

PROJEKT KONSTRUKCJI MURU OPOROWEGO

autor projektu: mgr inż. Roman Nalewajko
upr. bud. Nr St-350/89
(członek Izby: MAZ/BO/3549/01)

Warszawa, czerwiec 2016r.

Spis treści - Konstrukcja

I. Opis techniczny

II. Obliczenia statyczne

III. Spis rysunków

BPT-PW-PZT-K-1 MURU OPOROWY

Warszawa, dnia 03.06.2016r.

OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art. 20 ust. 4 – Prawa budowlanego (Dz. Nr 207 z 2003 r poz. 2016 z późniejszymi zmianami) oświadczam, że projekt konstrukcji muru oporowego opracowany został zgodnie z wymaganiami ustawy, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektant konstrukcji: mgr inż. Roman Nalewajko

URZĄD
MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY
WYDZIAŁ ARCHITEKTURY
Nr ewidencyjny St-350/89

Warszawa, 31 maja 1989 r.

ODPIS

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, poz. 229) oraz § 2 ust.1 pkt 1, § 5 ust.1
pkt 1, § 6 ust.3, § 7, § 13 ust.1 pkt 2
rozp. Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r.
w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Mr 8, poz: 46).

S T W I E R D Z A M

że Ob. ROMAN MAREK N A L E W A J K O s.Jana

magister inżynier budownictwa

urodzony(a) dnia 30 sierpnia 1957 r. Nadarzyn

posiada przygotowanie zawodowe do pełnienia samodzielnej funkcji technicznej

projektanta oraz kierownika budowy i robót

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

- 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.



KANCELARIA ARCHITEKTÓW WARSZAWY
inż. arch. Tadeusz Szumielewicz

KANCELARIA NOTARIALNA s.c.
JOLANTA BAREJ
ELŻBIETA BAREJ-MAGIERA
ul. Krakowskie Przedmieście 4/6



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-YWR-QSV-3KY *

Pan ROMAN MAREK NALEWAJKO o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/1129/01
adres zamieszkania ul. CZERNIAKOWSKA 26/6, 00-714 WARSZAWA
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2016-01-01 do 2016-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-01-08 roku przez:

Mieczysław Grodzki, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

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

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

Spis treści - Konstrukcja

Część opisowa

1. Przedmiot, cel i zakres opracowania
2. Podstawa opracowania
3. Warunki gruntowe
4. Opis konstrukcji budynku
5. Odporność pożarowa
6. Przyjęte założenia do obliczeń statycznych
7. Materiały
8. Zalecenia technologiczne
9. Wykaz norm, literatury i programów komputerowych wykorzystanych do obliczeń

1. Przedmiot, cel i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt konstrukcji muru oporowego. Celem niniejszego opracowania jest przeprowadzenie zgodnie ze sztuką budowlaną i jednoczesnym spełnieniem warunków w powołanych przepisami technicznymi normach dotyczących konstrukcji budowlanych, obliczeń statycznie – wytrzymałościowych, dobór materiałów i rozwiązań niezbędnych do prawidłowego i bezpiecznego funkcjonowania w/w obiektu oraz przedstawienie konstrukcji budynku w formie graficznej pozwalające wznieść na jej podstawie opisywany budynek.

2. Podstawa opracowania

- Projekt architektoniczny,
- Dokumentacja geotechniczna z badań podłoża gruntowego dla projektu biblioteki publicznej w obrębie placu Pofranciszkańskiego przy ul. M.C. Skłodowskiej w Piotrkowie Trybunalskim, opracowana przez Zakład Usług Geologicznych "Geotechnika", 91-432 Łódź, ul. Wojska Polskiego 55/61,
- Polskie normy budowlane i literatura techniczna.

3. Warunki gruntowe

W zbadanym podłożu, pod nasypami występują plejstoceny gliny morenowe - zaliczone do grupy gruntów spoistych o symbolu B, tj. do gruntów spoistych morenowych nieskonsolidowanych. Lokalnie nawiercono soczewkę piasków wodnolodowcowych, śródmorenowych.

Przewiercone nasypy mają miąższość 0,6-1,9 m. Najczęściej miąższość ta nie przekracza 1 m, a tylko w ostatnim, zachodnim rzędzie wierceń od strony starego miasta miąższość nasypów wynosi 1,2-1,9 m. Wszystkie nasypy zaliczono do nasypów niebudowlanych.

Nieprzewiercona do głębokości 7,0 m warstwa glin wykształcona jest jako gliny piaszczyste w stanie twardoplastycznym o ustalonym badaniami stopniu plastyczności $I_L = 0,10$.

