
JEDNOSTKA PROJEKTOWA:



DOMEX Przedsiębiorstwo Budowlane s.c.
Marian Stańczak, Marek Stańczak, Kamil Fennig
ul. Aleja Wojska Polskiego 79, 58-150 Strzegom

PROJEKT TECHNICZNY

KONSTRUKCJI NOŚNEJ TABLICY REKLAMOWEJ O WYMIARACH ZEWNĘTRZNYCH
524X250CM (FORMAT EKSPOZYCYJNY EKРАНU: 504X238CM) O POWIERZCHNI
REKLAMOWEJ 12M2, WRAZ Z FUNDAMENTEM.

KATEGORIA OBIEKTU: VIII

INWESTOR: Gmina Strzegom
ul. Rynek 38, 58-150 Strzegom

PROJEKTANT:

Branża	Imię, nazwisko	Nr uprawnień
KONSTRUKCJA	mgr inż. Marek Stańczak	DOŚ/0014/PBKb/17

DATA OPRACOWANIA: 18 sierpień 2020r.

SPIS TREŚCI

Strona tytułowa, w tym spis treści

Część formalno prawna, w tym:

Uprawnienia budowlane, zaświadczenie o przynależności do izby i oświadczenie projektanta

Część opisowa:

PROJEKT TECHNICZNY

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.
2. PODSTAWA OPRACOWANIA.
3. WARUNKI GRUNTOWO – WODNE.
4. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE.
5. ANALIZA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWA ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

Część rysunkowa:

A-01	TABLICA EKSLAMOWA Z KONSTRUKCJĄ WSPORCZĄ
K-01	FUNDAMENT
K-02	KONSTRUKCJA – tablica i konstr. wsporcza

PROJEKT TECHNICZNY

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.

Celem opracowania jest wykonanie projektu technicznego konstrukcji nośnej tablicy reklamowej o wymiarach zewnętrznych 524x250cm (format ekspozycyjny ekranu: 504x238cm) o powierzchni reklamowej 12m², wraz z fundamentem.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA.

Podstawą opracowania jest zlecenie inwestora.

Podstawą formalno prawną jest ustawa Prawo Budowlane (jedn. tekst Dz.U. Nr 243 z 2010 r. poz. 1623 późn. zm.) oraz obowiązujące normy, w tym PN-EN 1991-1-4 2008 – Oddziaływania ogólne: oddziaływanie wiatru.

3. WARUNKI GRUNTOWO – WODNE.

Zakłada się posadowienie fundamentów na gruntach rodzimych skonsolidowanych o nośności nie mniejszej 120MPa. Nie zakłada się występowania wód zwierciadła wód gruntowych powyżej poziomu posadowienia terenu. W przypadku stwierdzenia podczas realizacji robót warunków gruntowo – wodnych odmiennych od przyjętych w założeniach, należy niezwłocznie skontaktować się z projektantem.

4. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE.

Konstrukcję nośną tablic reklamowych zaprojektowano z zamkniętych kształtowników prostokątnych 50x50x3.0, oraz 100x50x3.0, jako belki nośne. Belki nośne mocować do konstrukcji głównej na połączenia śrubowe śrubami M12. Konstrukcję wykonać wg dokumentacji rysunkowej.

Wypełnienie tablicy reklamowej stanowi blacha ocynkowana gr. 0.75mm.

Dopuszcza się zastosowanie tablic reklamowych o konstrukcji typowej, wykonanych przez producentów tablic i spełniających wymagania w zakresie obowiązujących norm. Montaż na konstrukcji nośnej wg. projektu lub wg rozwiązań dostarczonych przez producenta.

Główną konstrukcję nośną tablic stanowią dwa słupy z profili zamkniętych kwadratowych 120x120x5.0, wspartych zastrzałami z profili 120x60x4.0 wg dokumentacji rysunkowej.

Zabezpieczenie konstrukcji przez ocynkowanie.

Mocowanie konstrukcji do fundamentu na kotwy M16 ze stali nierdzewnej.

