

PROJEKT BUDOWLANO - WYKONAWCZY

trybun przy boiskach I LO w Ciechanowie

Branża: Budowlana.

Inwestor: I Liceum Ogólnokształcące im. Zygmunta Krasińskiego
w Ciechanowie ul. 17 Stycznia 66.

Adres budowy: Ciechanów, ul. 17 Stycznia 66, dz. nr 1344.

Jednostka Projektowa: Biuro Projektów "INWEST-D"
w Ciechanowie, ul. 17 Stycznia 13

Autorzy opracowania: inż. Janusz Domura

inż. Jarosław Janczarek

Sprawdzający: inż. Henryk Kuchalski

OŚWIADCZENIE

W trybie art. 20 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (jednolity tekst Dz. U. z 2006r. nr 156, poz. 1118 z późniejszymi zmianami) oświadczam, że:

*Projekt budowlany trybun przy boiskach I L.O. w
Ciechanowie*

*INWESTOR: I Liceum Ogólnokształcące im. Zygmunta
Krasińskiego w Ciechanowie ul. 17 Stycznia 66.*

*ADRES BUDOWY: Ciechanów, ul. 17 Stycznia 66, dz.
nr 1344.*

***został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz
zasadami wiedzy technicznej i jest kompletny z punktu widzenia
celu, któremu ma służyć.***



MAZOWIECKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Warszawa, 20 kwietnia 2010

Zaświadczenie

Pan JANUSZ DOMURAD

miejsce zamieszkania:

pl. JANA PAWŁA II 2
06-400 CIECHANÓW

jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

o numerze ewidencyjnym: MAZ/BO/1372/01

i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne

od dnia: 1 stycznia 2010 r. do dnia: 31 grudnia 2010 r.

MAZOWIECKA OKRĘGOWA IZBA
INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA
PRZEWODNICZĄCY

inż. Mieczysław Grodzki

Nr ewidencyjny Cie-111/87

STWIERDZENIE POSIADANIA PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnej funkcji technicznej w budownictwie

Na podstawie art. 18 ust. 5 i art. 57 ust. 3 ustawy z dnia 24 października 1974 r. - Prawo budowlane (Dz. U. Nr 38, pozycja 229) oraz § 2 ust. 1 pkt 1, § 5 ust. 1 pkt 1, § 6 ust. 3, § 7, § 13 ust. 1 pkt 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. 46).

STWIERDZAM

że Obywatel JANUSZ DOMURAD
inżynier budownictwa lądowego
urodzony(a) dnia 24 maja 1955r. w Ciechanowie

posiada przygotowanie zawodowe do pełnienia samodzielnej funkcji
projektanta oraz kierownika budowy i robót

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Obywatel JANUSZ DOMURAD

jest upoważniony:

1. do 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 melioracji wodnych,
2. do 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. do 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.



DYREKTOR WYDZIAŁU
Główny Architekt Województwa
[Signature]
inż. Czesław Lechawicz

SPIS TREŚCI:

- I. Opis techniczny.
- II. Obliczenia statyczne.
- II. Część rysunkowa.

Nr rys.	Nazwa	Skala
1.	Projekt zagospodarowania terenu	1:500
2.	Rzut fundamentów zadaszienia	1:100
3.	Rzut przyziemia zadaszienia	1:100
4.	Schemat konstrukcyjny zadaszienia	1:100
5.	Rzut zadaszienia	1:100
6.	Przekrój A-A	1:50
7.	Elewacje	1:100
8.	Rama z drewna klejonego	1:20
9.	Elementy ramy z drewna klejonego	1:20
10.	Stopy fundamentowe	1:20
11.	Szczegół pokrycia blachą tytan - cynk	1:10
12.	Szczegół pokrycia blachą tytan - cynk	1:10
13.	Rzuty trybun	1:100
14.	Przekrój I – I	1:20
15.	Przekrój II – II	1:20
16.	Przekrój III _B – III _B	1:20
17.	Przekrój III _C – III _C	1:20
18.	Balustrady A, B, C, D, I	1:20
19.	Elementy balustrad A, B, C, D, I	1:10
20.	Balustrada E	1:10
21.	Balustrada F, G, H, J	1:10

OPIS TECHNICZNY

1. Podstawa opracowania.

- Umowa z Inwestorem;
- Projekt zagospodarowania terenu;
- Decyzja nr 22/2008 o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego wydana przez Urząd Miasta Ciechanów w dniu 29.07.2009r., znak: UA.73312/29/09;
- Przywołane normy i przepisy w zakresie projektowania.

2. Zakres opracowania.

Opracowanie obejmuje projekt budowlano – wykonawczy konstrukcyjnych elementów zewnętrznych: trybun oraz zadaszeń w ramach przebudowy i modernizacji przyszkolnych boisk przy I Liceum Ogólnokształcącym w Ciechanowie przy ul. 17 Stycznia 66 w zakresie konstrukcji.

3. Warunki gruntowo - wodne.

Na terenie objętym opracowaniem pod warstwą humusu grubości ok. 20 cm znajdują się gliny piaszczyste oraz zwięzłe z przewarstwieniami piaskami drobnymi. Woda gruntowa - poniżej poziomu posadowienia fundamentów.

4. Założenia przyjęte do obliczeń statycznych.

Do obliczeń statycznych przyjęto następujące założenia:

- strefa wiatrowa I,
- strefa śniegowa II,
- beton fundamentów B-20,
- stal zbrojeniowa A-III 34GS oraz A-0 StOS,

Obliczenia statyczne wykonano w oparciu o następujące normy:

- PN-82/B-02000 *Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.*
- PN-82/B-02001 *Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.*
- PN-82/B-02003 *Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.*
- PN-80/B-02010/Az1 *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia śniegiem.*

- PN-77/B-02011 *Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenia wiatrem.*
- PN-B-03264:1999 *Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.*
- PN-90/B-03200 *Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.*
- PN-81/B-03020 *Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.*

5. Opis elementów konstrukcyjnych.

- Fundamenty – betonowe oraz żelbetowe wylewane na budowie z betonu B-20 w deskowaniu systemowym, zbrojone stalą A-I – wg rysunków konstrukcyjnych.
- Pod fundamentami wykonać podkład z betonu B-10 grubości 10 cm.
- Dźwigary i płatwie zadaszenia z drewna klejonego GL32C - wg rysunków konstrukcyjnych.

