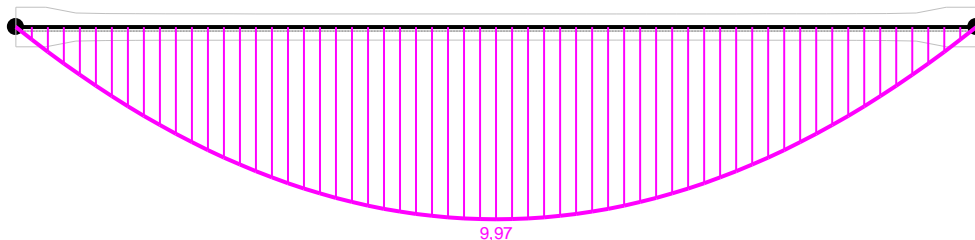
Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{Sd} = 9,97 \text{ kNm}$ .

Wielkości geometryczne przekroju:

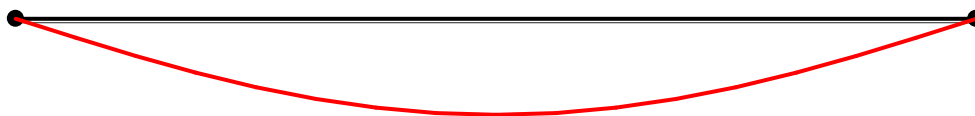
$$x_I = 16,2 \text{ cm} \quad I_I = 19334 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 12,4 \text{ cm} \quad I_{II} = 12811 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{Sd})^2 (1 - I_{II} / I_I)} = \\ &= \frac{9667 \times 12811}{1 - 0,5 \times 0,5 \times (2,09 / 9,97)^2 \times (1 - 12811 / 19334)} \times 10^{-5} = 1243 \text{ kNm}^2 \end{aligned}$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej  $x = 2,700$  m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

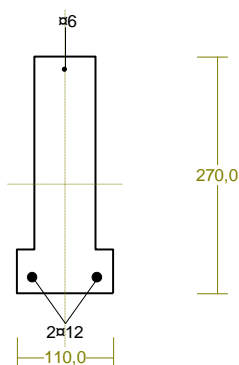
$$a = a_{\infty,d} = 24,3 \text{ mm}$$

$$a = 24,3 < 27,0 = a_{\text{lim}}$$

#### 4.2. Obliczenia dla prefabrykowanych belek żelbetowych o długości 3,2m.

##### Cechy przekroju:

zadanie PW belka krótka, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=1,60$  m,  $x_b=1,60$  m



Wymiary przekroju [cm]:

$$h=27,0, b_w=7,0, b_{\text{eff}}=11,0, h_f=5,0,$$

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

##### BETON: B20

$$f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}, f_{cd} = \alpha \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,00 \times 16,0 / 1,50 = 10,7 \text{ MPa}$$

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

$$A_c = 209 \text{ cm}^2, J_{cx} = 13712 \text{ cm}^4, J_{cy} = 1183 \text{ cm}^4$$

##### STAL: A-I (St3S-b)

$$f_{yk} = 240 \text{ MPa}, \gamma_s = 1,15, f_{yd} = 210 \text{ MPa}$$

$$\xi_{\text{lim}} = 0,0035 / (0,0035 + f_{yd} / E_s) = 0,0035 / (0,0035 + 210 / 200000) = 0,769,$$

Zbrojenie główne:

$$A_{s1} + A_{s2} = 2,54 \text{ cm}^2, \rho = 100 (A_{s1} + A_{s2}) / A_c = 100 \times 2,54 / 209 = 1,22 \%$$

$$J_{sx} = 305 \text{ cm}^4, J_{sy} = 31 \text{ cm}^4,$$

##### Siły przekrojowe:

zadanie: PW belka krótka, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=1,60$  m,  $x_b=1,60$  m

