

dr inż. Andrzej Marynowicz  
Pracownia Projektowa ORBIKON  
45-307 Opole  
ul. Łódzka 12  
nowebiuro@orbikon.pl

Opole, 24.09.2019r.

URZĄD GMINY Uście Gorlickie	
KANCELARIA OGÓLNA	
Wpłynęło dnia	26.09.2019
	l. dz. 1920
Ilość zał. ....	podpis .....

BRS  
*[Signature]*

## Ekspertyza uzupełniająca

w odpowiedzi na pismo Pracowni PROKON S.C. z Opola z dnia 20.08.2019r.

W nawiązaniu do otrzymanego pisma wraz z postanowieniem nr 72/2019 z dnia 14.08.2019r, odnoszących się do Ekspertyzy z dnia 30.07.2019r. informuję, że:

1. Odnośnie punktu 1 ww. postanowienia swoje stanowisko wyraziłem w piśmie z dnia 29.08.2019r. Podtrzymuje tym samym, że zakres i forma mojej ekspertyzy pozwala na ocenę stanu technicznego przedmiotowego budynku. W punkcie 4.1 tejszej ekspertyzy wyraźnie wskazuję, że budynek może być eksploatowany po wykonaniu wskazanych czynności naprawczych, co wynika z mojej oceny jego stanu technicznego. Nie jest do końca zrozumiałe polecenie dokonania oceny „całego budynku” – w postanowieniu nr 53/2019 nie zostało sprecyzowane, czy chodzi tu o każdy element budynku z osobna, czy jego ocena budynku jako całość. Według mnie, nie ma potrzeby analizy każdego elementu indywidualnie (wg jakiego klucza?), gdyż nieprawidłowości będące przedmiotem oceny mają stosunkowo mały zasięg oddziaływania, ograniczony tylko do ich bezpośredniego sąsiedztwa (w przydadku stropów P4 i P7, również ściany działowe). Tytułem uzupełnienia dodam jednak, że wykonana została również analiza istniejących słupów w osiach 2 i 4, obciążonych dodatkowymi kratownicami wzmacniającymi. Wyniki obliczeń zestawione zostały w załączniku 3 do niniejszego pisma.

Pragnę również ponownie zaznaczyć, że w swoim nowym postanowieniu Nadzór znacząco rozszerzył nakaz o podanie przyczyn istniejącego stanu technicznego budynku, co nie miało miejsca w poprzednim postanowieniu, a wiąże się z zupełnie innym zakresem i czasochłonnością ekspertyzy, m.in. z powodu niemożliwego obecnie do odtworzenia przebiegu procesu budowlanego z okresu realizacji obiektu (koniec w roku 2012). Pragnę zwrócić jednak uwagę na fakt, iż w swojej ekspertyzie wykazałem, że obecny stan ugięć przekracza te, które są wynikiem obliczeń statycznych dla rzeczywistego, zastanego stanu obciążeń. Zostało to wskazane w punkcie 4.3 ekspertyzy. Wykazałem tym samym, że za obecny stan ugięć nie jest związany bezpośrednio z błędem konstrukcyjnym na etapie projektu, a wynika z przebiegu procesu realizacji i późniejszej eksploatacji budynku.

2. Odnośnie punktu 2: brak taśm bentonitowych nie był poddany szczegółowej ocenie, gdyż w mojej ocenie nie ma to żadnego wpływu na stwierdzone

deformacje i usterki konstrukcji, co również wynika z poprzedniej ekspertyzy, autorstwa mgra Andrzeja Gołaszewskiego.

- Odnosnie punktu 3, poszerzone zestawienie obciążeń przedstawiono w tabelach 1-3. Na stronach Z1-4 do Z1-8 Ekspertyzy pokazane są przyjęte wartości obciążeń na stropy. Ciężary ścianek działowych przyjęto jako 6,0 kN/m (bloczki Porotherm d=11,5 cm,  $\rho=1,8$  kN/m<sup>2</sup>), obciążenia od instalacji oszacowano na 0,4 kN/m<sup>2</sup>. Obciążenia użytkowe przyjęto odpowiednio do funkcji obiektu, czyli 3,0 kN/m<sup>2</sup>. Ciężar centrali wentylacyjnej odczytano z tablicy znamionowej urządzenia, co dało wartość 0,38 kN/m<sup>2</sup>. Obciążenie wiatrem przyjęto stosownie do wymogów normy dla strefy wiatrowej zgodnej z lokalizacją budynku.

Tabela 1. Zestawienie obciążeń stałych połaci dachowej

Przegroda D1				
Materiał	Grubość d [mm]	Obc. char. [kPa]	wsp.	Obc. obl. [kPa]
blacha	0,7	0,05	1,3	0,07
pl. OSB	22	0,14	1,3	0,18
wełna min.	200	0,08	1,3	0,10
<b>Suma:</b>				<b>0,35</b>

Tabela 2. Przypadki obciążeniowe i kombinacje obciążeń

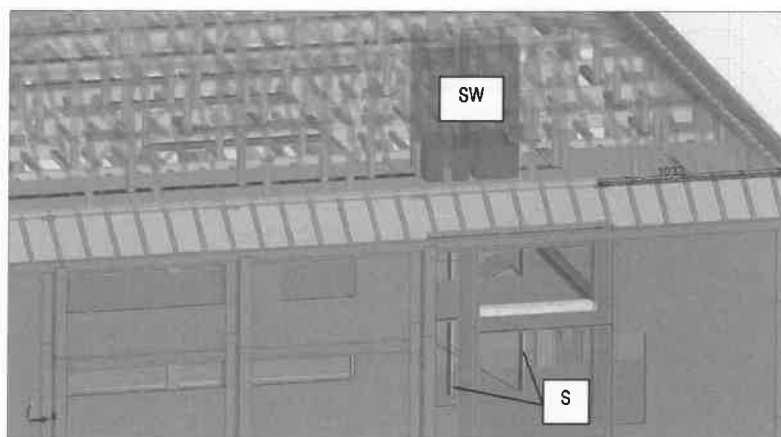
Przypadek	Etykieta	Nazwa przypadku	Natura	Typ analizy
1	STA1	cw	ciężar własny	Statyka liniowa
2	STA2	poszycie	stałe	Statyka liniowa
3	SN1	śniegL	śnieg	Statyka liniowa
4	SN2	śniegP	śnieg	Statyka liniowa
5	W1	wiatrS-N	wiatr	Statyka liniowa
6	STA3	instalacje	stałe	Statyka liniowa
8	STA4	stałe	stałe	Statyka liniowa
9	U1	użytkowe	eksploatacyjne	Statyka liniowa
10		Ku1_lato		Kombinacja liniowa
11		Kn1_lato		Kombinacja liniowa
12		Ku2_bezU		Kombinacja liniowa
13		Kn2_bezU		Kombinacja liniowa
14		Ku3_zimaC		Kombinacja liniowa
15		Ku3_zimaL		Kombinacja liniowa
16		Kn3_zimaC		Kombinacja liniowa
17		Kn3_zimaL		Kombinacja liniowa

Tabela 3. Definicje kombinacji obciążeń

Kombinacja	Nazwa	Typ kombinacji	Definicja
10 (K)	Ku1_lato	SGU	$(1+2+5+8+9+6)*1,00$
11 (K)	Kn1_lato	SGN	$1*1,10+(6+2)*1,40+(9+8)*1,30$
12 (K)	Ku2_bezU	SGU	$(1+6+8+2+5)*1,00$
13 (K)	Kn2_bezU	SGN	$1*1,10+8*1,30+(6+2)*1,40+5*1,50$
14 (K)	Ku3_zimaC	SGU	$(1+2+3+6+8+4+9)*1,00$
15 (K)	Ku3_zimaL	SGU	$(1+2+3+6+8+9+5)*1,00+4*0,50$
16 (K)	Kn3_zimaC	SGN	$1*1,10+(2+6+9)*1,40+(3+4)*1,50+8*1,30$
17 (K)	Kn3_zimaL	SGN	$1*1,10+(2+6)*1,40+(3+5)*1,50+4*0,75+(8+9)*1,30$

- Odnosnie punktu 4, strop P7 został obciążony szachtami wentylacyjnymi, co wynika wprost z modelu obliczeniowego (por. rysunek na stronie Z1-1 załącznika Z1 Ekspertyzy oraz rys. 1).
- Odnosnie słupów wzmacniających RK100 wskazanych w punkcie 5 informuję, że zostały one uwzględnione w modelu obliczeniowym (patrz rys. 1), a ich nośność

została potwierdzona, podobnie jak miało to miejsce w opracowaniu mgra A. Gołaszewskiego, stąd nie znalazły się one jako wyodrębnione elementy w moim opracowaniu. Wyniki obliczeń ww. elementów zestawiono w tabeli 1.