5. Opis elementów wykończeniowych.

- Poszycie zadaszenia ze sklejki wodoodpornej grubości 22 mm.
- Pokrycie zadaszenia z blachy tytan – cynk grubości 1 mm – wg rysunków szczegółowych.
- Obróbki blacharskie z blachy powlekanej.
- Rynny ϕ 15 i rury spustowe ϕ 12 z PCV.
- Siedziska – z oparciem wykonane z PCV.
- Balustrady – stalowe malowane proszkowo.

Opracował:

inż. Janusz Domura

OBLICZENIA STATYCZNE

Dach

Zebranie obciążeń

Pokrycie dachu

$$\begin{aligned} \alpha &= 5^\circ \quad \cos \alpha = 0,996, \text{ przyjęto } 1,0 & \sin \alpha &= 0,09 \\ \text{blacha tytan cynk gr. } 1,00\text{mm} & & & 0,07 \text{ kN/m}^2 \times 1,2 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \\ \text{sklejka wodoodporna gr. } 0,22\text{mm} & & & \\ 0,022\text{m} \times 7,0\text{kN/m}^3 &= 0,15 \text{ kN/m}^2 & & \frac{0,15 \text{ kN/m}^2 \times 1,2 = 0,18 \text{ kN/m}^2}{0,22\text{kN/m}^2} \quad 0,26 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Śnieg

$$\text{II strefa } \alpha = 5^\circ \\ C_1 = 0,8$$

Przyjęto $C = C_1 = 0,8$

$$0,90 \text{ kN/m}^2 \times 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2 \quad 0,72 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

II strefa $\alpha = 35^\circ$

$$C_1 = 0,67$$

Przyjęto $C = C_1 = 1,0$

$$0,9 \text{ kN/m}^2 \times 0,67 = 0,60 \text{ kN/m}^2 \quad 0,60 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 = 0,90 \text{ kN/m}^2$$

Wiatr

I strefa $\alpha = 5^\circ$

parcie wiatru

$$0,25 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \times 2,0 \times 1,8 = 0,90 \text{ kN/m}^2 \quad 0,90 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 = 1,17 \text{ kN/m}^2$$

ssanie wiatru

$$0,25 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \times (-2,0) \times 1,8 = -0,90 \text{ kN/m}^2 \quad -0,90 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 = -1,17 \text{ kN/m}^2$$

I strefa $\alpha = 35^\circ$

parcie wiatru

$$0,25 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \times 2,0 \times 1,8 = 0,90 \text{ kN/m}^2 \quad 0,90 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 = 1,17$$

kN/m²

ssanie wiatru

$$\begin{aligned} 0,25 \text{ kN/m}^2 \times 1,0 \times (-2,0) \times 1,8 &= -0,90 \text{ kN/m}^2 & -0,90 \text{ kN/m}^2 \times 1,3 &= -1,17 \text{ kN/m}^2 \\ = -1,17 \text{ kN/m}^2 & & & \end{aligned}$$

Obciążenia na płatew

$$\alpha = 5^\circ \quad \cos \alpha = 0,996, \text{ przyjęto } 1,0 \quad \sin \alpha = 0,09$$

Rozstaw $a = 1,10\text{m}$, $c = 1,10\text{m}$

$$\text{stałe} \quad 0,22 \text{ kN/m}^2 \times 1,10\text{m} = 0,24 \text{ kN/m} \quad \gamma_f = 1,2$$

$$\text{wiatr} \quad 0,90 \text{ kN/m}^2 \times 1,10\text{m} = 0,99 \text{ kN/m} \quad \gamma_f = 1,3$$

$$\text{śnieg} \quad 0,72 \text{ kN/m}^2 \times 1,10\text{m} = 0,79 \text{ kN/m} \quad \gamma_f = 1,5$$

$$\alpha = 35^\circ \quad \cos \alpha = 0,82 \quad \sin \alpha = 0,57$$

Rozstaw $a = 0,75\text{m}$, $c = 0,85\text{m}$

$$\text{stałe} \quad 0,22 \text{ kN/m}^2 \times 0,85\text{m} = 0,19 \text{ kN/m} \quad \gamma_f = 1,2$$

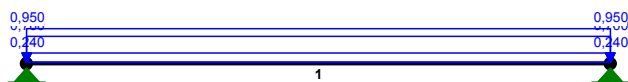
$$\text{wiatr} \quad 0,90 \text{ kN/m}^2 \times 0,85/0,82\text{m} = 0,93 \text{ kN/m} \quad \gamma_f = 1,3$$

$$\text{śnieg} \quad 0,72 \text{ kN/m}^2 \times 0,75\text{m} = 0,54 \text{ kN/m} \quad \gamma_f = 1,5$$

Wymiarowanie

Płatew 12x20 ($\alpha = 5^\circ$)

OBCIĄŻENIA:



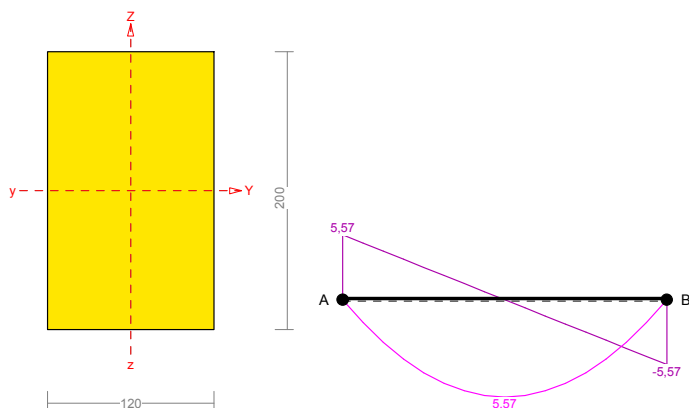
OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A "" Stałe $\square f = 1,20$
 1 Stałe 0,0 0,240 0,240 0,00 4,00

Grupa: B "" Zmienne $\square f = 1,50$
 1 Śniego 0,0 0,760 0,760 0,00 4,00

Grupa: C "" Zmienne $\square f = 1,30$
 1 Wiatr 0,0 0,950 0,950 0,00 4,00



Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a = 2,00$ m; $x_b = 2,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 5,57 / 800,00 \times 10^3 = 6,96 < 18,46 = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a = 2,00$ m; $x_b = 2,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{6,96}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{18,46} = 0,38 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{6,96}{18,46} + \frac{0,00}{18,46} = 0,26 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,50$ m; $x_b=3,50$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek nośności

