
PROJEKT WYKONAWCZY
posadowienia słupów stalowych sygnalizacyjnych
w ramach przebudowy skrzyżowania ulic:
al. Solidarności, al. Sikorskiego i ul. Gen. B. Ducha w Lublinie

Branża: **KONSTRUKCJA**

Nazwa obiektu: **Posadowienie słupów stalowych sygnalizacji**

Lokalizacja: **Lublin**
al. Solidarności, al. Sikorskiego i ul. Gen. B. Ducha

Inwestor: **Zarząd Dróg i Mostów w Lublinie**
ul. Krochmalna 13J
20-401 Lublin

Projektant: **mgr inż. Jan JASICA**
upr. bud. nr MAP/0269/POOK/08
do projektowania bez ograniczeń
w spec. konstrukcyjno-budowlanej

Podpis:
mgr inż. Jan Jasica
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
Nr MAP/0269/POOK/08

Sprawdzający: **mgr inż. Bartosz MRÓWKA**
upr. bud. nr MAP/0043/POOK/07
do projektowania bez ograniczeń
w spec. konstrukcyjno-budowlanej

Podpis:
mgr inż. Bartosz Mrówka
Uprawnienia budowlane do projektowania
kierowania i nadzorowania robót budowlanych
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
Nr MAP/0043/POOK/07, Nr MAP/0226/OWOK/08

SPIS ZAWARTOŚCI

| | |
|--|-----------|
| DECYZJE I ZAŚWIADCZENIA | 3 |
| I. OPIS TECHNICZNY | 8 |
| 1. PODSTAWY OPRACOWANIA | 9 |
| 2. WARUNKI GRUNTOWO- WODNE..... | 9 |
| 3. SPOSÓB WYKONANIA POSADOWIENIA POŚREDNIEGO ZA POMOCĄ STUDNI FUNDAMENTOWYCH | 9 |
| 4. MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE | 11 |
| 5. LITERATURA..... | 11 |
| II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA..... | 12 |
| 1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ | 13 |
| 2. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE DLA STUDNI FUNDAMENTOWEJ | 14 |
| III. RYSUNKI KONSTRUKCYJNE | 36 |

DECYZJE I ZAŚWIADCZENIA



MAŁOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kraków, dnia 22 grudnia 2008 r.

MAP OIIB/KK/0054-0084/08

DECYZJA

Na podstawie art.24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.*), art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 oraz art. 13 ust. 2 - 4, art. 14 ust. 1 pkt 2, art. 14 ust. 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.*), § 11 ust 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.*) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.*).

Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
stwierdza, że

Pan mgr inż. **Jan Jasica**
urodzony dnia 29.04.1980 r. w Limanowej
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0269/POOK/08

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej.**

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan Jan Jasica posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. arch. Elżbieta Gabryś
3. Członek Składu Orzekającego
dr inż. Marian Płachecki



Otrzymują:

1. Pan Jan Jasica
ul. Kościuszki 121A
34-600 Limanowa
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a

ZA ZGODNOŚĆ Z ORYGINAŁEM

Kraków, styczeń 2015 r.

mgr inż. Jan Jasica
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
Nr MAP/0269/POOK/08



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-KTL-JK2-ALQ *

Pan Jan Jasica o numerze ewidencyjnym MAP/BO/0053/09
adres zamieszkania ul. Kościuszki 121a, 34-600 Limanowa
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2015-02-28.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2014-02-18 roku przez:

Stanisław Karczmarczyk, Przewodniczący Rady Małopolskiej 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.pilb.org y Inżynierów
Budownictwa.

ZA ZGODNOŚĆ Z ORYGINAŁEM

Kraków, styczeń 2015 r.

mgr inż. Jan Jasica
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
Nr MAP/0269/POOK/08

MAP OIIB/KK/0054-0045/07

DECYZJA

Na podstawie art.24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.*), art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 oraz art. 13 ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156 poz. 1118 z późn. zm.*), § 11 ust 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578*) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.*).

Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
stwierdza, że

Pan mgr inż. **Bartosz Piotr Mrówka**
urodzony dnia 12.02.1980 r. w Krynicy
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0043/POOK/07

**do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej.**

UZASADNIENIE

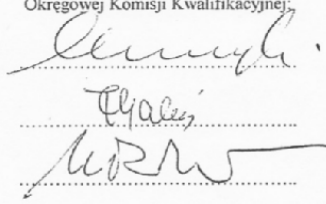
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan Bartosz Mrówka posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Stanisław Karczmarczyk
2. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. arch. Elżbieta Gabrys
3. Członek Składu Orzekającego
dr inż. Marian Plachecki



Otrzymują:

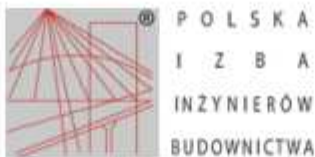
1. Pan Bartosz Mrówka
ul. 3-go Maja 19A
33-350 Piwniczna-Zdrój
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a

Za zgodności z oryginałem

ZA ZGODNOŚĆ Z ORYGINAŁEM

Kraków, styczeń 2015 r.

mgr inż. Bartosz Mrówka
Uprawnienia budowlane do projektowania
kierowania i nadzorowania robót budowlanych
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
Nr MAP/0043/POOK/07, Nr MAP/0226/OWOK/08



