

## Spis treści

<b>1. Zawartość projektu .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Cel i zakres opracowania .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Podstawy techniczne opracowania.....</b>	<b>2</b>
<b>4. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne .....</b>	<b>2</b>
4.1. Geotechniczna charakterystyka gruntów .....	2
4.2. Wnioski.....	2
<b>5. Wpływ eksploatacji górniczej.....</b>	<b>3</b>
<b>6. Kategoria geotechniczna obiektu .....</b>	<b>3</b>
<b>7. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe .....</b>	<b>3</b>
7.1. Fundamenty .....	3
7.2. Rama wspornikowa Rm.W-1 .....	4
7.3. Rama wspornikowa Rm.W-2.....	4
7.4. Płatwie dachowe .....	4
7.5. Stężenie połaciowe poprzeczne .....	4
7.6. Stężenie pionowe podłużne słupów .....	4
7.7. Zabezpieczenie antykorozyjne.....	4
<b>8. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe .....</b>	<b>5</b>
8.1. Założenia projektowe.....	5
8.2. Obliczenia statyczne .....	5
8.3. Rama Rm.W-1 .....	9
8.4. Rama Rm.W-2 .....	10
8.5. Płatew pełnościenna L=5,80 m .....	11
8.6. Płatew pełnościenna L=8,60 m.....	12
8.7. Stopa fundamentowa St.F-1 .....	14
8.8. Stopa fundamentowa St.F-2.....	15
8.9. Stopa fundamentowa St.F-3.....	16
<b>Rysunek KON./01.....</b>	<b>18</b>
<b>Rysunek KON./02.....</b>	<b>19</b>
<b>Rysunek KON./03.....</b>	<b>20</b>
<b>Rysunek KON./04.....</b>	<b>21</b>
<b>Rysunek KON./05.....</b>	<b>22</b>

## 1. Zawartość projektu

Lp.	Treść	Nr rys.
1	Opis techniczny	
2	Schemat montażowy fundamentów. Schemat montażowy konstrukcji stalowej	KON./01
3	Stopy fundamentowe St.F-1, St.F-2 i St.F-3	KON./02
4	Rama wspornikowa Rm.W-1	KON./03
5	Rama wspornikowa Rm.W-2	KON./04
6	Przekrój 1-1 i 2-2	KON./05

## 2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest przedstawienie rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych dla zadania trybun stadionu sportowego w Głuchołazach na działce budowlanej o numerze ewidencyjnym 1949 (160701\_4 Głuchołazy – obszar miejski; 0001 Głuchołazy).

Zakres opracowania obejmuje projekt budowlano-wykonawczy branży konstrukcyjnej, niezbędny do uzyskania pozwolenia na budowę oraz przeprowadzenia prac budowlano-montażowych. Szczegóły warsztatowe prefabrykowanych elementów stalowych nieujęte w niniejszym opracowaniu należy wykonać wg dokumentacji warsztatowej opracowanej przez Wykonawcę oraz przedstawionej projektantowi do akceptacji.

## 3. Podstawy techniczne opracowania

- Zatwierdzona przez Inwestora Koncepcja Programowo-Przestrzenna Inwestycji.
- Aktualna mapa sytuacyjno-wysokościowa w skali 1:500.
- Dokumentacja geotechniczna dla potrzeb budowy zadania trybun na stadionie w Głuchołazach, wykonana przez Pracownię Badań i Ekspertyz GEOSERWIS Waldemar Jaworski z siedzibą w Opolu przy ulicy Ligudy 12a.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r. Nr 75, poz. 690),
- Obowiązujące normy, normatywy i przepisy prawa budowlanego.

## 4. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Budowę geologiczną rozpoznano do głębokości 3,0 m. Do tej głębokości rozpoznano grunty nasypowe oraz rodzime osady czwartorzędowe. Pod względem litologicznym były to nasypy niekontrolowane, piaski pylaste oraz pospółki. Od powierzchni terenu do głębokości 2,2÷2,4 m zalegają nasypy, głównie zbudowane ze szlaki wielkopiecowej. Poniżej stwierdzono piaski pylaste oraz pospółki. Do głębokości 3,0 m nie nawiercono wody podziemnej.

### 4.1. Geotechniczna charakterystyka gruntów

Występujące w badanym podłożu grunty podzielono na warstwy geotechniczne, zróżnicowane pod względem genezy, litologii oraz własności geotechnicznych.

Wydzielono następujące warstwy geotechniczne:

**Warstwa I:** piaski pylaste. Są to grunty występujące w stanie wilgotnym. Stopień zagęszczenia  $I_D = 0,25$  odpowiada gruntom średnio zagęszczonym.

**Warstwa II:** pospółki. Są to grunty występujące w stanie wilgotnym. Stopień zagęszczenia  $I_D = 0,25$  odpowiada gruntom średnio zagęszczonym.

### 4.2. Wnioski

- 1) W profilu wykonanych otworów stwierdzono grunty rodzime i nasypowe. Grunty nasypowe nie nadają się do bezpośredniego posadawiania. Grunty rodzime to piaski pylaste i pospółki.

- 2) Stwierdzone osady rodzime są nośne i nadają się do bezpośredniego posadawiania.
- 3) Warunki wodne są dobre. Do głębokości 3,0 m nie nawiercono wody.
- 4) Wykonane badania obrazują jedynie punktowe rozpoznanie gruntu. Z tych względów zaleca się odbiór wykopów ziemnych przez uprawnionego geologa.

**UWAGA!** Z uwagi na konieczność wykonywania otworów badawczych świdrem ręcznym do głębokości -3,00 m p.p.t. (zagospodarowanie nasypu trybun uniemożliwiło zastosowanie wiercenia mechanicznego) oraz zważywszy na posadowienie obiektu w poziomie -3,30 m p.p.t., tj. poniżej głębokości rozpoznanego podłoża gruntowego, po wykonaniu wykopu należy przeprowadzić szczegółowe ustalenie warunków geotechnicznych przez uprawnionego geologa. W przypadku stwierdzenia gruntów „słabszych” niż to wynika z dostępnej dokumentacji geotechnicznej należy skontaktować się z projektantem branży konstrukcyjnej celem ewentualnej korekty wymiarów lub zbrojenia fundamentów.

## 5. Wpływ eksploatacji górniczej

Budynek zlokalizowany na obszarze nie podlegającym eksploatacji górniczej.

## 6. Kategoria geotechniczna obiektu

Projektowany obiekt – zadaszenie trybun stadionu sportowego w Głuchołazach j – zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 25.04.2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, zaliczono do **I kategorii geotechnicznej**, przy prostych warunkach gruntowych (grunty jednorodne genetycznie i litologicznie, przy zwierciadle wody poniżej projektowanego poziomu posadowienia) oraz braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych.

## 7. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe

Realizowany obiekt będzie stanowił zadaszenie istniejących trybun stadionu w formie jednopoziomowego traktu. Projektowane zadaszenie ma za zadanie chronić osoby znajdujące się na trybunach przed opadami atmosferycznymi i nadmiernym promieniowaniem słonecznym. Konstrukcja została zaprojektowana w sposób umożliwiający przenoszenie dodatkowego obciążenia w formie montażu kratownic oświetlenia estradowego z dopuszczalnym obciążeniem 45 kg/m. Kratownica ma możliwość montażu w strefie górnego okapu za pomocą systemowych łączników UPK290.

Projektuje się jednonawowe zadaszenie trybun w układzie wspornikowym o wysięgu 5,45 m. Główne elementy nośne stanowią prefabrykowane ramy stalowe Rm.W-1 (w osiach 1÷14, 17 i 18: łącznie 16 szt.) oraz Rm.W-2 (w osiach 15 i 16: łącznie 2 szt.). Poszycie dachowe z blachy trapezowej T 18 gr. 0,50 mm ułożone na płatwiach jednoprzęsłowych. W czterech sekcjach (osie 2-2/3-3, 8-8/9-9, 14-14/15-15 i 16-16/17-17) zaprojektowano stężenie połąciowe poprzeczne oraz stężenia pionowe słupów nośnych. Obiekt o wymiarach 100,40 x 7,40 m.

**UWAGA!** Wykonawca jest obowiązany, podczas wykonywania robót na budowie, do sprawdzenia zgodności wszystkich wymiarów podanych w projekcie z wymiarami rzeczywistymi.

### 7.1. Fundamenty

Fundamenty zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne. Wykonać z betonu klasy C30/37 (B37), zbrojonego stalą A-IIIN: B500SP, układanego na podbudowie betonowej gr. 10,0 cm. Oddziaływanie środowiska ustalono jak dla klasy ekspozycji XC2, XF1, w odniesieniu do której zaleca się projektowanie mieszanki betonowej o maksymalnym stosunku w/c 0,55 oraz minimalnej zawartości cementu 300 kg/m<sup>3</sup>.

