

II KONSTRUKCJA

PROJEKTANT
Piotr Szmulik
nr upr. SUW-19/89

1. Opis techniczny

1.1. Część ogólna

Projektowana adaptacja i modernizacja pociąga za sobą zwiększenie obciążeń dachu spowodowane montażem szeregu urządzeń i instalacji. Celem niniejszego opracowania jest zbadanie wpływu, jaki wywiera dodatkowe obciążenie na konstrukcję budynku, oszacowanie zapasów nośności, umożliwiających przejście tego obciążenia przez poszczególne elementy konstrukcyjne oraz zaprojektowanie konstrukcji wsporczej pod urządzenia projektowanej instalacji.

Podstawą opracowania projektu jest Prawo Budowlane oraz normy techniczne, w tym m.in.:

- Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone PN-B-03264,
- Konstrukcje stalowe PN-90/B-03200,
- Obciążenia budowli PN-82/B-02000 , PN-82/B-02001, PN-82/B-02003, PN-82/B-02004, PN-82/B-02010, PN-82/B-02011,

a także:

- dokumentacja techniczna istniejącego obiektu, będąca w posiadaniu inwestora,
- oględziny budynku ze szczególnym uwzględnieniem elementów konstrukcyjnych II piętra i kondygnacji technicznej,
- odkrywki zbrojenia wybranych elementów konstrukcyjnych.

Na podstawie analizy dokumentacji, oględzin i pomiarów ustalony został schemat statyczny konstrukcji budynku a następnie sporządzony elektroniczny model obliczeniowy. Ustalona została nośność elementów konstrukcji istotnych ze względu na planowane roboty budowlane. Sporządzony został także projekt wykonawczy konstrukcji wsporczej pod planowane instalacje wraz z pomostem do obsługi i konserwacji urządzeń.

1.2. Charakterystyka techniczna obiektu

Budynek wybudowany został w latach 60. Jest to konstrukcja żelbetowa szkieletowa w układzie trzytraktowym wolnostojąca pięciokondygnacyjna. Głównymi elementami nośnymi są trójrzędowe ramy w rozstawie 4,20 m. Stropy żelbetowe z prefabrykowanych płyt panwiowych. Fragmentami zastosowano strop Akermana. Stropodach wentylowany z płyt korytkowych pokrytych papą. Ściany osłonowe z gazobetonu ocieplonego warstwą styropianu. Schody żelbetowe wylewane, ściany klatek schodowych murowane. Posadowienie na żelbetowych ławach i stopach fundamentowych.

Ogólny stan techniczny obiektu jest dobry. Nie stwierdzono wizualnych śladów wyczerpania nośności, nadmiernych odkształceń ani śladów działania korozji.

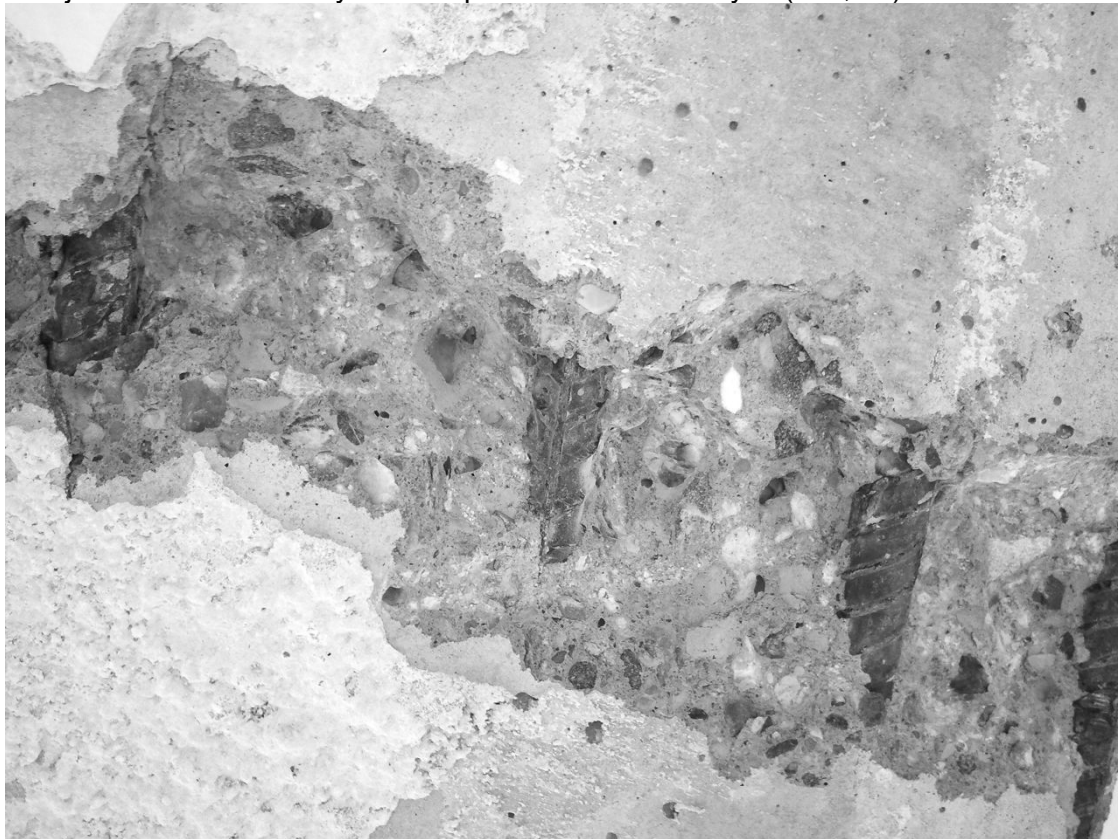
Ze względu na nierównomierne obciążenie elementami projektowanej instalacji, postanowiono nie obciążać nimi płyt panwiowych stropodachu. Przeprowadzono analizę statyczną i wymiarowanie fragmentu konstrukcji nośnej budynku złożonego z elementów konstrukcyjnych drugiego piętra i kondygnacji technicznej. Na podstawie obliczeń można stwierdzić, że, w świetle aktualnie obowiązujących norm, rygle ram nośnych nie posiadają zapasów nośności umożliwiających zwiększenie obciążenia z dachu. Na podstawie reakcji z poszczególnych kondygnacji oszacowano charakterystyczne obciążenia osiowe przenoszone przez główne słupy nośne konstrukcji budynku:

$$3 \times 241 + 456 = 1179 \text{ kN}$$

Maksymalne dodatkowe charakterystyczne obciążenie osiowe słupa ma wartość 10,26 kN. Stanowi to około 0,9% obciążenia pionowego obciążenia, które powinny przenieść słupy. Oznacza to, że projektowana modernizacja nie wywiera znaczącego wpływu na wartości obciążeń w słupach.

1.3. Wizja lokalna – dokumentacja fotograficzna

Zbrojenie dolne belki ramy – strefa pomieszczeń biurowych (L=4,4m)



Zbrojenie dolne belki ramy – strefa pomieszczeń laboratoryjnych (L=6,4m)



1.4. Planowane elementy modernizacji

Ruszt stalowy

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że dodatkowe obciążenia związane z projektowaną modernizacją powinny być przekazane bezpośrednio na słupy nośne. Nie wolno nimi dociażać płyt stropowych ani rygli ram nośnych. Takie właśnie założenia przyjęto do projektowania konstrukcji wsporczej dla nowych instalacji. Ma ona formę stalowego rusztu opartego na słupach kondygnacji technicznej i na attyce. Ruszt należy wykonać z kształtowników walcowanych IPE200 i IPE160 łączonych za pomocą spawania. Pręty rusztu należy mocować za pośrednictwem blach podporowych przy zastosowaniu kotew chemicznych do betonu, z jednej strony do słupów, z drugiej do wieńców żelbetowych lub poduszek betonowych na górnej powierzchni ścian attykowych. Do wykonania elementów konstrukcji należy użyć stali ST

Pomost komunikacyjny

Elementy pomostu i stopnie schodów należy wykonać z elementów kratowych obramowanych z płaskownika 30x2 o oczkach 34,3x38,1.

Balustrada

Rama wsporcza pod centrale wentylacyjne

Ramy wsporcze pod moduły central wentylacyjnych należy wykonać z dwóch dwuteowników walcowanych I120PE. Łączyć z rusztem za pomocą połączeń śrubowych. Każda z ram jest dedykowana do wyspecyfikowanych projekcie instalacyjnym urządzeń, tj. dopasowana jest pod względem gabarytów i nośności do wybranych urządzeń.

Zabezpieczenie antykorozyjne

Zabezpieczenie antykorozyjne elementów konstrukcji stalowej przy użyciu zestawów powłok malarskich (podkład i powłoka nawierzchniowa). Roboty antykorozyjne powinny być prowadzone zgodnie z aprobatą techniczną użytego materiału malarskiego oraz zgodnie z normą PN-EN ISO 12944-7:2001. Należy spełnić wymagania dotyczące temperatury otoczenia i wilgotności powietrza oraz stanu powierzchni zabezpieczanych elementów.