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-SKP-ZT4-9F9 *

Pan Bartosz Mrówka o numerze ewidencyjnym MAP/BO/0535/07

adres zamieszkania ul. 3 Maja 19a, 33-350 Piwniczna Zdrój

jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2015-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2014-07-29 roku przez:

Stanisław Karczmarczyk, Przewodniczący Rady Małopolskiej 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.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

ZA ZGODNOŚĆ Z ORYGINAŁEM

Kraków, styczeń 2015 r.

mgr inż. Bartosz Mrówka
Uprawnienia budowlane do projektowania
kierowania i nadzorowania robót budowlanych
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
Nr MAP/0043/POCK/07, Nr MAP/0226/OWOK/08

I. OPIS TECHNICZNY

1. PODSTAWY OPRACOWANIA

- 1.1. Zlecenie Inwestora
- 1.2. Projekt słupów stalowych wykonany przez: Valmont Structures
- 1.3. „Dokumentacji geologiczno – inżynierska” wykonana przez firmę BGG „Geoservice” w grudniu 2012r.
- 1.4. Bieżące uzgodnienia materiałowe.
- 1.5. Polskie Normy Budowlane i literatura techniczna - związane z tematem niniejszego opracowania.

2. WARUNKI GRUNTOWO- WODNE

W rejonie skrzyżowania al. Sikorskiego z al. Solidarności i ul. Gen. B. Ducha bezpośrednio pod powierzchnią terenu występują nasypy niebudowlane z pyłów i glin pylastych w stanie twardoplastycznym , plastycznym i półzwałowym, oznaczone symbolami warstw geotechnicznych Ic, Ib, Id. Miąższość nasypów wynosi około 1.50m. Głębiej zalegają grunty spoiste (warstwy geotechniczne IIIc i IIId) podścielone nienośnymi (warstwa geotechniczna IIIa) i słabonośnymi (warstwa geotechniczna IIIb). Pod nimi występują grunty organiczne –torfy i namuły (warstwy geotechniczne IIa-IIId) oraz sypkie (warstwy geotechniczne IVa i IVb). Strop utworów podłoża skały miękkiej (warstwa geotechniczna VI) nawiercono na głębokości 10.7-18.7m ppt.

Wodę podziemną (naporową) stwierdzono w piaszczystych osadach na głębokości od 5.1-6.6m ppt do 10.5-11.6m ppt , a ustabilizowano na rzędnej 175.0-175.9m npm.

Ze względu na rozpoznanie geologiczne przedstawiające występowanie zróżnicowanej budowy geologicznej w czasie głębinienia studni fundamentowych niezbędny jest ciągły nadzór geologiczny, który potwierdzi występowanie gruntów średnioośnych do poziomu posadowienia - obciążenia pionowe są nieznaczne, a więc decydujące są grunty występujące tylko do głębokości nieznacznie większej od rzędnej posadowienia studni fundamentowych.

W związku z projektowanym posadowieniem większej ilości słupów stalowych zdecydowano się na przyjęcie w obliczeniach jako reprezentatywnego profilu geologicznego nr 39, w obrębie którego wyszczególniono grunty plastyczne oraz miękkoplastyczne.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. (Dz. U. 2012 nr 0, poz. 463) „W sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych” istniejące warunki zakwalifikowano jako **złożone**. Projektowany obiekt zakwalifikowano do **drugiej** kategorii geotechnicznej.

3. SPOSÓB WYKONANIA POSADOWIENIA POŚREDNIEGO ZA POMOCĄ STUDNI FUNDAMENTOWYCH

3.1. Opis konstrukcji

Zgodnie z zaleceniem Inwestora fundamenty zaprojektowano jako studnie fundamentowe pojedyncze pod każdym ze słupów stalowych.

Zaprojektowano studnie fundamentowe o średnicy wewnętrznej 0.80m dostosowując wymiary do wartości sił przekazywanych na fundament oraz gabarytów "wieńca" z kotwami fundamentowymi. Fundament jest wyniesiony 0.1 m ponad poziom gruntu.

Projektuje się wykonanie fundamentu poprzez wypełnienie zbrojonym betonem uprzednio wykonanej studni z prefabrykowanych kręgów studziennych o średnicy zgodnej z częścią rysunkową – należy zastosować kręgi posiadające odpowiednie atesty do przeniesienia sił podczas tymczasowego głębenia wykopu, albo wykonanie studni w wykopie jamistym z następnym wykonaniem obsypki o parametrach lepszych od gruntów rodzimych.

Zbrojenie słupa wykonanego wewnątrz studni fundamentowej należy wykonać z prętów podłużnych o średnicy 16mm ze stali klasy AIIIIN i obwodowych prętów poprzecznych (strzemion) o średnicy 8 mm ze stali klasy AIIIIN. Rozmieszczenie strzemion w obrębie kotwy co 10 cm, a poniżej co 20 cm.

Szczegółowe rozmieszczenie zbrojenia pokazane jest w części rysunkowej.

Element kotwiący słupa (kotwa), jako integralna jego część, zostanie dostarczona przez dostawcę słupów. Przy osadzaniu kotwy należy zwrócić uwagę na jej prawidłowe usytuowanie zgodnie ze schematem producenta.

Po wykonaniu szalunku, uprzednim zazbrojeniu, włożeniu i ustabilizowaniu elementu kotwiącego fundament należy zalać betonem C 30/37 (B37) o konsystencji twardoplastycznej z dodatkiem środków uszczelniających. Grunt podczas zakopywania fundamentów należy sukcesywnie zagęszczać warstwami co 20 cm.