Projektuje się posadowienie bezpośrednio głównych ram nośnych Rm.W-1 i Rm.W-2 na stopach fundamentowych St.F-1 (w osiach 2÷8 i 10-17: łącznie 15 szt.), St.F-2 (w osi 9: łącznie 1 szt.) oraz St.F-3 (w osiach 1 i 18: łącznie 2 szt.).

Stopy fundamentowe St.F-1÷St.F-3 zbrojone obliczeniowo prętami podłużnymi/poprzecznymi dołem i górą (siatka zamknięta) Ø16 co 20,0 cm (lokalne dozbrojeni dołem Ø16 co 10,0 cm). Ze stóp fundamentowych wyprowadzić zbrojenie pionowe trzpieni (trzpienie o zmiennym przekroju: 160,0x60,0 cm dołem, 100,0x60,0 cm górą) w postaci prętów głównych 10Ø16 (po 5 prętów na stronę) oraz prętów montażowych 10Ø12 (po 5 prętów na bok), ujętych strzemionami Ø8 co 20,0 cm.

Górne i boczne powierzchnie stóp i trzpieni fundamentowych należy izolować dyspersyjną masą asfaltowo-kauczukową gr. 0,3 cm, układaną na zaimpregnowanym podłożu (np. wg systemu IZOCHAN).

### 7.2. Rama wspornikowa Rm.W-1

Wykonać ze stali konstrukcyjnej S355J2. Podstawa słupa z blachy 850x450x25 mm wzmocniona dwoma żebrami trapezowymi 810/610x300x10 mm. Trzon słupa z dwuteownika goręcowałcowanego IPE 500. Głowica słupa z blachy 600x200x25 mm. Słup mocowany do fundamentu na 2x 3 śruby fundamentowe M 30x1000 (klasy 10.9) z płytkami oporowymi C 80. Wszystkie elementy słupa łączyć na spoiny pachwinowe a=7,0 mm.

Dźwigar wspornikowy zaprojektowano jako blachownicę ze średnikiem 10x468 mm oraz pasami 200x16 mm. Środek dźwigara usztywniony żebrami dwustronnymi o grubości 10 mm. Wszystkie elementy dźwigara łączyć na spoiny pachwinowe a=7,0 mm. Dźwigar montować do słupa na 3x 2 śruby M24x70 (klasa 10.9).

### 7.3. Rama wspornikowa Rm.W-2

Wykonać ze stali konstrukcyjnej S355J2. Podstawa słupa z blachy 890x450x25 mm wzmocniona dwoma żebrami trapezowymi 810/610x300x10 mm. Trzon słupa zaprojektowano jako blachownicę ze średnikiem 12x468 mm oraz pasami 240x16 mm. Głowica słupa z blachy 600x240x25 mm. Słup mocowany do fundamentu na 2x 3 śruby fundamentowe M 30x1000 (klasy 10.9) z płytkami oporowymi C 80. Wszystkie elementy słupa łączyć na spoiny pachwinowe a=7,0 mm.

Dźwigar wspornikowy zaprojektowano jako blachownicę ze średnikiem 12x468mm oraz pasami 240x16 mm. Środek dźwigara usztywniony żebrami dwustronnymi o grubości 10 mm. Wszystkie elementy dźwigara łączyć na spoiny pachwinowe a=7,0 mm. Dźwigar montować do słupa na 3x 2 śruby M24x70 (klasa 10.9).

### 7.4. Płatwie dachowe

Wykonać ze stali konstrukcyjnej S355J2. Płatwie z dwuteownika goręcowałcowanego IPE 200 mocowane do żeber ram wspornikowych Rm.W-1 i Rm.W-2 śrubami 2x M12x40 (klasa 8.8). W sekcji pomiędzy osiami 15-15/16-16 płatwie o rozpiętości osiowej 8,60 m wzmocnione cięgnami M12 ze stali S460 wysuniętymi na wspornikach RK 50x50x5 mm.

### 7.5. Stężenie połąciowe poprzeczne

W czterech sekcjach (osie 2-2/3-3, 8-8/9-9, 14-14/15-15 i 16-16/17-17) zaprojektowano stężenie połąciowe poprzeczne w postaci cięgien prętowych M16 ze stali S460 w układzie podwójnego X.

### 7.6. Stężenie pionowe podłużne słupów

W czterech sekcjach (osie 2-2/3-3, 8-8/9-9, 14-14/15-15 i 16-16/17-17) zaprojektowano stężenie pionowe podłużne słupów w postaci cięgien prętowych M20 ze stali S460 w układzie X.

### 7.7. Zabezpieczenie antykorozyjne

Wszystkie elementy stalowe zabezpieczyć antykorozyjnie przez cynkowanie ogniowe (powłoka cynku grubości 85 µm). Przygotowanie elementów oraz wykonanie cynkowania ogniowego powinno być zgodne z warunkami technicznymi wykonania i odbioru powłok cynkowych. Wszystkie elementy stalowe zabezpieczyć antykorozyjnie akrylową farbą do ocynku.

## 8. Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

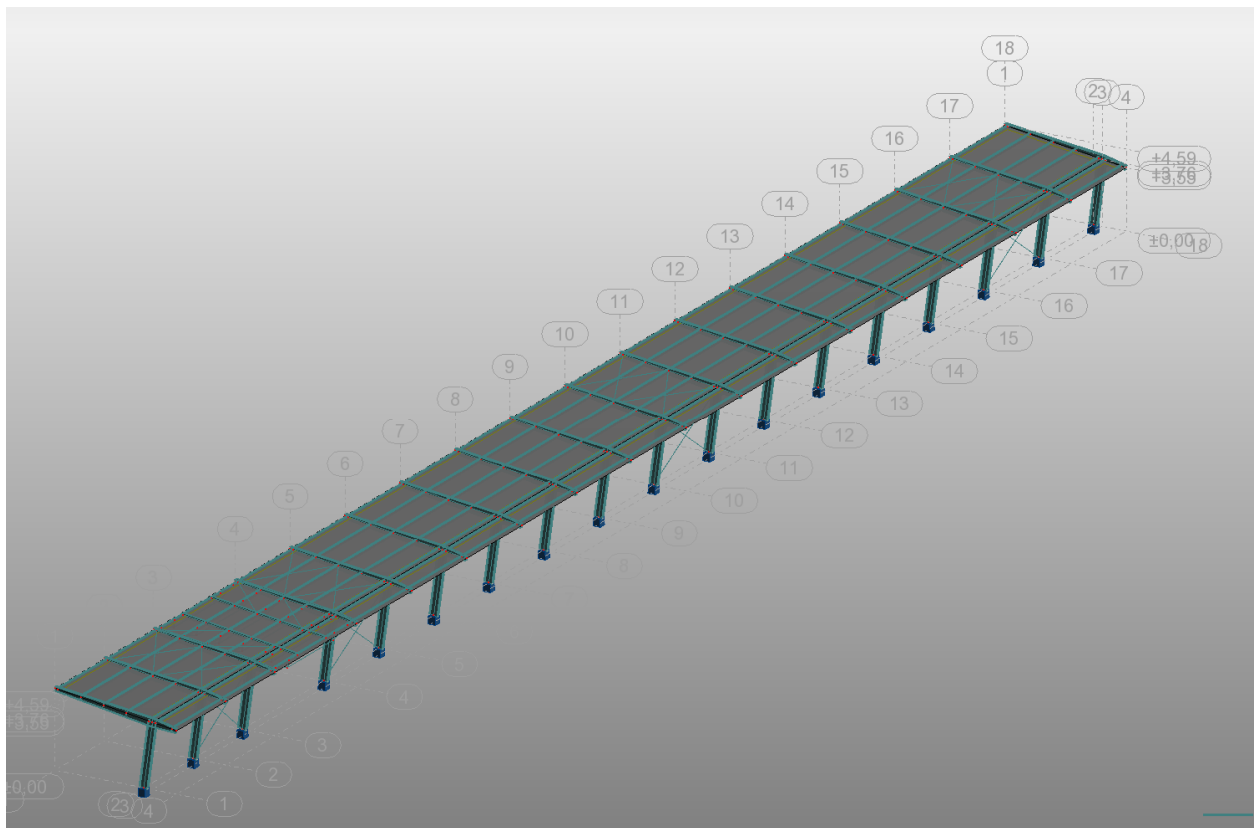
### 8.1. Założenia projektowe

**Materiał:** beton: **C30/37**  $f_{cd} = 20,00$  MPa,  $f_{ctd} = 1,33$  MPa,  $E_{cm} = 32,0$  GPa  
 stal zbrojeniowa: **B500SP**  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa  
 stal konstrukcyjna: **S355J2**  $f_d = 305$  MPa  
 zasypka: pospółka, ciężar objętościowy  $21,0$  kN/m<sup>3</sup>