1.5. Uwagi dotyczące realizacji inwestycji

Przejścia przewodów instalacyjnych przez płyty korytkowe i płyty panwiowe stropodachu należy wykonać tak, aby nie uszkodzić żeber nośnych prefabrykatów. W miejscach, gdzie wykonanie przebicia oznaczałoby zniszczenie żeber, należy zdemontować płyty korytkowe i wykonać wylewki żelbetowe. Przed przystąpieniem do wykonania przebić, należy sprawdzić, czy instalacje przebiegające w stropodachu, szczególnie instalacja elektryczna, zostały odłączone od zasilania.

Należy zwrócić uwagę na dokładne uszczelnienie wszelkich przebić przez połąć dachową i otworów montażowych przy użyciu uszczelek systemowych i podkładek elastomerowych oraz o przywróceniu do pierwotnego stanu, a w razie potrzeby uzupełnieniu obróbek blacharskich i instalacji odgromowej.

Wszystkie prace należy wykonać pod bezpośrednim nadzorem osoby posiadającej odpowiednie uprawnienia budowlane z zachowaniem wymagań warunków technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych – montażowych oraz sztuki budowlanej.

2. Obliczenia statyczne

2.1. Strop nad 2. piętrem

2.1.1 Obciążenie śniegiem II strefa śniegowa

			obc.char.	γ_f	obc.obl.
0,90*0,8			0,72	1,50	1,08 kN/m ²
Obciążenie ciągłe	a = 4,20 m		3,02	1,50	4,54 kN/m

2.1.2 Obciążenie wiatrem

Obliczenia przeprowadzono wg zmiany Az1:2009 do normy PN-B-02011:1977

$q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$

Teren A: $h = 13,04 \text{ m}$ $C_e = 0,85$

$\Delta = 0,190$ $T = 0,247 \text{ s}$

Budowla niepodatna na działanie porywów wiatru: $\beta = 1,80$

$\gamma_f = 1,5$

Powierzchnia nawietrzna: $C = 0,7$

$q_k = 0,3 \text{ [kN/m}^2] * 1,00 * (0,70 - 0,00) * 1,8 = 0,38$ $1,50$ $0,57 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie ciągłe a = 4,20 m **1,59** $1,50$ $2,38 \text{ kN/m}$

Powierzchnia zawietrzna: $C = 0,4$

$q_k = 0,3 \text{ [kN/m}^2] * 1,00 * (-0,40 - 0,00) * 1,8 = -0,22$ $1,50$ $-0,32 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie ciągłe a = 4,20 m **-0,91** $1,50$ $-1,36 \text{ kN/m}$

2.1.3 Stropodach

			obc.char.	γ_f	obc.obl.
1. 2xpapa na lepiku			0,15	1,30	0,20 kN/m ²
2. gładź cementowa	2 cm		0,42	1,30	0,55 kN/m ²
3. płyty korytkowe			1,00	1,30	1,30 kN/m ²
4. ścianki ażurowe	2/3*0,12*0,8/2,1*18,0		0,55	1,30	0,71 kN/m ²
5. gładź cementowa	3 cm		0,63	1,30	0,82 kN/m ²
6. płyta wiórowo - cementowa	10 cm		0,45	1,30	0,59 kN/m ²
7. 2xpapa na lepiku			0,15	1,30	0,20 kN/m ²
8. płyta żelbetowa	5 cm		1,25	1,30	1,63 kN/m ²
9. panwie stropowe			1,60	1,30	2,08 kN/m ²
10. tynk cem.-wap.	1,5 cm		0,29	1,30	0,37 kN/m ²
Obciążenie stałe	g=		6,48	1,30	8,43 kN/m ²
11. obc. użytkowe	p=		0,50	1,40	0,70 kN/m ²
Obc. całkowite	q=		6,98	1,31	9,13 kN/m ²

Obciążenie ciągłe	a = 4,20 m				
g=			27,23	1,30	35,40 kN/m
p=			2,10	1,40	2,94 kN/m

2.1.4 Strop nad korytarzem

obc.char. γ_f obc.obl.

1. gładź cementowa	3	cm	0,63	1,30	0,82 kN/m ²
2. płyta żelbetowa	5	cm	1,25	1,30	1,63 kN/m ²
3. styropian	2	cm	0,01	1,30	0,01 kN/m ²
4. panwie stropowe			1,60	1,30	2,08 kN/m ²
5. tynk cem.-wap.	1,5	cm	0,29	1,30	0,37 kN/m ²
Obciążenie stałe		g=	3,77	1,30	4,91 kN/m ²
6. obc. użytkowe		p=	2,00	1,40	2,80 kN/m ²
Obc. całkowite		q=	5,77	1,33	7,71 kN/m ²
Obciążenie ciągłe	a = 4,20	m			
g=			15,85	1,30	20,61 kN/m
p=			8,40	1,40	11,76 kN/m

2.1.5 Dach nad kondygnacją techniczną

			obc.char.	γ_f	obc.obl.
1. 2xpapa na lepiku			0,15	1,30	0,20 kN/m ²
2. płyta żelbetowa	5	cm	1,25	1,30	1,63 kN/m ²
3. panwie stropowe			1,60	1,30	2,08 kN/m ²
4. tynk cem.-wap.	1,5	cm	0,29	1,30	0,37 kN/m ²
Obciążenie stałe		g=	3,29	1,30	4,27 kN/m ²
5. obc. użytkowe		p=	0,50	1,40	0,70 kN/m ²
Obc. całkowite		q=	3,79	1,31	4,97 kN/m ²
Obciążenie ciągłe	a = 4,20	m			
g=			13,80	1,30	17,94 kN/m
p=			2,10	1,40	2,94 kN/m

2.1.6 Strop pod laboratorium

			obc.char.	γ_f	obc.obl.
1. posadzka PCV			0,07	1,30	0,09 kN/m ²
2. gładź cementowa	2,5	cm	0,53	1,30	0,68 kN/m ²
3. płyta żelbetowa	5	cm	1,25	1,30	1,63 kN/m ²
3. styropian	2	cm	0,01	1,30	0,01 kN/m ²
4. panwie stropowe			1,60	1,30	2,08 kN/m ²
5. tynk cem.-wap.	1,5	cm	0,29	1,30	0,37 kN/m ²
Obciążenie stałe		g=	3,74	1,30	4,86 kN/m ²
6. obc. użytkowe		p=	5,00	1,30	6,50 kN/m ²
Obc. całkowite		q=	8,74	1,30	11,36 kN/m ²
Obciążenie ciągłe	a = 4,20	m			
g=			15,70	1,30	20,41 kN/m
p=			21,00	1,30	27,30 kN/m

2.1.7 Pomost

Przyjęto kratę obramowaną, ocynkowaną z płaskownika 30x2, oczka 34,3x38,1.

Sprawdzenie wymiarów oczek kraty:

$$\begin{array}{ccccccc} 34,3 & \times & 38,1 & = & 1307 & < & 1700 \text{ mm}^2 \\ 34,3 & < & 36 & \text{mm} & & & \end{array}$$

Dopuszczalne obciążenie ciągłe 14,31 kN/m²
Odpowiadająca mu strzałka ugięcia 0,50 cm

Dopuszczalne obciążenie skupione
Odpowiadająca mu strzałka ugięcia

2,08 kN/m²
0,44 cm

			obc.char.	γ_f	obc.obl.
1. krata zgrzewana			0,21	1,30	0,27 kN/m ²
Obciążenie stałe	g=		0,21	1,30	0,27 kN/m ²
2. obc. użytkowe	p=		2,00	1,40	2,80 kN/m ²
Obc. całkowite	q=		2,21	1,39	3,07 kN/m ²
Obciążenie ciągłe	0,5L =	0,50 m			
g=			0,11	1,30	0,14 kN/m
p=			1,00	1,40	1,40 kN/m

2.1.8 schody

Kąt nachylenia schodów

tg α = 20 : 25 = 0,800
 α = 39 °

2.1.8.1 Bieg

			obc.char.	γ_f	obc.obl.
1. krata zgrzewana			0,21	1,30	0,27 kN/m ²
Obciążenie stałe	g=		0,21	1,30	0,27 kN/m ²
2. obc. użytkowe	p=		2,00	1,40	2,80 kN/m ²
Obc. całkowite	q=		2,21	1,39	3,07 kN/m ²
Obciążenie ciągłe	0,5L =	0,50 m			
g=			0,11	1,30	0,14 kN/m
p=			1,00	1,40	1,40 kN/m

2.1.8.2 Balustrada

			obc.char.	γ_f	obc.obl.
1. balustrada			0,21	1,30	0,28 kN/m ²
Obciążenie ciągłe	g=		0,21	1,30	0,28 kN/m ²