Fundament zaprojektowano jako stopę żelbetową z dwoma cokołami pod montaż konstrukcji stalowej, wykonaną z betonu klasy B30, zbrojoną prętami ze stali AIIIIN wg dokumentacji rysunkowej.

opracował:

mgr inż. Marek Stańczak

uprawnienia budowlane do projektowania

bez ograniczeń nr DOŚ/0014/PBKb/17

i do kierowania robotami budowlanymi

bez ograniczeń nr DOŚ/0313/WBKb/17

5. ANALIZA STATYCZNO – WYTRZYMAŁOŚCIOWA ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH..

5.1. OBCIĄŻENIE WIATREM (wg PN-EN 1991-1-4 2008 – Oddziaływania ogólne: oddziaływanie wiatru)

Przyjęte założenia do wyznaczenia wartości ciśnienia wiatru na powierzchni:

- $C_{season} = 1,0$
- wysokość nad poziom morza $A=230m$ n.p.m.
- Strefa obciążenia wiatrem – III
- Kategoria terenu – II: Tereny o niskiej roślinności, takiej jak trawa, i o pojedynczych przeszkodach (drzewa, budynki) oddalonych od siebie na odległość równą co najmniej ich 20 wysokościom
- współczynnik kierunkowy $c_{dir} = 1.0$

Wartość podstawowej bazowej prędkości wiatru $v_{b,0} = 22m/s$

Wartość bazowej prędkości wiatru: $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 22 = 22m/s$ (wzór 6.14)

Wartość bazowa ciśnienia prędkości: $q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2$; gdzie $\rho = 1.25kg/m^3 \rightarrow q_b = 0.303kN/m^2$

Współczynnik ekspozycji $c_e(z)$ wyznaczono na podstawie tablicy NA.3 wg załącznika krajowego;

$z = z_e = z_g + h/2 = 3.25m$ (na podst. rys. 7.21)

$c_e(z) = 2.3 \cdot (z/10)^{0.24} = 1.756$

Wartość szczytowa ciśnienia prędkości (wzór: 6.16): $q_p(z) = q_b \cdot c_e(z) = 0.303 \cdot 1.756 = 0.532kN/m^2$

Obciążenie wiatrem: $w_e = q_p(z) \cdot c_e$; gdzie $c_e = c_f = 1.8$ (pkt. 7.4.3);

$w_e = 0.532 \cdot 1.8 = 0.96 kN/m^2$

$w_e^d = w_e \cdot \gamma_f = 0.96 \cdot 1.5 = 1.44 kN/m^2$

Powierzchnia działania wiatru: $A_{ref} = b \cdot h$ (rys. 7.21) = $5.24 \cdot 2.5 = 13.1m^2$

Mimośród działania siły wypadkowej, prostopadłej do tablicy: $e = \pm 0.25 \cdot b = 1.31m$

Wartość siły wypadkowej: $W_e = w_e \cdot A_{ref}/2 = 6.23kN$

Wartość obliczeniowa siły wypadkowej: $W_e^d = W_e \cdot \gamma_f = 9.43kN$

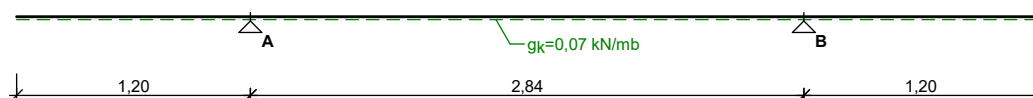
5.2. WYMIAROWANIE BELKI NOŚNEJ RAMY TABLICY

SCHEMAT I OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Obciążenie wiatrem przyjmuje się jako liniowe o wartości odpowiadającej obszarowi z połowy wysokości tablicy.

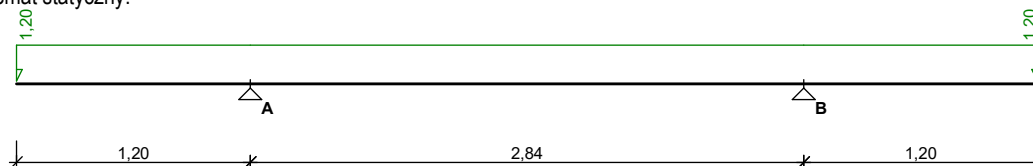
Przypadek **P1: Ciężar własny** ($g_f = 1,35$)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Przypadek **P2: Wiatr** ($g_f = 1,50$)