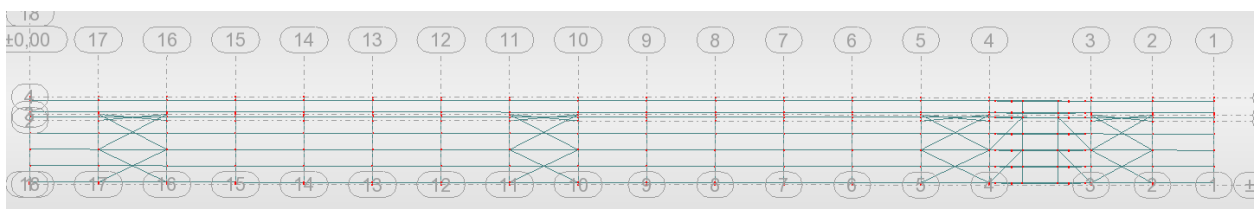
**Otulenie:** nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu -  $c_{nom} = 40$  mm  
 nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach -  $c_{nom,b} = 30$  mm

**Współczynniki korekcyjne oporu granicznego:** dla nośności pionowej  $m = 0,81$   
 dla stateczności na przesunięcie  $m = 0,72$   
 dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

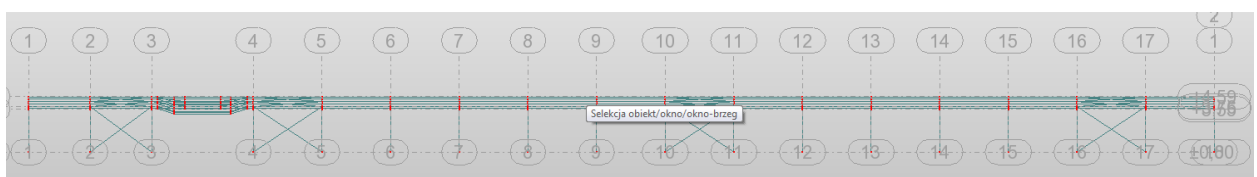
### 8.2. Obliczenia statyczne



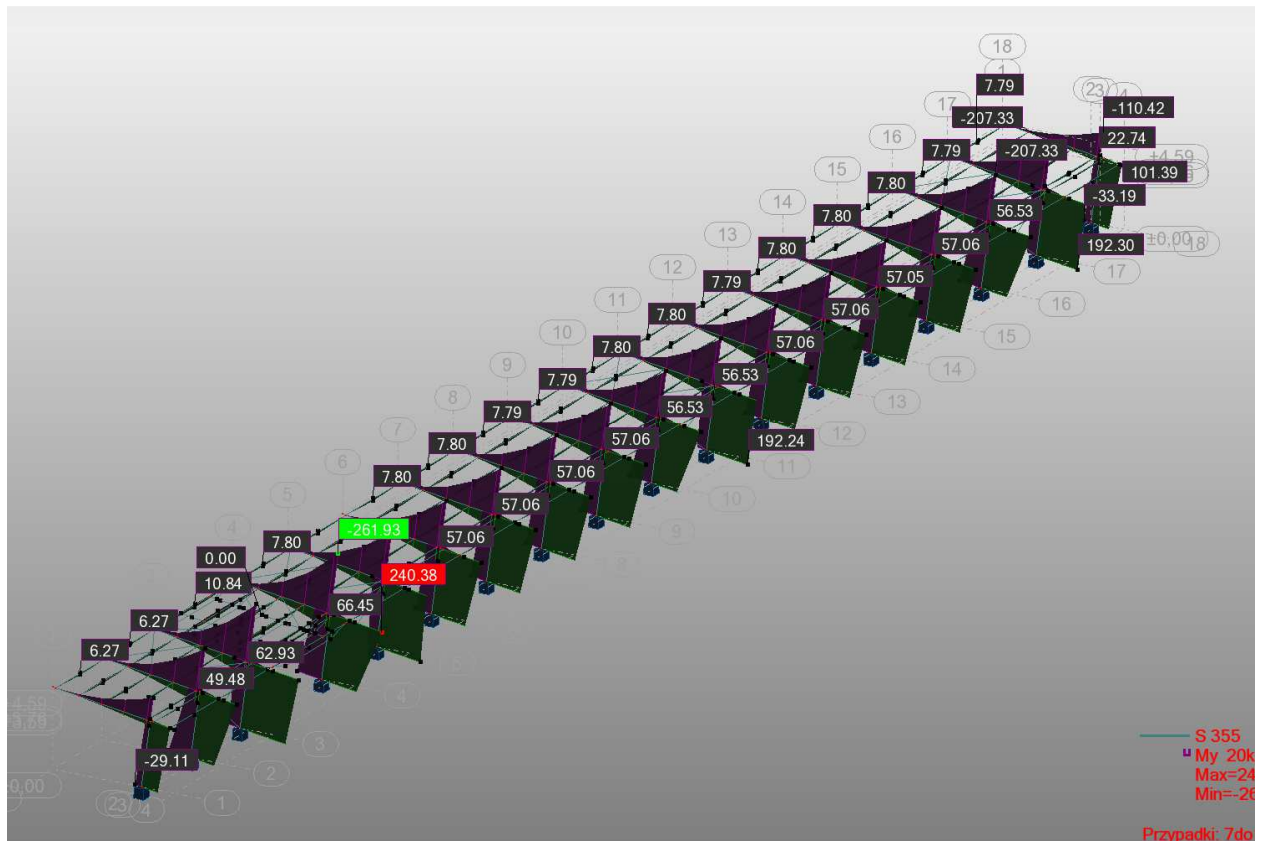
Rys.1. Schemat statyczny ustroju nośnego - izometria.



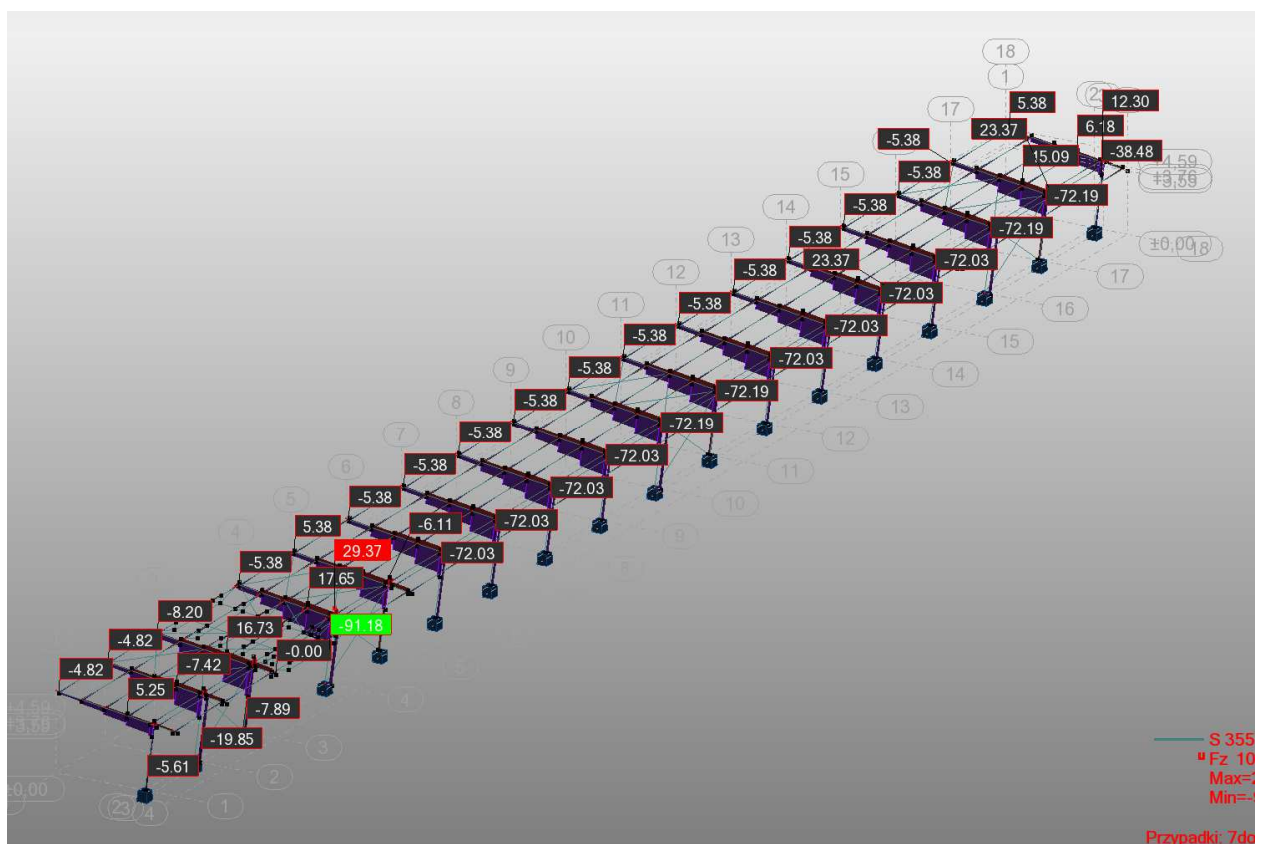
Rys.2. Schemat statyczny ustroju nośnego - rzut z góry.