2.1.9 Obciążenia technologiczne

			obc.char.	γ_f	obc.obl.
1. poz. NW1	6,8/5,10/2		0,67	1,30	0,87 kN/m
2. poz. NW2	12,0/5,65/2		1,06	1,30	1,38 kN/m
3. poz. NW3.1	7,1/5,10/2		0,70	1,30	0,90 kN/m
4. poz. NW3.2	3,9/1,31/2		1,49	1,30	1,94 kN/m
5. poz. NW4	1,65/1,40/2		0,59	1,30	0,77 kN/m

2.2. Rama nośna

Na podstawie pomiarów z natury i odkrywek zbrojenia ustalono następujące cechy rygli:

przekrój betonu: 30x40 cm

zbrojenie - przęsło l=6,40 m 2#22 i 3#20

zbrojenie - przęsło l=4,40 m 4#16

gatunek stali: A-IV

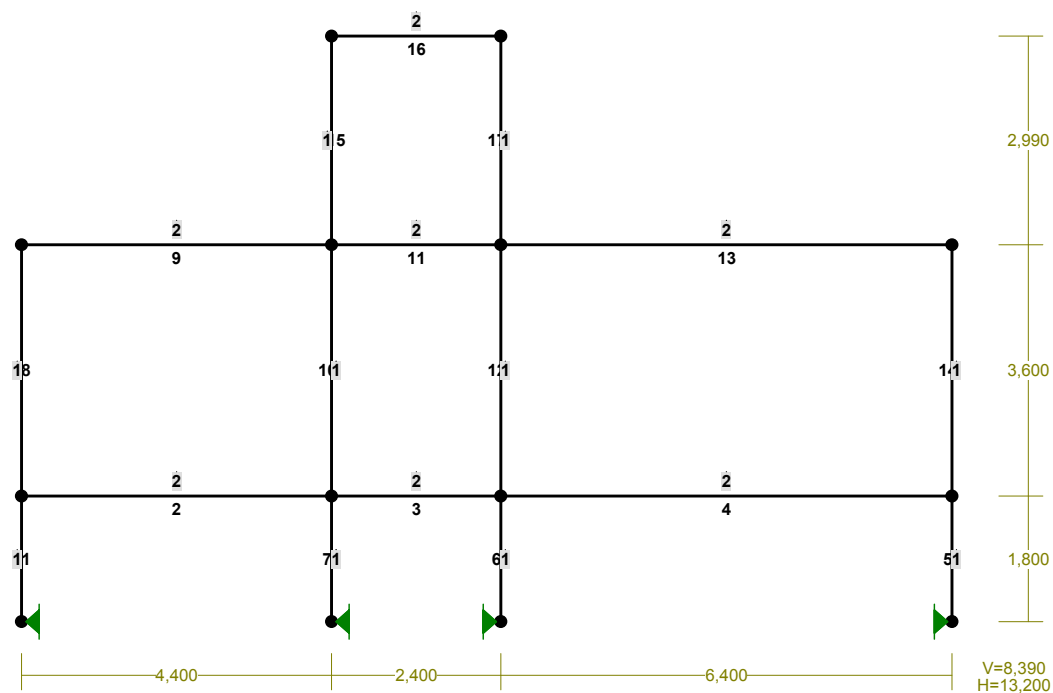
gatunek stali: A-III (34GS)

2.3. Ściany

2.3.1 Ściana kondygnacji technicznej

			obc.char.	γ_f	obc.obl.
1. tynk cienkowarstwowy	1	cm	0,21	1,30	0,27 kN/m ²

PRZEKROJE PRĘTÓW:



PRĘTY UKŁADU:

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

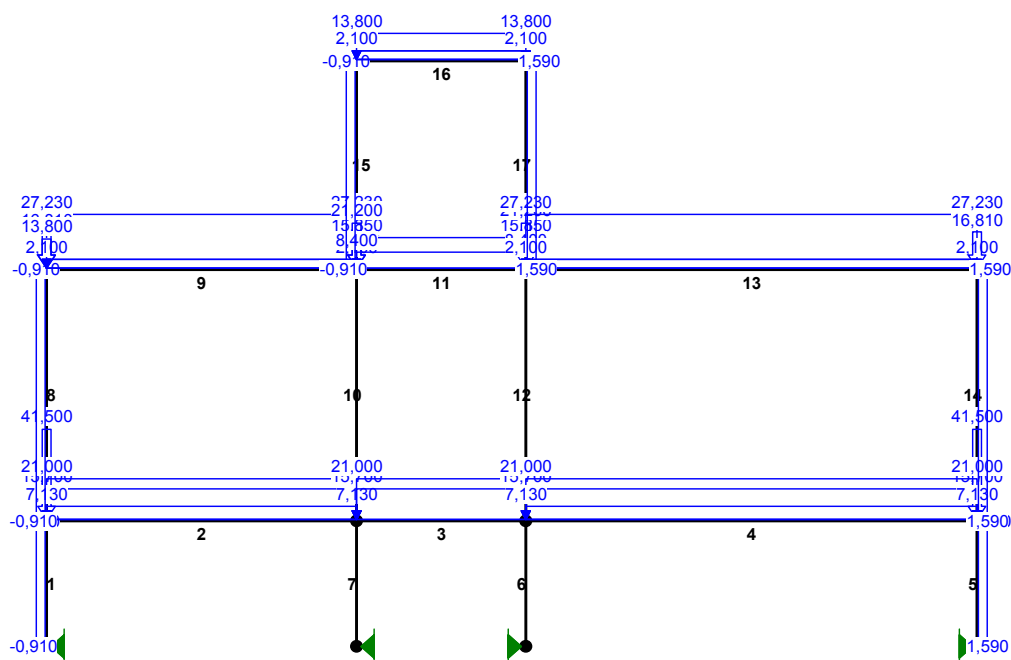
Pręt:	Typ:	A:	B:	Lx[m]:	Ly[m]:	L[m]:	Red.EJ:	Przekrój:
1	00	1	2	0,000	1,800	1,800	1,000	1 B 30,0x30,0
2	00	2	3	4,400	0,000	4,400	1,000	2 B 40,0x30,0
3	00	3	4	2,400	0,000	2,400	1,000	2 B 40,0x30,0
4	00	4	5	6,400	0,000	6,400	1,000	2 B 40,0x30,0
5	00	5	6	0,000	-1,800	1,800	1,000	1 B 30,0x30,0
6	00	4	7	0,000	-1,800	1,800	1,000	1 B 30,0x30,0
7	00	3	8	0,000	-1,800	1,800	1,000	1 B 30,0x30,0
8	00	2	9	0,000	3,600	3,600	1,000	1 B 30,0x30,0
9	00	9	10	4,400	0,000	4,400	1,000	2 B 40,0x30,0
10	00	10	3	0,000	-3,600	3,600	1,000	1 B 30,0x30,0
11	00	10	11	2,400	0,000	2,400	1,000	2 B 40,0x30,0
12	00	11	4	0,000	-3,600	3,600	1,000	1 B 30,0x30,0
13	00	11	12	6,400	0,000	6,400	1,000	2 B 40,0x30,0
14	00	12	5	0,000	-3,600	3,600	1,000	1 B 30,0x30,0
15	00	10	13	0,000	2,990	2,990	1,000	1 B 30,0x30,0
16	00	13	14	2,400	0,000	2,400	1,000	2 B 40,0x30,0
17	00	14	11	0,000	-2,990	2,990	1,000	1 B 30,0x30,0

WIELKOŚCI PRZEKROJOWE:

Nr.	A[cm ²]	I _x [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	W _g [cm ³]	W _d [cm ³]	h[cm]	Materiał:
1	900,0	67500	67500	4500	4500	30,0	18 B20
2	1200,0	160000	90000	8000	8000	40,0	18 B20

STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał:	Moduł E: [N/mm ²]	Napręż.gr.: [N/mm ²]	AlfaT: [1/K]
18 B20	29	10,600	1,00E-05

OBCIĄŻENIA:**OBCIĄŻENIA:**

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

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a[m]:	b[m]:
Grupa:	G	"				
2	Liniowe	0,0	15,700	15,700	0,00	4,40
2	Skupione	0,0	41,500		0,00	
2	Liniowe	0,0	7,130	7,130	0,00	4,40
3	Liniowe	0,0	15,700	15,700	0,00	2,40
4	Liniowe	0,0	15,700	15,700	0,00	6,40
4	Skupione	0,0	41,500		6,40	
4	Liniowe	0,0	7,130	7,130	0,00	6,40