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

$$\text{Momenty zginające: } M_x = -15,86 \text{ kNm}, \quad M_y = 0,00 \text{ kNm},$$

$$\text{Siły poprzeczne: } V_y = 0,00 \text{ kN}, \quad V_x = 0,00 \text{ kN},$$

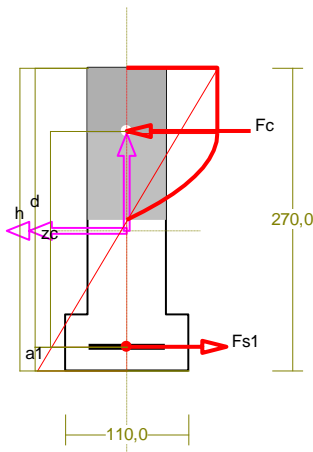
$$\text{Siła osiowa: } N = 0,00 \text{ kN} = N_{sd}, .$$

##### Zbrojenie wymagane:

(zadanie PW belka krótka, pręt nr 1, przekrój:  $x_a=1,50$  m,  $x_b=1,70$  m)

Obliczenia wykonano:

- przy założeniu maksymalnego wykorzystania nośności strefy ściskanej betonu ( $\xi_{lim} = 0,45$ ).



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,00 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-15,85^2 + 0,00^2)} = 15,85 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 210 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane ( $\epsilon_{s1} = 2,92 \text{ ‰}$ ):

$$A_{s1} = 3,92 \text{ cm}^2 \Rightarrow (4 \times 12 = 4,52 \text{ cm}^2),$$

Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 3,92 \text{ cm}^2,$$

$$\rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 3,92 / 209 = 1,88 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 27,0, \quad d = 24,9, \quad x = 13,6 \quad (\xi = 0,545),$$

$$a_1 = 2,1, \quad a_c = 5,6, \quad z_c = 19,3, \quad A_{cc} = 95 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -3,50 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 2,92 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -82,35, \quad F_{s1} = 82,35,$$

$$M_c = 7,33, \quad M_{s1} = 8,52,$$

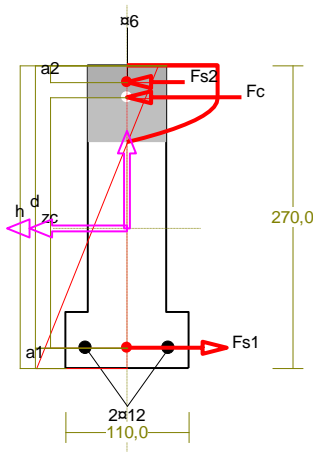
Warunki równowagi wewnętrznej:

$$F_c + F_{s1} = -82,35 + (82,35) = 0,00 \text{ kN} \quad (N_{sd} = 0,00 \text{ kN})$$

$$M_c + M_{s1} = 7,33 + (8,52) = 15,85 \text{ kNm} \quad (M_{sd} = 15,85 \text{ kNm})$$

**Nośność przekroju prostopadłego:**

zadanie PW belka krótka, pręt nr 1, przekrój:  $x_a = 1,50 \text{ m}$ ,  $x_b = 1,70 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{sd} = 0,00 \text{ kN},$$

$$M_{sd} = \sqrt{(M_{sdx}^2 + M_{sdy}^2)} = \sqrt{(-15,85^2 + 0,00^2)} = 15,85 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 210 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane:  $A_{s1} = 2,26 \text{ cm}^2$ ,

Zbrojenie ściskane:  $A_{s2} = 0,28 \text{ cm}^2$ ,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 2,54 \text{ cm}^2,$$

$$\rho = 100 \times A_s / A_c =$$

$$100 \times 2,54 / 209 = 1,22 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 27,0, \quad d = 25,2, \quad x = 6,9 \quad (\xi = 0,272),$$

$$a_1 = 1,8, \quad a_2 = 1,5, \quad a_c = 2,9, \quad z_c = 22,3, \quad A_{cc} = 48 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -3,50 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2} = -2,73 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 9,37 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -41,57, \quad F_{s1} = 47,50, \quad F_{s2} = -5,94,$$

$$M_c = 4,86, \quad M_{s1} = 5,06, \quad M_{s2} = 0,78,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 4,86 + (5,06) + (0,78) = 10,70 \text{ kNm} < M_{sd} = 15,85 \text{ kNm}$$

**Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)**

zadanie PW belka krótka, pręt nr 1

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy  $\phi = 5 \text{ mm}$  ze stali A-I, dla której  $f_{ywd} = 210 \text{ MPa}$ .