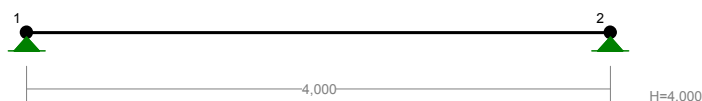
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,26^2 + 0,00^2} = 0,26 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

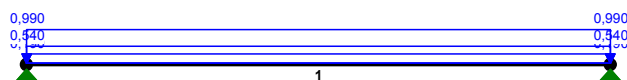
Wyniki dla $x_a=2,00$ m; $x_b=2,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

$$u_{z,fin} = -2,2 + -7,4 = 9,6 < 20,0 = u_{net,fin}$$

Płatew 12x20 ($\alpha = 35^\circ$)



OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A "" Stałe $\square f= 1,20$

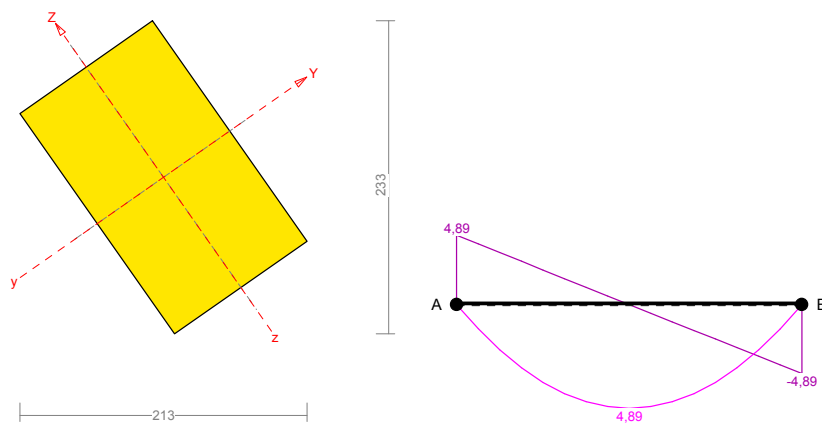
1 Stałe 0,0 0,190 0,190 0,00 4,00

Grupa: B "" Zmienne $\square f= 1,50$

1 Śnieg 0,0 0,540 0,540 0,00 4,00

Grupa: C "" Zmienne $\square f= 1,30$

1 Wiatr 0,0 0,990 0,990 0,00 4,00



Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,00$ m; $x_b=2,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 4,01 / 800,00 \times 10^3 = 5,01 < 18,46 = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,00$ m; $x_b=2,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{5,01}{18,46} + 0,7 \times \frac{5,85}{18,46} = 0,49 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{5,01}{18,46} + \frac{5,85}{18,46} = 0,51 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,50$ m; $x_b=3,50$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,19^2 + 0,13^2} = 0,23 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

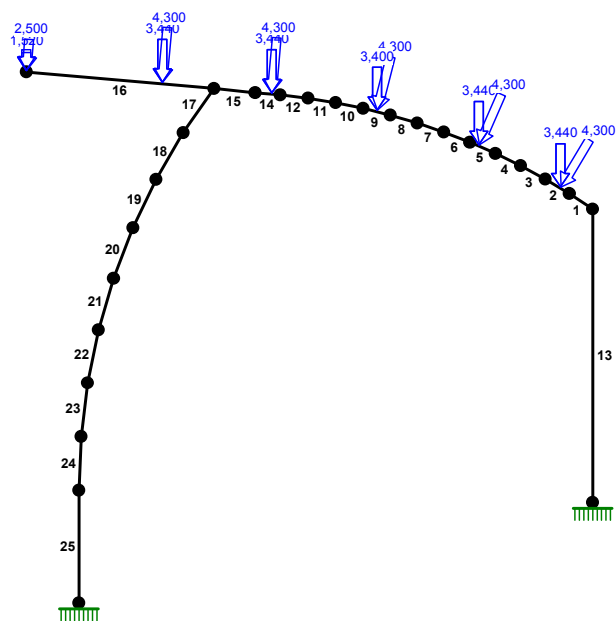
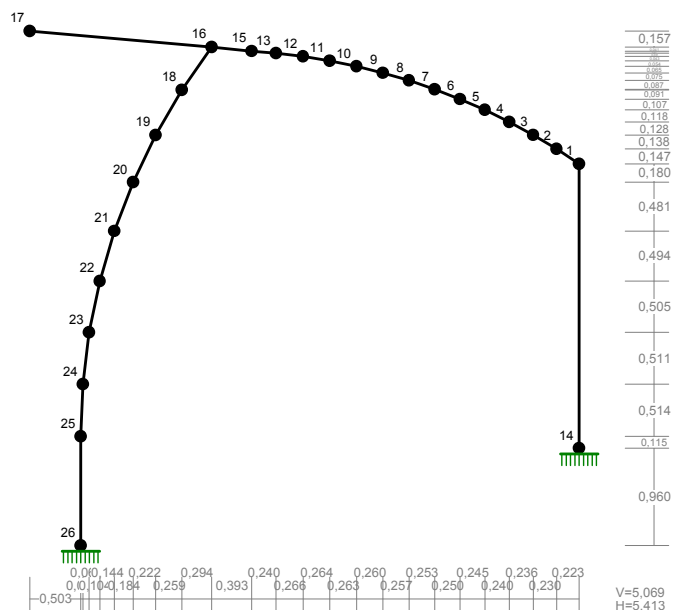
Wyniki dla $x_a=2,00$ m; $x_b=2,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

$$u_{z,fin} = -1,6 + -5,7 = 7,3 < 20,0 = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = -3,0 + -10,6 = 13,6 < 20,0 = u_{net,fin}$$

$$u_{fin} = \sqrt{u_{z,fin}^2 + u_{y,fin}^2} = \sqrt{7,0^2 + 13,6^2} = 15,4 < 20,0 = u_{net,fin}$$

Rama z drewna klejonego GL 32c



OBCIĄŻENIA:

OBCIĄŻENIA: ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A ""		Stałe		□f= 1,20
2	Skupione	0,0	3,400	0,17
5	Skupione	0,0	3,400	0,09
9	Skupione	0,0	3,400	0,14
14	Skupione	0,0	3,400	0,16
16	Skupione	0,0	1,700	0,00