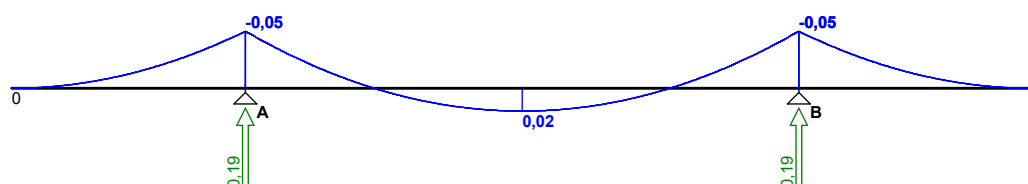
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

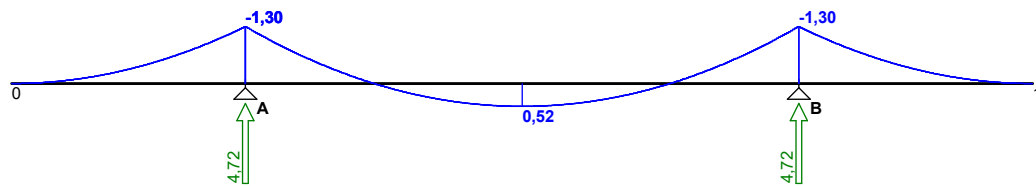
Przypadek **P1: Ciężar własny**

Momenty zginające [kNm]:



Przypadek **P2: Wiatr**

Momenty zginające [kNm]:



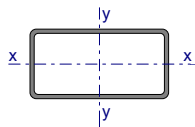
ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Model obliczeniowy niestateczności miejscowej: stan krytyczny;

Parametry analizy zwiczenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200



Przekrój: **100x50x3,0**

$A_v = 2,82 \text{ cm}^2$, $m = 6,71 \text{ kg/m}$

$J_x = 36,8 \text{ cm}^4$, $J_y = 110 \text{ cm}^4$, $J_w = 0,00 \text{ cm}^6$, $J_T = 88,4 \text{ cm}^4$, $W_x = 14,7 \text{ cm}^3$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 4 ($y = j_p = 0,943$)
- ścinanie: klasa przekroju 1

$M_R = 2,98 \text{ kNm}$

$V_R = 35,17 \text{ kN}$

Belka

Nośność na zginanie

Przekrój $z = 4,04 \text{ m}$ (**P2: Wiatr**)

Współczynnik zwiczenia $j_L = 1,000$

Moment maksymalny $M_{\max} = -1,30 \text{ kNm}$

(52) $M_{\max} / (j_L \cdot M_R) = 0,435 < 1$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 1,20 \text{ m}$ (**P2: Wiatr**)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 2,56 \text{ kN}$

(53) $V_{\max} / V_R = 0,073 < 1$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$V_{\max} = (-)2,16 \text{ kN} < V_0 = 0,3 \cdot V_R = 10,55 \text{ kN}$ ® warunek niemiernodajny

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$ (**P2: Wiatr**)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 5,42 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = 2 \cdot l_0 / 350 = 2 \cdot 1200 / 350 = 6,86 \text{ mm}$

$f_{k,\max} = 5,42 \text{ mm} < f_{gr} = 6,86 \text{ mm}$ (79,0%)

5.3. KONSTRUKCJA NOŚNA – SŁUP Z ZASTRZAŁEM

Obliczenia statyczne wykonano w programie Rm-Win. Uzyskano następujące wartości obliczeniowe sił wewnętrznych dla dwóch kombinacji: K1 – obciążenie pionowe ciężarem tablic (3kN) + wiatr z lewej; K2 – obciążenie pionowe ciężarem tablic (3kN) + wiatr z prawej;

K1: wiatr z lewej

- Odcinek górny słupa (przekrój powyżej zastrzału): $M=-17,92\text{kNm}$; $N=-4,70\text{kN}$; $V=9,43\text{kN}$
- Odcinek dolny słupa (przekrój poniżej zastrzału): $M=-14,90\text{kNm}$; $N=-17,90\text{kN}$; $V=-11,03\text{kN}$
- Zastrzał: $M=3,03\text{kNm}$; $N=-30,50\text{kN}$; $V=-1,51\text{kN}$
- Reakcje: $R1=-17,59\text{kN}$ (kotew rozciągana); $H1=11,03\text{kN}$; $R2=-22,81$; $H2=-20,46\text{kN}$