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{16} / 240 = 0,00133$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy:  $x_a = 0,0$   $x_b = 30,0$  cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 252 = 189 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 189$  mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{70,0; 270,0\} = 70,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 70,0$  mm.

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 6,0 = 90,0$  mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,32 / (18,9 \times 7,0 \times 1,000) = 0,00240$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00240} > \mathbf{0,00133} = \rho_w \text{ min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy:  $x_a = 30,0$   $x_b = 160,0$  cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 252 = 189 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 189$  mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{70,0; 270,0\} = 70,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 70,0$  mm.

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 6,0 = 90,0$  mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,32 / (18,9 \times 7,0 \times 1,000) = 0,00240$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00240} > \mathbf{0,00133} = \rho_w \text{ min}$$

Strefa nr 3

Początek i koniec strefy:  $x_a = 160,0$   $x_b = 290,0$  cm

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 252 = 189 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 189$  mm.

Maksymalny rozstaw strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{70,0; 270,0\} = 70,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 70,0$  mm.

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 6,0 = 90,0$  mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,32 / (18,9 \times 7,0 \times 1,000) = 0,00240$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00240} > \mathbf{0,00133} = \rho_{w \min}$$

#### Strefa nr 4

Początek i koniec strefy:  $x_a = 290,0$   $x_b = 320,0$  cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 252 = 189 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 189$  mm.

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{70,0; 270,0\} = 70,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm}$$

przyjęto  $s_{\max} = 70,0$  mm.

Ze względu na zbrojenie  $s_{\max} = 15 \phi = 15 \times 6,0 = 90,0$  mm.

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,9** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

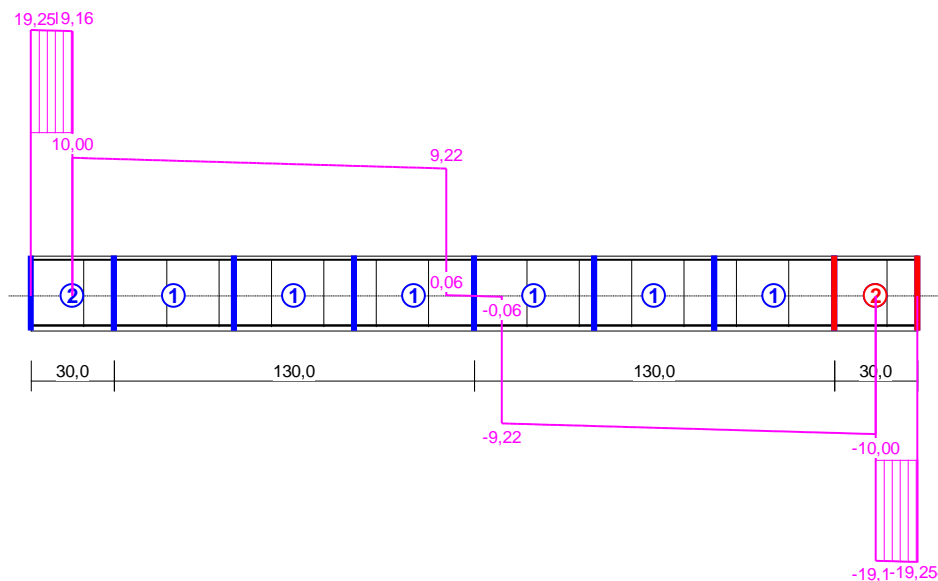
$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,32 / (18,9 \times 7,0 \times 1,000) = 0,00240$$

$$\rho_w = \mathbf{0,00240} > \mathbf{0,00133} = \rho_{w \min}$$

### **Ścinanie**

zadanie PW belka krótka, pręt nr 1.

Przyjęto podparcie lub obciążenie pośrednie.



#### Odcinek nr 8

Początek i koniec odcinka:  $x_a = 290,0$   $x_b = 320,0$  cm

Siły przekrojowe:  $N_{Sd} = 0,00$ ;

$$V_{Sd \max} = -19,25 \text{ kN}$$

Rodzaj odcinka:

$$\rho_L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{2,26}{7,0 \times 25,2} = 0,01282; \quad \rho_L \leq 0,01$$

Przyjęto  $\rho_L = 0,01000$ .