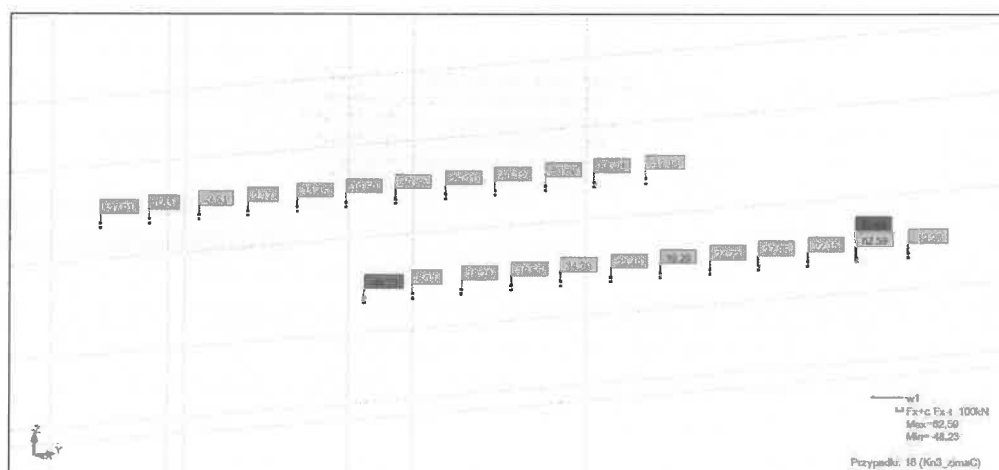
Rys. 1. Model obliczeniowy (fragment): słupy wzmacniające S i szachty wentylacyjne SW.

Tabela 1. Wynik weryfikacji nośności słupów wzmacniających RK100

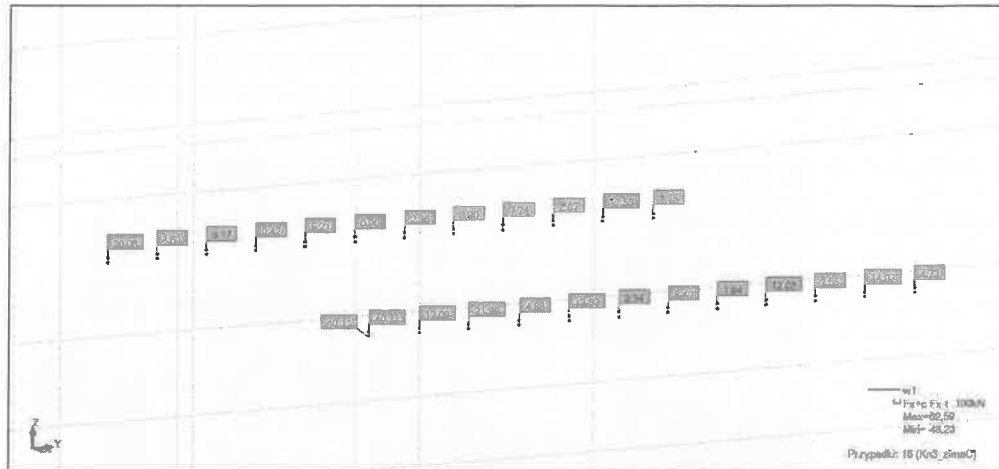
Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyłęż.	Przypadek	Prop.(vx)	Przyp.(vx)	Prop.(vy)	Przyp.(vy)
2593 Słup_2593	RK	S 235	87.95	87.95	0.34	17 Kn3_zimaL	0.01	10 Ku1_lato	0.00	B stałe
2594 Słup_2594	RK	S 235	104.17	104.17	0.47	17 Kn3_zimaL	0.00	12 Ku2_bezU	0.01	1 cw
2595 Słup_2595	RK	S 235	104.17	104.17	0.18	17 Kn3_zimaL	0.00	12 Ku2_bezU	0.01	1 cw
2596 Słup_2596	RK	S 235	87.95	87.95	0.15	13 Kn2_bezU	0.01	14 Ku3_zimaC	0.00	1 cw

6. Odnosnie punktu 6 pragnę poinformować, że nakazanie rozdzielenia obciążenia w układzie przestrzennym nie ma uzasadnienia merytorycznego. Jak należy rozumieć obciążenie dodatkowe? Zaprojektowana konstrukcja wzmacniająca po wykonaniu będzie stanowić układ konstrukcyjny, który przenosi wszystkie obciążenia obliczeniowe (stałe i zmienne) RAZEM z istniejącym stropem, dlatego też nie ma uzasadnienia potrzeba szacowania podziału obciążeń.

Na rysunku 3 przedstawione są ekstremalne siły obliczeniowe przekazywane ze stropu P4 na węzły kratownicy wzmacniającej, natomiast na rysunku 4 analogiczne siły przekazywane na strop P7.



Rys. 3. Obciążenia węzłowe kratownicy wzmacniającej strop P4 (w [kN]).



Rys. 4. Obciążenia węzłowe kratownicy wzmacniającej strop P7 (w [kN]).

7. Odnośnie punktu 7 wyraziłem swoją opinię w piśmie z 29.08.2019r. Tytułem uzupełnienia dodam, że ostateczny sposób kotwienia powinien zostać określony w projekcie wykonawczym dostawcy systemu kotwiącego.
8. Rozwiązanie przejścia kanału wentylacyjnego wykracza poza zakres opracowania ekspertyzy konstrukcyjnej, stanowi bowiem domenę branży instalacyjnej.
9. Odnośnie punktu 9 wyjaśniam ponownie, że na stropie P7 nie wskazałem konieczności wykonania izolacji z pianki PUR w **żadnym punkcie ekspertyzy (!)**. W punkcie 4.10 jest wyraźnie napisane, że izolacja pianką PUR ma obejmować jedynie strop nad częścią basenową. Również dziwi nadinterpretacja zakresu izolacji, obejmująca więźbę dachową (!), co również **nie zostało wskazane** w żadnym z punktów mojej ekspertyzy. Jest oczywiste, że izolacja w tej technologii zawilgoconej konstrukcji nie byłaby możliwa, stąd nie zostało to zalecane do realizacji. Rozwiązanie izolacji wokół wejścia na strych stanowi domenę wykonawcy ocieplenia.
10. Punkt nr 10 nie wymaga komentarza, wynika z oczywistego błędu redakcyjnego -- rysunek 8 został przypadkowo powielony.