K2: wiatr z prawej

- Odcinek górny słupa (przekrój powyżej zastrzału): $M=17,93\text{kNm}$; $N=-4,70\text{kN}$; $V=-9,43\text{kN}$
- Odcinek dolny słupa (przekrój poniżej zastrzału): $M=14,84\text{kNm}$; $N=-27,53\text{kN}$; $V=10,99\text{kN}$
- Zastrzał: $M=-3,09\text{kNm}$; $N=30,58\text{kN}$; $V=1,69\text{kN}$
- Reakcje: $R1=27,82\text{kN}$; $H1=-10,99\text{kN}$; $R2=-22,61$ (kotew rozciągana); $H2=20,43\text{kN}$

Wymiarowanie przeprowadzono w programie Rm-Win:

• Odcinek górny słupa – kombinacja K1

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.31 licencja nr 40181)

Zadanie: konstrukcja nośna

Przekrój: 2 - H 120x120x 5.0

Wymiary przekroju: $h=120,0$ $s=120,0$ $g=5,0$ $t=5,0$ $r=6,3$.

Charakterystyka geometryczna przekroju: $I_{yg}=452,0$ $I_{zg}=452,0$ $A=20,50$ $i_y=4,7$ $i_z=4,7$ $I_w=2,2$ $I_t=704,4$ $i_s=6,6$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$ dla $g=5,0$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Nośność na ściskanie:

$x_a = 1,525$; $x_b = 1,525$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A)+1,5 \cdot B$

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{4,38}{481,75} = 0,009 < 1 \quad (6.9)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{4,38}{154,9} = 0,028 < 1 \quad (6.46)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 1,525$; $x_b = 1,525$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A)+1,5 \cdot B$

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{9,43}{139,07} = 0,068 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,525$; $x_b = 1,525$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A)+1,5 \cdot B$

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{3,54}{20,26} = 0,175 < 1 \quad (6.31)$$

Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{4,71}{0,322 \times 481,75/1} + 0,922 \times \frac{17,92+0}{1,000 \times 20,26/1} + 0,241 \times \frac{0+0}{20,26/1} = \mathbf{0,846} < \mathbf{1} \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{4,71}{0,852 \times 481,75/1} + 0,000 \times \frac{17,92+0}{1,000 \times 20,26/1} + 0,402 \times \frac{0+0}{20,26/1} = \mathbf{0,011} < \mathbf{1} \quad (6.62)$$

Nośność środnika pod obciążeniem skupionym:

xa = 1,525; xb = 1,525; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Warunki nośności środnika:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{0,00}{149,36} = \mathbf{0,000} < \mathbf{1} \quad (6.14 \text{ EN } 1993-1-5)$$
$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,000 + 0,8 \times 0,209 = \mathbf{0,000} < \mathbf{1,4} \quad (7.2 \text{ EN } 1993-1-5)$$

Stan graniczny użyteczności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = \mathbf{6,4} < \mathbf{12,2} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 6,431 \text{ mm}; \quad L / a = 3050,0 / 6,431 = 474,2$$

• Odcinek dolny słupa – kombinacja K1

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.31 licencja nr 40181)

Zadanie: konstrukcja nośna

Przekrój: 2 - H 120x120x 5.0

Wymiary przekroju: h=120,0 s=120,0 g=5,0 t=5,0 r=6,3.

Charakterystyka geometryczna przekroju: I_{yg}=452,0 I_{zg}=452,0 A=20,50 i_y=4,7 i_z=4,7 I_w=2,2 I_t=704,4 i_s=6,6.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności **f_y=235** MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie **f_u = 360** dla **g=5,0**.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0 \text{ kN/m}$,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0, M_b = 0 \text{ kNm}$,
- moment skręcający $T = 0 \text{ kNm}$.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Nośność elementów rozciąganych:

xa = 0,675; xb = 0,675; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Warunek nośności (6.5):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{17,74}{481,75} = \mathbf{0,037} < \mathbf{1} \quad (6.5)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

xa = 0,675; xb = 0,675; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{11,03}{139,07} = \mathbf{0,079} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,675$; $x_b = 0,675$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$
Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{7,44}{20,26} = 0,367 < 1 \quad (6.31)$$

Stan graniczny użytkowości:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{max} = 1,8 < 5,4 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 1,834 \text{ mm}; \quad L / a = 1350,0 / 1,834 = 736,3$$

• Odcinek dolny słupa – kombinacja K2

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.31 licencja nr 40181)

Zadanie: konstrukcja nośna II wariant

Przekrój: 2 - H 120x120x 4.5

Wymiary przekroju: $h=120,0$ $s=120,0$ $g=4,5$ $t=4,5$ $r=6,3$.