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / A_C = 0,00 / 226,55 \times 10 = 0,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto  $\sigma_{cp} = 0,00$  MPa.

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

$$= [0,35 \times 1,35 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,01000) + 0,15 \times 0,00] \times 7,0 \times 25,2 \times 10^{-1} = 12,00 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 19,25 > 12,00 = V_{Rd1}$$

Nośność odcinka II-go rodzaju:

Przyjęto kąt  $\theta = 26,6^\circ$

$$v = 0,6 (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

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

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

Przyjęto  $\Delta V_{Rd} = 0,00$  kN.

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

$$= 0,562 \times 10,7 \times 7,0 \times 21,0 \frac{2,000}{1 + 2,000^2} \times 10^{-1} + 0,00 = 35,37 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{19,25} < \mathbf{35,37} = V_{Rd2}$$

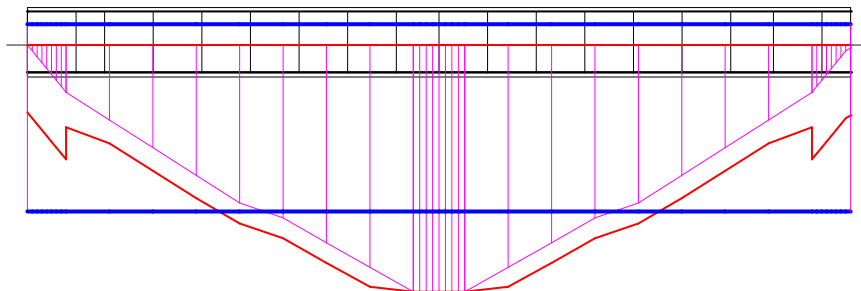
$$V_{Rd3} = V_{Rd31} + V_{Rd32} = \frac{A_{sw1} f_{ywd1}}{s_1} z \cot \theta + \frac{A_{sw2} f_{ywd2}}{s_2} z (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha =$$

$$= \frac{0,32 \times 210}{18,9} 21,0 \times 2,000 \times 10^{-1} = 14,86 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = \mathbf{19,25} > \mathbf{14,86} = V_{Rd3}$$

**Nośność zbrojenia podłużnego**

zadanie PW belka krótka, pręt nr 1.





Sprawdzenie siły przenoszonej przez zbrojenie rozciągane dla  $x = 1,700$  m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot\theta - V_{Rd32}/V_{Rd3} \cot\alpha) = 0,5 \times -9,22 \times (1,192) = 5,49 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągającym:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 70,40 + 5,49 = 75,89 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 70,41 \text{ kN}$$

Przyjęto  $F_{td} = 70,41 \text{ kN}$

$$F_{td} = 70,41 > 47,50 = 2,26 \times 210 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

### Zarysowanie

zadanie PW belka krótka, pręt nr 1,

Położenie przekroju:

$$x = 0,000 \text{ m}$$

Siły przekrojowe od obc. długotrwałych:

$$M_{Sd} = 0,00 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 15,62 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 7,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 27,0 - 1,8 = 25,2 \text{ cm}$$

$$A_c = 209 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 1102 \text{ cm}^3$$

### Minimalne zbrojenie:

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

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ = 1,0 \times 1,0 \times 1,9 \times 0 / 240 = 0,00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 2,26 > 0,00 = A_s$$

### Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 1102 \times 10^{-3} = 2,09 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 0,00 < 2,09 = M_{cr}$$

### **Przekrój niezarysowany.**

### Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$\rho_{w1} = \frac{A_{sw1}}{s_1 b_w} = \frac{0,32}{18,9 \times 7,0} = 0,00240$$

$$\rho_{w2} = \frac{A_{s2}}{s_2 b_w \sin \alpha} = 0,00000$$

$$\rho_w = \rho_{w1} + \rho_{w2} = 0,00240 + 0,00000 = 0,00240$$

$$\lambda = \frac{1}{3 \left[ \frac{\rho_{w1}}{\eta_1 \phi_1} + \frac{\rho_{w2}}{\eta_2 \phi_2} \right]} = \frac{1}{3 \times [0,00240 / (1,0 \times 4,5)]} = 623,89$$

$$\tau = \frac{V_{Sd}}{b_w d} = \frac{15,62}{7,0 \times 25,2} \times 10 = 0,885 \text{ MPa}$$

$$w_k = \frac{4 \tau^2 \lambda}{\rho_w E_s f_{ck}} = \frac{4 \times 0,885^2 \times 623,89}{0,00240 \times 200000 \times 16} = 0,25 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,25 < 0,3 = w_{lim}$$

## Ugięcia

zadanie PW belka krótka, pręt nr 1

Ugięcia wyznaczono dla charakterystycznych obciążeń długotrwałych.