16	Skupione	0,0	3,400	1,30
----	----------	-----	-------	------

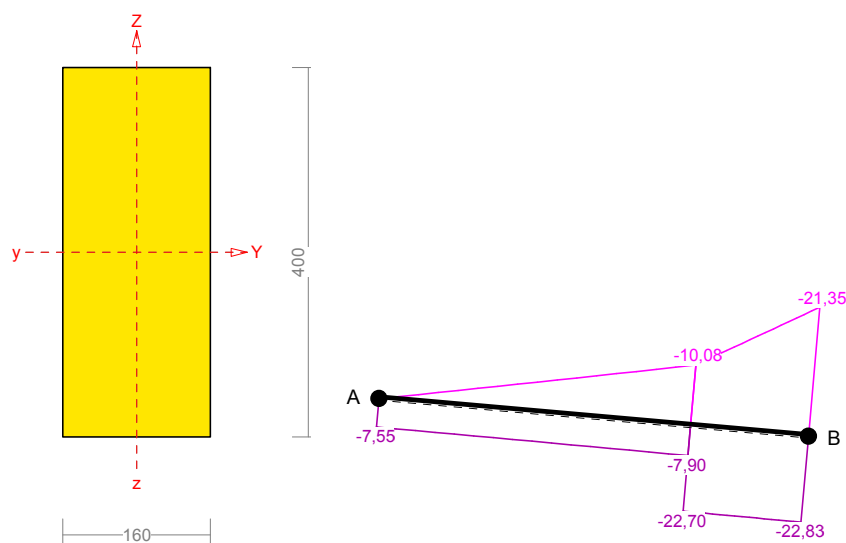
Grupa: B "" Zmienne □f= 1,50

2	Skupione	0,0	3,440	0,17
5	Skupione	0,0	3,440	0,09
9	Skupione	0,0	3,440	0,14
14	Skupione	0,0	3,440	0,16
16	Skupione	0,0	1,520	0,00
16	Skupione	0,0	3,440	1,30

Grupa: C "" Zmienne □f= 1,30

2	Skupione	-31,0	4,300	0,17
5	Skupione	-23,6	4,300	0,09
9	Skupione	-14,0	4,300	0,14
14	Skupione	-5,0	4,300	0,16
16	Skupione	-5,0	2,500	0,00
16	Skupione	-5,0	4,300	1,30

Dźwigar DK1



Nośność na ściskanie(

Wyniki dla $x_a=1,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

Nośność na ściskanie:

$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,23 / 640,00 \times 10 = 0,02 < 11,18 = 0,972 \times 11,50 = k_{c,f} \sigma_{c,0,d}$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

□□□□ = 0,335 < 1

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,02}{0,972 \times 11,50} + \frac{0,00}{15,00} + 0,7 \times \frac{5,00}{15,00} = 0,235 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 21,35 / 4266,67 \times 10^3 = 5,00 < 15,00 = 1,000 \times 15,00 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{5,00}{15,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{15,00} = 0,33 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{5,00}{15,00} + \frac{0,00}{15,00} = 0,23 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02^2}{11,50^2} + \frac{5,00}{15,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{15,00} = 0,33 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02^2}{11,50^2} + 0,7 \times \frac{5,00}{15,00} + \frac{0,00}{15,00} = 0,23 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek nośności

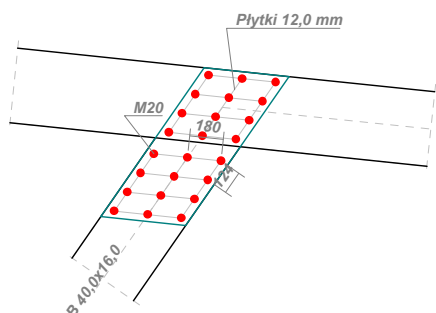
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,54^2 + 0,00^2} = 0,54 < 1,50 = 1,000 \times 1,50 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=1,80$ m, przy obciążeniach "ABC".

$$u_{z,fin} = -2,7 + -2,5 = 5,2 < 9,0 = u_{net,fin}$$

POŁĄCZENIE NA ŚRUBY W WĘŻLE NR □ 16



Przyjęto połączenie z zastosowaniem płytek stalowych na dwucięte śruby o średnicy $d = 20,0$ mm.

$$1,1 \sqrt{2 M_{y,d} f_{h,2,d} d}$$

Siły działające na najbardziej obciążony łącznik:

$$F_M = \frac{M e_{\max}}{\sum e_i^2} = \frac{9,70 \times 315,4}{490934,9} \times 10^6 = 6233,94 \text{ N};$$

$$F_{x,M} = -3122,46; \quad F_{y,M} = -5395,57$$

$$F_Q = Q / n = 15,03 / 12 \times 10^3 = 1252,81 \text{ N}$$

$$F_N = N / n = 46,05 / 12 \times 10^3 = -3837,71 \text{ N}$$

Warunek nośności połączenia:

Liczba płaszczyzn ścinania łączników $n_c = 2$.

$$F = \sqrt{(F_{x,M} + F_N)^2 + (F_{y,M} + F_Q)^2} / n_c = \sqrt{(-3122,46 + -3837,71)^2 + (-5395,57 + 1252,81)^2} / 2 = 4812,61 < 12128,2 = R_d$$

Nośność płytek:

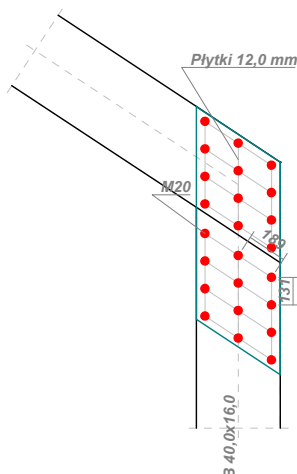
Naprężenia w płytkach stalowych o grubości $t = 12,0$ mm, z uwzględnieniem osłabienia otworami:

$$\sigma = M / W_p + N / F_p = 9,70 / 514,18 \times 10^3 + 46,05 / 80,88 \times 10 = 24,56 \text{ MPa}$$

$$\tau = Q / F_p = 15,03 / 80,88 \times 10 = 1,86 < 124,7 = 0,58 f_d$$

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{24,56^2 + 3 \times 1,86^2} = 24,77 < 215 = f_d$$

POŁĄCZENIE NA ŚRUBY W WĘŻLE NR □ 1



Przyjęto połączenie z zastosowaniem płytek stalowych na dwucięte śruby o średnicy $d = 20,0$ mm.