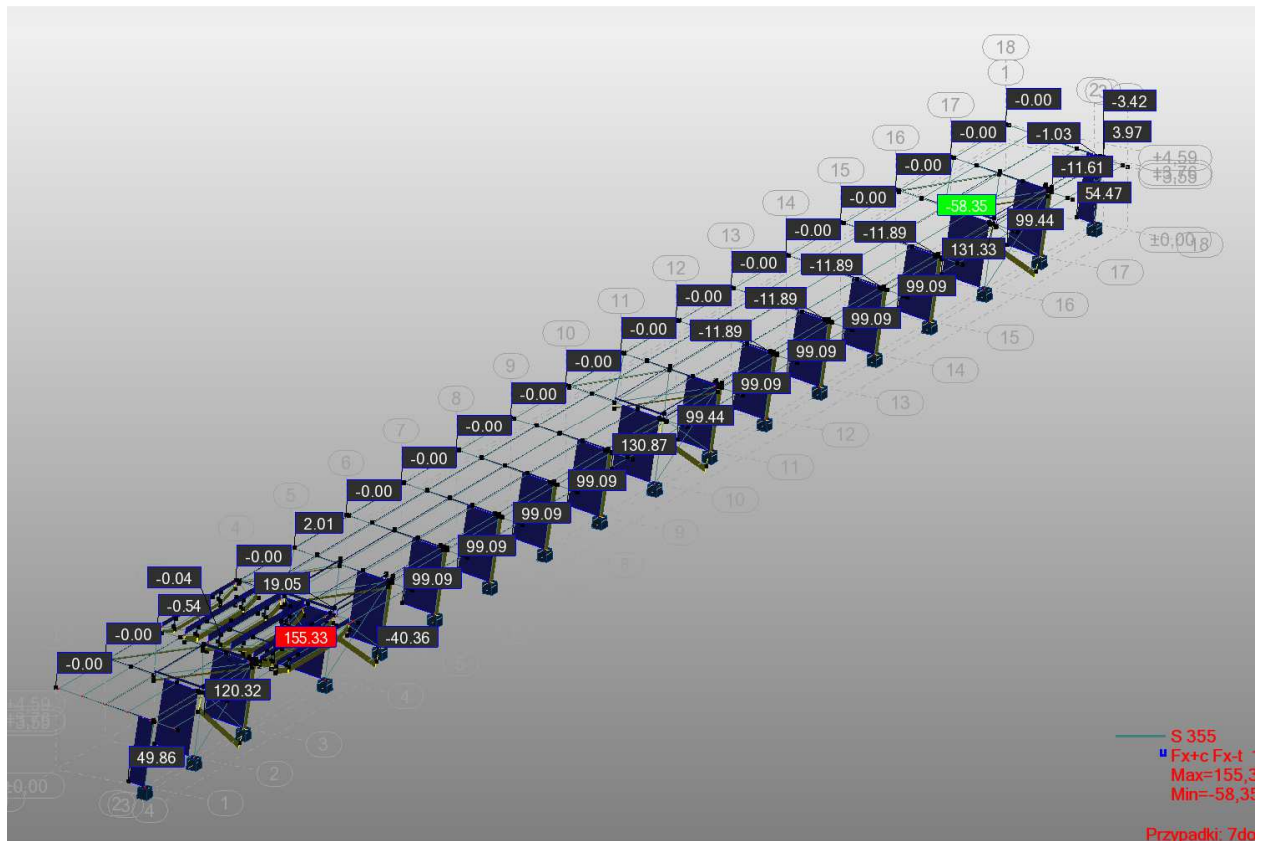
Rys.3. Schemat statyczny ustroju nośnego - rzut z przodu.



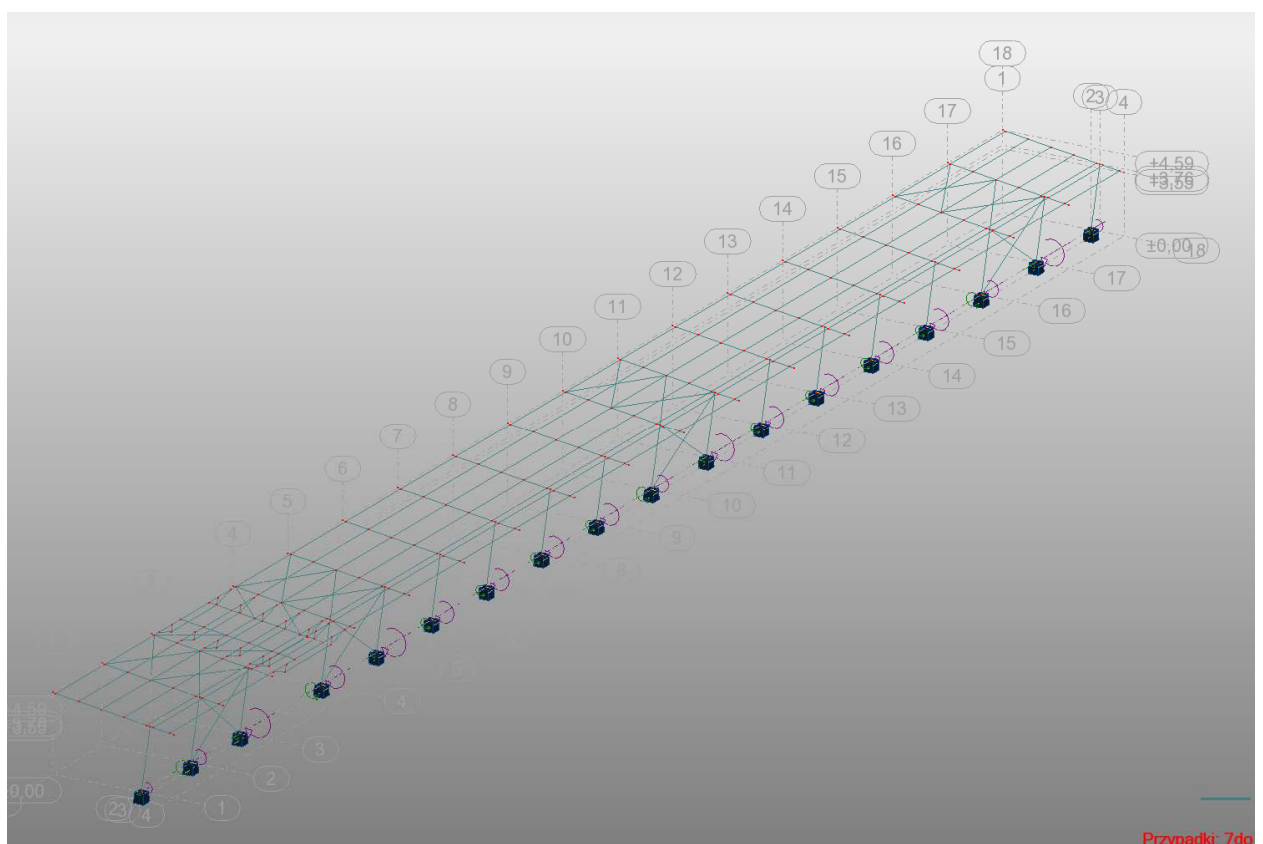
Rys.4. Obwiednia momentów zginających - izometria.



Rys.5. Obwiednia sił tnących - izometria.



Rys.6. Obwiednia sił osiowych - izometria.



Rys.7. Reakcje podporowe - izometria.