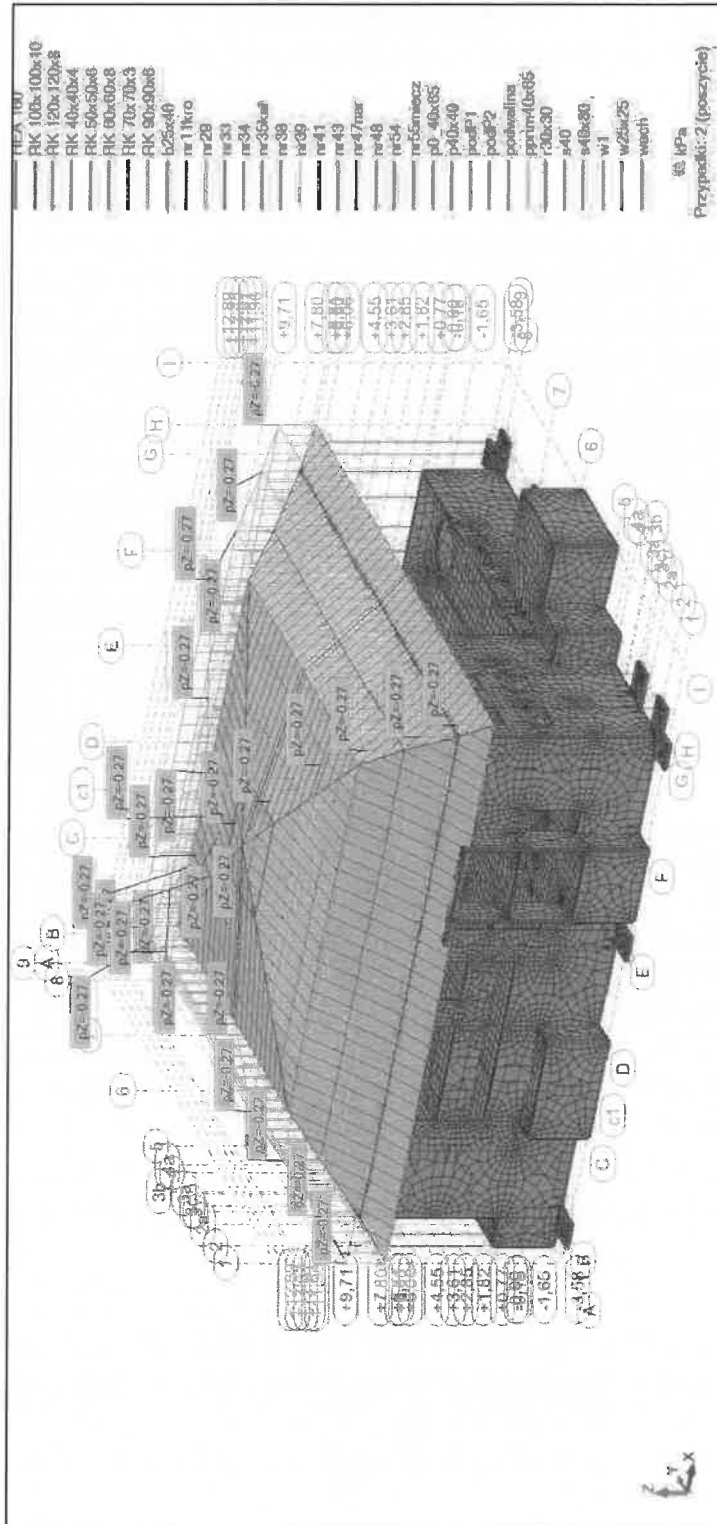
dr inż. ANDRZEJ MARYNOWICZ  
 Uprawnienia do projektowania  
 i kierowania robotami budowlanymi  
 bez ograniczeń w sferze branży  
 konstrukcyjno-budowlanej  
 nr ewid. OPL/0348/PWOK/07