$$1,1\sqrt{2M_{y,d}f_{h,2,d}d}$$

Siły działające na najbardziej obciążony łącznik:

$$F_M = \frac{M e_{\max}}{\sum e_i^2} = \frac{12,38 \times 339,6}{543908,9} \times 10^6 = 7731,31 \text{ N};$$

$$F_{x,M} = -3596,58; \quad F_{y,M} = 6843,81$$

$$F_Q = Q / n = 6,21 / 12 \times 10^3 = 517,66 \text{ N}$$

$$F_N = N / n = 35,35 / 12 \times 10^3 = -2945,85 \text{ N}$$

Warunek nośności połączenia:

Liczba płaszczyzn ścinania łączników $n_c = 2$.

$$F = \sqrt{(F_{xM} + F_N)^2 + (F_{yM} + F_Q)^2} / n_c = \sqrt{(-3596,58 + -2945,85)^2 + (6843,81 + 517,66)^2} / 2 = 4550,37 < 10667,7 = R_d$$

Nośność płytek:

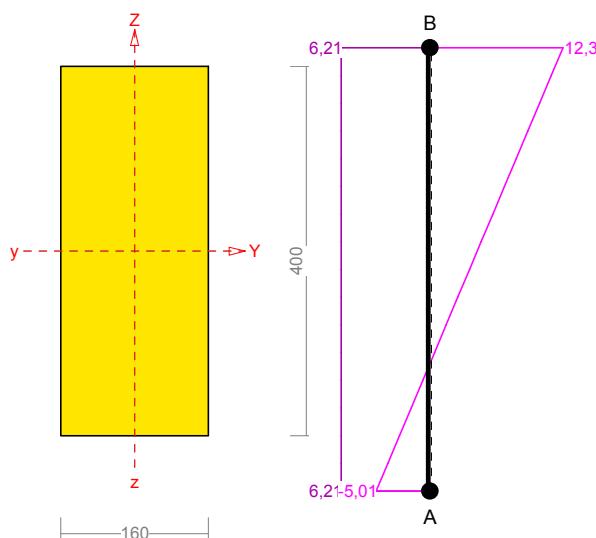
Napężenia w płytkach stalowych o grubości $t = 12,0$ mm, z uwzględnieniem osłabienia otworami:

$$\sigma = M / W_p + N / F_p = 12,38 / 514,18 \times 10^3 + 35,35 / 80,88 \times 10 = 28,45 \text{ MPa}$$

$$\tau = Q / F_p = 6,21 / 80,88 \times 10 = 0,77 < 124,7 = 0,58 f_d$$

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{28,45^2 + 3 \times 0,77^2} = 28,48 < 215 = f_d$$

Słup SK1



Nośność na ściskanie(

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,80$ m, przy obciążeniach "ABC".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 36,10 / 640,00 \times 10 = 0,56 < 8,84 = 0,768 \times 11,50 = k c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=2,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\square\square\square\square = 0,241 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,55}{0,768 \times 11,50} + \frac{0,00}{15,00} + 0,7 \times \frac{2,90}{15,00} = 0,198 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 12,38 / 4266,67 \times 10^3 = 2,90 < 15,00 = 1,000 \times 15,00 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=2,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,90}{15,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{15,00} = 0,19 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{2,90}{15,00} + \frac{0,00}{15,00} = 0,14 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=2,80$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,55^2}{11,50^2} + \frac{2,90}{15,00} + 0,7 \times \frac{0,00}{15,00} = 0,20 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,55^2}{11,50^2} + 0,7 \times \frac{2,90}{15,00} + \frac{0,00}{15,00} = 0,14 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,87$ m; $x_b=1,92$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek nośności

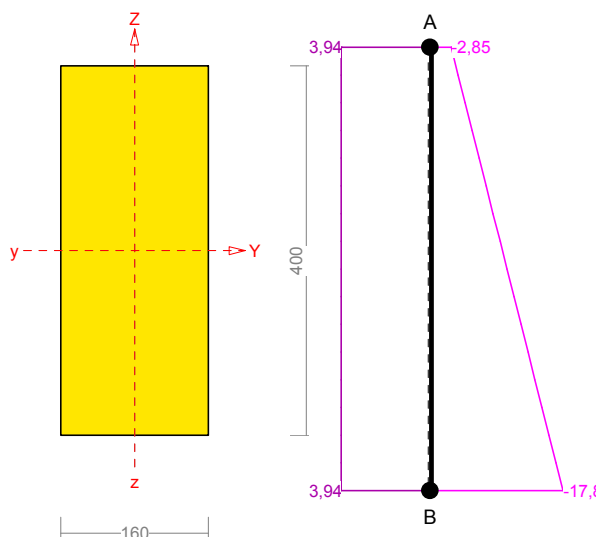
$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,15^2 + 0,00^2} = 0,15 < 1,50 = 1,000 \times 1,50 = k_v f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,92$ m; $x_b=0,87$ m, przy obciążeniach "ABC".

$$u_{z,fin} = -1,3 + 0,5 = 0,9 < 14,0 = u_{net,fin}$$

Słup SK2



Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,08$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 47,79 / 640,00 \times 10 = 0,75 < 14,33 = 1,012 \times 14,15 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,08$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,75}{1,027 \times 14,15} + 0,7 \times \frac{0,00}{18,46} + \frac{4,18}{18,46} = 0,278 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,75}{1,012 \times 14,15} + \frac{0,00}{18,46} + 0,7 \times \frac{4,18}{18,46} = 0,211 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,08$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 17,83 / 4266,67 \times 10^3 = 4,18 < 18,46 = 1,000 \times 18,46 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,08$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,18}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{18,46} = 0,23 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{4,18}{18,46} + \frac{0,00}{18,46} = 0,16 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,08$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach "ABC":

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,75^2}{14,15^2} + \frac{4,18}{18,46} + 0,7 \times \frac{0,00}{18,46} = 0,23 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,75^2}{14,15^2} + 0,7 \times \frac{4,18}{18,46} + \frac{0,00}{18,46} = 0,16 < 1$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=1,08$ m, przy obciążeniach "ABC".