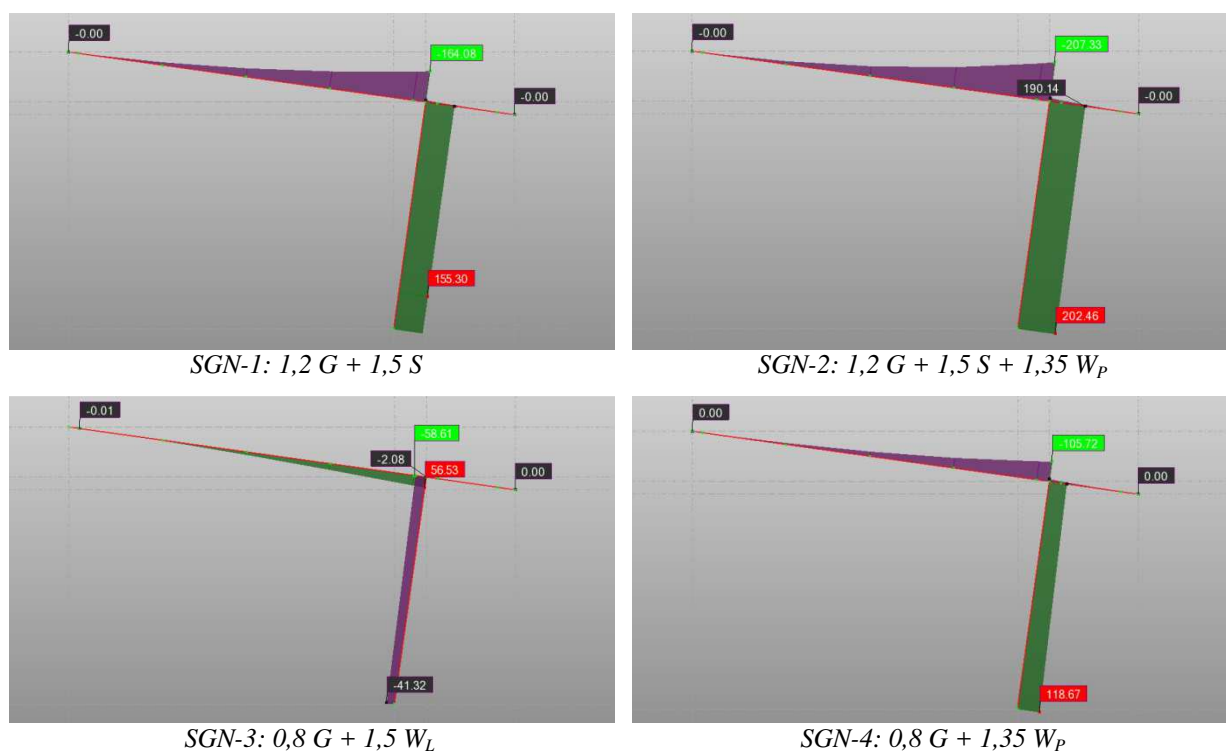
Tab.1. Reakcje podporowe - wyniki.

Oś	Kombinacja	$N$	$V_L$	$M_L$	$V_B$	$M_B$
		[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]
1-1	SGN-1	39,65	-0,00	63,60	1,60	-6,02
	SGN-2	54,64	2,63	82,34	2,36	-7,44
	SGN-3	0,00	-2,91	-33,19	1,89	-5,49
	SGN-4	33,32	2,92	45,15	1,91	-5,58
2-2	SGN-1	41,76	3,51	146,72	43,23	-6,00
	SGN-2	66,86	9,98	192,30	51,13	-7,41
	SGN-3	-32,03	-0,73	-42,46	37,48	-5,47
	SGN-4	34,63	9,99	112,80	37,68	-5,56
3-3	SGN-1	97,74	-3,51	90,65	1,53	-5,89
	SGN-2	132,76	-0,47	118,07	2,28	-7,28
	SGN-3	16,26	-9,78	-102,08	1,82	-5,37
	SGN-4	83,20	0,58	51,70	1,85	-5,46
4-4	SGN-1	69,34	0,00	118,21	1,58	-5,95
	SGN-2	99,40	4,75	154,71	2,34	-7,35
	SGN-3	-8,21	-5,26	-72,66	1,87	-5,42
	SGN-4	58,59	5,28	81,87	1,89	-5,51
5-5	SGN-1	69,34	-0,00	118,20	1,59	-5,98
	SGN-2	99,40	4,75	154,71	2,35	-7,38
	SGN-3	-8,21	-5,26	-72,65	1,87	-5,45
	SGN-4	58,59	5,28	81,87	1,90	-5,54
6-6	SGN-1	69,34	-0,00	118,20	1,59	-5,99
	SGN-2	99,40	4,75	154,70	2,35	-7,39
	SGN-3	-8,21	-5,26	-72,66	1,88	-5,45
	SGN-4	58,58	5,28	81,86	1,90	-5,54
7-7	SGN-1	69,34	0,00	118,20	1,59	-5,97
	SGN-2	99,40	4,75	154,70	2,34	-7,37
	SGN-3	-8,21	-5,26	-72,66	1,87	-5,44
	SGN-4	58,58	5,28	81,86	1,90	-5,53
8-8	SGN-1	42,15	3,57	146,75	42,61	-5,93
	SGN-2	67,31	10,03	192,24	50,42	-7,33
	SGN-3	-31,66	-0,67	-42,44	36,90	-5,41
	SGN-4	34,99	10,05	112,85	37,10	-5,50
9-9	SGN-1	97,35	-3,57	90,61	1,50	-5,81
	SGN-2	132,31	-0,52	118,12	2,25	-7,18
	SGN-3	15,90	-9,84	-102,10	1,80	-5,29
	SGN-4	82,84	0,52	51,65	1,83	-5,38
10-10	SGN-1	69,34	-0,00	118,20	1,55	-5,85
	SGN-2	99,40	4,75	154,70	2,31	-7,23
	SGN-3	-8,21	-5,26	-72,66	1,84	-5,33
	SGN-4	58,58	5,28	81,86	1,87	-5,42
11-11	SGN-1	69,34	0,00	118,20	1,56	-5,86
	SGN-2	99,40	4,75	154,70	2,31	-7,25
	SGN-3	-8,21	-5,26	-72,66	1,84	-5,34
	SGN-4	58,59	5,28	81,86	1,87	-5,43
12-12	SGN-1	69,34	0,00	118,20	1,55	-5,85
	SGN-2	99,40	4,75	154,71	2,31	-7,24
	SGN-3	-8,21	-5,26	-72,66	1,84	-5,32
	SGN-4	58,59	5,28	81,86	1,87	-5,41



13-13	SGN-1	69,34	0,00	118,20	1,54	-5,81
	SGN-2	99,40	4,75	154,70	2,30	-7,20
	SGN-3	-8,21	-5,26	-72,65	1,83	-5,29
	SGN-4	58,59	5,28	81,86	1,86	-5,38
14-14	SGN-1	42,78	5,93	155,27	41,11	-5,76
	SGN-2	67,99	12,84	202,46	48,74	-7,14
	SGN-3	-30,90	-0,27	-41,32	35,62	-5,25
	SGN-4	35,63	11,69	118,67	35,75	-5,34
15-15	SGN-1	114,74	-3,50	123,50	2,53	-9,67
	SGN-2	156,82	0,80	160,48	3,47	-11,74
	SGN-3	14,30	-10,20	-113,10	2,67	-8,54
	SGN-4	97,52	1,18	72,67	2,70	-8,68
16-16	SGN-1	56,96	0,05	160,14	40,58	-9,46
	SGN-2	88,06	6,48	209,14	47,65	-11,39
	SGN-3	-32,85	-1,14	-50,43	35,83	-8,53
	SGN-4	47,49	9,27	125,33	35,03	-8,45
17-17	SGN-1	91,96	-2,48	82,96	1,39	-5,38
	SGN-2	123,67	0,29	107,45	2,11	-6,63
	SGN-3	19,07	-10,95	-100,77	1,73	-5,02
	SGN-4	78,10	0,54	45,69	1,72	-4,98
18-18	SGN-1	36,58	0,00	57,95	1,44	-5,41
	SGN-2	50,01	2,41	74,85	2,16	-6,67
	SGN-3	0,85	-2,67	-29,11	1,77	-5,05
	SGN-4	30,71	2,68	41,35	1,76	-5,00

### 8.3. Rama Rm.W-1



Rys.8. Wykresy momentów zginających.