Piaski wodnolodowcowe wykształcone jako piaski średnie znajdują się w stanie zagęszczonym o $I_D = 0,70$ i nie są nawodnione.

3.1 Opis warunków hydrogeologicznych

Wodę gruntową o zwierciadle swobodnym stwierdzono tylko w otworze nr 9 - na głębokości 1,7 m poniżej powierzchni terenu. Woda ta zgromadziła się w dolnej partii nasypów. W pozostałych otworach wody nie stwierdzono.

Warunki gruntowe należy określić jako złożone.

Obiekt odpowiada drugiej kategorii geotechnicznej.

4. Opis konstrukcji muru oporowego.

Mur oporowy o łącznej długości 116,5 m został zaprojektowany jako odtworzenie istniejącego muru. Projektuje się go o wymiarach dostosowanych do spadku skarpy. Mur został podzielony dylatacjami na odcinki o długości maksymalnie 20,0m.

6. Przyjęte założenia do obliczeń statycznych

6.1 Przyjęte obciążenia

Do obliczeń przyjęto obciążenia:

- ciężary własne wg PN-82/B-2001
- obciążenie śniegiem (II strefa) zmiana Az1 0,90 kN/m²

Obciążenia technologiczne wg PN-82/B-02003 oraz indywidualnej analizy obciążeń w części bibliotecznej:

- obciążenia naziomu 5,0 kN/m²

7. Materiały

Przyjęto do obliczeń następujące materiały:

- a) konstrukcja monolityczna.
 - beton C25/30 W-4, stal A-IIIN, A-I
 - beton podkładowy (chudy beton) C8/10

8. Zalecenia technologiczne

- Wykonawca zobowiązany jest zapoznać się z dokumentacją geologiczno - inżynierską

- Wykopy fundamentowe nie mogą być narażone na długotrwałe podtapianie przez wody opadowe lub roztopowe, gdyż może się to przyczynić do niekorzystnej zmiany stopnia plastyczności glin.
- Wykop należy odebrać z udziałem geologa wykonującego badania geotechniczne. W przypadku stwierdzenia w poziomie posadowienia warstw nienośnych, należy je usunąć i zastąpić betonem C8/10.
- Wykop należy chronić przed wpływem warunków atmosferycznych (przemarzanie, rozmakanie). Nie należy pozostawić otwartego wykopu fundamentowego na okres jesienno zimowy.
- Roboty ziemne należy prowadzić tak, aby nie nastąpiło rozluźnienie lub pogorszenie stanu gruntu zalegającego w dnie wykopu. Podczas prowadzenia robót ziemnych należy stosować się do wymagań normy PN-B-06050. Ze względu na stan gruntów nie dopuszcza się zastosowania ciężkiego sprzętu wjeżdżającego do wykopu oraz wymiany gruntu metodą zagęszczania.
- Wszelkie niejasności wyjaśniać w nadzorze autorskim.
- Przed przystąpieniem do realizacji należy zweryfikować wszelkie przewody instalacyjne znajdujące się w pobliżu i zabezpieczyć je na czas budowy.
- Fundamenty posadowić na gruncie rodzimym poprzez 10 cm warstwę betonu podkładowego C8/10.
- Do wykonania muru należy stosować beton hydrotechniczny W-8 o jak najmniejszym skurczu początkowym.
- Wymiary aktualnego stanu budowlanego sprawdzić w naturze.
- Roboty budowlano-instalacyjne muszą być prowadzone z równoległą bieżącą koordynacją międzybranżową.
- Uszczelnienie dylatacji – taśmy zewnętrzna np. Tricosal od strony zasypki, taśma zamykająca np. Tricosal od strony chodnika (schodów). Dylatacja wypełniona kitem trwale plastycznym.
- Dylatacja zabezpieczona przed przesunięciem w płaszczyźnie prostopadłej do muru oporowego prętami ocynkowanymi $\phi 25\text{mm}$ co 30cm. O długości 50cm, umieszczone w gnieździe umożliwiające przesuw w płaszczyźnie równoległej do muru.

- Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne pionowe – wykonywane na zimno – Izolacja typu Weber-Deitermann EUROLAN 3K 1:10 wg technologii producenta lub równoważne
- Izolacje przeciwwilgociowe powłokowe bitumiczne poziome – wykonywane na zimno – Izolacja typu Weber-Deitermann EUROLAN 3K 1:10 wg technologii producenta lub równoważne
- W sprawach nieokreślonych dokumentacją obowiązują:
 - warunki techniczne wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych (wg Ministerstwa Budownictwa i Instytutu Techniki Budowlanej)
 - normy Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (P.K.N.)
 - instrukcje, wytyczne, świadectwa dopuszczenia, atesty Instytutu Techniki Budowlanej
 - instrukcje, wytyczne i warunki techniczne producentów i dostawców materiałów budowlano-instalacyjnych.
 - przepisy techniczne instytucji kontrolujących jakość materiałów i wykonywanych robót.

9. Wykaz norm, literatury i programów komputerowych wykorzystanych do obliczeń

Normy przedmiotowe:

- PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe, sprężone. Obliczenia i projektowanie.
- PN-90/B03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-B-03150: Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- PN-90/B-03000 Projekty budowlane. Obliczenia statyczne.
- 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 i montażowe. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
- PN-77/B-02011 Obciążenia budowli. Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
- PN-80/B-02010/Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
- PN-EN 1991-1-3 październik 2005 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcję. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem.

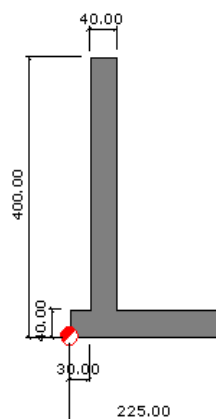
Opracowania:

- W. Starosolski. Konstrukcje żelbetowe, dostosowanie do PN-B-03264:1999, t. I i II, PWN, Warszawa 2000
- J. Kobiak, W. Stachuski, Konstrukcje żelbetowe, Arkady, Warszawa 1984

Programy komputerowe:

- ABC Płyta wersja 6.2
- RM-WIN wersja 9.26
- MS EXCELL 2000
- MS WORD 2000
- Kalkulator pali fundamentowych firmy Robobat wersja 18

2. Geometria:



3. Grunt:

- Oznaczenie parametrów geotechnicznych metodą: B
- **Naziom** Głębokość gruntu za ścianą $H_0 = 400.00$ (cm)
- Uwarstwienie pierwotne:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Mięższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I_D/I_L
1.	Piasek pylasty	0.00	150.00	-	wilgotne	0.400
2.	Gлина piaszczysta	-150.00	-	B	-	0.100

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m ²]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m ³]	M [MN/m ²]	Mo [MN/m ²]
1.	0.00	29.92	17.50	64.40	51.52
2.	35.48	20.13	22.00	63.86	47.89

- Grunty za ścianą:

Opis:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Mięższość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I_D/I_L
1	Gлина piaszczysta	250.00	250.00	B	-	0.100
2	Piasek pylasty	500.00	150.00	-	wilgotne	0.350

* Względem prawego dolnego punktu stopy

Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m ²]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m ³]	M [MN/m ²]	Mo [MN/m ²]
1	35.48	20.13	22.00	63.86	47.89
2	0.00	29.67	17.50	58.51	46.81

- Grunty przed ścianą:

Opis:

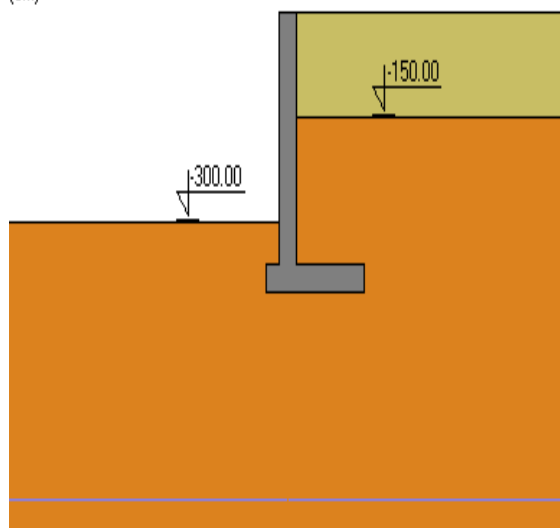
Lp.	Nazwa gruntu	Poziom* [cm]	Mięższkość [cm]	Typ konsolidacji	Typ wilgotności	I _D /I _L
1	Gлина piaszczysta	100.00	100.00	B	-	0.100