dr inż. Andrzej Marynowicz  
 upr. projektowe nr OPL/0348/PWOK/07

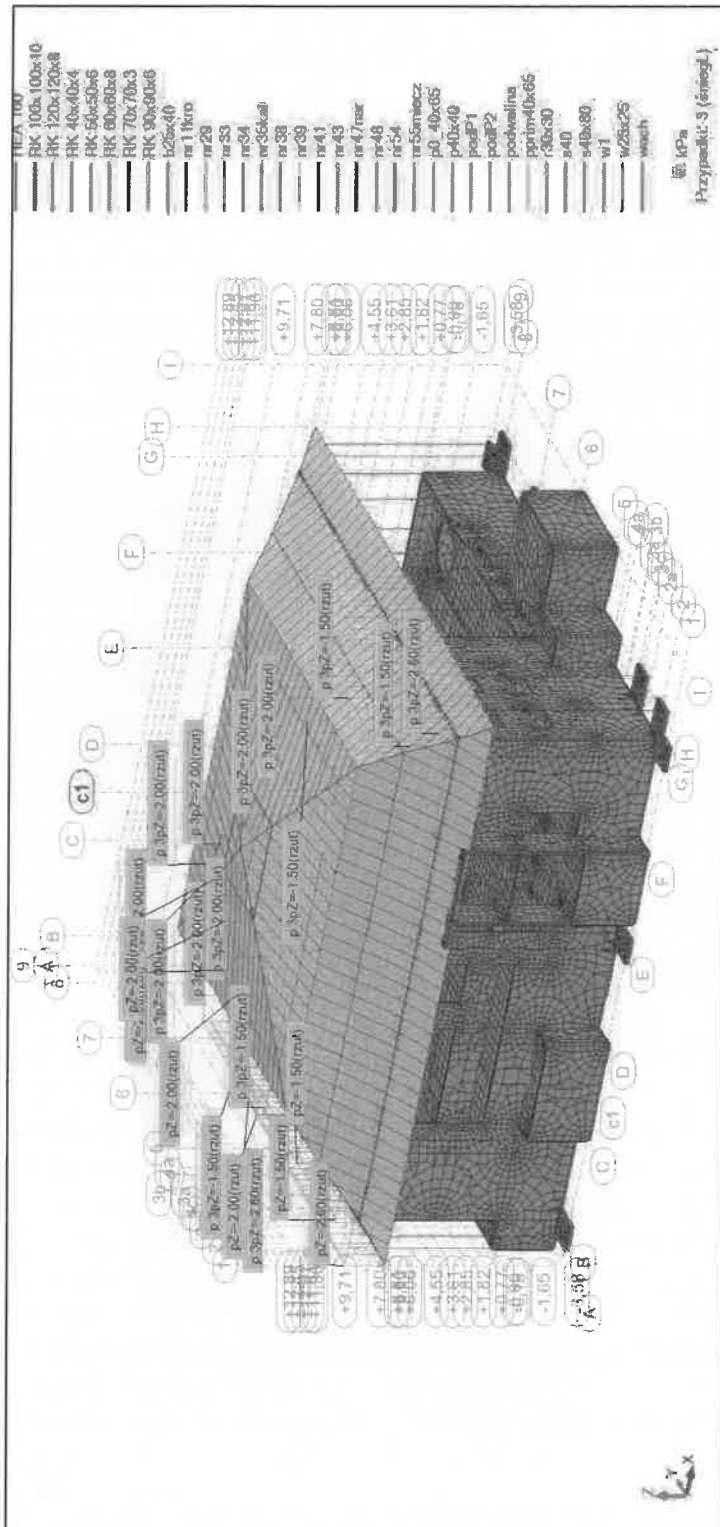
## ZAŁĄCZNIK Z1

Obciążenia połaci dachowej

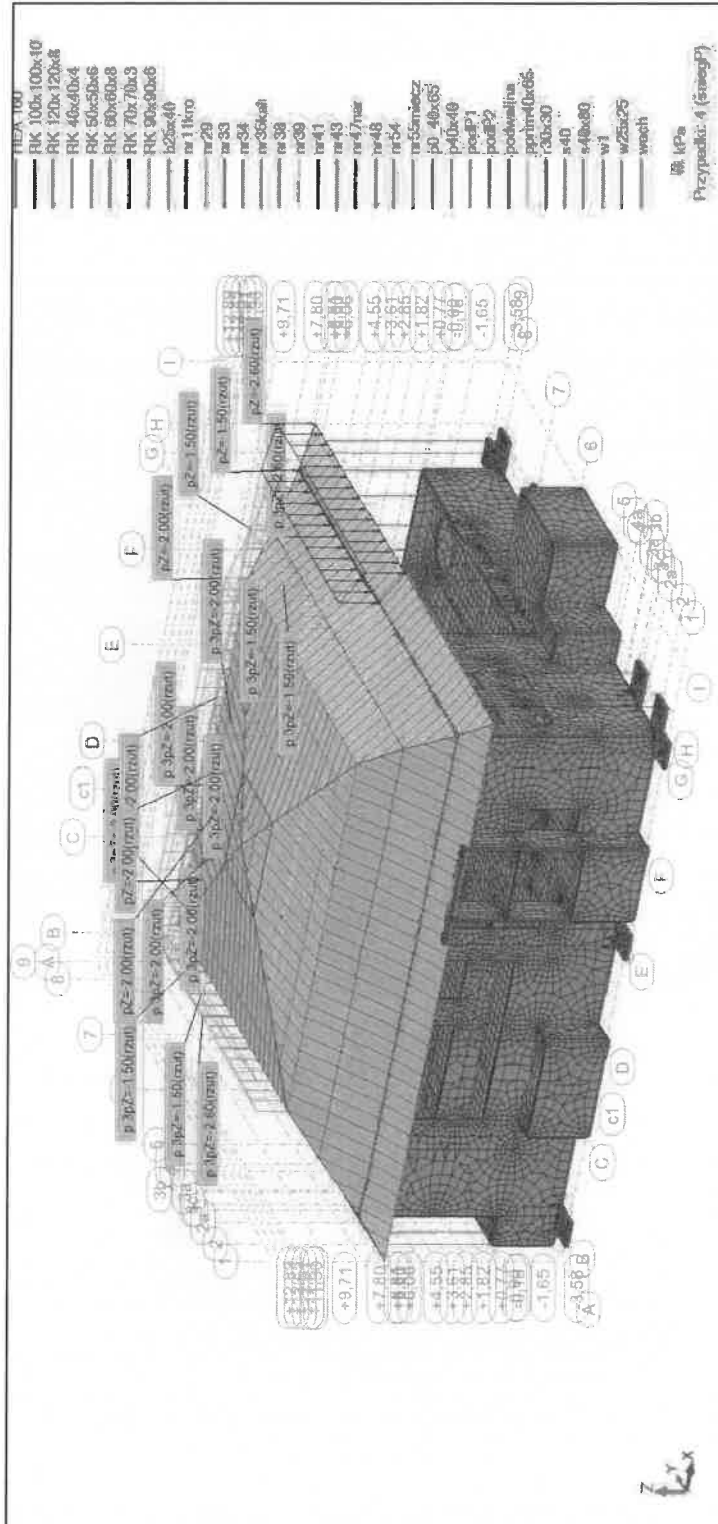
Model - obciążenie poszyciem dachowym



Model - obciążenie śniegiem - część lewa

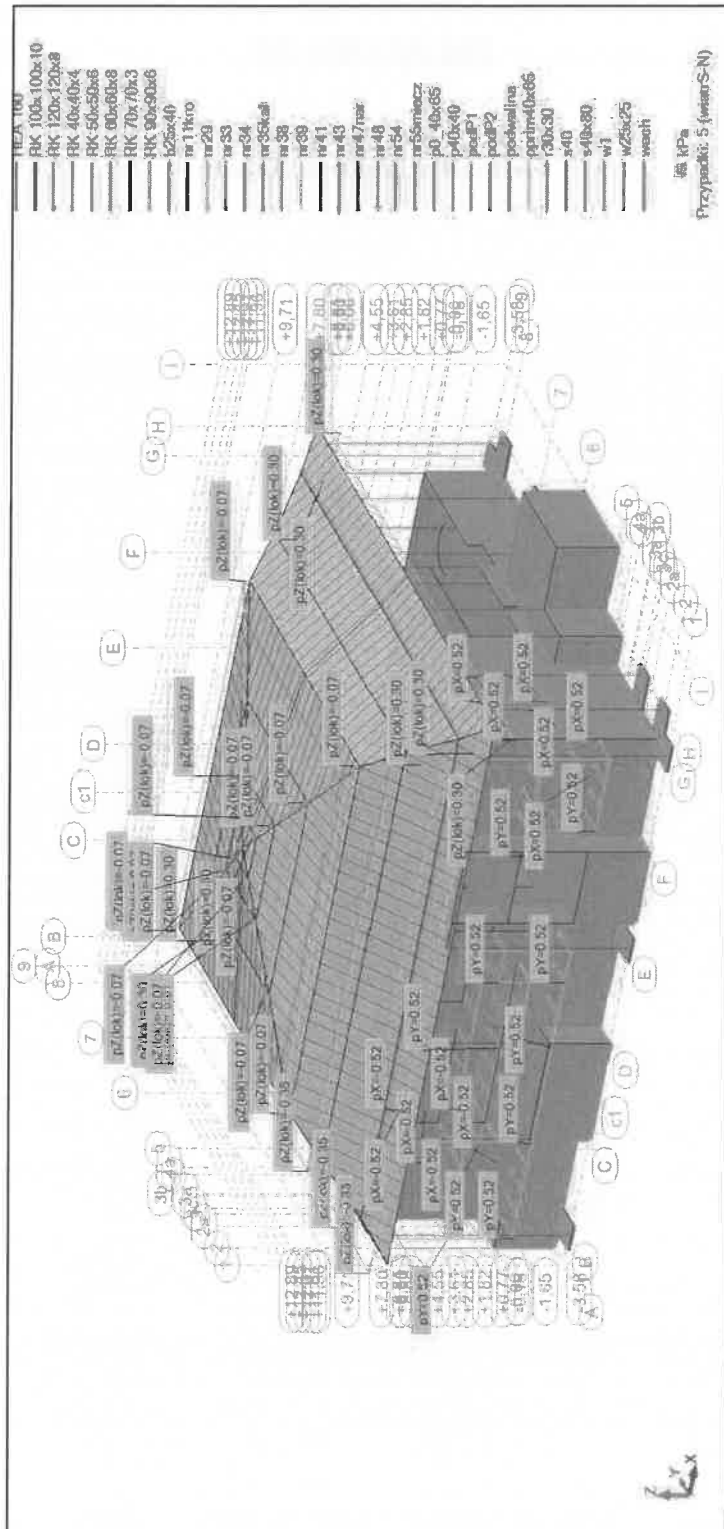


Model - obciążenie śniegiem - część prawa





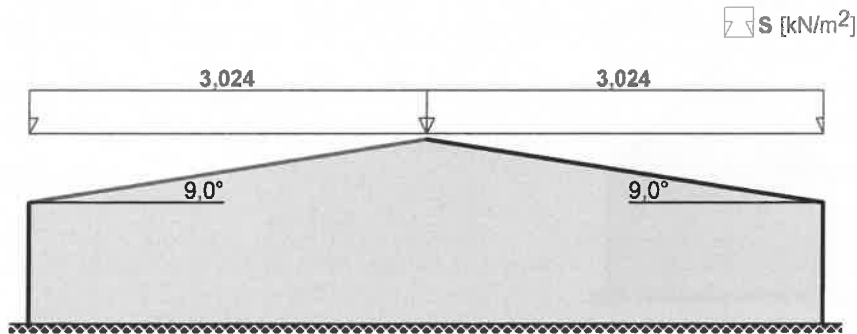
Model - obciążenie wiatrem



## **ZAŁĄCZNIK Z2**

Zestawienie obciążenia śniegiem

**Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1**



**Połąc bardziej obciążona:**

- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
  - strefa obciążenia śniegiem 3;  $A = 520$  m n.p.m.  $\square Q_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 2,520$  kN/m<sup>2</sup>
- Współczynnik kształtu dachu:
  - nachylenie połaci  $\square = 9,0^\circ$
  - $C_2 = 0,8$

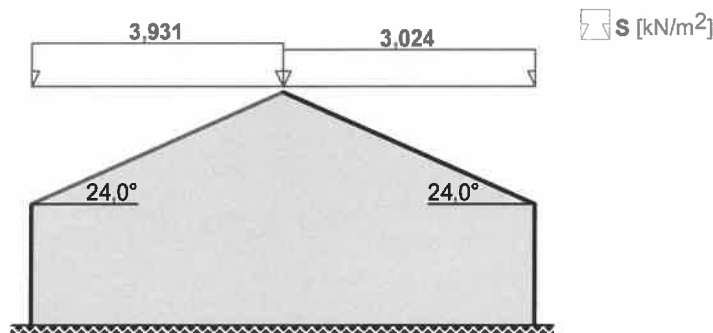
Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 2,520 \cdot 0,800 = 2,016 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \square_f = 2,016 \cdot 1,5 = 3,024 \text{ kN/m}^2$$

**Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1**



**Połąc bardziej obciążona:**

- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
  - strefa obciążenia śniegiem 3;  $A = 520$  m n.p.m.  $\square Q_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 2,520$  kN/m<sup>2</sup>
- Współczynnik kształtu dachu:
  - nachylenie połaci  $\square = 24,0^\circ$
  - $C_2 = 0,8 + 0,4 \cdot (\square - 15^\circ) / 15^\circ = 0,8 + 0,4 \cdot (24,0^\circ - 15^\circ) / 15^\circ = 1,040$

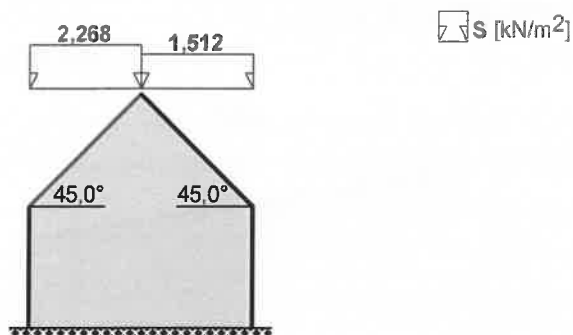
Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 2,520 \cdot 1,040 = 2,621 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \square_f = 2,621 \cdot 1,5 = 3,931 \text{ kN/m}^2$$

**Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1 / Z1-1**



**Połąc bardziej obciążona:**

- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:
  - strefa obciążenia śniegiem 3; A = 520 m n.p.m.  $Q_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 2,520 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik kształtu dachu:
  - nachylenie połaci  $\alpha = 45,0^\circ$
  - $C_2 = 1,2 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 1,2 \cdot (60^\circ - 45,0^\circ) / 30^\circ = 0,600$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 2,520 \cdot 0,600 = 1,512 \text{ kN/m}^2$$

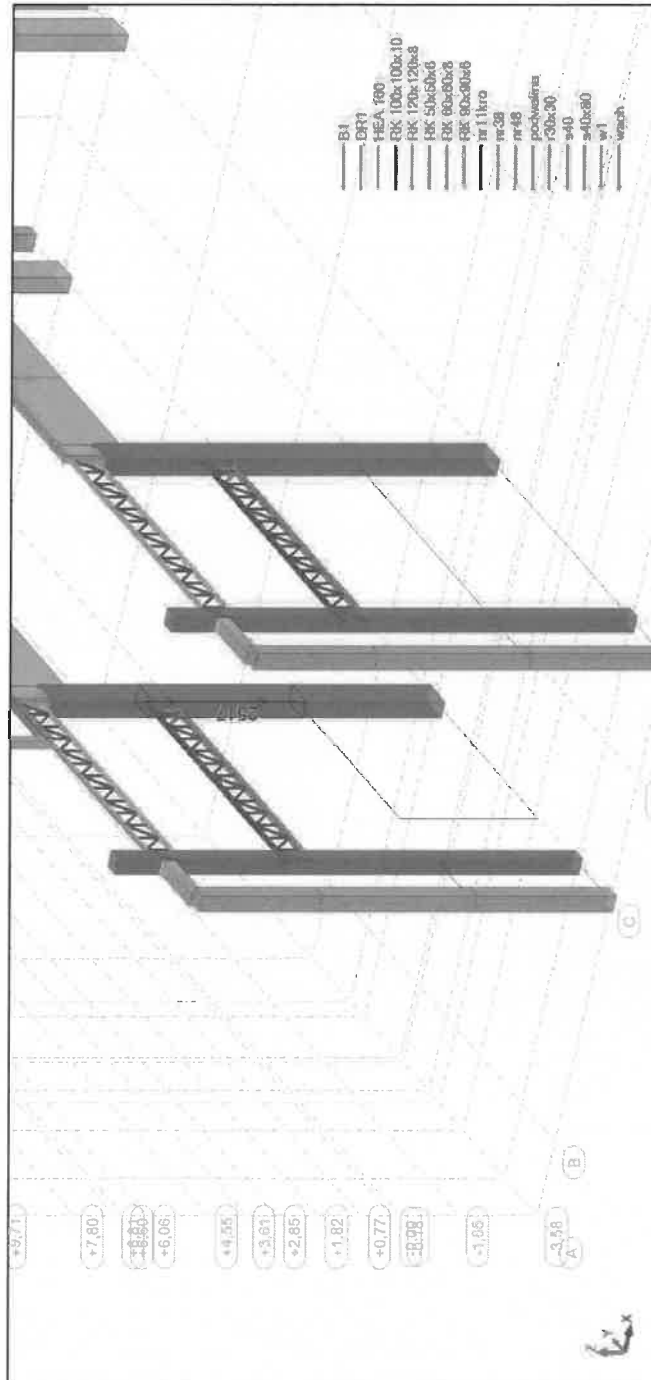
Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot \mu_r = 1,512 \cdot 1,5 = 2,268 \text{ kN/m}^2$$