Dwuteownik równoległościenny IPE 500:

$h = 500 \text{ mm}$ ,  $b_f = 200 \text{ mm}$

$t_w = 10,2 \text{ mm}$ ,  $t_f = 16,0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju:

$$\begin{aligned}
 A &= 116,0 \text{ cm}^2, & A_{vy} &= 51,00 \text{ cm}^2, & A_{vx} &= 64,00 \text{ cm}^2 \\
 J_x &= 48200 \text{ cm}^4, & J_y &= 2140 \text{ cm}^4 \\
 W_x &= 1930 \text{ cm}^3, & W_y &= 214,0 \text{ cm}^3 \\
 i_x &= 20,40 \text{ cm}, & i_y &= 4,310 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dźwigar wspornikowy: kombinacja SGN-2

$$N = 17,04 \text{ kN}, \quad M_x = 207,3 \text{ kNm}, \quad V_y = 72,19 \text{ kN}$$

Warunki nośności elementu:

$$N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_x = 0,005 + 0,464 + 0,000 = 0,470 < 1$$

$$N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_y = 0,010 + 0,464 + 0,000 = 0,474 < 1$$

$$N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} = 0,005 + 0,330 = 0,335 < 1$$

$$V_y / V_{Ry} = 0,080 < 1$$

$$V_y = 72,19 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 902,2 \text{ kN} \quad (8,0\%)$$

Stup: kombinacja SGN-2

$$N = 130,9 \text{ kN}, \quad M_x = 190,1 \text{ kNm}, \quad V_y = 19,77 \text{ kN}$$

Warunki nośności elementu:

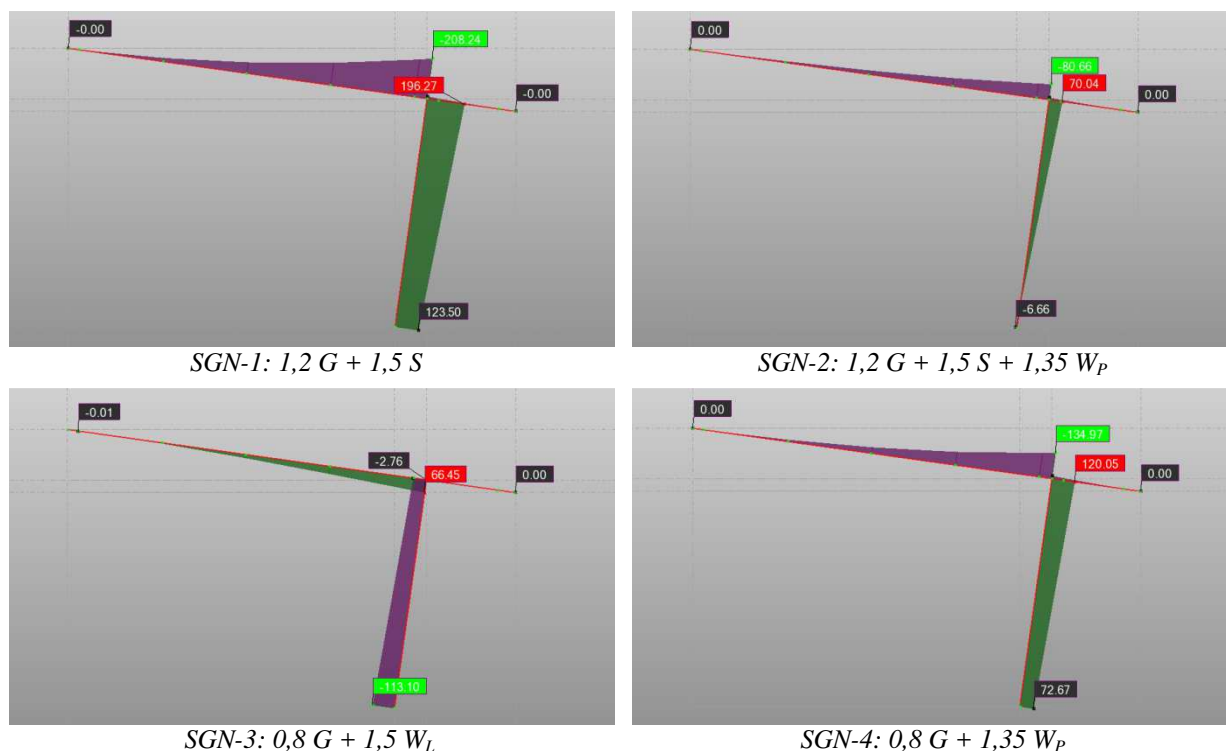
$$N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_x = 0,042 + 0,426 + 0,001 = 0,469 < 1$$

$$N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_y = 0,076 + 0,426 + 0,000 = 0,502 < 1$$

$$N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} = 0,042 + 0,302 = 0,344 < 1$$

$$V_y / V_{Ry} = 0,022 < 1$$

$$V_y = 19,77 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 901,4 \text{ kN} \quad (2,2\%)$$

8.4. Rama Rm.W-2

Rys.9. Wykresy momentów zginających.

Blachownica 240/500:

$$h = 500 \text{ mm}, \quad b_f = 240 \text{ mm}$$

$$t_w = 12,0 \text{ mm}, \quad t_f = 16,0 \text{ mm}$$

Cechy geometryczne przekroju:

$$\begin{aligned}
 A &= 133,0 \text{ cm}^2, & A_{vy} &= 56,16 \text{ cm}^2, & A_{vx} &= 76,80 \text{ cm}^2 \\
 J_x &= 55244 \text{ cm}^4, & J_y &= 3693 \text{ cm}^4 \\
 W_x &= 2210 \text{ cm}^3, & W_y &= 307,8 \text{ cm}^3 \\
 i_x &= 20,38 \text{ cm}, & i_y &= 5,27 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dźwigar wspornikowy: kombinacja SGN-2

$$N = 19,05 \text{ kN}, \quad M = 261,93 \text{ kNm}, \quad V = 91,18 \text{ kN}$$

Warunki nośności elementu:

$$N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_x = 0,005 + 0,486 + 0,000 = 0,492 < 1$$

$$N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_y = 0,009 + 0,486 + 0,000 = 0,495 < 1$$

$$N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} = 0,005 + 0,363 = 0,369 < 1$$

$$V_y / V_{Ry} = 0,092 < 1$$

$$V_y = 91,18 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 993,5 \text{ kN} \quad (9,2\%)$$

Stup: kombinacja SGN-2

$$N = 155,33 \text{ kN}, \quad M = 240,38 \text{ kNm}, \quad V = 21,08 \text{ kN}$$

Warunki nośności elementu:

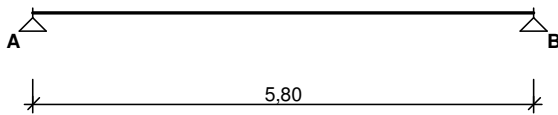
$$N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_x = 0,042 + 0,446 + 0,001 = 0,489 < 1$$

$$N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_y = 0,071 + 0,446 + 0,000 = 0,518 < 1$$

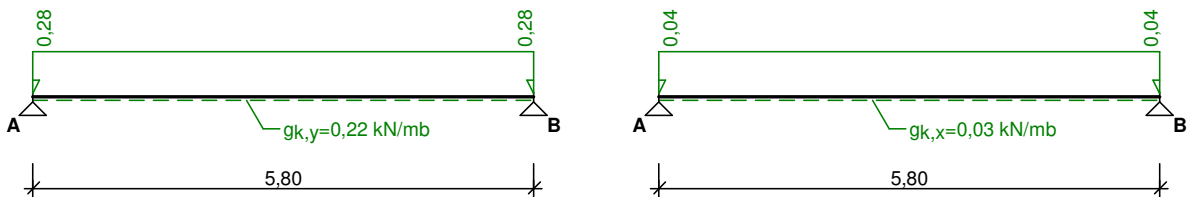
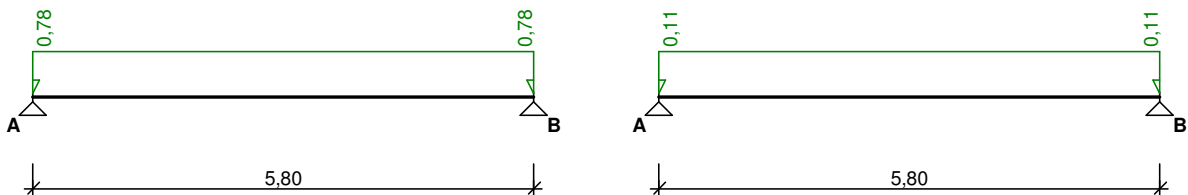
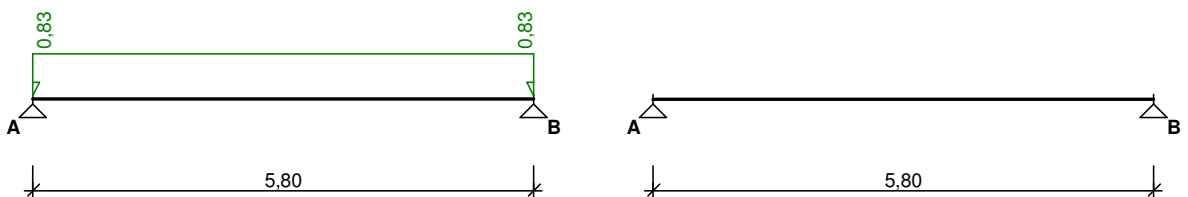
$$N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} = 0,041 + 0,334 = 0,375 < 1$$

$$V_y / V_{Ry} = 0,021 < 1$$

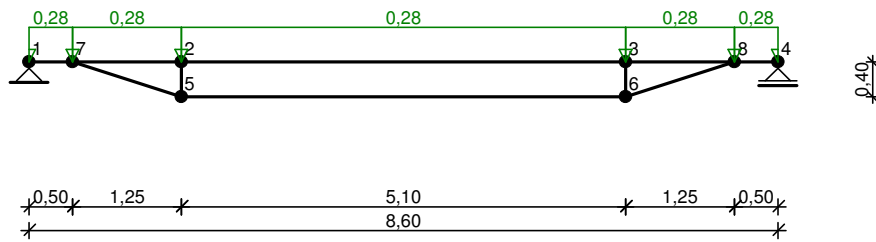
$$V_y = 21,08 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 992,6 \text{ kN} \quad (2,1\%)$$