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

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(t, t_0)} = \frac{29000}{1 + 2,00} = 9667 \text{ MPa}$$

Moment rysujący:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 1102 \times 10^{-3} = 2,09 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający  $M_{Sd} = 12,86 \text{ kN}$  powoduje zarysowanie przekroju.

### Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu  $M_{Sd} = 12,86 \text{ kNm}$ .

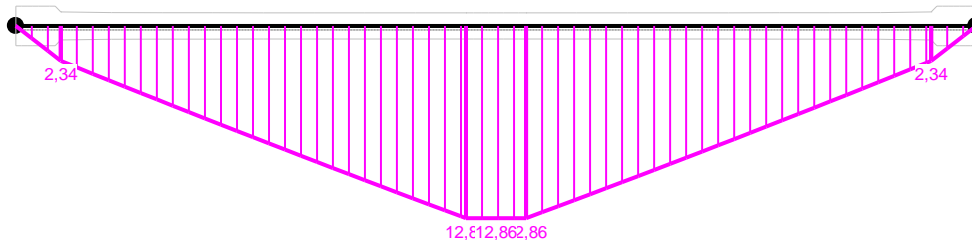
Wielkości geometryczne przekroju:

$$x_I = 16,2 \text{ cm} \quad I_I = 19334 \text{ cm}^4$$

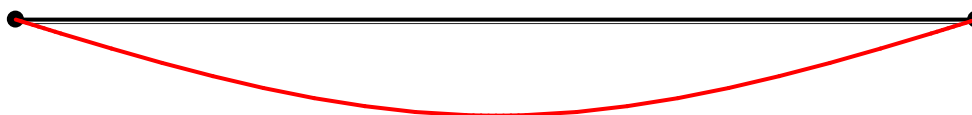
$$x_{II} = 12,4 \text{ cm} \quad I_{II} = 12811 \text{ cm}^4$$

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

$$= \frac{9667 \times 12811}{1 - 0,5 \times 0,5 \times (2,09 / 12,86)^2 \times (1 - 12811 / 19334)} \times 10^{-5} = 1241 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.



Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej  $x = 1,600$  m, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ( $1/\rho$ ) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty,d} = 9,8 \text{ mm}$$

$$a = \mathbf{9,8} < \mathbf{21,3} = a_{\text{lim}}$$

## 5. Wnioski i zalecenia

### Wnioski:

- a) Stwierdzono lokalne pofalowania, wykwyty oraz porażenie biologiczne pokrycia dachowego z papy termozgrzewalnej. Lokalne rozszczelnienia na łączeniach arkuszy papy. W miejscach dostępnych od stropodachu nie stwierdzono aktywnych przecieków.
- b) Stwierdzono brak izolacji z granulatu na stropodachu bloku S1. W bloku A stwierdzono nadmuchiwaną izolację z granulatu, jednak ruchy powietrza przemieściły całość w kierunku ściany nad korytarzem, co skutkuje brakiem skutecznej ochrony termicznej. Warstwa wełny szklanej ułożonej na płytach żelbetowych stropodachu jest zbyt cienka i miejscami mokra, również nie spełnia swojej funkcji termoizolacyjnej.
- c) Konstrukcja dachu bez oznak wyężenia, zachowuje swoją geometrię a co za tym idzie nośność. Płyty żelbetowe bez spękań i zarysowań, posiadają rezerwę nośności na montaż instalacji fotowoltaicznej w systemie klejonym.
- d) Belki podłużne długości 5,4m oraz poprzeczne długości 3,2m mają przekroczony stan graniczny nośności. Stan graniczny użytkowalności nie jest przekroczony.