* Względem lewego dolnego punktu stopy

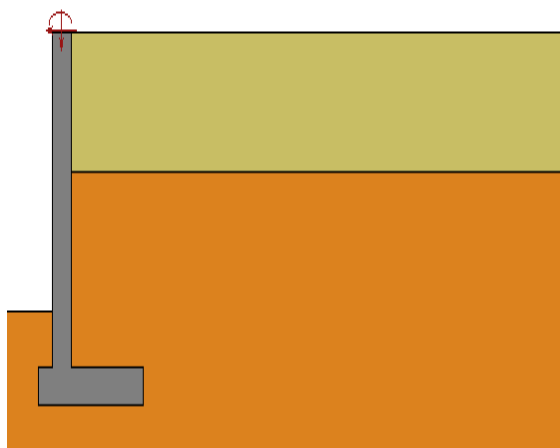
Parametry:

Lp.	Spójność [kN/m ²]	Kąt tarcia [Deg]	Ciężar obj. [kN/m ³]	M [MN/m ²]	Mo [MN/m ²]
1	35.48	20.13	22.00	63.86	47.89

(cm)



4. Obciążenia



- **Zestawienie obciążeń**

- 1 równomiernie rozłożone
- a1 stała $x_1 = 0.00$ (m) $x_2 = 10.00$ (m) $P = 5.00$ (kN/m²)
- 2 skupione na ścianie
- a2 stała $z = 0.00$ (m) $V = -5.00$ (kN) $H = -0.00$ (kN) $M = 0.00$ (kN*m)

- **5. Wyniki obliczeń geotechnicznych**

- *PARCIA*

Parcie i odpór gruntu : zgodnie z przemieszczeniami muru

Współczynniki parć i odporów granicznych i spoczynkowych dla gruntów:

Średni kat nachylenia naziomu $\varepsilon = 0.00$ (Deg)

Kat nachylenia ściany $\beta = 0.00$ (Deg)

$$K_a = \frac{\cos^2 \cdot (\beta - \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta_2) \cdot \sin(\phi - \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_p = \frac{\cos^2 \cdot (\beta + \phi)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta_2) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi - \delta_2) \cdot \sin(\phi + \varepsilon)}{\cos(\beta + \delta_2) \cdot \cos(\beta - \varepsilon)}} \right)^2}$$

$$K_o = \frac{\sigma_x}{\sigma_z} = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$K_a \leq K_o \leq K_p$$

Grunty za ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.	Gлина piaszczysta	-150.00	20.13	0.444	0.656	2.430
2.	Piasek pylasty	0.00	29.67	0.305	0.505	4.064

- Uogólnione przemieszczenia graniczne
- odpór 0.123
- parcie 0.012
- Grunty przed ścianą:

Lp.	Nazwa gruntu	Poziom [cm]	Kąt tarcia [Deg]	Ka	Ko	Kp
1.		-300.00		0.444	0.656	2.430

- Uogólnione przemieszczenia graniczne
- odpór 0.132
- parcie 0.013

NOŚNOŚĆ

- Rodzaj podłoża pod stopą: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca: $1.000 \cdot CM + 0.850 \cdot GP + 1.200 \cdot GZ + 1.000 \cdot C + 1.000 \cdot a1 + 1.000 \cdot a2$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
• $N = -208.27$ (kN/m) $My = -96.20$ (kN*m) $Fx = -54.17$ (kN/m)
- Zastępczy wymiar stopy: $A = 171.57$ (cm)
- Współczynnik nośności oraz wpływu nachylenia obciążenia:

$$N_B = 1.060 \quad i_B = 0.253$$

$$N_C = 13.200 \quad i_C = 0.460$$

$$N_D = 5.319 \quad i_D = 0.543$$

- Graniczny opór podłoża gruntowego: $Q_f = 446.54$ (kN/m)

Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_f \cdot m / N_r = 1.737 > 1.000$

OSIADANIE

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca: $1.000 \cdot CM + 1.000 \cdot GP + 1.000 \cdot GZ + 1.000 \cdot C + 1.000 \cdot a1 + 1.000 \cdot a2$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -184.15$ (kN/m) $My = -82.37$ (kN*m) $Fx = -41.75$ (kN/m)
- Obciążenie charakterystyczne, jednostkowe od obciążeń całkowitych: $q = 0.08$ (MN/m²)
- Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 225.00$ (cm)
- Naprężenie na poziomie z:
- dodatkowe: $s_{zd} = 0.01$ (MN/m²)
- wywołane ciężarem gruntu: $s_{zg} = 0.05$ (MN/m²)
- Osiadanie: $S = 0.16$ (cm) $< S_{dop} = 10.00$ (cm)