Maksymalne przemieszczenie poziome głowicy studni fundamentowej nie przekroczy wartości 10mm.

3.1.1. Sposób wykonania fundamentów

Studnie opuszczane stanowią jeden ze sposobów posadowienia głębokiego. Płaszcz studni opuszczanej wykonany jest zazwyczaj z betonu lub żelbetu i może być wykonywany na miejscu w postaci powłoki cylindrycznej lub zostać przywieziony na miejsce wbudowania w postaci prefabrykatu. W przeszłości do wykonywania płaszcza studni wykorzystywano również drewno, kamień, cegłę i stal.

Zagłębianie studni polega na wykorzystaniu ciężaru studni z jednoczesnym wybieraniem gruntu z jej wnętrza, co umożliwia pogrążanie całego układu dzięki przewyższeniu bocznego oporu gruntu wzdłuż całej powierzchni bocznej. Dodatkową możliwością zagłębiania studni jest poddawanie jej wibracjom wspomagającym pogrążanie. W okresie pogrążania studni jej płaszcz zapewnia umocnienie ściany wykopu. W miarę zagłębiania płaszcz nadbudowuje się sekcjami lub wykonuje z gotowych elementów prefabrykowanych. Proces ten trwa do momentu dojścia do projektowanej rzędnej posadowienia.

Kształt studni w planie zależy od kształtu podstawy wznoszonego obiektu, jednak zalecane jest stosowanie studni o możliwie prostym i symetrycznym układzie (kołowy lub kwadratowy). Zaletą studni kołowych w porównaniu do studni o innych kształtach jest to, że podczas prawidłowego opuszczania nie występują momenty zginające, a cały korpus pracuje tylko na ściskanie. Moment zginający może się pojawić jedynie wskutek przechylenia się studni lub nierównomiernego parcia gruntu.

Dolna krawędź studni powinna być odpowiednio wzmocniona i zakończona nożem studni, który zazwyczaj wykonany jest ze stalowego kształtownika. Dobór noża, jego przekrój poprzeczny i kształt powinny zostać dostosowane do panujących warunków gruntowych w celu zapewnienia odpowiedniego pogrążania studni w gruncie.

Etapy wykonywania studni opuszczanych:

Etap 1 - Wykonanie wstępnego wykopu w miejscu opuszczania studni.

Etap 2 - Wyrównanie powierzchni dna z jednoczesnym wykonaniem ewentualnego noża studni.

Etap 3 - Wykonanie pierwszej sekcji studni (lub całości przy wykonywaniu studni niegłębokich). Zalecane jest, aby wysokość studni nadbudowana została około ~1 metra ponad poziom terenu.

Etap 4 - Opuszczenie studni poprzez stopniowe i ostrożne podkopywanie do momentu osiągnięcia projektowanej rzędnej, pozwalających na bezpieczne przeniesienie założonych obciążeń projektowych. Podczas tego etapu następuje sukcesywne nadbudowywanie studni. Opuszczenie studni może odbywać się na sucho z ewentualnym odpompowywaniem wody z jej wnętrza i na mokro bez odpompowywania.

Etap 5 – Wypełnianie studni. W procesie tym do wypełnienia używa się betonu zbrojonego (montaż zbrojenia oraz kotew, a następnie betonowanie). W przypadku konieczności ograniczenia obciążeń przypadających na podstawę studni możliwe jest pozostawienie pustych komór. Po zakończeniu wypełniania należy wykonać izolacje przeciwwodne górnej części studni.

3.2. Zabezpieczenie antykorozyjne

Powierzchnię górną fundamentów wyprofilowaną z 2% spadkiem oraz powierzchnie stykające się z gruntem do głębokości 1.0 m p.p.t. pokryć izolacją przeciwwilgociową.

3.3. Przyporządkowanie fundamentów

Przyporządkowanie typu fundamentu do odpowiedniej konstrukcji słupa stalowego znajduje się na rysunku nr K-01 Fundamenty – rysunek szalunkowy.

4. MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE

Studnie fundamentowe:

| | |
|----------------------|----------------|
| Beton konstrukcyjny: | B37 (C30/37) |
| Stal zbrojeniowa: | A-IIIIN RB500W |

5. LITERATURA

Obciążenia:

- 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.

Obliczenia konstrukcji:

- PN-76/B-03001 - Konstrukcje i podłoża budowli. Ogólne zasady obliczeń
- PN-83/B-02482 - Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych
- PN-B-03264:2002 - Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczeniach statyczne i projektowanie.