9	Liniowe	0,0	27,230	27,230	0,00	4,40
9	Skupione	0,0	16,810		0,00	
11	Liniowe	0,0	15,850	15,850	0,00	2,40
11	Skupione	0,0	21,200		0,00	
11	Skupione	0,0	21,200		2,40	
13	Liniowe	0,0	27,230	27,230	0,00	6,40
13	Skupione	0,0	16,810		6,40	
16	Liniowe	0,0	13,800	13,800	0,00	2,40
Grupa: P ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,40$	
9	Liniowe	0,0	2,100	2,100	0,00	4,40
11	Liniowe	0,0	8,400	8,400	0,00	2,40
13	Liniowe	0,0	2,100	2,100	0,00	6,40
16	Liniowe	0,0	2,100	2,100	0,00	2,40
Grupa: R ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,30$	
2	Liniowe	0,0	21,000	21,000	0,00	4,40
3	Liniowe	0,0	21,000	21,000	0,00	2,40
4	Liniowe	0,0	21,000	21,000	0,00	6,40
Grupa: S ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
9	Liniowe	0,0	3,020	3,020	0,00	4,40
13	Liniowe	0,0	3,020	3,020	0,00	6,40
16	Liniowe	0,0	3,020	3,020	0,00	2,40
Grupa: T ""				Stałe	$\gamma_f = 1,00$	
9	Skupione	0,0	13,800		0,00	
9	Skupione	0,0	12,700		4,40	
Grupa: W ""				Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	90,0	-0,910	-0,910	0,00	1,80
5	Liniowe	-90,0	1,590	1,590	0,00	1,80
8	Liniowe	90,0	-0,910	-0,910	0,00	3,60
14	Liniowe	-90,0	1,590	1,590	0,00	3,60
15	Liniowe	90,0	-0,910	-0,910	0,00	2,99
17	Liniowe	-90,0	1,590	1,590	0,00	2,99

=====

W Y N I K I
Teoria I-go rzędu
Kombinatoryka obciążeń

=====

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	Ψ_d :	γ_f :
Ciężar wł.			1,10
G - ""	Stałe		1,30
P - ""	Zmienne	1	1,00
R - ""	Zmienne	1	1,00
S - ""	Zmienne	1	1,00
T - ""	Stałe		1,00
W - ""	Zmienne	1	1,00

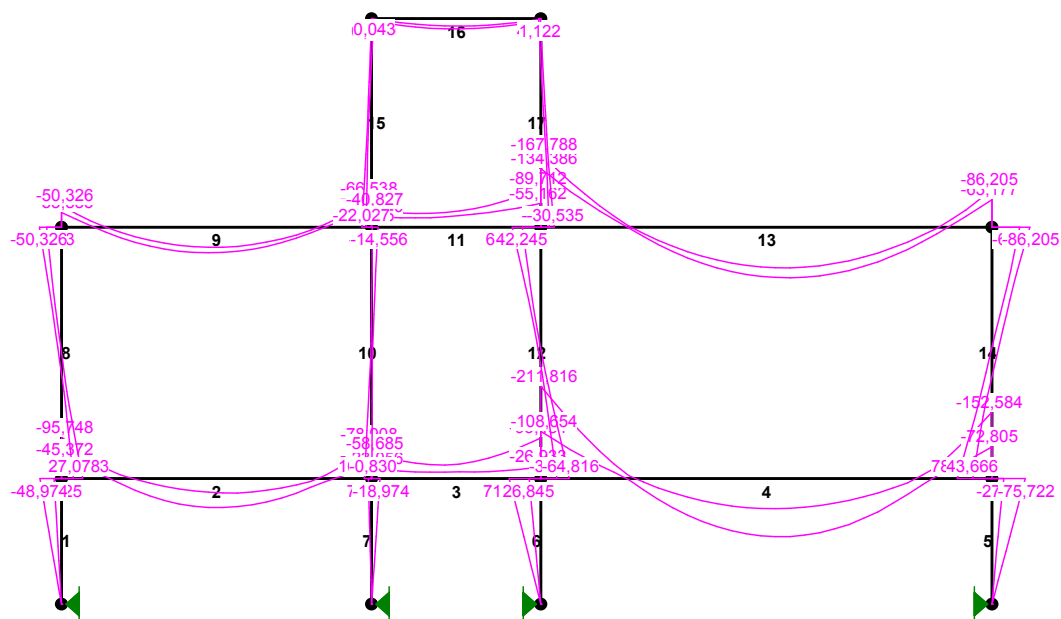
RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

Grupa obc.:	Relacje:
Ciężar wł.	ZAWSZE
G - " "	EWENTUALNIE
P - " "	EWENTUALNIE
R - " "	EWENTUALNIE
S - " "	EWENTUALNIE
T - " "	EWENTUALNIE
W - " "	EWENTUALNIE

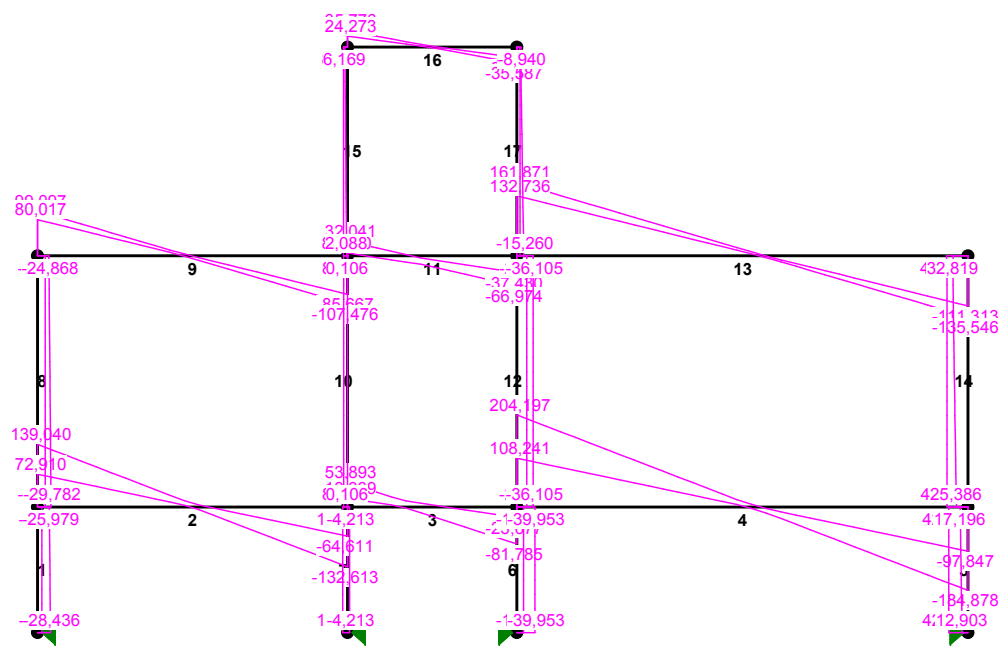
KRYTERIA KOMBINACJI OBCIĄŻEŃ:

Nr:	Specyfikacja:
1	ZAWSZE : G EWENTUALNIE: P+R+S+W

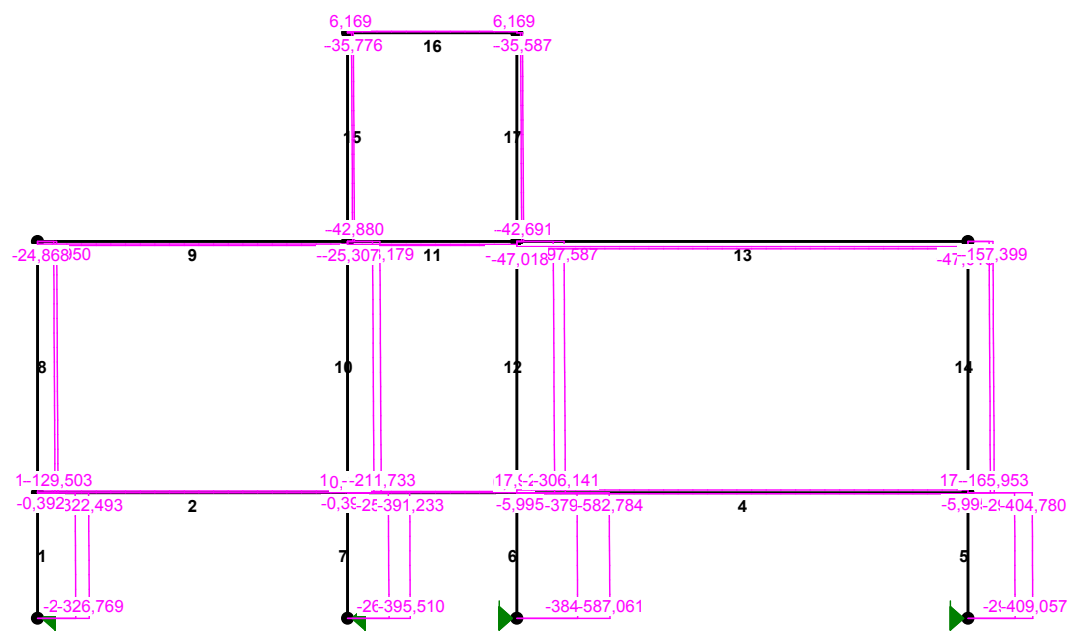
MOMENTY-OBWIEDNIE:



TNĄCE-OBWIEDNIE :



NORMALNE-OBWIEDNIE :



SIŁY PRZEKROJOWE – WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:	Kombinacja obciążeń:	
1	0,000	-0,000*	-27,731	-326,769	GPRSW
	1,800	-48,974*	-25,979	-307,079	GRW
	0,000	0,000	-28,436*	-311,356	GRW
	1,800	-18,294	-10,163	-237,284*	G
	0,000	-0,000	-27,731	-326,769*	GPRSW
2	2,200	67,303*	-0,289	-0,392	GR
	0,000	-95,748*	139,040	4,508	GPRSW
	0,000	-95,748	139,040*	4,508	GPRSW
	0,000	-63,504	79,916	11,656*	GPSW
	2,475	33,684	-1,380	11,656*	GPSW
	4,400	-78,889	-132,613	-0,392*	GR
	2,200	67,303	-0,289	-0,392*	GR
3	0,900	-14,586*	-0,890	8,626	GPS
	2,400	-93,484*	-81,785	2,014	GR
	2,400	-93,484	-81,785*	2,014	GR
	2,400	-42,446	-36,257	8,626*	GPS
	0,900	-14,586	-0,890	8,626*	GPS
	2,400	-77,971	-69,206	0,255*	GRW
	1,050	-30,906	-0,520	0,255*	GRW
4	3,200	133,660*	11,726	-5,995	GRW
	0,000	-211,816*	204,197	-5,995	GRW
	0,000	-211,816	204,197*	-5,995	GRW
	0,000	-108,654	108,241	17,983*	GPS
	3,200	69,540	3,130	17,983*	GPS
	0,000	-211,816	204,197	-5,995*	GRW
	3,200	133,660	11,726	-5,995*	GRW
5	1,800	0,000*	40,929	-409,057	GPRS
	0,000	-75,722*	42,068	-382,970	GR
	1,800	-0,000	42,068*	-387,247	GR
	0,000	-75,722	42,068*	-382,970	GR
	0,000	-29,139	18,335	-293,516*	GW
	1,800	0,000	40,929	-409,057*	GPRS
6	0,000	71,915*	-39,953	-511,904	GRW
	1,800	0,000*	-30,217	-587,061	GPRS
	0,000	71,915	-39,953*	-511,904	GRW
	1,800	-0,000	-39,953*	-516,181	GRW
	0,000	44,370	-24,650	-379,759*	GW
	1,800	0,000	-30,217	-587,061*	GPRS
7	0,000	7,583*	-4,213	-307,425	GPSW
	0,000	-18,974*	10,541	-340,590	GR
	1,800	-0,000	10,541*	-344,867	GR
	0,000	-18,974	10,541*	-340,590	GR
	0,000	-9,844	5,469	-256,782*	G
	1,800	0,000	0,859	-395,510*	GPRSW
8	0,000	48,043*	-29,782	-129,503	GPRSW
	3,600	-50,326*	-24,868	-120,950	GPRSW
	0,000	48,043	-29,782*	-129,503	GPRSW
	3,600	-33,833	-16,919	-101,870*	G
	0,000	48,043	-29,782	-129,503*	GPRSW

9	2,200	58,500*	-6,195	-19,151	GPS
	4,400	-66,538*	-107,476	-19,151	GPS
	4,400	-66,538	-107,476*	-19,151	GPS
	4,400	-55,084	-89,677	-16,919*	G
	2,200	48,874	-4,830	-16,919*	G
	4,400	-59,940	-103,466	-24,868*	GPRSW
	2,200	56,276	-2,185	-24,868*	GPRSW
10	3,600	16,420*	8,605	-180,740	GRS
	0,000	-14,556*	8,605	-172,187	GRS
	3,600	16,420	8,605*	-180,740	GRS
	0,000	-14,556	8,605*	-172,187	GRS
	0,000	-11,860	5,968	-157,273*	G
	3,600	5,966	2,742	-211,733*	GPRSW
11	0,600	-21,560*	2,548	-21,255	GPR
	2,400	-89,712*	-66,974	-21,774	GPS
	2,400	-89,712	-66,974*	-21,774	GPS
	2,400	-71,967	-48,397	-18,798*	G
	0,300	-22,752	1,526	-18,798*	G
	2,400	-72,907	-56,006	-25,307*	GPRSW
	0,750	-28,866	2,623	-25,307*	GPRSW
12	0,000	65,163*	-36,105	-284,081	GPRSW
	3,600	-64,816*	-36,105	-292,635	GPRSW
	0,000	65,163	-36,105*	-284,081	GPRSW
	3,600	-64,816	-36,105*	-292,635	GPRSW
	0,000	59,398	-33,702	-229,948*	GRW
	3,600	-39,363	-24,270	-306,141*	GPS
13	3,600	116,627*	-3,863	-38,257	GPSW
	0,000	-167,788*	161,871	-38,257	GPSW
	0,000	-167,788	161,871*	-38,257	GPSW
	0,000	-135,692	134,007	-32,819*	G
	3,600	96,820	-4,834	-32,819*	G
	0,000	-166,482	160,599	-47,018*	GPRSW
	3,600	113,355	-5,134	-47,018*	GPRSW
14	3,600	78,911*	45,866	-165,953	GPRS
	0,000	-86,205*	45,866	-157,399	GPRS
	0,000	-81,485	47,018*	-155,891	GPRSW
	0,000	-63,177	33,972	-133,166*	GW
	3,600	78,911	45,866	-165,953*	GPRS
15	2,990	4,879*	8,839	-29,562	GS
	0,000	-22,027*	8,940	-40,104	GPS
	2,990	4,704	8,940*	-33,000	GPS
	0,000	-22,027	8,940*	-40,104	GPS
	2,990	4,517	7,846	-24,273*	G
	0,000	-15,207	3,181	-42,880*	GPRSW
16	1,200	23,728*	-1,294	8,940	GPS
	0,000	0,043*	30,487	6,269	GPRW
	0,000	0,405	35,776*	7,262	GPRSW
	2,400	1,599	-35,587	8,940*	GPS
	1,200	23,728	-1,294	8,940*	GPS
	0,000	0,218	27,049	6,169*	GRW
	1,350	17,500	-1,446	6,169*	GRW
17	0,000	4,822*	-8,028	-29,342	GSW
	2,990	-30,535*	-15,260	-40,064	GPSW
	2,990	-30,535	-15,260*	-40,064	GPSW

0,000	4,345	-6,169	-23,610*	GRW
2,990	-25,131	-8,940	-42,691*	GPS

DEFORMACJE – WARTOŚCI EKSTREMALNE: T.I rzędu

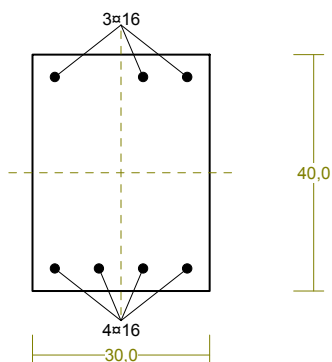
Obciążenia obl.: Ciężar wł.+"Kombinacja obciążeń"

Pręt: L/f: Kombinacja obciążeń:

1	3403,7	GRW
2	1959,9	GR
3	4007,0	GR
4	704,4	GRW
5	2241,0	GR
6	2359,6	GRW
7	8943,6	GR
8	4394,2	GPSW
9	2112,7	GPS
10	14555,3	GR
11	3882,0	GPS
12	4330,2	GPSW
13	769,9	GPSW
14	2418,0	GPS
15	5589,5	GPSW
16	7619,7	GPS
17	4317,6	GPS

Cechy przekroju:

zadanie rama ITE, pręt nr 9, przekrój: xa=2,20 m, xb=2,20 m



Wymiary przekroju [cm]:

h=40,0, b=30,0,

Cechy materiałowe dla sytuacji stałej lub przejściowej

BETON: B20

f_{ck}= 16,0 MPa, f_{cd}=α·f_{ck}/γ_c=1,00×16,0/1,50=10,7 MPa

Cechy geometryczne przekroju betonowego:

A_c=1200 cm², J_{cx}=160000 cm⁴, J_{cy}=90000 cm⁴

STAL: A-III (34GS)

f_{yk}=410 MPa, γ_s=1,15, f_{yd}=350 MPa

ξ_{lim}=0,0035/(0,0035+f_{yd}/E_s)=0,0035/(0,0035+350/200000)=0,66

7,

Zbrojenie główne:

As1+As2=14,07 cm², ρ=100 (As1+As2)/A_c=100×14,07/1200=1,17 %,

J_{sx}=3694 cm⁴, J_{sy}=1093 cm⁴,

Siły przekrojowe:

zadanie: rama ITE, pręt nr 9, przekrój: xa=2,20 m, xb=2,20 m

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **GPS**

Momenty zginające:

M_x = -58,917 kNm,

M_y = 0,000 kNm,

Siły poprzeczne:

V_y = 0,135 kN,

V_x = 0,000 kN,

Siła osiowa:

N = -19,151 kN = NS_d,

Uwzględnienie smukłości pręta:

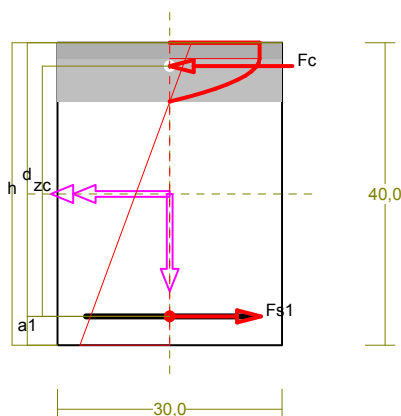
- w płaszczyźnie ustroju:

e_{ey} = M_x/N = (-58,917)/(-19,151)=3,076 m,

MS_{dx} = η_x (e_{ay} + e_{ey}) N = 1,003×(0,020 + 3,076)×(-19,151) = -59,500 kNm,.