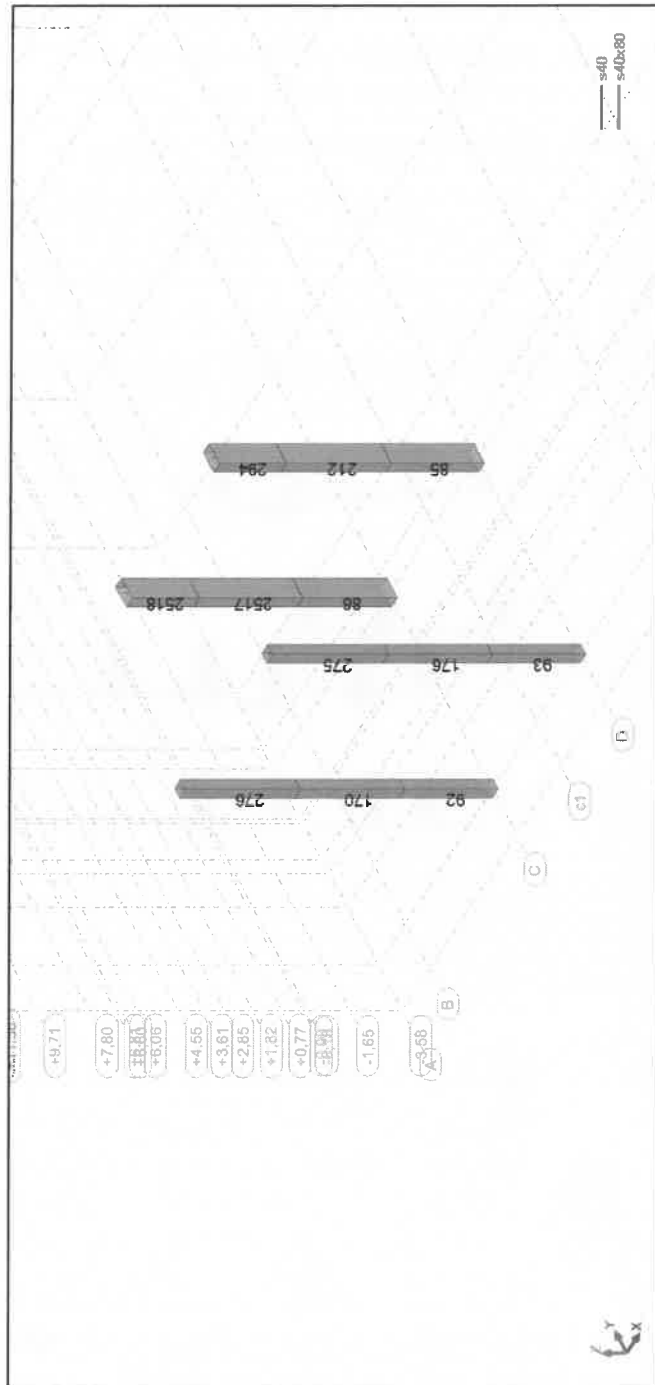
## **ZAŁĄCZNIK Z3**

Wyniki wymiarowania słupów pod kratownice KR-1 i KR-2

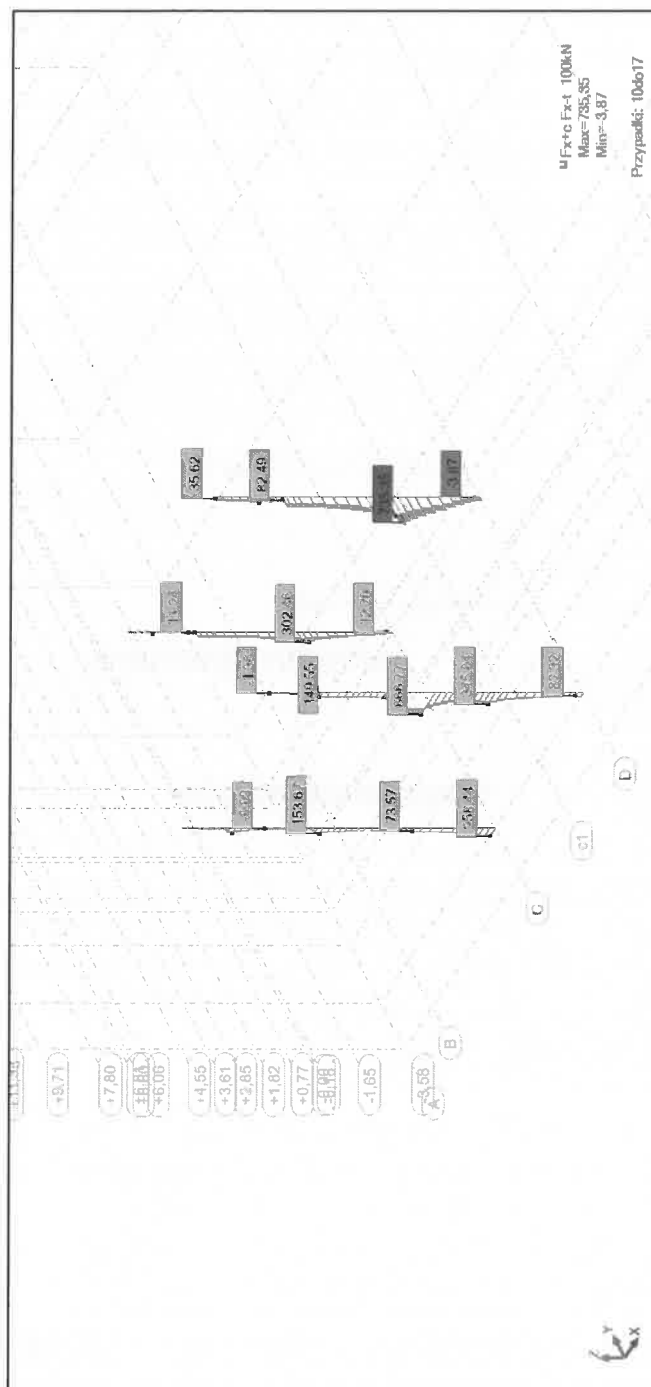
Słupy pod kratownice - widok ogólny



Słupy - widok 3

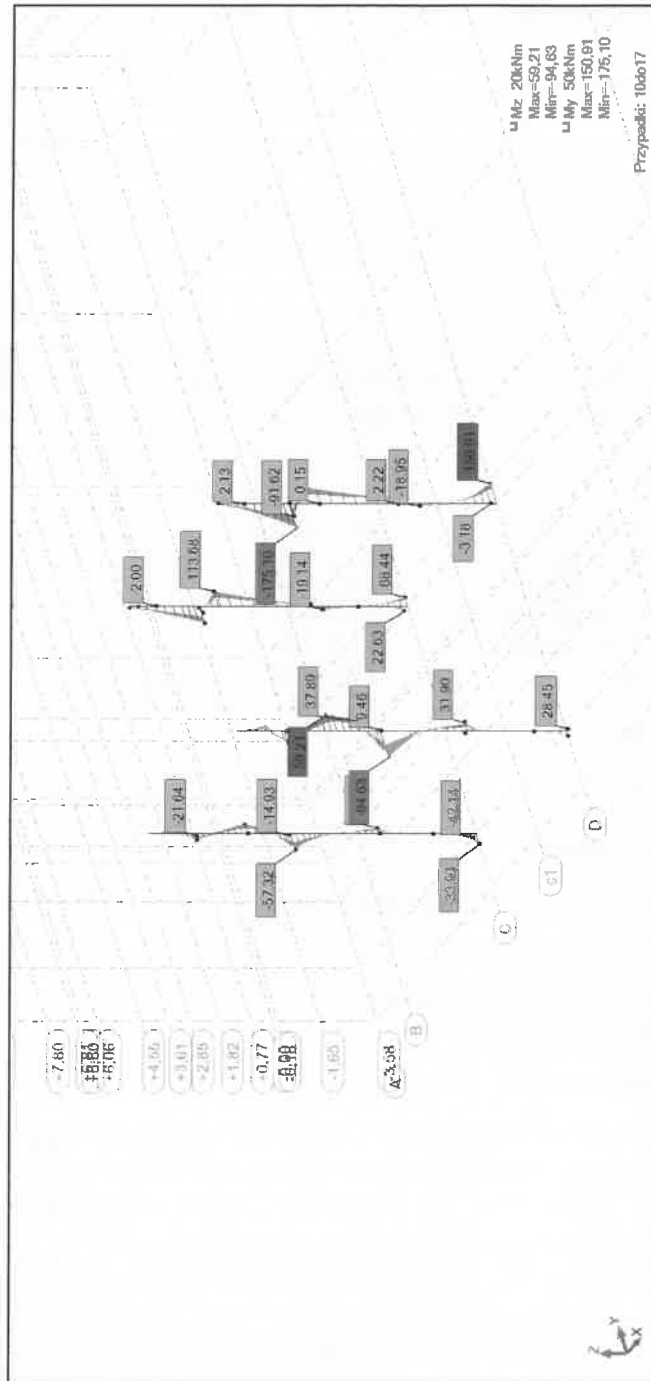


Słupy oś 2\_4 - sily osiowe FX [kN]; Przypadki: 10do17





Słupy oś 2\_4 - momenty MY i MZ [kNm]; Przypadki: 10do17



**1 Słup: nr 176, oś 2**

- Nazwa :
- Poziom odniesienia : -0,180 (m)
- Wilgotność względna środowiska : 45 %
- Współczynnik pełzania betonu :  $\epsilon_p = 2,00$
- Wiek betonu w chwili obciążenia : 28 (dni)
- Klasa środowiska : X0
- Wiek betonu : 5 (lat)
- Konstrukcja o specjalnym znaczeniu : nie

**2****2.1 Charakterystyki materiałów:**

- Beton : B30 fcd = 16,67 (MPa) ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m<sup>3</sup>)
- Zbrojenie podłużne : A-IIIN (B500SP) typ A-IIIN (B500SP)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)
- Zbrojenie poprzeczne : A-I (PB240) typ A-I (PB240)  $f_{yk} = 240,00$  (MPa)

**2.2 Geometria:**

2.2.1	Prostokąt	40,0 x 40,0 (cm)
2.2.2	Wysokość:	= 3,590 (m)
2.2.3	Grubość płyty	= 0,250 (m)
2.2.4	Wysokość belki	= 0,250 (m)
2.2.5	Otulina zbrojenia	= 5,0 (cm)
2.2.6	xAc	= 0,160 (m <sup>2</sup> )
2.2.7	Icy	= 213333,3 (cm <sup>4</sup> )
2.2.8	Icz	= 213333,3 (cm <sup>4</sup> )
2.2.9	dy	= 35,0 (cm)
2.2.10	dz	= 35,0 (cm)