Wykonawstwo:

- PN-EN 197-1:2002/A3:2007 - Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku

mgr inż. Jan Jasica
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
Nr MAP/0269/POOK/08

mgr inż. Bartosz Mrówka
Uprawnienia budowlane do projektowania
kierowania i nadzorowania robót budowlanych
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
Nr MAP/0043/POOK/07, Nr MAP/0226/OWOK/08

II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

Obciążenia na fundament przyjęto wg wytycznych projektanta masztu:

Fundament F1: $M_{\max} < 120 \text{ kNm}$

Fundament F2: $M_{\max} < 80 \text{ kNm}$

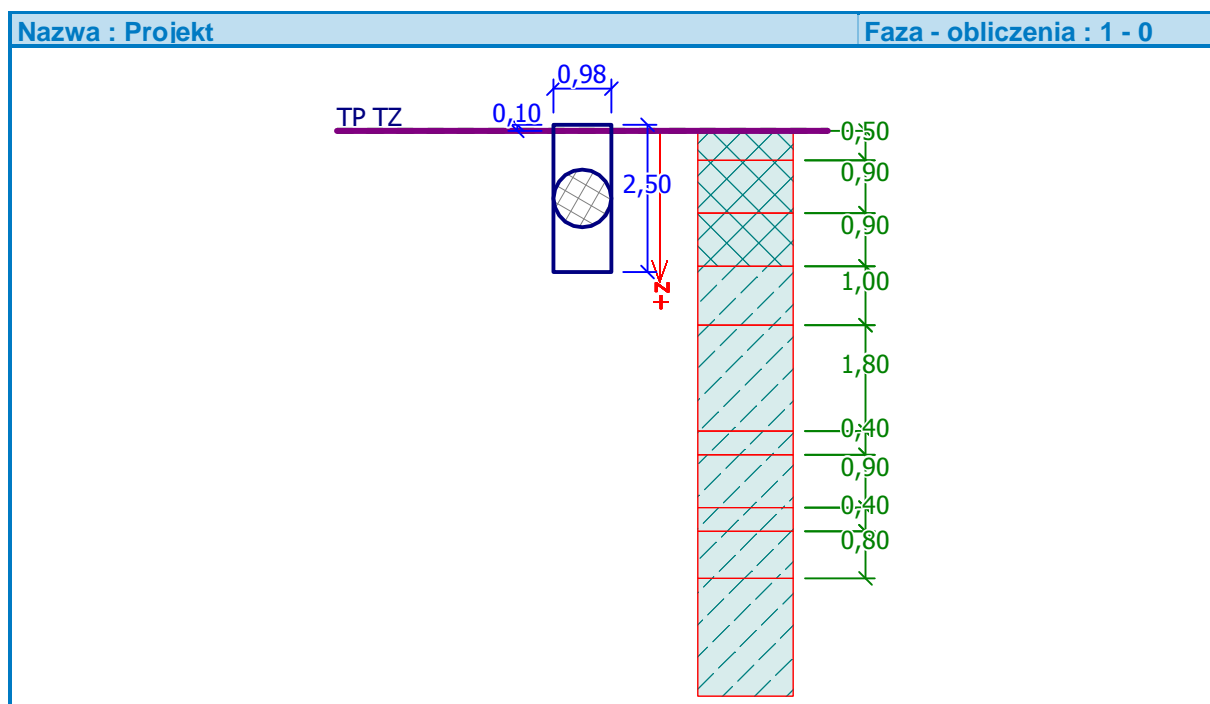
Fundament F3: $M_{\max} < 40 \text{ kNm}$

2. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE DLA STUDNI FUNDAMENTOWEJ

2.1. Fundament F1

Obliczenia palowania

Dane wejściowe



Ustawienia

Polska - EN 1997

Materiały i normy

Konstrukcje betonowe : EN 1992-1-1 (EC2)

Współczynniki EN 1992-1-1 : domyślne

Pale

Obliczenia w warunkach z odpływem : NAVFAC DM 7.2

Krzywa obciążeniowa : liniowa (Poulos)

Nośność pozioma : półprzestrzeń sprężysta









Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997

Podejście obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów









| Współczynniki częściowe do oddziaływań (A) | | | |
|--|--------------|--------------|-----------|
| Trwała sytuacja obliczeniowa | | | |
| | | Niekorzystne | Korzystne |
| Oddziaływania stałe : | $\gamma_G =$ | 1,35 [-] | 1,00 [-] |





| Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R) | | | |
|--|-----------------|----------|--|
| Trwała sytuacja obliczeniowa | | | |
| Wsp. częściowy do nośności poboczniczy pali wciskanych : | $\gamma_s =$ | 1,10 [-] | |
| Wsp. częściowy do nośności podstawy pala : | $\gamma_b =$ | 1,10 [-] | |
| Wsp. częściowy do nośności pali wyciąganych : | $\gamma_{st} =$ | 1,15 [-] | |





Podstawowe parametry gruntów

| Nr | Nazwa | Szrafura | γ [kN/m ³] | ν [-] |
|----|----------|---|----------------------------------|--------------|
| 1 | Ia nN |  | 16,00 | 0,30 |
| 2 | Ib nN |  | 16,00 | 0,30 |
| 3 | Ic nN |  | 16,50 | 0,30 |
| 4 | IIa Nmg |  | 10,00 | 0,40 |
| 5 | IIb Nmg |  | 13,80 | 0,40 |
| 6 | IIc Nmg |  | 18,10 | 0,40 |
| 7 | IIIa Gpi |  | 20,00 | 0,40 |
| 8 | IIIb Gpi |  | 20,00 | 0,40 |

W obliczeniach parcia spoczynkowego wszystkie grunty przyjęte zostały jako niespoiste.