Zbrojenie wymagane:

(zadanie rama ITE, pręt nr 9, przekrój: xa=2,09 m, xb=2,31 m)



Wielkości obliczeniowe:

$NSd = -19,151 \text{ kN}$,
 $MSd = \sqrt{(MSdx^2 + MSdy^2)} = \sqrt{(-59,483^2 + 0,000^2)} = 59,483 \text{ kNm}$
 $f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td}$,
 Zbrojenie rozciągane ($\epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰}$):
 $As1 = 4,85 \text{ cm}^2 \Rightarrow (3 \times 16 = 6,03 \text{ cm}^2)$,
 Dodatkowe zbrojenie ściskane nie jest obliczeniowo wymagane.

$As = As1 + As2 = 4,85 \text{ cm}^2$, $\rho = 100 \times As / Ac = 100 \times 4,85 / 1200 = 0,40 \text{ ‰}$

Wielkości geometryczne [cm]:

$h = 40,0$, $d = 36,2$, $x = 7,8$ ($\xi = 0,215$),
 $a1 = 3,8$, $ac = 3,1$, $zc = 33,1$, $Acc = 234 \text{ cm}^2$,
 $\epsilon_c = -2,74 \text{ ‰}$, $\epsilon_{s1} = 10,00 \text{ ‰}$,

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$F_c = -189,070$, $F_{s1} = 169,915$,
 $M_c = 31,958$, $M_{s1} = 27,526$,

Warunki równowagi wewnętrznej:

$F_c + F_{s1} = -189,070 + (169,915) = -19,155 \text{ kN}$ ($NSd = -19,151 \text{ kN}$)
 $M_c + M_{s1} = 31,958 + (27,526) = 59,484 \text{ kNm}$ ($MSd = 59,483 \text{ kNm}$)

Długości wyboczeniowe pręta:

zadanie rama ITE, pręt nr 9

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu:

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

ze wzoru (C.1) $l_o = \beta l_{col}$, $l_{col} = 4,400 \text{ m}$,

podatności węzłów: $k_a = 0,660 \Rightarrow k_A = (1/k_a - 1) = 0,516$, $k_b = 0,714 \Rightarrow k_B = (1/k_b - 1) = 0,401$,

$\beta = 0,5 + 0,25/(k_A + 1) + 0,25/(k_B + 1) = 0,5 + 0,25/(0,516 + 1) + 0,25/(0,401 + 1) = 0,843 \Rightarrow l_o = 0,843 \times 4,400 = 3,711 \text{ m}$

- 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) $l_o = \beta l_{col}$, $l_{col} = 4,400 \text{ m}$,

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

$\beta = 1,000 \Rightarrow l_o = 1,000 \times 4,400 = 4,400 \text{ m}$

Uwzględnienie wpływu smukłości pręta:

zadanie rama ITE, pręt nr 9

- w płaszczyźnie ustroju:

mimośród niezamierzony: ($l_{col} = 4,400 \text{ m}$, $h = 0,400 \text{ m}$) $e_a = \max \left\langle \frac{l_{col}}{600}, \frac{h}{30}, 0,01 \right\rangle = \max \langle 0,007, 0,013, 0,010 \rangle = 0,013 \text{ m}$, przyjęto: $e_a = 0,020 \text{ m}$,

mimośród statyczny: $M_{max} = M_{3Sd} = 58,912 \text{ kNm}$, $NSd = -19,151 \text{ kN} \Rightarrow e_e = |M_{max}/N| = |58,912/(-19,151)| = 3,076 \text{ m}$,

mimośród początkowy: $e_o = e_a + e_e = 0,020 + 3,076 = 3,096 \text{ m}$,

obliczenie siły krytycznej:

- długość wyboczeniowa: $l_o = 3,711 \text{ m}$ (obliczona wg PN),

- moduł sprężystości betonu: $E_{cm} = 29,0 \cdot 10^6 \text{ kPa}$,

- momenty bezwładności: $I_c = 16,0000 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$,

$$I_s = 0,3694 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4 \text{ (dla zbrojenia rzeczywistego)}$$

$$- e_o/h = \max\langle (ea+ee)/h, 0,05, 0,5-0,01(l_o/h+f_{cd}) \rangle = \max\langle 7,740, 0,05, 0,300 \rangle = 7,740,$$

$$- k_{lt} = 1 + 0,5 (N_{Sd,lt}/N_{Sd}) \phi(t, t_o) = 1 + 0,5 \times 1,000 \times 2,00 = 2,000,$$

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

$$\frac{9}{3,711^2} \left[\frac{2,900 \cdot 10^7 \times 1,600 \cdot 10^{-3}}{2 \times 2,000} \left(\frac{0,11}{0,1 + 7,740} + 0,1 \right) + 2,0 \cdot 10^8 \times 3,694 \cdot 10^{-5} \right] = 5692,629 \text{ kN}$$

współczynnik zwiększający mimośród początkowy:

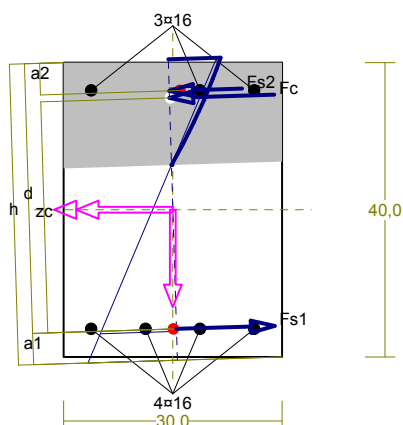
$$\eta = \frac{1}{1 - N_{Sd}/N_{crit}} = \frac{1}{1 - (19,151 / 5692,629)} = 1,003$$

- w płaszczyźnie prostopadłej do ustroju:

uwzględnienie wpływu smukłości zaniechano

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie rama ITE, pręt nr 9, przekrój: $x_a = 2,09 \text{ m}$, $x_b = 2,31 \text{ m}$



Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Sd} = -19,151 \text{ kN},$$

$$M_{Sd} = \sqrt{(M_{Sdx}^2 + M_{Sdy}^2)} = \sqrt{(-59,483^2 + 0,000^2)} = 59,483 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}, \quad f_{yd} = 350 \text{ MPa} = f_{td},$$

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

$$\text{Zbrojenie ściskane: } A_{s2} = 6,03 \text{ cm}^2,$$

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 14,07 \text{ cm}^2, \quad \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 14,07 / 1200 = 1,17 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 40,9, \quad d = 36,6, \quad x = 14,2 \quad (\xi = 0,389),$$

$$a_1 = 4,3, \quad a_2 = 4,3, \quad a_c = 4,8, \quad z_c = 31,4, \quad A_{cc} = 418 \text{ cm}^2,$$

$$\epsilon_c = -0,72 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s2} = -0,52 \text{ ‰}, \quad \epsilon_{s1} = 1,13 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -136,877, \quad F_{s1} = 178,219, \quad F_{s2} = -60,494,$$

$$M_c = 20,812, \quad M_{s1} = 28,872, \quad M_{s2} = 9,800,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 97,929 \text{ kNm} > M_{Sd} = M_c + M_{s1} + M_{s2} = 20,812 + (28,872) + (9,800) = 59,483 \text{ kNm}$$

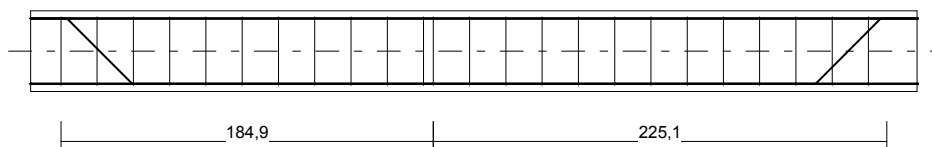
Zbrojenie poprzeczne (strzemiona)

zadanie rama ITE, pręt nr 9

Na całej długości pręta przyjęto strzemiona o średnicy $\phi = 6 \text{ mm}$ ze stali A-0, dla której $f_{ywd} = 190 \text{ MPa}$.