### Zalecenia:

- a) Zaleca się wymianę warstw pokrycia dachowego poprzez usunięcie istniejących do szlichty cementowej. Bezpośrednio na szlichtzie należy wykonać pokrycie z dwóch warstw papy termozgrzewalnej. Zaleca się docieplenie poddasza poprzez ułożenie na stropie nad ostatnią kondygnacją mat z wełny mineralnej.
- b) Zaleca się wykonanie instalacji fotowoltaicznej w systemie klejonym, który jest trzykrotnie lżejszy od systemu balastowego.
- c) W celu podniesienia nośności płyt żelbetowych DMS zaleca się wklejenie na dolnej półce lameli węglowych o dużym module sztywności. Umożliwi to zwiększenie nośności na działający moment zginający.

## 6. Uprawnienia



P O L S K A  
I Z B A  
I N Ż Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

Krajowa Komisja Kwalifikacyjna  
KK-0056-0038/22

Warszawa, dnia 15 grudnia 2022 r.

### DECYZJA Nr RZE/X/0038/22

Na podstawie art. 8b w związku z art. 36 ust. 1 pkt 3 ustawy z 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2019 r. poz. 1117, ze zm.), po rozpatrzeniu wniosku Pana mgr. inż. Leszka Jana Tischnera z dnia 24 marca 2022 r. oraz dokumentów potwierdzających wymagane wykształcenie, praktykę zawodową, uprawnienia budowlane z dnia 1 października 2002 r., nr ewid. 157/2002, a także znaczący dorobek praktyczny w zakresie objętym rzeczoznawstwem

### Krajowa Komisja Kwalifikacyjna Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa nadaje

**Panu Leszkowi Janowi Tischnerowi**  
ur. 28 listopada 1973 r. w Nowym Sączu

**magistrowi inżynierowi budownictwa lądowego**

tytuł

### RZECZOZNAWCY BUDOWLANEGO

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
obejmującej projektowanie w zakresie budownictwa kubaturowego

na okres ważności do dnia 15 grudnia 2032 r.

Pan mgr inż. Leszek Jan Tischner może wykonywać czynności rzeczoznawcy budowlanego na terenie całego kraju w wyżej wymienionym zakresie.

#### Uzasadnienie

Krajowa Komisja Kwalifikacyjna Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa na podstawie złożonych dokumentów i przeprowadzonego postępowania kwalifikacyjnego ustaliła, że Pan mgr inż. Leszek Jan Tischner spełnia wymagania określone w art. 8b ustawy z 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2019 r. poz. 1117, ze zm.). W związku z powyższym Krajowa Komisja Kwalifikacyjna orzekła jak w sentencji.

#### Pouczenie:

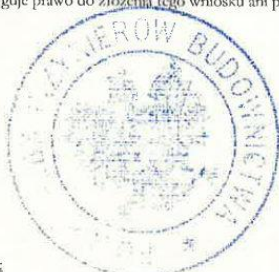
Strona niezadowolona z niniejszej decyzji może zwrócić się do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej w terminie 14 dni od dnia doręczenia decyzji z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy. Jeżeli strona nie chce skorzystać z prawa do zwrócenia się z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy, może wnieść do Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego w Warszawie skargę na decyzję w terminie 30 dni od dnia doręczenia decyzji stronie.

Skargę wnosi się za pośrednictwem Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej. Wpis od skargi wynosi 200 złotych. Strona posiada możliwość ubiegania się o zwolnienie od kosztów albo przyznanie prawa pomocy.

W trakcie biegu terminu do wniesienia wniosku o ponowne rozpatrzenie sprawy strona może zrzec się prawa do wniesienia tego wniosku wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia wniosku o ponowne rozpatrzenie sprawy przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do złożenia wniosku o ponowne rozpatrzenie sprawy od decyzji, stronie nie przysługuje prawo do złożenia tego wniosku ani prawo do wniesienia skargi do sądu administracyjnego.