| Nr | Nazwa | Szrafura | E_{oed} [MPa] | E_{def} [MPa] | γ_{sat} [kN/m ³] | γ_s [kN/m ³] | n [-] |
|----|----------|---|--------------------|--------------------|--|------------------------------------|------------|
| 1 | Ia nN |  | 7,50 | - | 18,00 | - | - |
| 2 | Ib nN |  | 15,60 | - | 18,00 | - | - |
| 3 | Ic nN |  | 20,40 | - | 19,00 | - | - |
| 4 | IIa Nmg |  | 0,30 | - | 15,00 | - | - |
| 5 | IIb Nmg |  | 1,00 | - | 15,00 | - | - |
| 6 | IIc Nmg |  | 2,50 | - | 19,00 | - | - |
| 7 | IIIa Gpi |  | 11,10 | - | 20,00 | - | - |
| 8 | IIIb Gpi |  | 20,40 | - | 20,00 | - | - |

| Nr | Nazwa | Szrafura | Φ_{ef} [°] | δ [°] | K [-] | c_u [kPa] | α [-] |
|----|---------|---|--------------------|-----------------|------------|----------------|-----------------|
| 1 | Ia nN |  | - | - | - | 4,00 | 0,95 |
| 2 | Ib nN |  | - | - | - | 8,00 | 0,95 |
| 3 | Ic nN |  | - | - | - | 15,00 | 0,90 |
| 4 | IIa Nmg |  | - | - | - | 5,00 | 0,99 |

| Nr | Nazwa | Szrafura | Φ_{ef} [°] | δ [°] | K [-] | c_u [kPa] | α [-] |
|----|----------|---|--------------------|-----------------|----------|----------------|-----------------|
| 5 | IIb Nmg |  | - | - | - | 6,00 | 0,99 |
| 6 | IIc Nmg |  | - | - | - | 10,00 | 0,95 |
| 7 | IIIa Gpi |  | - | - | - | 6,00 | 0,90 |
| 8 | IIIb Gpi |  | - | - | - | 11,00 | 0,90 |

Parametry gruntów do wyznaczania modułu reakcji podłoża

| Nr | Nazwa | Szrafura | β |
|----|----------|---|---------|
| 1 | Ia nN |  | 0,00 |
| 2 | Ib nN |  | 0,00 |
| 3 | Ic nN |  | 4,00 |
| 4 | IIa Nmg |  | 0,00 |
| 5 | IIb Nmg |  | 0,00 |
| 6 | IIc Nmg |  | 2,00 |
| 7 | IIIa Gpi |  | 2,00 |
| 8 | IIIb Gpi |  | 4,00 |

Parametry gruntu

Ia nN

Ciężar objętościowy : γ = 16,00 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,30
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 7,50 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 0,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 4,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,95
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

Ib nN

Ciężar objętościowy : γ = 16,00 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,30
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 15,60 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 0,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 8,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,95
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

Ic nN

| | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|
| Ciężar objętościowy : | γ | = | 16,50 kN/m ³ |
| Współczynnik Poisson'a : | ν | = | 0,30 |
| Moduł edometryczny : | E_{oed} | = | 20,40 MPa |
| Ciężar gruntu nawodn. : | γ_{sat} | = | 19,00 kN/m ³ |
| Kąt dyspersji : | β | = | 4,00 ° |
| Spójność gruntu : | c_u | = | 15,00 kPa |
| Współczynnik adhezji : | α | = | 0,90 |
| Współczynnik parcia bocznego K gruntu : | K | = | 1,00 |

Ila Nmg

| | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|
| Ciężar objętościowy : | γ | = | 10,00 kN/m ³ |
| Współczynnik Poisson'a : | ν | = | 0,40 |
| Moduł edometryczny : | E_{oed} | = | 0,30 MPa |
| Ciężar gruntu nawodn. : | γ_{sat} | = | 15,00 kN/m ³ |
| Kąt dyspersji : | β | = | 0,00 ° |
| Spójność gruntu : | c_u | = | 5,00 kPa |
| Współczynnik adhezji : | α | = | 0,99 |
| Współczynnik parcia bocznego K gruntu : | K | = | 1,00 |

Ilb Nmg

| | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|
| Ciężar objętościowy : | γ | = | 13,80 kN/m ³ |
| Współczynnik Poisson'a : | ν | = | 0,40 |
| Moduł edometryczny : | E_{oed} | = | 1,00 MPa |
| Ciężar gruntu nawodn. : | γ_{sat} | = | 15,00 kN/m ³ |
| Kąt dyspersji : | β | = | 0,00 ° |
| Spójność gruntu : | c_u | = | 6,00 kPa |
| Współczynnik adhezji : | α | = | 0,99 |
| Współczynnik parcia bocznego K gruntu : | K | = | 1,00 |

Ilc Nmg

| | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|
| Ciężar objętościowy : | γ | = | 18,10 kN/m ³ |
| Współczynnik Poisson'a : | ν | = | 0,40 |
| Moduł edometryczny : | E_{oed} | = | 2,50 MPa |
| Ciężar gruntu nawodn. : | γ_{sat} | = | 19,00 kN/m ³ |
| Kąt dyspersji : | β | = | 2,00 ° |
| Spójność gruntu : | c_u | = | 10,00 kPa |
| Współczynnik adhezji : | α | = | 0,95 |
| Współczynnik parcia bocznego K gruntu : | K | = | 1,00 |