Minimalny stopień zbrojenia na ścinanie:

$$\rho_{w,min} = 0,08 \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0,08 \times \sqrt{16} / 410 = 0,00078$$



Rozstaw strzemion:

Strefa nr 1

Początek i koniec strefy: $x_a = 15,0$ $x_b = 199,9$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 362 = 272 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm} \\ \text{przyjęto } s_{\max} = 272 \text{ mm.}$$

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

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{300,0; 400,0\} = 300,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm} \\ \text{przyjęto } s_{\max} = 300,0 \text{ mm.}$$

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

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (18,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00105$$

$$\rho_w = 0,00105 > 0,00078 = \rho_w \text{ min}$$

Strefa nr 2

Początek i koniec strefy: $x_a = 199,9$ $x_b = 425,0$ cm

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla belek:

$$s_{\max} = 0,75 d = 0,75 \times 362 = 272 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm} \\ \text{przyjęto } s_{\max} = 272 \text{ mm.}$$

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

Maksymalny rozstawy strzemion – wymagania dla słupów:

$$s_{\max} = \min\{h; b\} = \min\{300,0; 400,0\} = 300,0 \quad s_{\max} \leq 400 \text{ mm} \\ \text{przyjęto } s_{\max} = 300,0 \text{ mm.}$$

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

Przyjęto strzemiona 2-cięte, prostopadłe do osi pręta o rozstawie **18,0** cm, dla których stopień zbrojenia na ścinanie wynosi:

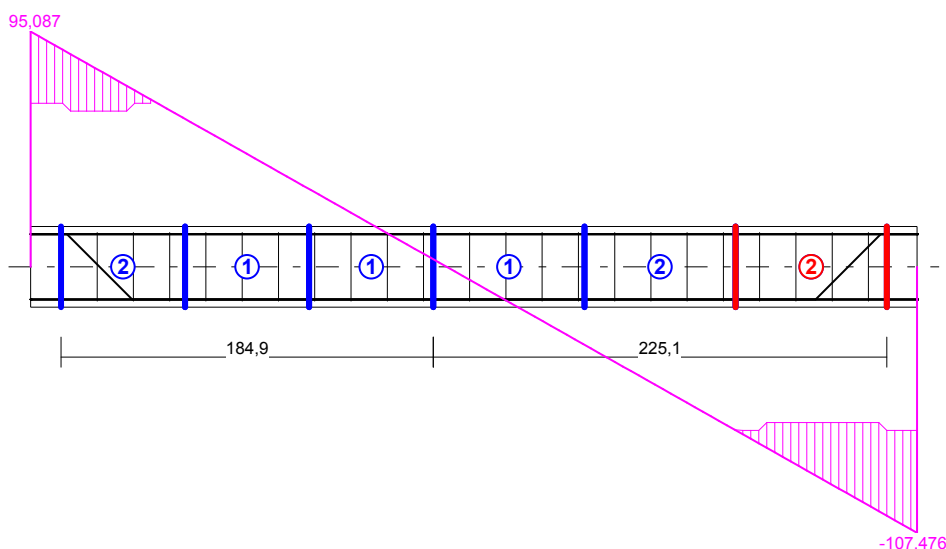
$$\rho_w = A_{sw} / (s b_w \sin \alpha) = 0,57 / (18,0 \times 30,0 \times 1,000) = 0,00105$$

$$\rho_w = 0,00105 > 0,00078 = \rho_w \text{ min}$$

Ścinanie

zadanie rama ITE, pręt nr 9.

Przyjęto podparcie i obciążenie bezpośrednie.



Odcinek nr 6

Początek i koniec odcinka: $x_a = 350,0$ $x_b = 425,0$ cm

Siły przekrojowe: $N_{Sd} = -19,151$;

$V_{Sd} \max = -100,571$ kN

Siła poprzeczna w odległości d od podpory wynosi: $V_{Sd} = -100,571$ kN

Rodzaj odcinka:

$$\rho L = \frac{A_{sL}}{b_w d} = \frac{6,03}{30,0 \times 36,2} = 0,00555; \quad \rho L \leq 0,01$$

Przyjęto $\rho L = 0,00555$.

$$\sigma_{cp} = N_{Sd} / AC = 19,151 / 1297,06 \times 10 = 0,15 \text{ MPa} \quad \sigma_{cp} \leq 0,2 f_{cd}$$

Przyjęto $\sigma_{cp} = 0,15$ MPa.

$$VR_{d1} = [0,35 k f_{ctd} (1,2 + 40 \rho L) + 0,15 \sigma_{cp}] b_w d = \\ = [0,35 \times 1,24 \times 0,90 \times (1,2 + 40 \times 0,00555) + 0,15 \times 0,15] \times 30,0 \times 36,2 \times 10^{-1} = 62,732 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 100,571 > 62,732 = VR_{d1}$$

Nośność odcinka II-go rodzaju:

Przyjęto kąt $\theta = 26,6^\circ$

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

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

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

Przyjęto $\Delta VR_d = 0,000$ kN.

$$VR_{d2} = v f_{cd} b_w z \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} + \Delta V_{Rd} = \\ = 0,562 \times 10,7 \times 30,0 \times 29,1 \frac{2,000}{1 + 2,000^2} \times 10^{-1} + 0,000 = 209,954 \text{ kN}$$

$$\alpha_c = 1 + \sigma_{cp} / f_{cd} = 1 + 0,15 / 10,7 = 1,014$$

$$VR_{d2,red} = \alpha_c VR_{d2} = 1,014 \times 209,954 = 212,851 \text{ kN}$$

Przyjęto $VR_{d2,red} = 209,954$ kN

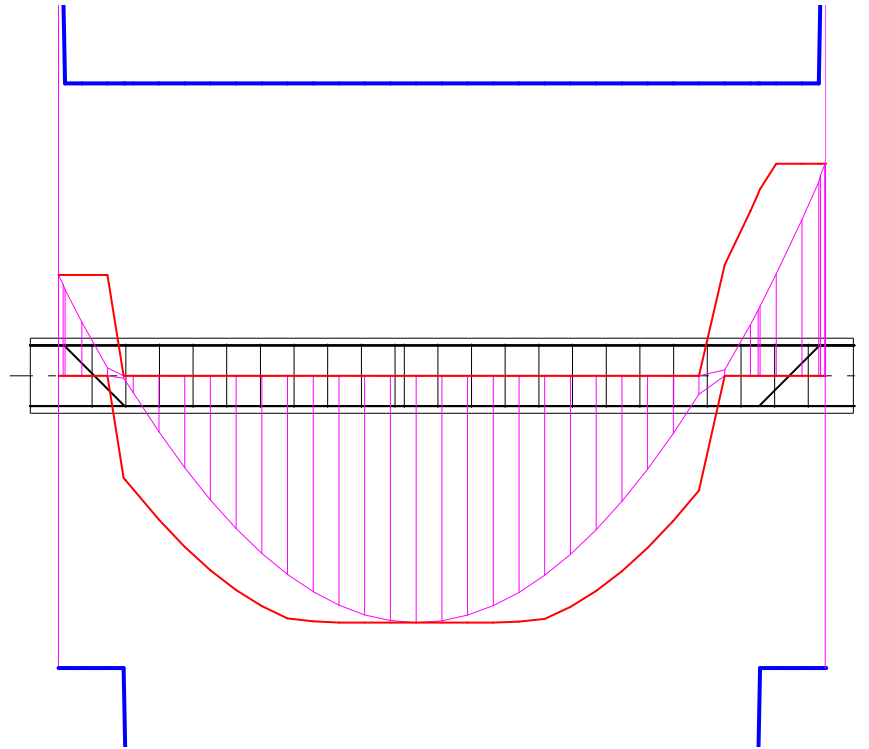
$$V_{Sd} = 100,571 < 209,954 = VR_{d2,red}$$

$$VR_{d3} = VR_{d31} + VR_{d32} = \frac{A_{sw1} f_{ywd1}}{s_1} z \cot \theta + \frac{A_{sw2} f_{ywd2}}{s_2} z (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha = \\ = \frac{0,57 \times 190}{18,0} 29,1 \times 2,000 \times 10^{-1} + \frac{0,00 \times 350}{0,0} 29,1 \times (2,000 + 1,000) \times 0,707 \times 10^{-1} = 34,759 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 100,571 > 34,759 = VR_{d3}$$

Nośność zbrojenia podłużnego

zadanie rama ITE, pręt nr 9.