Skład Orzekający Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej:

Wojciech Biliński.....*Wojciech Biliński*

Andrzej Gałkiewicz.....*Andrzej Gałkiewicz*

Piotr Koczwar.....*Piotr Koczwar*

#### Otrzymują:

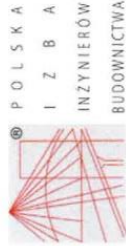
1. Pan Leszek Jan Tischner, ul. Warszawska 33 D, 05-082 Blizne Łaszczyńskiego,
2. Mazowiecka Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna,
3. a/a.

Pan Leszek Jan Tischner uiścił opłatę w kwocie 10 zł (dziesięć złotych) na rachunek bankowy Urzędu Dzielnicy Śródmieście m.st. Warszawy zgodnie z ustawą z dnia 16 listopada 2006 r. o opłacie skarbowej (Dz. U. 2021 r. poz. 1923, z późn. zm.).



**GŁÓWNY INSPEKTOR  
NADZORU BUDOWLANEGO**

OZJNN/4610/925/03



**Zaświadczenie**

o numerze weryfikacyjnym:  
MAZ-TE9-1T1-887 \*

Pan LESZEK JAN TISCHNER o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0050/14 adres zamieszkania os. SKONECZNE 4/7, 33-340 STARY SĄCZ jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-01-01 do 2023-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-12-21 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

\* Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> k.c.  
§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.  
§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.pib.org.pl](http://www.pib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

**DECYZJA**

Na podstawie art. 88a ust. 1 pkt 3 lit. a ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2000 r. Nr 106, poz. 1126 z późn. zm.) oraz art. 104 § 1 i § 2 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t.j. Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.),

**Leszek Tischner**

mgr inż. budownictwa lądowego

uprawniony na mocy decyzji Wojewody Małopolskiego z dnia 01.10.2002 r. znak RR.XIII.7131/35/02 Nr ewid. uprawnień 157/2002

do wykonywania samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie bez ograniczeń

zostaje wpisany do Centralnego Rejestru Osób Posiadających Uprawnienia Budowlane pod pozycją 765/03/U/C

**UZASADNIENIE**

Decyzja Wojewody Małopolskiego z dnia 01-10-2002 r. znak RR.XIII.7131/35/02, w przedmiocie nadania Panu Leszkowi Tischnerowi uprawnień budowlanych do wykonywania samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie, w specjalności konstrukcyjno-budowlanej obejmującej projektowanie bez ograniczeń, stała się ostateczna. Z uwagi na powyższe orzeczono jak w sentencji.

Zgodnie z art. 12 ust. 7 ustawy Prawo budowlane ostateczna decyzja o wpisie stanowi podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie.

Niniejsza decyzja jest ostateczna.

Zgodnie z art. 127 § 3 Kpa oraz stosownie do uchwały NSA z dnia 9.12.1996 r., sygn. akt OPS 4/96, strona może w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji wystąpić z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy.

Otrzymują:

1. Pan Leszek Tischner  
Ok. Słoneczne 4/7  
33-340 Stary Sącz
2. Wojewoda Małopolski
3. a/z (AMR)

Oświadczam, że powyższe dane są prawdziwe  
CYRKEŁ TYSZ / DEPART. MIEJSKO  
UPRAWNIENI I ODPOWIEDZIALNOŚCI ZAWIĄZANE  
Leszek Tischner - Wilanowska





Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa  
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt. MAZ/7132/19/K

Warszawa, dnia 25 czerwca 2019 r.

### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jedn.: Dz.U. z 2016 r., poz. 1725) i art. 12 ust. 1 pkt 2 - 5, ust. 2, 3 i 4c pkt 2, art. 13 ust. 1, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2, art. 15a ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. z 2018 r. poz. 1202), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan mgr inż. Michał Bojarski**  
ur. dnia 13 kwietnia 1990 roku w Giżycku  
otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
numer ewidencyjny MAZ/0207/WBKb/19  
do kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
bez ograniczeń

### UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrócie decyzji.

### Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2017 r. poz. 1257 L.j.):  
§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się praw do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna prawomocna.  
W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

### Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw.

mgr inż. Irena Churska

mgr inż. Krzysztof Karol Boos



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-DX7-IQM-CAV \*

Pan MICHAŁ BOJARSKI o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0702/19

adres zamieszkania [redacted]  
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-03-01 do 2023-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-03-06 12:53:11 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 781 K.c.

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

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

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.