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,33^2 + 0,00^2} = 0,33 < 1,85 = 1,000 \times 1,85 = k_v f_{v,d}$$

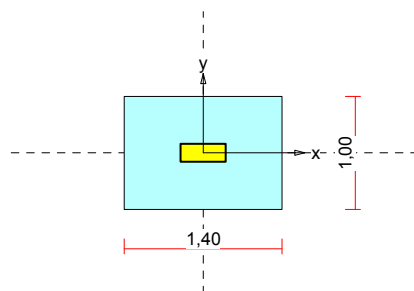
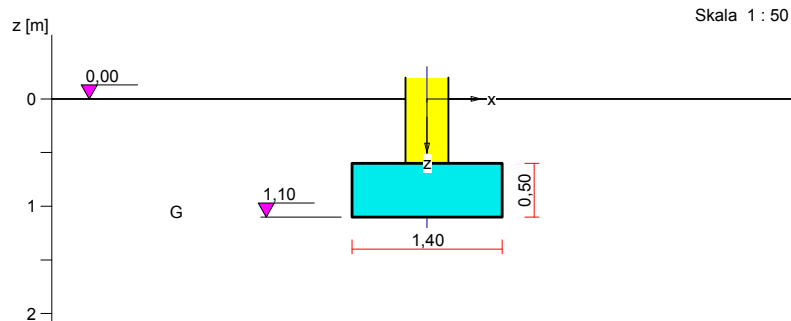
Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,00$ m; $x_b=1,08$ m, przy obciążeniach "ABC".

$$u_{z,fin} = -0,8 + -2,0 = 2,7 < 5,4 = u_{net,fin}$$

FUNDAMENTY

Stopa fundamentowa S 1



Podłoże gruntowe

Warstwy gruntu

Lp.	Poziom	Grubość	Nazwa gruntu	Poz. wody	I_D/I_L	Stopień
	stropu	warstwy [m]		gruntowej [m]		wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Gлина	brak wody	0,30	m.wilg.

Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,50$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H _x	H _y	M _x	M _y	□□□□□□ □
	obciążenia	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[□]
1	D	11,9	-0,7	0,0	0,00	-3,60	1,20
2	D	25,7	7,2	0,0	0,00	9,00	1,20
3	D	36,1	6,2	0,0	0,00	5,00	1,20
4	D	1,5	0,3	0,0	0,00	0,40	1,20

Materiał

Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,10$ m

Kształt fundamentu: prosty

Wymiary podstawy: $B_x = 1,40$ m, $B_y = 1,00$ m,

Wysokość: $H = 0,50$ m,

Mimośrod: $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m.

Stan graniczny I

Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
1	D	1,10	0,10	0,34
* 2	D	1,10	0,18	0,89
3	D	1,10	0,18	0,50
4	D	1,10	0,07	0,06

Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 2

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,40$ m, $B_y = 1,00$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,10$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 25,70$ kN, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = 7,20$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

momenty: $M_x = 0,00$ kNm, $M_y = 9,00$ kNm.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 38,23$ kN/m, momenty: $M_{Gx} = 0,00$ kNm/m, $M_{Gy} = 0,00$

kNm/m.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$N_r = N + G = 25,70 + 38,23 = 63,93$ kN.

Momenty względem środka podstawy:

$M_{rx} = N \cdot E_y + H_y \cdot E_z + M_x + M_{Gx} = 25,70 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00$ kNm.

$M_{ry} = N \cdot E_x + H_x \cdot E_z + M_y + M_{Gy} = -25,70 \cdot 0,00 + 7,20 \cdot 0,60 + 9,00 + 0,00 = 13,32$ kNm.

Mimośrody sił względem środka podstawy:

$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 13,32/63,93 = 0,21$ m,

$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/63,93 = 0,00$ m.

$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,149 + 0,000 = 0,149$ m < 0,167.

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,40 - 2 \cdot 0,21 = 0,98$ m, $B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,00 - 2 \cdot 0,00 = 1,00$ m.

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

średnia gęstość obl.: $\square_{D(r)} = 1,84$ t/m³, min. wysokość: $D_{min} = 1,10$ m,

obciążenie: $\square_{D(r)} \cdot g \cdot D_{min} = 1,84 \cdot 9,81 \cdot 1,10 = 19,91$ kPa.

Współczynniki nośności podłoża:

kąt tarcia wewn.: $\square_{u(r)} = \square_{u(n)} \cdot \square_m = 16,40 \cdot 0,90 = 14,76^\circ$,

spójność: $c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \square_m = 25,20$ kPa,

$N_B = 0,56$ $N_C = 10,83$ $N_D = 3,85$.

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$\text{tg } \square_x = |H_x|/N_r = 7,20/63,93 = 0,11$, $\text{tg } \square_x / \text{tg } \square_{u(r)} = 0,1126/0,2635 = 0,427$,

$i_{Bx} = 0,65$, $i_{Cx} = 0,78$, $i_{Dx} = 0,83$.

$\text{tg } \square_y = |H_y|/N_r = 0,00/63,93 = 0,00$, $\text{tg } \square_y / \text{tg } \square_{u(r)} = 0,0000/0,2635 = 0,000$,

$i_{By} = 1,00$, $i_{Cy} = 1,00$, $i_{Dy} = 1,00$.

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\gamma_{B(n)} \cdot \gamma_m \cdot g = 2,05 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,10 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B_y' / B_x' = 0,75, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B_y' / B_x' = 1,29, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B_y' / B_x' = 2,47$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(t)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(t)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(t)} \cdot g \cdot B_x' \cdot i_{Bx}) = 430,58 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B_x' \cdot B_y' (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(t)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(t)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(t)} \cdot g \cdot B_y' \cdot i_{By}) = 541,63 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 63,93 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 430,58 = 348,77 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Wymiarowanie fundamentu

Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 2 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

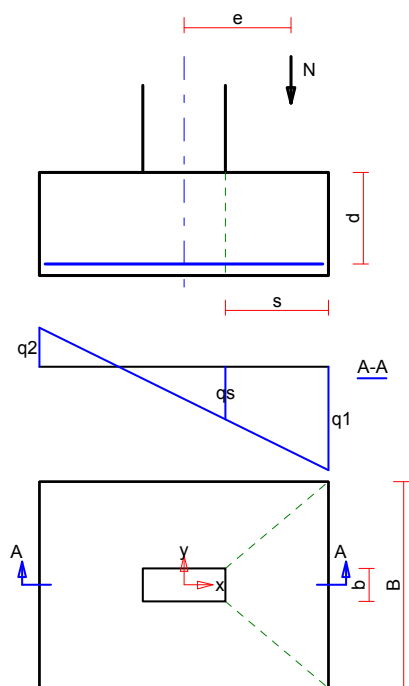
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 26 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = 13,32 \text{ kNm}$.