Charakterystyka geometryczna przekroju: $I_{yg}=452,0$ $I_{zg}=452,0$ $A=20,50$ $i_y=4,7$ $i_z=4,7$ $I_w=2,2$ $I_t=704,4$ $i_s=6,6$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$ dla $g=4,5$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Nośność na ściskanie:

$x_a = 0,675$; $x_b = 0,675$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{27,71}{481,75} = 0,058 < 1 \quad (6.9)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{27,71}{470,21} = 0,059 < 1 \quad (6.46)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,675$; $x_b = 0,675$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{9,51}{139,07} = 0,068 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,675$; $x_b = 0,675$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{6,42}{20,26} = 0,317 < 1 \quad (6.31)$$

Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{y} N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{27,86}{0,986 \times 481,75/1} + 0,602 \times \frac{12,84+0}{1,000 \times 20,26/1} + 0,362 \times \frac{0+0}{20,26/1} = \mathbf{0,440} < \mathbf{1} \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z} N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{27,86}{0,976 \times 481,75/1} + 0,000 \times \frac{12,84+0}{1,000 \times 20,26/1} + 0,604 \times \frac{0+0}{20,26/1} = \mathbf{0,059} < \mathbf{1} \quad (6.62)$$

Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B

Ugięcia względem osi Y liczone od ciężaru pręta wynoszą:

$$a_{max} = \mathbf{1,6} < \mathbf{5,4} = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 1,581 \text{ mm}; \quad L / a = 1350,0 / 1,581 = 853,9$$

• Zastrzał – kombinacja K1

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.31 licencja nr 40181)

Zadanie: konstrukcja nośna

Przekrój: 1 - H 120x 60x 4.0

Wymiary przekroju: h=120,0 s=60,0 g=4,0 t=4,0 r=5,6.

Charakterystyka geometryczna przekroju: I_{yg}=247,0 I_{zg}=82,7 A=13,50 i_y=4,3 i_z=2,5 I_w=147,5 I_t=199,6 i_s=4,9.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności **f_y=235 MPa** oraz wytrzymałość na rozciąganie **f_u = 360** dla **g=4,0**.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0 \text{ kN/m}$,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0, M_b = 0 \text{ kNm}$,
- moment skręcający $T = 0 \text{ kNm}$.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Nośność na ściskanie:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{29,48}{317,25} = \mathbf{0,093} < \mathbf{1} \quad (6.9)$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{29,48}{248,49} = \mathbf{0,119} < \mathbf{1} \quad (6.46)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{2,63}{122,11} = \mathbf{0,022} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{2,56}{11,72} = 0,219 < 1 \quad (6.31)$$

Zginanie (stateczność):

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Warunek stateczności przy zginaniu:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{2,56}{11,72} = 0,219 < 1 \quad (6.54)$$

Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{29,57}{0,965 \times 317,25/1} + 0,609 \times \frac{5,02+0}{1,000 \times 11,72/1} + 0,387 \times \frac{0+0}{7,24/1} = 0,357 < 1 \quad (6.61)$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{29,57}{0,783 \times 317,25/1} + 0,000 \times \frac{5,02+0}{1,000 \times 11,72/1} + 0,644 \times \frac{0+0}{7,24/1} = 0,119 < 1 \quad (6.62)$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{0,00}{121,42} = 0,000 < 1 \quad (6.14 \text{ EN } 1993-1-5)$$

$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,000 + 0,8 \times 0,358 = 0,000 < 1,4 \quad (7.2 \text{ EN } 1993-1-5)$$

Stan graniczny użytkowalności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,3 < 7,6 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 2,296 \text{ mm}; \quad L / a = 1909,2 / 2,296 = 831,4$$

• Zastrzał – kombinacja K2

Wyniki wymiarowania stali wg PN-EN 1993 (Stal1993_2d v. 1.31 licencja nr 40181)

Zadanie: konstrukcja nośna II wariant

Przekrój: 1 - H 120x 60x 4.0

Wymiary przekroju: $h=120,0$ $s=60,0$ $g=4,0$ $t=4,0$ $r=5,6$.