IIIa Gpi

| | | | |
|---|----------------|---|-------------------------|
| Ciężar objętościowy : | γ | = | 20,00 kN/m ³ |
| Współczynnik Poisson'a : | ν | = | 0,40 |
| Moduł edometryczny : | E_{oed} | = | 11,10 MPa |
| Ciężar gruntu nawodn. : | γ_{sat} | = | 20,00 kN/m ³ |
| Kąt dyspersji : | β | = | 2,00 ° |
| Spójność gruntu : | c_u | = | 6,00 kPa |
| Współczynnik adhezji : | α | = | 0,90 |
| Współczynnik parcia bocznego K gruntu : | K | = | 1,00 |

IIIb Gpi

| | | | |
|--------------------------|----------------|---|-------------------------|
| Ciężar objętościowy : | γ | = | 20,00 kN/m ³ |
| Współczynnik Poisson'a : | ν | = | 0,40 |
| Moduł edometryczny : | E_{oed} | = | 20,40 MPa |
| Ciężar gruntu nawodn. : | γ_{sat} | = | 20,00 kN/m ³ |

Kąt dyspersji : $\beta = 4,00^\circ$
 Spójność gruntu : $c_u = 11,00 \text{ kPa}$
 Współczynnik adhezji : $\alpha = 0,90$
 Współczynnik parcia bocznego K gruntu : $= 1,00$

Geometria konstrukcji

Profil pala: kołowy

Wymiary

Średnica $d = 0,98 \text{ m}$

Długość $l = 2,50 \text{ m}$

Lokalizacja

Wysokość ponad gruntem $h = 0,10 \text{ m}$

Głębokość terenu po modyfikacji $h_z = 0,00 \text{ m}$

Technologia : Pale wiercone

Przyjęto stały moduł reakcji podłoża.

Materiał konstrukcji

Ciężar objętościowy $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Obliczenia konstrukcji betonowych przeprowadzono z wykorzystaniem normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Wytrzymałość na ściskanie $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Wytrzymałość na rozciąganie $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$











Moduł sprężystości $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$

Moduł sprężystości poprzecznej $G = 12500,00 \text{ MPa}$

Zbrojenie podłużne : B500

Granica plastyczności $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

| Nr | Warstwa [m] | Przyporządkowany grunt | Szrafura |
|----|-------------|------------------------|---|
| 1 | 0,50 | Ic nN |  |
| 2 | 0,90 | Ib nN |  |
| 3 | 0,90 | Ia nN |  |
| 4 | 1,00 | IIIa Gpi |  |
| 5 | 1,80 | IIIb Gpi |  |
| 6 | 0,40 | IIIa Gpi |  |
| 7 | 0,90 | IIc Nmg |  |
| 8 | 0,40 | IIa Nmg |  |
| 9 | 0,80 | IIc Nmg |  |
| 10 | - | IIa Nmg |  |

Obciążenie

| Nr | Obciążenie | | Nazwa | Rodzaj | N [kN] | M _x [kNm] | M _y [kNm] | H _x [kN] | H _y [kN] |
|----|------------|--------|-----------|--------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | nowe | zmiana | | | | | | | |
| 1 | TAK | | Siła Nr 1 | Obliczeniowe | 10,00 | -120,00 | 30,00 | 0,00 | 20,00 |

Globalne ustawienia obliczeń

Analiza nośności pionowej : rozwiązanie analityczne
Rodzaj obliczeń : obliczenia w warunkach z odpływem

Ustawienia obliczeń fazy

Sytuacja obliczeniowa : trwała
Metodyka obliczeń : bez redukcji danych wejściowych

Analiza Nr 1

Analiza nośności pionowej pała, według NAVFAC DM 7.2 - wyniki pośrednie

Wyznaczenie nośności podstawy pała:
Grunt pod podstawą pała jest spoisty
Obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie bez odpływu $c_u = 6,00$ kPa
Powierzchnia przekroju poprzecznego pała $A_p = 7,54E-01$ m²
Nośność poboczniczy pała:

| Głębokość [m] | Grubość [m] | c_{ud} [kPa] | α [-] | k_{dc} [-] | δ [°] | σ_{or} [kPa] | R_{si} [kN] |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------|
| 0,50 | 0,50 | 15,00 | 0,90 | - | - | 4,12 | 18,89 |
| 0,98 | 0,48 | 8,00 | 0,95 | - | - | 12,09 | 10,21 |
| 1,40 | 0,42 | 8,00 | 0,95 | - | - | 15,93 | 8,93 |
| 2,30 | 0,90 | 4,00 | 0,95 | - | - | 15,93 | 9,57 |
| 2,40 | 0,10 | 6,00 | 0,90 | - | - | 15,93 | 1,51 |

Obliczenie nośności pionowej : NAVFAC DM 7.2

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Współczynnik obliczenia głębokości krytycznej $k_{dc} = 1,00$

Analiza pała ściskanego:

Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Siła Nr 1)

Nośność poboczniczy pała $R_s = 49,12$ kN

Nośność podstawy pała $R_b = 37,03$ kN

Nośność pała $R_c = 86,15$ kN

Pionowa siła obliczeniowa $V_d = 10,00$ kN

$$R_c = 86,15 \text{ kN} > 10,00 \text{ kN} = V_d$$

Nośność pionowa pała SPEŁNIA WYMAGANIA

Analiza Nr 1

Dane wejściowe do obliczeń poziomej nośności pała

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Nośność pozioma pała została wyznaczona w kierunku max. wpływu obciążenia.