Mimośrodowość siły względem środka podstawy:

$$e_{xr} = |M_{yr} / N_r| = 0,52 \text{ m}, \quad e_{yr} = |M_{xr} / N_r| = 0,00 \text{ m}.$$



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$$M_{sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_1 + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,16+3 \cdot 1,00) \cdot 59 + (0,16+1,00) \cdot 30] \cdot 0,25^2 / 12 = 5 \text{ kNm}.$$

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 0,6 \text{ cm}^2$.

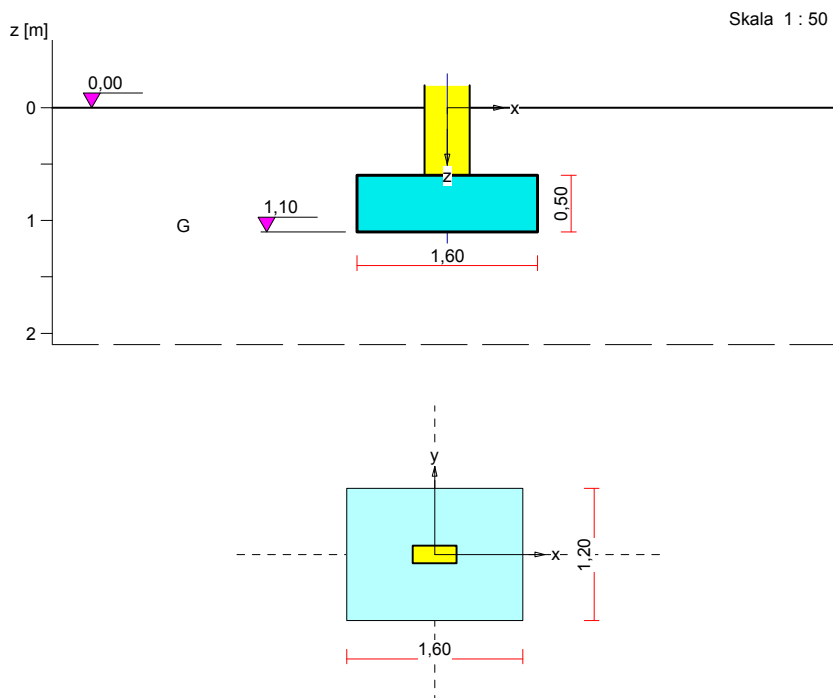
Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2$.

$$A_s = 0,6 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2.$$

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

Przyjęta liczba prętów: $L_{yr} = 6$ co $26,0 \text{ cm}$.

Stopa fundamentowa S 2



Warstwy gruntu

Lp.	Poziom [m]	Grubość warstwy [m]	Nazwa gruntu	Poz. wody gruntowej [m]	I_D/I_L	Stopień wilgotn.
1	0,00	nieokreśl.	Gлина	brak wody	0,30	m.wilg.

Obciążenie od konstrukcji

Względny poziom przyłożenia obciążenia: $z_{obc} = 0,50$ m.

Lista obciążeń:

Lp	Rodzaj	N	H_x	H_y	M_x	M_y	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	obciążenia	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	<input type="checkbox"/>
1	D	47,8	-13,9	0,0	0,00	-17,80	1,20
2	D	2,2	-0,3	0,0	0,00	-0,30	1,20

Materiał

Rodzaj materiału: żelbet

Klasa betonu: B25, nazwa stali: St3S-b,

Średnica prętów zbrojeniowych: $d_x = 12,0$ mm, $d_y = 12,0$ mm,

Kierunek zbrojenia głównego: x, grubość otuliny: 5,0 cm.

Wymiary fundamentu

Względny poziom posadowienia: $z_f = 1,10$ m

Kształt fundamentu: prosty

Wymiary podstawy: $B_x = 1,60$ m, $B_y = 1,20$ m,

Wysokość: $H = 0,50$ m,

Mimośrod: $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m.

Stan graniczny I

Zestawienie wyników analizy nośności i mimośródów

Nr obc.	Rodzaj obciążenia	Poziom [m]	Wsp. nośności	Wsp. mimośr.
* 1	D	1,10	0,24	0,97
2	D	1,10	0,07	0,03

Analiza stanu granicznego I dla obciążenia nr 1

Wymiary podstawy fundamentu rzeczywistego: $B_x = 1,60$ m, $B_y = 1,20$ m.

Względny poziom posadowienia: $H = 1,10$ m.

Zestawienie obciążeń:

Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji:

siła pionowa: $N = 47,80$ kN, mimośrody wzgl. podst. fund. $E_x = 0,00$ m, $E_y = 0,00$ m,

siła pozioma: $H_x = -13,90$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

siła pozioma: $H_y = 0,00$ kN, mimośród względem podstawy fund. $E_z = 0,60$ m,

momenty: $M_x = 0,00 \text{ kNm}$, $M_y = -17,80 \text{ kNm}$.

Ciężar własny fundamentu, gruntu, posadzek, obciążenia posadzek:

siła pionowa: $G = 52,77 \text{ kN/m}$, momenty: $M_{Gx} = 0,00 \text{ kNm/m}$, $M_{Gy} = 0,00 \text{ kNm/m}$.

Sprawdzenie położenia wypadkowej obciążenia względem podstawy fundamentu

Obciążenie pionowe:

$$N_r = N + G = 47,80 + 52,77 = 100,57 \text{ kN}.$$

Momenty względem środka podstawy:

$$M_{rx} = N \cdot e_y - H_y \cdot e_z + M_x + M_{Gx} = 47,80 \cdot 0,00 + (0,00) = 0,00 \text{ kNm}.$$

$$M_{ry} = -N \cdot e_x + H_x \cdot e_z + M_y + M_{Gy} = -47,80 \cdot 0,00 + (-13,90) \cdot 0,60 + (-17,80) + (0,00) = -26,14 \text{ kNm}.$$

Mimośrodody sił względem środka podstawy:

$$e_{rx} = |M_{ry}/N_r| = 26,14/100,57 = 0,26 \text{ m},$$

$$e_{ry} = |M_{rx}/N_r| = 0,00/100,57 = 0,00 \text{ m}.$$

$$e_{rx}/B_x + e_{ry}/B_y = 0,162 + 0,000 = 0,162 \text{ m} < 0,167.$$

Wniosek: Warunek położenia wypadkowej jest spełniony.