Charakterystyka geometryczna przekroju: $lyg=247,0$ $lzg=82,7$ $A=13,50$ $iy=4,3$ $iz=2,5$ $Iw=147,5$ $It=199,6$ $is=4,9$.

Materiał: **S 235**. Granica plastyczności $f_y=235$ MPa oraz wytrzymałość na rozciąganie $f_u = 360$ dla $g=4,0$.

Obciążenia prostopadłe:

Obciążenia działające prostopadle do płaszczyzny układu:

- obciążenie rozłożone $q = 0$ kN/m,
- momenty przywęzłowe $M_a = 0$, $M_b = 0$ kNm,
- moment skręcający $T = 0$ kNm.

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla tych obciążeń wynosi $\gamma_f = 1$.

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,35·(CW+A)+1,5·B

Warunek nośności (6.5):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{29,46}{317,25} = 0,093 < 1 \quad (6.5)$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$
- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{2,67}{122,11} = 0,022 < 1$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} = \frac{2,5}{11,72} = 0,213 < 1 \quad (6.31)$$

Zginanie (stateczność):

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$

Warunek stateczności przy zginaniu:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{2,5}{11,72} = 0,213 < 1 \quad (6.54)$$

Nośność środka pod obciążeniem skupionym:

$x_a = 0,955$; $x_b = 0,955$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot (CW+A) + 1,5 \cdot B$

Warunki nośności środka:

$$\eta_2 = \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{0,00}{121,42} = 0,000 < 1 \quad (6.14 \text{ EN } 1993-1-5)$$
$$\eta_2 + 0,8 \eta_1 = 0,000 + 0,8 \times 0,351 = 0,000 < 1,4 \quad (7.2 \text{ EN } 1993-1-5)$$

Stan graniczny użyteczności:

Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: CW+A+B

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 2,3 < 7,6 = a_{gr}$$

Największe ugięcie wypadkowe wynosi:

$$a = 2,262 \text{ mm}; \quad L / a = 1909,2 / 2,262 = 844,0$$

**Zaprojektowano: słup główny z rury kwadratowej 120x120x5.0, zastrzał z rury prostokątnej 120x60x4.0. Stal S235
Połączenie słupa z zastrzałem – spawane spoiną obwodową pachwinową gr. 4mm.**

5.4. KOTWY FUNDAMENTOWE

Obliczenia wykonano w module programu firmy RAWPLUG Easy Fix Pro dla obciążeń kotwy wg kombinacji K2.

Dobrano kotwy fundamentowe wklejane chemicznie R-CAS M16-8.8 L=125mm firmy RAWPLUG, efektywna głębokość zakotwienia $h_{eff}=125\text{mm}$.

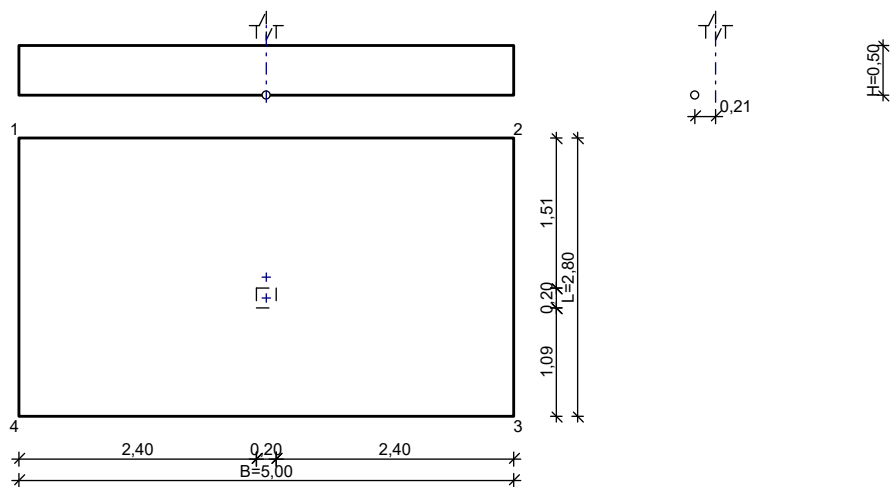
Wyężenie ze względu na: obciążenie rozciągające – 58%; obciążenie ścinające – 40.6%; połączenie obciążeń – 70%;

Należy zastosować kotwy nierdzewne. Układ kotew wg dokumentacji rysunkowej.