**2.3 Opcje obliczeniowe:**

- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Słup prefabrykowany : nie
- Uwzględnienie smukłości: tak
- Metoda obliczeń : uproszczona
- Konstrukcja o węzłach nieprzesuwnych

**2.4 Obciążenia:**

Przypadek	Natura Mzd	Grupa IIf	N <sub>d</sub> /N	N	Myg	Myd	My	Mzg	
	(kN*m)	(kN*m)		(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	
Ku1_lato 27,63	obl.SGU() -19,15	176 45,02	1,00 1,00	1,00	242,836692	-0,07	17,16	5,83	-
Kn1_lato	obliczeniowe(ciężar własny) 6,67	176 -33,59	1,00 -25,68	1,00	278,237474		-0,15	19,57	
Ku2_bezU 22,09	obl.SGU() -13,74	176 32,22	1,00 1,00	1,00	221,991437	0,01	15,45	4,85	-
Kn2_bezU	obliczeniowe(ciężar własny) 4,86	176 -26,32	1,00 -17,02	1,00	253,087679		-0,08	17,51	
Ku3_zimaC 25,77	obl.SGU() -19,94	176 47,04	1,00 1,00	1,00	258,109767	-0,05	17,97	5,98	-
Kn3_zimaC	obliczeniowe(ciężar własny) 6,46	176 -31,29	1,00 -25,78	1,00	305,180649		-0,16	21,12	

Ku3_zimaL	obl.SGU()	176	1,00	1,00	258,917549	-0,03	18,08	5,74	-
26,60	-18,85	45,84							
Kn3_zimaL	obliczeniowe(ciążar własny)	176	1,00	1,00	304,307795	-0,12	21,12		
6,00		-31,97	-23,60	57,00					

$\eta_f$  - współczynnik obciążenia

## 2.5 Wyniki obliczeniowe:

### 2.5.1 Analiza SGN

#### Kombinacja wymiarująca: Kn3\_zimaC (C)

Sily przekrojowe:

$$NSd = 305,180649 \text{ (kN)} \quad MSdy = 6,46 \text{ (kN*m)} \quad MSdz = 60,08 \text{ (kN*m)}$$

Sily wymiarujące: przekrój środkowy słupa

$$NSd = 305,180649 \text{ (kN)} \quad NSd^*etotz = 11,03 \text{ (kN*m)} \quad NSd^*etoty = 64,15 \text{ (kN*m)}$$

#### 2.5.1.1 Mimośród:

Mimośród:		ez (My/N)	ey (Mz/N)
statyczny	ee:	2,1 (cm)	19,7 (cm)
niezamierzony	ea:	1,3 (cm)	1,3 (cm)
początkowy	e0:	3,5 (cm)	21,0 (cm)
całkowity	etot:	3,6 (cm)	21,0 (cm)

#### 2.5.1.2 Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

##### 2.5.1.2.1 Siła krytyczna (38)

$$N_{crit} = (9 / l_0^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * \eta_t) * (0.11 / (0.1 + e_0 / h) + 0.1) + E_s * I_s] = 6726,001018 \text{ (kN)}$$

$$l_0 = 3,790 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 31401,24 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 213333,3 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 1809,6 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$\eta_t = 2,00$$

$$\eta = 2,00$$

$$N_d / N = 1,00$$

$$e_0 / h = \max(e_0 / h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_0 / h - 0.01 * f_{cd}) = 0,24$$

$$e_0 = 3,5 \text{ (cm)}$$

$$h = 40,0 \text{ (cm)}$$

##### 2.5.1.2.2 Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana

$l_{col}$ (m)	$l_0$ (m)	$\eta$	$\eta_{lim}$	$\eta_{crit}$	Słup smukły
3,790	3,790	32,82	25,00	104,00	

##### 2.5.1.2.3 Analiza wyboczenia

$$M1 = 21,12 \text{ (kN*m)} \quad M2 = -0,16 \text{ (kN*m)} \quad M3 = 6,46 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój środkowy słupa, uwzględnienie wpływu smukłości

$$ee = M3sd / Nsd = 2,1 \text{ (cm)} \quad (34)$$

$$ea = \max(l_{col} / 600, h_y / 30, 1.0 \text{ cm}) = 1,3 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 3,790 \text{ (m)}$$

$$h_y = 40,0 \text{ (cm)}$$

$$e_0 = ee + ea = 3,5 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$etot = \eta * e_0 = 3,6 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$\eta = 1 / (1 - Nsd / N_{crit}) = 1,05 \quad (37)$$

$$N_{crit} = 6726,001018 \text{ (kN)} \quad (38)$$

**2.5.1.3 Analiza szczegółowa-Kierunek Z:**

$$M1 = -25,78 \text{ (kN*m)} \quad M2 = -31,29 \text{ (kN*m)} \quad M3 = 60,08 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój środkowy słupa, pominięcie wpływu smukłości

$$ee = M3sd/Nsd = 19,7 \text{ (cm)} \quad (34)$$

$$ea = \max(lcol/600, hz/30, 1.0cm) = 1,3 \text{ (cm)}$$

$$lcol = 3,790 \text{ (m)}$$

$$hz = 40,0 \text{ (cm)}$$

$$eo = ee + ea = 21,0 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$etot = \eta \cdot eo = 21,0 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$\eta = 1$  (pominięcie wpływu smukłości)

**2.5.1.4 Nośność**

$$MyRd = 27,59 \text{ (kN*m)} \quad MySd = 11,03 \text{ (kN*m)}$$

$$MzRd = 150,21 \text{ (kN*m)} \quad MzSd = 64,15 \text{ (kN*m)}$$

$$NRd = 714,551365 \text{ (kN)} \quad NSd = 305,180649 \text{ (kN)}$$

$$Rd / Sd = 2,34$$

**2.5.2 Zbrojenie:**

Przekrój zbrojony prętami	∅16,0 (mm)
Całkowita liczba prętów w przekroju	= 4
Liczba prętów na boku b	= 2
Liczba prętów na boku h	= 2
rzeczywista powierzchnia	Asr = 8,04 (cm <sup>2</sup> )
Stopień zbrojenia:	$\eta = Asr/Ac = 0,50 \%$

**2.6 Zbrojenie:****Pręty główne (A-IIIN (B500SP)):**

- 4 ∅16 l = 3,540 (m)

**Zbrojenie poprzeczne (A-I (PB240)):**

- strzemiona: 17 ∅6 l = 1,404 (m)

**3 Ilościowe zestawienie materiałów:**

- Objętość betonu = 0,534 (m<sup>3</sup>)
- Powierzchnia deskowania = 5,344 (m<sup>2</sup>)
- Stal A-IIIN (B500SP), typ A-IIIN (B500SP)
  - Ciężar całkowity = 22,36 (kG)
  - Gęstość = 41,84 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Średnia średnica = 16,0 (mm)
  - Zestawienie zbrojenia:

Średnica (mm)	Długość (m)	Ciężar (kG)	Ilość (szt.)	Ciężar łączny (kG)
16	3,540	5,59	4	22,36

- Stal A-I (PB240), typ A-I (PB240)
  - Ciężar całkowity = 5,30 (kG)
  - Gęstość = 9,91 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Średnia średnica = 6,0 (mm)

## 1 Słup: nr 212, oś 4

- Nazwa : :
- Poziom odniesienia : -0,180 (m)
- Wilgotność względna środowiska : 45 %
- Współczynnik pełzania betonu :  $\epsilon_p = 2,00$
- Wiek betonu w chwili obciążenia : 28 (dni)
- Klasa środowiska : X0
- Wiek betonu : 5 (lat)
- Konstrukcja o specjalnym znaczeniu : nie

## 2

### 2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : B30 fcd = 16,67 (MPa) ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m<sup>3</sup>)
- Zbrojenie podłużne : A-IIIN (B500SP) typ A-IIIN (B500SP)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)
- Zbrojenie poprzeczne : A-I (PB240) typ A-I (PB240)  $f_{yk} = 240,00$  (MPa)