Rozkład sił wewnętrznych i przemieszczeń pala

Rozkład przemieszczeń i sił wewnętrznych na wysokości pala:

| Rozstaw [m] | Moduł k [MN/m ³] | Przemieszczenie [mm] | Obrót [mRad] | Napężenie [kPa] | Siła Tnąca [kN] | Moment [kNm] |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 0.00 | 0.00 | 6.39 | -6.66 | -65.06 | -20.00 | -120.00 |
| 0.10 | 0.00 | 5.73 | -6.65 | -80.93 | -25.96 | -117.62 |
| 0.10 | 20.35 | 5.73 | -6.65 | -80.93 | -25.96 | -117.62 |
| 0.13 | 20.35 | 5.56 | -6.65 | -84.89 | -27.45 | -117.02 |
| 0.13 | 20.35 | 5.56 | -6.65 | -84.89 | -27.45 | -117.02 |
| 0.25 | 20.35 | 4.73 | -6.64 | -96.28 | -40.28 | -112.77 |
| 0.25 | 20.35 | 4.73 | -6.64 | -96.28 | -40.28 | -112.77 |
| 0.38 | 20.35 | 3.90 | -6.63 | -79.40 | -51.04 | -107.04 |
| 0.38 | 20.35 | 3.90 | -6.63 | -79.40 | -51.04 | -107.04 |
| 0.50 | 20.35 | 3.07 | -6.62 | -60.54 | -59.73 | -100.09 |
| 0.50 | 20.35 | 3.07 | -6.62 | -60.54 | -59.73 | -100.09 |
| 0.60 | 20.35 | 2.41 | -6.62 | -45.15 | -64.70 | -93.79 |
| 0.60 | 17.74 | 2.41 | -6.62 | -45.15 | -64.70 | -93.79 |
| 0.63 | 17.74 | 2.25 | -6.61 | -41.31 | -65.94 | -92.22 |
| 0.63 | 17.74 | 2.25 | -6.61 | -41.31 | -65.94 | -92.22 |
| 0.75 | 17.74 | 1.42 | -6.61 | -25.19 | -69.92 | -83.71 |
| 0.75 | 17.74 | 1.42 | -6.61 | -25.19 | -69.92 | -83.71 |
| 0.88 | 17.74 | 0.59 | -6.60 | -10.55 | -72.11 | -74.81 |
| 0.88 | 17.74 | 0.59 | -6.60 | -10.55 | -72.11 | -74.81 |
| 1.00 | 17.74 | -0.23 | -6.59 | 4.07 | -72.51 | -65.76 |
| 1.00 | 17.74 | -0.23 | -6.59 | 4.07 | -72.51 | -65.76 |
| 1.13 | 17.74 | -1.05 | -6.59 | 18.68 | -71.11 | -56.76 |
| 1.13 | 17.74 | -1.05 | -6.59 | 18.68 | -71.11 | -56.76 |
| 1.25 | 17.74 | -1.88 | -6.58 | 33.28 | -67.93 | -48.05 |
| 1.25 | 17.74 | -1.88 | -6.58 | 33.28 | -67.93 | -48.05 |
| 1.38 | 17.74 | -2.70 | -6.58 | 47.86 | -62.96 | -39.85 |
| 1.38 | 17.74 | -2.70 | -6.58 | 47.86 | -62.96 | -39.85 |
| 1.50 | 17.74 | -3.52 | -6.57 | 46.23 | -56.21 | -32.39 |
| 1.50 | 8.53 | -3.52 | -6.57 | 46.23 | -56.21 | -32.39 |
| 1.63 | 8.53 | -4.34 | -6.57 | 37.03 | -52.10 | -25.61 |
| 1.63 | 8.53 | -4.34 | -6.57 | 37.03 | -52.10 | -25.61 |
| 1.75 | 8.53 | -5.16 | -6.57 | 44.03 | -47.13 | -19.40 |
| 1.75 | 8.53 | -5.16 | -6.57 | 44.03 | -47.13 | -19.40 |
| 1.88 | 8.53 | -5.98 | -6.57 | 51.03 | -41.31 | -13.86 |
| 1.88 | 8.53 | -5.98 | -6.57 | 51.03 | -41.31 | -13.86 |
| 2.00 | 8.53 | -6.80 | -6.57 | 58.03 | -34.63 | -9.10 |
| 2.00 | 8.53 | -6.80 | -6.57 | 58.03 | -34.63 | -9.10 |
| 2.13 | 8.53 | -7.63 | -6.57 | 65.03 | -27.09 | -5.24 |
| 2.13 | 8.53 | -7.63 | -6.57 | 65.03 | -27.09 | -5.24 |
| 2.25 | 8.53 | -8.45 | -6.57 | 72.03 | -18.70 | -2.37 |
| 2.25 | 8.53 | -8.45 | -6.57 | 72.03 | -18.70 | -2.37 |
| 2.38 | 8.53 | -9.27 | -6.57 | 76.44 | -9.45 | -0.60 |
| 2.38 | 8.53 | -9.27 | -6.57 | 76.44 | -9.45 | -0.60 |
| 2.40 | 8.53 | -9.43 | -6.57 | 77.23 | -7.56 | -0.48 |
| 2.40 | 7.41 | -9.43 | -6.57 | 77.23 | -7.56 | -0.48 |
| 2.50 | 7.41 | -10.09 | -6.57 | 80.39 | -0.00 | 0.00 |