5.5. WYMIAROWANIE FUNDAMENTU

Stopa fundamentowa pod billboard

SZKIC FUNDAMENTU



GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa prostokątna**

B = 5,00 m L = 2,80 m H = 0,50 m
 B_s = 0,20 m L_s = 0,20 m e_B = 0,00 m e_L = 0,21 m

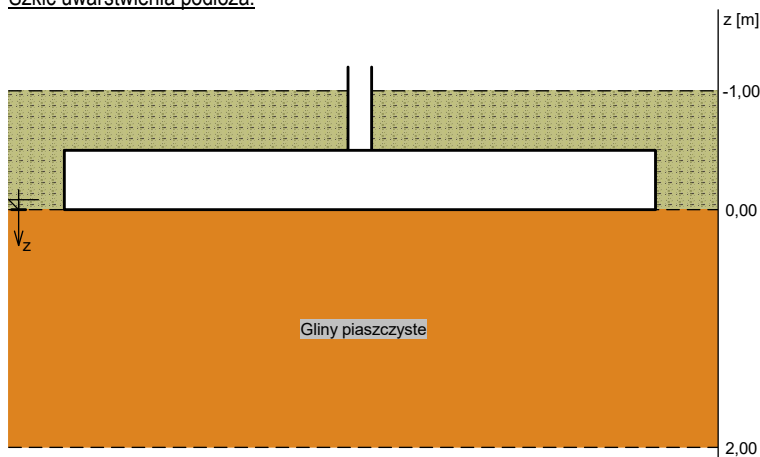
Posadowienie fundamentu:

D = 1,00 m D_{min} = 1,00 m

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

nazwa gruntu	h [m]	nawodni ona	$r_d^{(t)}$ [t/m ³]	$g_{t,min}$	$g_{t,max}$	$f_d^{(t)}$ [°]	$c_d^{(t)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
Gliny piaszczyste	2,00	nie	2,10	0,90	1,10	17,04	29,82	32193	35767

Napężenie dopuszczalne dla podłoża s_{dop} [kPa] = 120,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Obciążenia zredukowano do środka geometrycznego pomiędzy zestawem 4 kotew fundamentowych. Uwzględniono kombinację K1 i K2.

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

typ obc.	N [kN]	T _B [kN]	M _B [kNm]	T _L [kN]	M _L [kNm]	e [kPa]	De [kPa/m]
K1 - długotrwałe	10,56	0,00	0,00	18,86	56,00	0,00	0,00
K2 - długotrwałe	10,56	0,00	0,00	-18,86	-124,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³
Współczynniki obciążenia: $g_{f,min} = 0,90$; $g_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B30** (C25/30) @ $f_{od} = 16,67$ MPa, $f_{ctd} = 1,20$ MPa, $E_{cm} = 31,0$ GPa
Ciężar objętościowy $r = 24,0$ kN/m³
Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm
Współczynniki obciążenia: $g_{f,min} = 0,90$; $g_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIIN (**RB500**) @ $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa
Średnica prętów wzdłuż boku B $f_B = 10$ mm
Średnica prętów wzdłuż boku L $f_L = 10$ mm
Maksymalny rozstaw prętów $f_L = 25,0$ cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 85$ mm
Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 25$ mm

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $b = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($I=1,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA wg PN-81/B-03020

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr K2**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fNB} = 6509,9$ kN, $Q_{fNL} = 5496,5$ kN

$N_r = 362,9$ kN < $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 5496,5$ kN = 4452,2 kN (8,2%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr K2**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 242,9$ kN

$T_r = 18,9$ kN < $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 242,9$ kN = 174,9 kN (10,8%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr K2**

Naprężenie maksymalne $s_{max} = 46,0$ kPa

$s_{max} = 46,0$ kPa < $s_{dop} = 120,0$ kPa (38,3%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr K2**