8.5. Płatew pełnościenna L=5,80 m

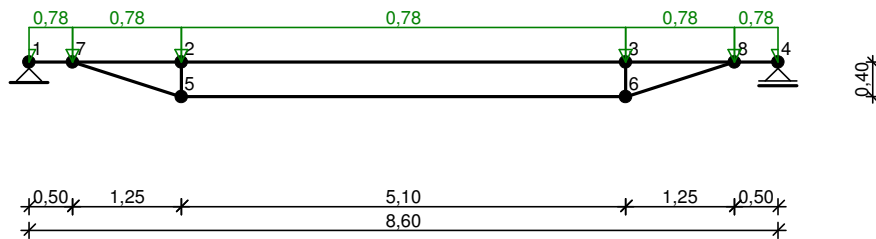
Rys.10. Schemat statyczny belki.

Rys.11. Obciążenia charakterystyczne belki - stałe ( $\gamma_f = 1,20$ ).Rys.12. Obciążenia charakterystyczne belki - śnieg ( $\gamma_f = 1,50$ ).Rys.13. Obciążenia charakterystyczne belki - wiatr ( $\gamma_f = 1,50$ ).

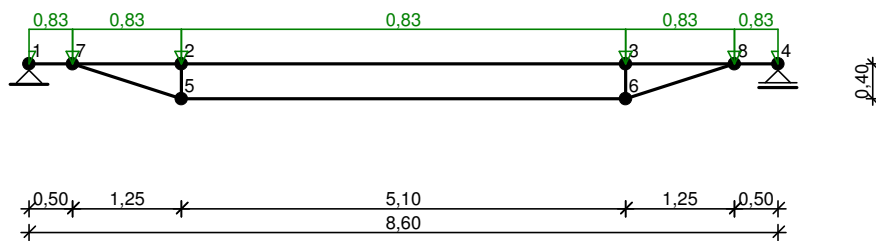




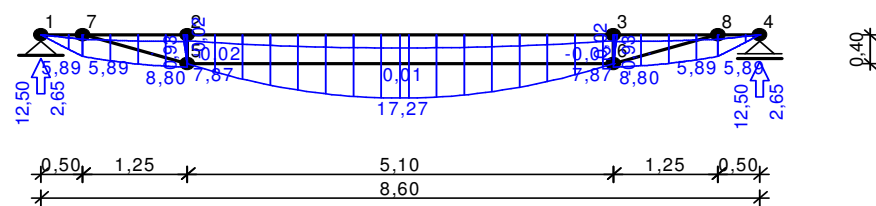
Rys.17. Obciążenia charakterystyczne belki - stałe ( $\gamma_f = 1,20$ ).



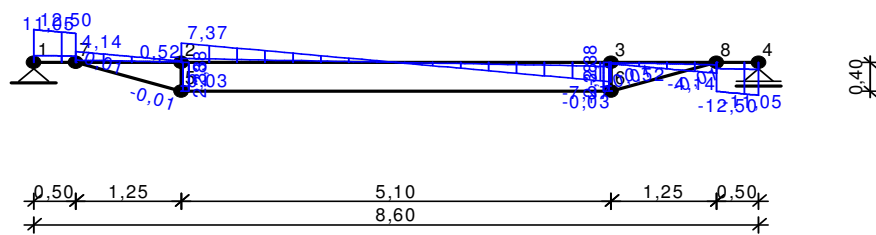
Rys.18. Obciążenia charakterystyczne belki - śnieg ( $\gamma_f = 1,50$ ).



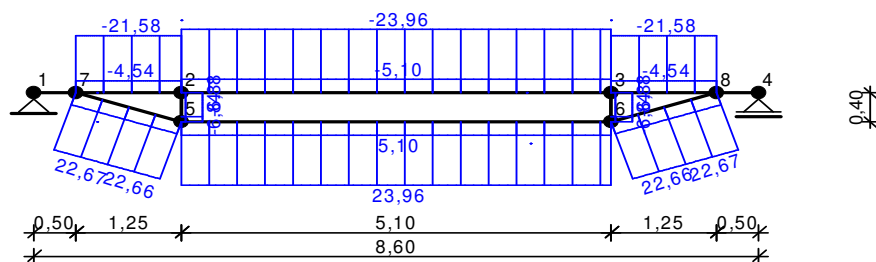
Rys.19. Obciążenia charakterystyczne belki - wiatr ( $\gamma_f = 1,50$ ).



Rys.20. Obwiednia momentów zginających.



Rys.21. Obwiednia sił tnących.



Rys.22. Obwiednia sił osiowych.

Dwuteownik równoległościenny IPE 200:

$$h = 200 \text{ mm}, \quad b_f = 100 \text{ mm}$$

$$t_w = 5,6 \text{ mm}, \quad t_f = 8,5 \text{ mm}$$

Cechy geometryczne przekroju:

$$A = 28,50 \text{ cm}^2, \quad A_{vy} = 11,20 \text{ cm}^2, \quad A_{vx} = 17,00 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 1940 \text{ cm}^4, \quad J_y = 142,0 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 194,0 \text{ cm}^3, \quad W_y = 28,50 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 8,260 \text{ cm}, \quad i_y = 2,240 \text{ cm}$$

Wymiarowanie WG PN-90/B-03200Nośność na zginanie ze ściskaniem (SGN-2: 1,2 G + 1,5 S + 1,35 W<sub>P</sub>)

$$\text{Współczynnik zwiczerzenia } \varphi_L = 1,000$$

$$\text{Momenty maksymalne } M_{x,\max} = 17,27 \text{ kNm}, \quad M_{y,\max} = 0,15 \text{ kNm}$$

$$N / (\varphi_x \cdot N_{Rc}) + \beta_x \cdot M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) + \Delta_x = 0,029 + 0,550 + 0,002 = 0,581 < 1$$

$$N / (\varphi_y \cdot N_{Rc}) + \beta_y \cdot M_y / (\varphi_L \cdot M_{Ry}) + \Delta_y = 0,107 + 0,550 + 0,000 = 0,657 < 1$$

$$N / N_{Rc} + M_x / M_{Rx,V} = 0,028 + 0,274 = 0,301 < 1$$

Nośność na ścinanie (SGN-2: 1,2 G + 1,5 S + 1,35 W<sub>P</sub>)

$$\text{Maksymalna siła poprzeczna } V_{y,\max} = 12,50 \text{ kN}$$

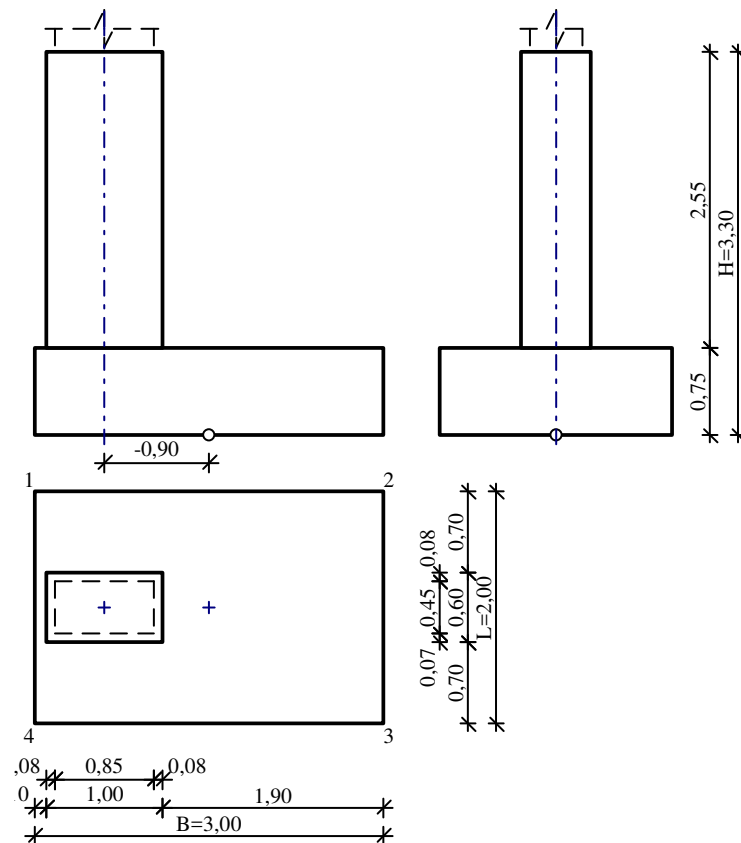
$$V_y / V_{Ry} = 0,063 < 1$$

$$V_y = 12,50 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 198,1 \text{ kN} \quad (6,3\%)$$

Stan graniczny użytkowania (SGU: 1,0 G + 1,0 S + 1,0 W<sub>P</sub>)

$$\text{Ugięcie graniczne } f_{gr} = l_0 / 350 = 8600 / 350 = 24,57 \text{ mm}$$

$$f_{k,\max} = (f_{k,y,\max}^2 + f_{k,x,\max}^2)^{0,5} = 22,21 \text{ mm} < f_{gr} = 24,57 \text{ mm} \quad (90,4\%)$$

8.7. Stopa fundamentowa St.F-1

Rys.23. Schemat fundamentu.