OBRÓT

- Kombinacja wymiarująca: $1.000 \cdot CM + 0.850 \cdot GP + 1.200 \cdot GZ + 1.000 \cdot C + 1.000 \cdot a1 + 1.000 \cdot a2$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -208.27 \text{ (kN/m)}$ $My = -96.20 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$ $Fx = -54.17 \text{ (kN/m)}$
- Moment obracający: $Mo = 92.31 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$
- Moment zapobiegający obrotowi fundamentu: $M_{uf} = 270.97 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $M_{uf} \cdot m / M_o = 2.114 > 1.000$

POŚLIZG

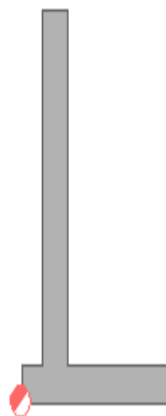
- Kombinacja wymiarująca: $1.000 \cdot CM + 0.850 \cdot GP + 1.200 \cdot GZ + 1.000 \cdot C + 1.000 \cdot a1 + 1.000 \cdot a2$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -208.27 \text{ (kN/m)}$ $My = -96.20 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$ $Fx = -54.17 \text{ (kN/m)}$
- Zastępczy wymiar stopy: $A = 225.00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik tarcia:
 - gruntu (na poziomie posadowienia): $\mu = 0.297$
- Współczynnik redukcji spójności gruntu = 80.000 %
- Spójność: $C = 6.39 \text{ (kN/m}^2)$
- Wartość siły poślizgu: $Q_{tr} = 54.17 \text{ (kN/m)}$
- Wartość siły zapobiegającej poślizgowi muru:
- $Q_{tf} = N \cdot \mu + C \cdot A$
- - w poziomie posadowienia: $Q_{tr} = 76.28 \text{ (kN/m)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $Q_{tf} \cdot m / Q_{tr} = 1.014 > 1.000$

KĄTY OBROTU

- Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
- Kombinacja wymiarująca: $1.000 \cdot CM + 1.000 \cdot GP + 1.000 \cdot GZ + 1.000 \cdot C + 1.000 \cdot a1 + 1.000 \cdot a2$
- Zredukowane obciążenie wymiarujące:
 $N = -184.15 \text{ (kN/m)}$ $My = -82.37 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$ $Fx = -41.75 \text{ (kN/m)}$
- Maksymalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:
 $q_{max} = 0.14 \text{ (MN/m}^2)$
- Minimalne jednostkowe naprężenia charakterystyczne od obciążeń całkowitych:
 $q_{min} = 0.02 \text{ (MN/m}^2)$
- Kąt obrotu: $ro = 0.07 \text{ (Deg)}$
- Współrzędne punktu obrotu ściany:
 $X = 269.70 \text{ (cm)}$
 $Z = -400.00 \text{ (cm)}$
- Współczynnik bezpieczeństwa: $18.645 > 1.000$

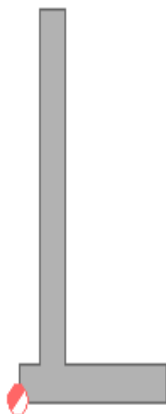
6. Wyniki obliczeń żelbetowych

- Momenty



Element	Momenty	Wartość [kN*m]	Położenie [cm]	Kombinacja
Ściana	maksymalny	75.61	-370.00	$0.900 \cdot CM + 0.765 \cdot GP + 1.320 \cdot GZ + 0.900 \cdot C + 1.100 \cdot a1 + 1.100 \cdot a2$
Ściana	minimalny	-0.00	-0.00	$1.100 \cdot CM + 0.765 \cdot GP + 0.900 \cdot GZ + 1.100 \cdot C + 0.900 \cdot a1 + 0.900 \cdot a2$
Stopa	maksymalny	18.49	50.00	$1.100 \cdot CM + 0.765 \cdot GP + 1.320 \cdot GZ + 0.900 \cdot C + 1.100 \cdot a1 + 0.900 \cdot a2$
Stopa	minimalny	-85.78	85.00	$0.900 \cdot CM + 0.765 \cdot GP + 1.320 \cdot GZ + 0.900 \cdot C + 1.100 \cdot a1 + 1.100 \cdot a2$

- Zbrojenie



Położenie	Powierzchnia teoretyczna [cm ² /m]	Pręty		Rozstaw [cm]	Powierzchnia rzeczywista [cm ² /m]
ściana z prawej	10.39	12.0	co	10.00	11.31
ściana z prawej (h/3)	5.81	12.0	co	15.00	7.54
ściana z prawej (h/2)	5.13	10.0	co	15.00	5.24
stopa lewa (-)	6.16	12.0	co	16.00	7.07
stopa prawa (+)	9.87	12.0	co	11.00	10.28
stopa lewa (+)	0.00	12.0	co	11.00	10.28