Sprawdzenie warunku granicznej nośności fundamentu rzeczywistego

Zredukowane wymiary podstawy fundamentu:

$$B'_x = B_x - 2 \cdot e_{rx} = 1,60 - 2 \cdot 0,26 = 1,08 \text{ m}, \quad B'_y = B_y - 2 \cdot e_{ry} = 1,20 - 2 \cdot 0,00 = 1,20 \text{ m}.$$

Obciążenie podłoża obok ławy (min. średnia gęstość dla pola 1):

$$\text{średnia gęstość obl.: } \gamma_{D(r)} = 1,84 \text{ t/m}^3, \quad \text{min. wysokość: } D_{\min} = 1,10 \text{ m},$$

$$\text{obciążenie: } \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} = 1,84 \cdot 9,81 \cdot 1,10 = 19,91 \text{ kPa}.$$

Współczynniki nośności podłoża:

$$\text{kąta tarcia wewn.: } \varphi_{u(r)} = \varphi_{u(n)} \cdot \varphi_m = 16,40 \cdot 0,90 = 14,76^\circ,$$

$$\text{spójność: } c_{u(r)} = c_{u(n)} \cdot \varphi_m = 25,20 \text{ kPa},$$

$$N_B = 0,56 \quad N_C = 10,83, \quad N_D = 3,85.$$

Wpływ odchylenia wypadkowej obciążenia od pionu:

$$\text{tg } \alpha_x = |H_x|/N_r = 13,90/100,57 = 0,14, \quad \text{tg } \alpha_x / \text{tg } \varphi_{u(r)} = 0,1382/0,2635 = 0,525,$$

$$i_{Bx} = 0,56, \quad i_{Cx} = 0,72, \quad i_{Dx} = 0,79.$$

$$\text{tg } \alpha_y = |H_y|/N_r = 0,00/100,57 = 0,00, \quad \text{tg } \alpha_y / \text{tg } \varphi_{u(r)} = 0,0000/0,2635 = 0,000,$$

$$i_{By} = 1,00, \quad i_{Cy} = 1,00, \quad i_{Dy} = 1,00.$$

Ciężar objętościowy gruntu pod ławą fundamentową:

$$\gamma_{B(n)} \cdot \varphi_m \cdot g = 2,05 \cdot 0,90 \cdot 9,81 = 18,10 \text{ kN/m}^3.$$

Współczynniki kształtu:

$$m_B = 1 - 0,25 \cdot B'_y/B'_x = 0,77, \quad m_C = 1 + 0,3 \cdot B'_y/B'_x = 1,27, \quad m_D = 1 + 1,5 \cdot B'_y/B'_x = 2,35$$

Odpór graniczny podłoża:

$$Q_{fNBx} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cx} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dx} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B'_x \cdot i_{Bx}) = 511,93 \text{ kN}.$$

$$Q_{fNBy} = B'_x \cdot B'_y (m_C \cdot N_C \cdot c_{u(r)} \cdot i_{Cy} + m_D \cdot N_D \cdot \gamma_{D(r)} \cdot g \cdot D_{\min} \cdot i_{Dy} + m_B \cdot N_B \cdot \gamma_{B(r)} \cdot g \cdot B'_y \cdot i_{By}) = 695,11 \text{ kN}.$$

Sprawdzenie warunku obliczeniowego:

$$N_r = 100,57 \text{ kN} < m \cdot \min(Q_{fNBx}, Q_{fNBy}) = 0,81 \cdot 511,93 = 414,66 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek nośności jest spełniony.

Wymiarowanie fundamentu

Przebiecie stopy w przekroju 1:

$$\text{Siła ścinająca: } V_{sd} = \int_{Ac} q \cdot dA = 13 \text{ kN}.$$

$$\text{Nośność betonu na ścinanie: } V_{Rd} = (b+d) \cdot d \cdot f_{ctd} = (0,16+0,44) \cdot 0,44 \cdot 1000 = 268 \text{ kN}.$$

$$V_{sd} = 13 \text{ kN} < V_{Rd} = 268 \text{ kN}.$$

Wniosek: warunek na przebiecie jest spełniony.

8.3. Zestawienie wyników sprawdzenia stopy na zginanie

Nr obc.	Kierunek	Przekrój	Moment zginający	Nośność przekroju
			M [kNm]	M _r [kNm]
* 1	x	1	10	47
	y	1	4	65
2	x	1	0	47
	y	1	0	65

Uwaga: Momenty zginające wyznaczono metodą wydzielonych trapezów.

Sprawdzenie stopy na zginanie dla obciążenia nr 1 na kierunku x

Zestawienie obciążeń:

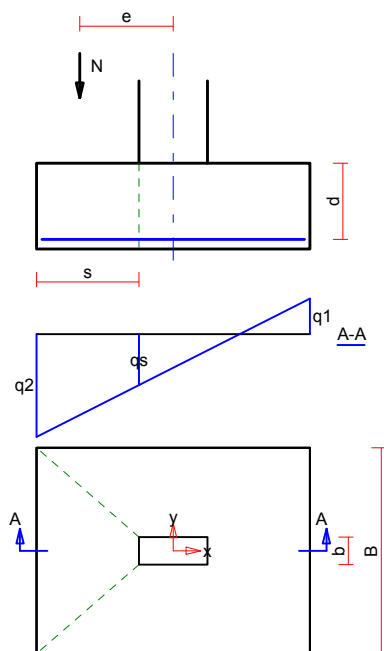
Obciążenia zewnętrzne od konstrukcji zredukowane do środka podstawy stopy:

siła pionowa: $N_r = 48 \text{ kN}$,

momenty: $M_{xr} = 0,00 \text{ kNm}$, $M_{yr} = -26,14 \text{ kNm}$.

Mimośrody siły względem środka podstawy:

$e_{xr} = |M_{yr}/N_r| = 0,55 \text{ m}$, $e_{yr} = |M_{xr}/N_r| = 0,00 \text{ m}$.



Zginanie stopy w przekroju 1:

Moment zginający:

$M_{Sd} = [(b+3 \cdot B) \cdot q_2 + (b+B) \cdot q_s] \cdot s^2 / 12 = [(0,16+3 \cdot 1,20) \cdot 76 + (0,16+1,20) \cdot 38] \cdot 0,36 / 12 = 10 \text{ kNm}$.

Konieczna powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_s = 1,2 \text{ cm}^2$.

Przyjęta powierzchnia przekroju zbrojenia: $A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2$.

$A_s = 1,2 \text{ cm}^2 < A_{Rs} = 5,7 \text{ cm}^2$.

Wniosek: warunek na zginanie jest spełniony.

OPRACOWAŁ:
inż. Janusz Domura