Posadowienie fundamentu:D = 3,30 m    D<sub>min</sub> = 3,30 m

Brak wody gruntowej w zasypce

Zestawienie warstw podłoża

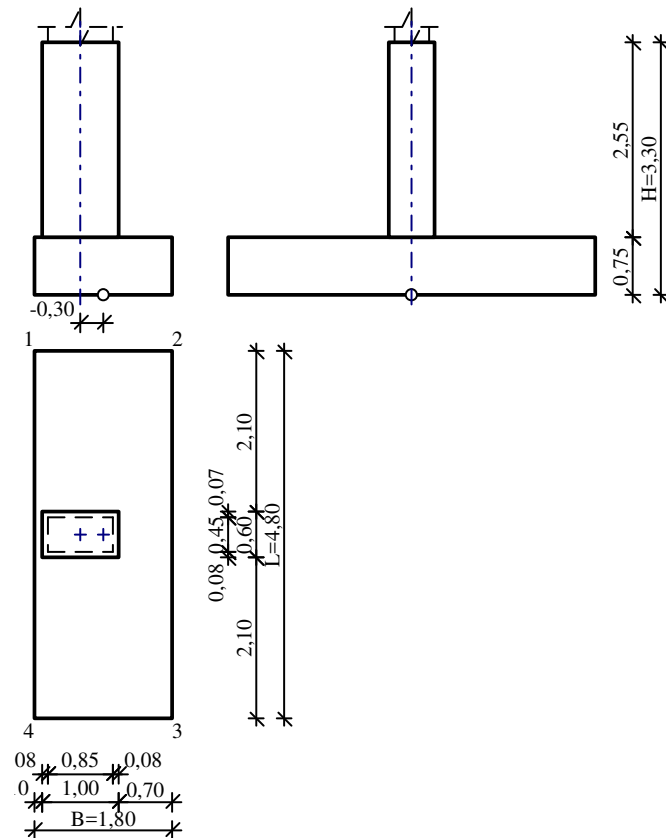
Nr	nazwa gruntu	h [m]	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_o$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Pospółki	-	1,70	0,90	1,10	32,98	0,00	106700	106700

Warunki stanów granicznych podłoża wg PN-81/B-03020Nośność pionowa podłoża:

Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 13451,8$  kN,  $Q_{fNL} = 12101,0$  kN $N_r = 669,6$  kN <  $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 12101,0$  kN = 9801,8 kN (6,8%)Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 181,5$  kN $T_r = 30,0$  kN <  $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 181,5$  kN = 130,7 kN (23,0%)Stateczność fundamentu na obrót:Decyduje moment wywracający  $M_{oB,1-4} = 230,52$  kNm, moment utrzymujący  $M_{uB,1-4} = 641,77$  kNm $M_o = 230,52$  kNm <  $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 641,8$  kNm = 462,1 kNm (49,9%)Osiadanie:Osiadanie pierwotne  $s' = 0,02$  cm, wtórne  $s'' = 0,05$  cm, całkowite  $s = 0,07$  cm $s = 0,07$  cm <  $s_{dop} = 1,00$  cm (6,9%)8.8. Stopa fundamentowa St.F-2

Rys.24. Schemat fundamentu.

Posadowienie fundamentu:D = 3,30 m    D<sub>min</sub> = 3,30 m

Brak wody gruntowej w zasypce

Zestawienie warstw podłoża

Nr	nazwa gruntu	h [m]	$\rho_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_o$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Pospółki	-	1,70	0,90	1,10	32,98	0,00	106700	106700

Warunki stanów granicznych podłoża wg PN-81/B-03020Nośność pionowa podłoża:

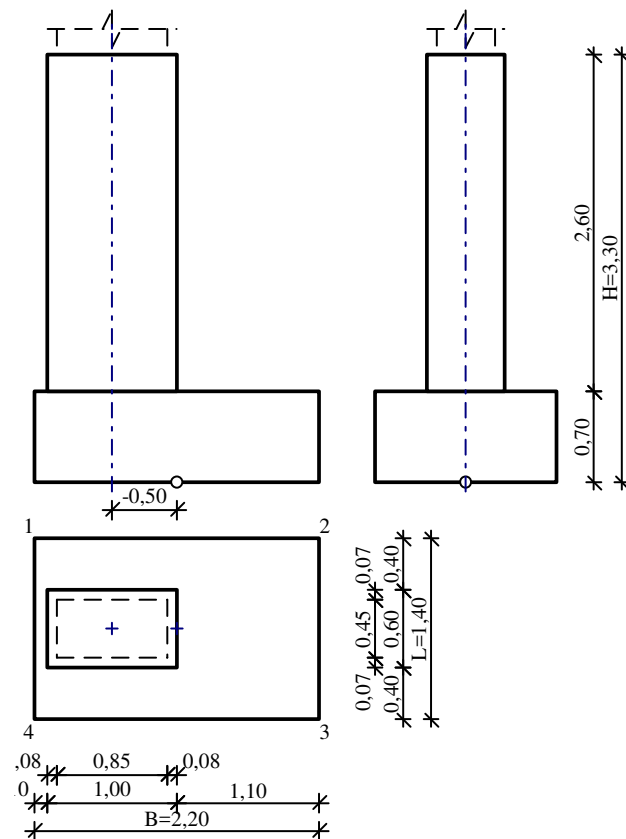
Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 12859,8$  kN,  $Q_{fNL} = 14693,4$  kN $N_r = 825,0$  kN <  $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 12859,8$  kN = 10416,4 kN    (7,9%)Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 267,4$  kN $T_r = 30,0$  kN <  $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 267,4$  kN = 192,6 kN    (15,6%)Stateczność fundamentu na obrót:Decyduje moment wywracający  $M_{oB,1-4} = 230,52$  kNm, moment utrzymujący  $M_{uB,1-4} = 562,13$  kNm $M_o = 230,52$  kNm <  $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 562,1$  kNm = 404,7 kNm    (57,0%)Osiadanie:Osiadanie pierwotne  $s' = 0,01$  cm, wtórne  $s'' = 0,03$  cm, całkowite  $s = 0,04$  cm $s = 0,04$  cm <  $s_{dop} = 1,00$  cm    (3,6%)

## 8.9. Stopa fundamentowa St.F-3



Rys.25. Schemat fundamentu.



Posadowienie fundamentu:

$D = 3,30 \text{ m}$      $D_{\min} = 3,30 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

Zestawienie warstw podłoża

Nr	nazwa gruntu	$h$ [m]	$\rho_o^{(n)}$ [ $t/m^3$ ]	$\gamma_{i,\min}$	$\gamma_{i,\max}$	$\phi_u^{(r)}$ [ $^\circ$ ]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_o$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Pospółki	-	1,70	0,90	1,10	32,98	0,00	106700	106700

Warunki stanów granicznych podłoża wg PN-81/B-03020Nośność pionowa podłoża:

Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fNB} = 7050,2 \text{ kN}$ ,  $Q_{fNL} = 7032,0 \text{ kN}$

$N_r = 311,6 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 7032,0 \text{ kN} = 5695,9 \text{ kN}$  (5,5%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 99,8 \text{ kN}$

$T_r = 3,5 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 99,8 \text{ kN} = 71,9 \text{ kN}$  (4,8%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,1-4} = 91,02 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uB,1-4} = 248,92 \text{ kNm}$

$M_o = 91,02 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 248,9 \text{ kNm} = 179,2 \text{ kNm}$  (50,8%)

Osiadanie:

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,01 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,03 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,03 \text{ cm}$

$s = 0,03 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm}$  (3,3%)