### 2.2 Geometria:

2.2.1	Prostokąt	40,0 x 80,0 (cm)
2.2.2	Wysokość:	= 3,715 (m)
2.2.3	Grubość płyty	= 0,160 (m)
2.2.4	Wysokość belki	= 0,250 (m)
2.2.5	Otulina zbrojenia	= 5,0 (cm)
2.2.6	xAc	= 0,320 (m <sup>2</sup> )
2.2.7	Icy	= 1706666,7 (cm <sup>4</sup> )
2.2.8	Icz	= 426666,7 (cm <sup>4</sup> )
2.2.9	dy	= 75,0 (cm)
2.2.10	dz	= 35,0 (cm)

### 2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Słup prefabrykowany : nie
- Uwzględnienie smukłości: tak
- Metoda obliczeń : uproszczona
- Konstrukcja o węzłach nieprzesuwnych

### 2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura Mzd	Grupa	$\eta_f$	$N_d/N$	N	Myg	Myd	My	Mzg
	(kN*m)	Mz			(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
	(kN*m)	(kN*m)							
Ku1_lato	obl.SGU() 0,44	212 0,63	1,00 -0,05	1,00	406,568604		49,32	-29,92	-79,73
Kn1_lato	obl.SGU() 100,84	212 0,57	1,00 -0,05	1,00	1,00	456,692225		55,79	-39,64
Ku2_bezU	obl.SGU() 0,14	212 0,67	1,00 -0,05	1,00	351,059685		41,63	-39,79	-59,53
Kn2_bezU	obl.SGU() 72,76	212 0,86	1,00 -0,06	1,00	1,00	385,777044		49,00	-48,96
Ku3_zimaC	obl.SGU() 0,26	212 0,64	1,00 -0,08	1,00	453,351197		66,96	-31,93	-71,84
Kn3_zimaC	obl.SGU() 89,20	212 0,81	1,00 -0,09	1,00	1,00	533,663420		86,23	-38,16
Ku3_zimaL	obl.SGU()	212	1,00	1,00	451,060138		62,29	-30,14	-73,83

	0,18	0,79	-0,09						
Kn3_zimaL	obliczeniowe(ciążar własny)	212	1,00	1,00	524,675940	78,45	-36,46	-	
90,16	0,51	1,04	-0,11						

$\eta_f$  - współczynnik obciążenia

## 2.5 Wyniki obliczeniowe:

### 2.5.1 Analiza SGN

Kombinacja wymiarująca: Kn1\_lato (C)

Siły przekrojowe:

$$NSd = 456,692225 \text{ (kN)} \quad MSdy = -100,84 \text{ (kN*m)} \quad MSdz = -0,05 \text{ (kN*m)}$$

Siły wymiarujące: przekrój środkowy słupa

$$NSd = 456,692225 \text{ (kN)} \quad NSd^{*etotz} = -113,01 \text{ (kN*m)} \quad NSd^{*etoty} = -6,13 \text{ (kN*m)}$$

#### 2.5.1.1 Mimośród:

Mimośród:		ez (My/N)	ey (Mz/N)
statyczny	ee:	-22,1 (cm)	-0,0 (cm)
niezamierzony	ea:	-2,7 (cm)	-1,3 (cm)
początkowy	e0:	-24,7 (cm)	-1,3 (cm)
całkowity	etot:	-24,7 (cm)	-1,3 (cm)

#### 2.5.1.2 Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

##### 2.5.1.2.1 Siła krytyczna (38)

$$N_{crit} = (9 / l_0^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_0 / h) + 0.1) + E_s * I_s] = 49472,449973 \text{ (kN)}$$

$$l_0 = 3,790 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 31401,24 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 1706666,7 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 14778,1 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$klt = 2,00$$

$$\eta = 2,00$$

$$N_d / N = 1,00$$

$$e_0 / h = \max(e_0 / h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_0 / h - 0.01 * f_{cd}) = -0,31$$

$$e_0 = -24,7 \text{ (cm)}$$

$$h = 80,0 \text{ (cm)}$$

##### 2.5.1.2.2 Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana

$l_{col}$ (m)	$l_0$ (m)	$\eta$	$\eta_{lim}$	$\eta_{crit}$	Słup krępy
3,790	3,790	16,41	25,00	104,00	

##### 2.5.1.2.3 Analiza wyboczenia

$$M1 = 55,79 \text{ (kN*m)} \quad M2 = -39,64 \text{ (kN*m)} \quad M3 = -100,84 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój środkowy słupa, pominięcie wpływu smukłości

$$ee = M3sd / Nsd = -22,1 \text{ (cm)} \quad (34)$$

$$ea = \max(l_{col} / 600, h_y / 30, 1.0 \text{ cm}) = -2,7 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 3,790 \text{ (m)}$$

$$h_y = 80,0 \text{ (cm)}$$

$$e_0 = ee + ea = -24,7 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$e_{tot} = \eta * e_0 = -24,7 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$\eta = 1 \text{ (pominięcie wpływu smukłości)}$$

**2.5.1.3 Analiza szczegółowa-Kierunek Z:**

$$M1 = 1,06 \text{ (kN*m)} \quad M2 = 0,57 \text{ (kN*m)} \quad M3 = -0,05 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój środkowy słupa, pominięcie wpływu smukłości

$$ee = M3sd/Nsd = -0,0 \text{ (cm)} \quad (34)$$

$$ea = \max(lcol/600, hz/30, 1,0\text{cm}) = -1,3 \text{ (cm)}$$

$$lcol = 3,790 \text{ (m)}$$

$$hz = 40,0 \text{ (cm)}$$

$$eo = ee + ea = -1,3 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$etot = \sigma * eo = -1,3 \text{ (cm)} \quad (36)$$

**2.5.1.4 Nośność**

$$MyRd = -667,16 \text{ (kN*m)} \quad MySd = -113,01 \text{ (kN*m)}$$

$$MzRd = -36,22 \text{ (kN*m)} \quad MzSd = -6,13 \text{ (kN*m)}$$

$$NRd = 2696,029267 \text{ (kN)} \quad NSd = 456,692225 \text{ (kN)}$$

$$Rd / Sd = 5,90$$

**2.5.2 Zbrojenie:**

Przekrój zbrojony prętami	Ø16,0 (mm)
Całkowita liczba prętów w przekroju	= 6
Liczba prętów na boku b	= 3
Liczba prętów na boku h	= 2
rzeczywista powierzchnia	Asr = 12,06 (cm <sup>2</sup> )
Stożek zbrojenia:	σ = Asr/Ac = 0,38 %

**2.6 Zbrojenie:****Pręty główne (A-IIIN (B500SP)):**

- 6 Ø16 l = 3,665 (m)

**Pręty konstrukcyjne (A-IIIN (B500SP)):**

- 2 Ø16 l = 3,665 (m)

**Zbrojenie poprzeczne (A-I (PB240)):**

- strzemiona: 18 Ø6 l = 2,204 (m)
- szpilki 18 Ø6 l = 0,875 (m)  
18 Ø6 l = 0,475 (m)

**3 Ilościowe zestawienie materiałów:**

- Objętość betonu = 1,109 (m<sup>3</sup>)
- Powierzchnia deskowania = 8,316 (m<sup>2</sup>)
- Stal A-IIIN (B500SP), typ A-IIIN (B500SP)
  - Ciężar całkowity = 46,29 (kG)
  - Gęstość = 41,75 (kG/m<sup>3</sup>)
  - Średnia średnica = 16,0 (mm)
  - Zestawienie zbrojenia:

Średnica (mm)	Długość (m)	Ciężar (kG)	Ilość (szt.)	Ciężar łączny (kG)
16	3,665	5,79	8	46,29

dr inż. ANDRZEJ MAKSYMOWICZ  
 Uprawnienia do projektowania  
 i kierowania robotami budowlanymi  
 bez ograniczeń, w specjalności  
 konstrukcyjno-budowlanej  
 nr ewid.: OPL/0348/PWOK/07