Sprawdzenie siły przenoszanej przez zbrojenie rozciągane dla $x = 4,215$ m:

$$\Delta F_{td} = 0,5 |V_{Sd}| (\cot \theta - V_{Rd32} / V_{Rd3} \cot \alpha) = 0,5 \times 98,959 \times (2,000 - 0,000 / 34,759 \times 1,000) = 98,959 \text{ kN}$$

Sumaryczna siła w zbrojeniu rozciągany:

$$F_{td} = F_{td,m} + \Delta F_{td} = 140,048 + 98,959 = 239,008 \text{ kN};$$

$$F_{td} \leq F_{td,max} = 152,971 \text{ kN}$$

Przyjęto $F_{td} = 152,971 \text{ kN}$

$$F_{td} = 152,971 < 211,115 = 6,03 \times 350 \times 10^{-1} = A_s f_{yd}$$

Zarysowanie

zadanie rama ITE, pręt nr 9,

Położenie przekroju:

$$x = 4,250 \text{ m}$$

Siły przekrojowe:

$$M_{Sd} = -38,957 \text{ kNm}$$

$$N_{Sd} = -14,752 \text{ kN} \quad e = 266,1 \text{ cm}$$

$$V_{Sd} = -76,933 \text{ kN}$$

Wymiary przekroju:

$$b_w = 30,0 \text{ cm}$$

$$d = h - a_1 = 40,0 - 3,8 = 36,2 \text{ cm}$$

$$A_c = 1200 \text{ cm}^2$$

$$W_c = 8000 \text{ cm}^3$$

Minimalne zbrojenie:

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

$$\begin{aligned} A_s &= k_c k_{fct,eff} A_{ct} / \sigma_{s,lim} = \\ &= 0,4 \times 1,0 \times 1,9 \times 600 / 240 = 1,90 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s1} = 8,04 > 1,90 = A_s$$

Zarysowanie:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 8000 \times 10^{-3} = 15,200 \text{ kNm}$$

$$N_{cr} = \frac{f_{ctm}}{e/W_c - 1/A_c} = \frac{1,9}{266,1/8000,00 - 1/1200,00} \times 10^{-1} = -5,859 \text{ kN}$$

$$N_{Sd} = 14,752 > 5,859 = N_{cr}$$

Przekrój zarysowany.

Szerokość rozwarcia rysy prostopadłej do osi pręta:

Przyjęto $k_2 = 0,5$.

$$\rho_r = A_s / A_{ct,eff} = 8,04 / 267 = 0,03008$$

$$s_{rm} = 50 + 0,25 k_1 k_2 \phi / \rho_r = 50 + 0,25 \times 0,8 \times 0,50 \times 16 / 0,03008 = 103,20$$

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

$$= 147,08 / 200000 \times [1 - 1,0 \times 0,5 \times (-5,859 / 14,752)^2] = 0,00068$$

$$w_k = \beta s_{rm} \epsilon_{sm} = 1,7 \times 103,20 \times 0,00068 = 0,12 \text{ mm}$$

$$w_k = 0,12 < 0,3 = w_{lim}$$

Szerokość rozwarcia rysy ukośnej:

$$\rho_{w1} = \frac{A_{sw1}}{s_1 b_w} = \frac{0,57}{18,0 \times 30,0} = 0,00105$$

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

$$\rho_w = \rho_{w1} + \rho_{w2} = 0,00105 + 0,00000 = 0,00105$$

$$\lambda = \frac{1}{3 \left[\frac{\rho_{w1}}{\eta_1 \phi_1} + \frac{\rho_{w2}}{\eta_2 \phi_2} \right]} = \frac{1}{3 \times [0,00105 / (1,0 \times 6,0)]} = 1909,86$$

$$\tau = \frac{V_{Sd}}{b_w d} = \frac{-76,933}{30,0 \times 36,2} \times 10 = 0,708 \text{ MPa}$$

$$w_k = \frac{4 \tau^2 \lambda}{\rho_w E_s f_{ck}} = \frac{4 \times 0,708^2 \times 1909,86}{0,00105 \times 200000 \times 16} = 1,14 \text{ mm}$$

$$w_k = 1,14 > 0,3 = w_{lim}$$

Ugięcia

zadanie rama ITE, pręt nr 9

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:

$$M_{cr} = f_{ctm} W_c = 1,9 \times 8000 \times 10^{-3} = 15,200 \text{ kNm}$$

Całkowity moment zginający $M_{Sd} = -50,894 \text{ kN}$ powoduje zarysowanie przekroju.

Sztywność dla długotrwałego działania obciążeń długotrwałych:

Sztywność na zginanie wyznaczona dla momentu $M_{Sd} = -50,894 \text{ kNm}$.

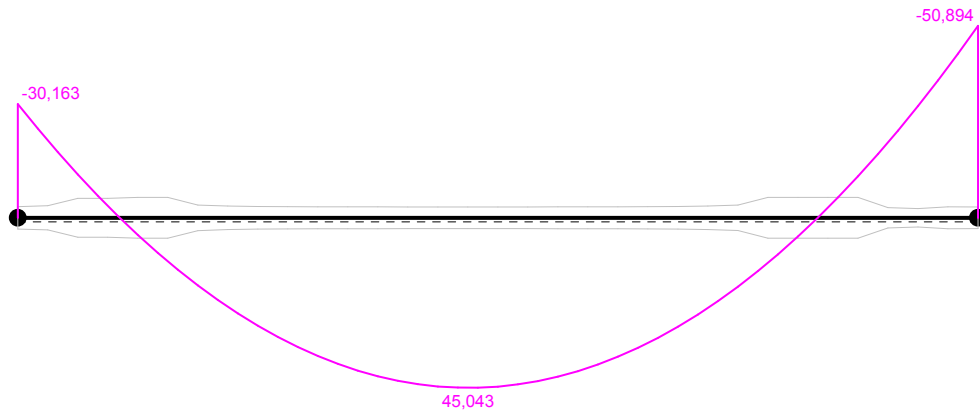
Wielkości geometryczne przekroju:

$$xI = 20,5 \text{ cm} \quad II = 236116 \text{ cm}^4$$

$$x_{II} = 13,3 \text{ cm} \quad I_{II} = 122048 \text{ cm}^4$$

$$B = \frac{E_{c,eff} I_{II}}{1 - \beta_1 \beta_2 (M_{cr} / M_{sd})^2 (1 - I_{II} / I_1)} =$$

$$= \frac{9667 \times 122048}{1 - 1,0 \times 0,5 \times (15,200 / 50,894)^2 \times (1 - 122048 / 236116)} \times 10^{-5} = 12058 \text{ kNm}^2$$



Wykres sztywności i momentów dla obciążeń długotrwałych.

Ugięcia.

Ugięcie w punkcie o współrzędnej $x = 2,063 \text{ m}$, wyznaczone poprzez całkowanie funkcji krzywizny osi pręta ($1/\rho$) z uwzględnieniem zmiany sztywności wzdłuż osi elementu, wynosi:

$$a = a_{\infty, d} = 4,9 \text{ mm}$$

$$a = 4,9 < 22,0 = a_{lim}$$

URZĄD GOSPODARSTWA
16 Suwałki

Suwałki, dnia 1989-03-21 r.

WYDZIAŁ (pieczęć)
tel. SUWL-13789
Nr

Decyzja o stwierdzeniu przygotowania zawodowego

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 4 ust. 2, § 5 ust. 1, § 6 ust. 1 i § 13 ust. 1 pkt. 2 lit. 2
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r.
w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 43) stwierdza się, że: Obywatel(ki) PIOTR SZMULIK

(imię i nazwisko)

magister inżynier budownictwa

(tytuł naukowy — zawodowy)

urodzony(a) dnia 3 grudnia 19 57 r. w Białymstoku

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

projektanta i kierownika budowy i robót

(rodzaj funkcji)

w specjalności konstrukcyjno — budowlanej

(rodzaj specjalności techniczno-budowlanej)

w zakresie

(specjalizacja zawodowa)

„Poligrafika” ZG Suwałki, zam. 477 n. 2000

Obywatel(ki) PIOTR SZMULIK jest upoważniony(a) do:
(imię i nazwisko)

- 1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracyjnych,
- 2/ sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych:
 - a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,
 - b/ budowli nie będących budynkami,
- 3/ kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie wszelkich budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i wodnomelioracyjnych.

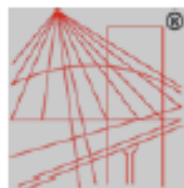


m.p.

Z-ca DYREKTORA

inż. arch. Andrzej Ślikański

(podpis i pieczęć)



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

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-EDM-UX8-S2W *

Pan PIOTR SZMULIK o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0064/09

adres zamieszkania ul. SEMPOŁOWSKIEJ 3 M 86, 00-578 WARSZAWA

jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2013-01-01 do 2013-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2012-11-29 roku przez:

Mieczysław Grodzki, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.pilb.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