Decyduje moment wywracający $M_{oL,1-2} = 133,43$ kNm, moment utrzymujący $M_{uL,1-2} = 404,50$ kNm

$M_o = 133,43$ kNm < $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 404,5$ kNm = 291,2 kNm (45,8%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr K1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,00$ cm, wtórne $s'' = 0,05$ cm, całkowite $s = 0,05$ cm

$s = 0,05$ cm < $s_{dop} = 1,00$ cm (5,2%)

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU wg PN-B-03264:2002

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr K2**

Pole powierzchni wielokąta $A = 4,50 \text{ m}^2$

Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 206,5 \text{ kN}$

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 485,1 \text{ kN}$

$N_{Sd} = 206,5 \text{ kN} < N_{Rd} = 485,1 \text{ kN}$ (42,6%)

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr K2**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 22,11 \text{ cm}^2$

Przyjęto **20 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 22,62 \text{ cm}^2$

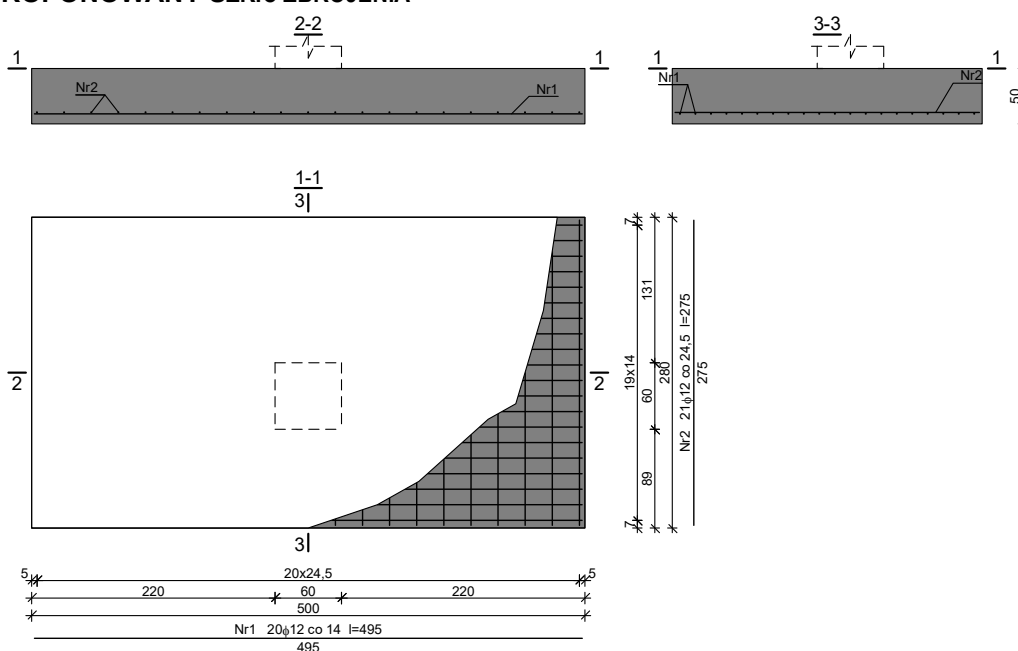
Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr K2**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 14,75 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie **21 prętów $\phi 12 \text{ mm}$** o $A_s = 23,75 \text{ cm}^2$

PROPONOWANY SZKIC ZBROJENIA



WYKAZ ZBROJENIA

Nr pręta	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	Długość całkowita [m]	
				RB500	$\phi 12$
dla jednej stopy					
1	12	495	20		99,00
2	12	275	21		57,75
Długość całkowita wg średnic				[m]	156,8
Masa 1mb pręta			[kg/mb]		0,888
Masa prętów wg średnic				[kg]	139,2
Masa prętów wg gatunków stali				[kg]	139,2
Masa całkowita				[kg]	140

UWAGA: Długość pręta jest długością obliczoną na podstawie wymiarów w osi pręta (metoda B wg PN-EN ISO 3766:2006)

obliczenia wykonał:

mgr inż. Marek Stańczak

uprawnienia budowlane do projektowania

bez ograniczeń nr DOŚ/0014/PBKb/17

i do kierowania robotami budowlanymi

bez ograniczeń nr DOŚ/0313/WBKb/17