Maksymalne siły wewnętrzne i przemieszczenia :

| | | |
|------------------------------|---|------------|
| Przemieszczenie głowicy pala | = | 6,4 mm |
| Max. przemieszczenie pala | = | 10,1 mm |
| Max. siła tnąca | = | 72,51 kN |
| Maksymalny moment | = | 120,00 kNm |

Wymiarowanie zbrojenia :

Zbrojenie - 8 szt. średn. 16,0 mm; otulina 150,0 mm
Rodzaj konstrukcji (stopień zbrojenia) : pal

Wymiarowanie zbrojenia na ścinanie:

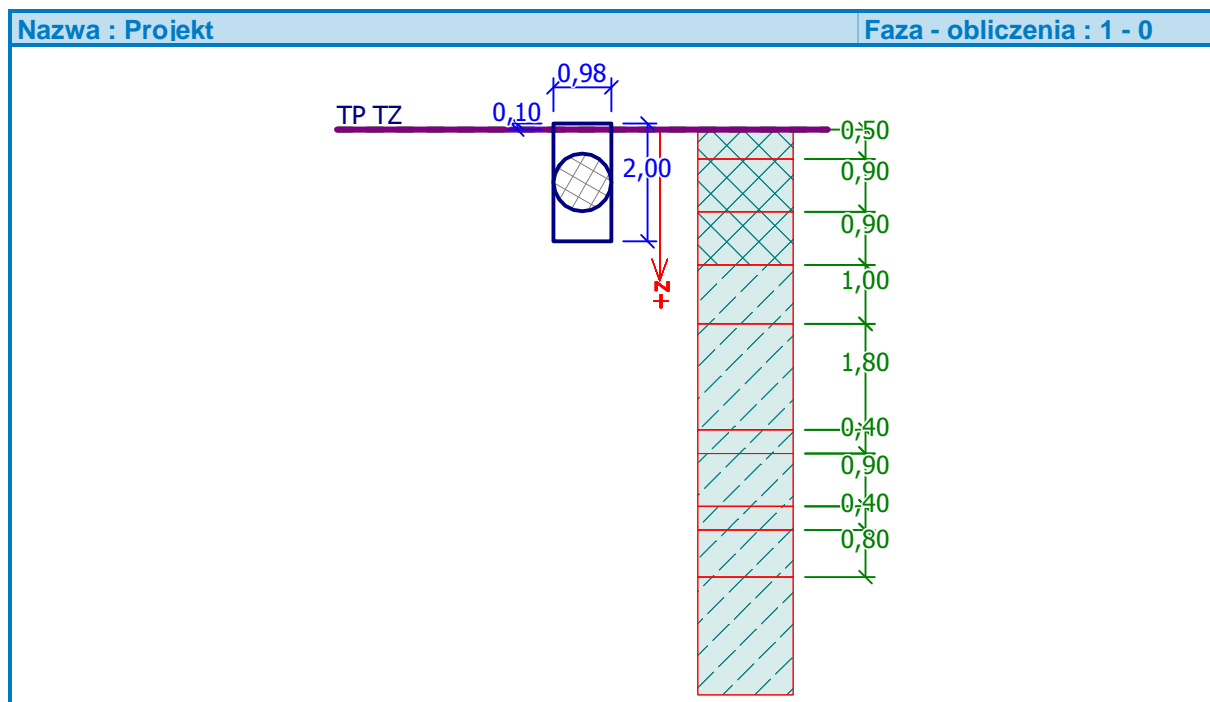
Graniczna siła tnąca: $V_{Rd} = 403,89 \text{ kN} > 72,51 \text{ kN} = V_{Ed}$

Przekrój SPEŁNIA wymagania.

2.2. Fundament F2

Obliczenia palowania

Dane wejściowe



Ustawienia

Polska - EN 1997

Materialy i normy

Konstrukcje betonowe : EN 1992-1-1 (EC2)

Współczynniki EN 1992-1-1 : domyślne

Pale

Obliczenia w warunkach z odpływem : NAVFAC DM 7.2

Krzywa obciążeniowa : liniowa (Poulos)

Nośność pozioma : półprzestrzeń sprężysta


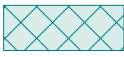
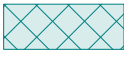





Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997

Podjęcie obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów

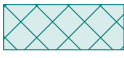







| Współczynniki częściowe do oddziaływań (A) | | | |
|--|--|--------------|-----------|
| Trwała sytuacja obliczeniowa | | | |
| | | Niekorzystne | Korzystne |









| Współczynniki częściowe do oddziaływań (A) | | | |
|--|-----------------|----------|----------|
| Trwała sytuacja obliczeniowa | | | |
| Oddziaływania stałe : | $\gamma_G =$ | 1,35 [-] | 1,00 [-] |
| Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R) | | | |
| Trwała sytuacja obliczeniowa | | | |
| Wsp. częściowy do nośności poboczniczy pali wciskanych : | $\gamma_s =$ | 1,10 [-] | |
| Wsp. częściowy do nośności podstawy pała : | $\gamma_b =$ | 1,10 [-] | |
| Wsp. częściowy do nośności pali wyciąganych : | $\gamma_{st} =$ | 1,15 [-] | |

Podstawowe parametry gruntów









| Nr | Nazwa | Szrafura | γ [kN/m ³] | ν [-] |
|----|----------|---|----------------------------------|--------------|
| 1 | Ia nN |  | 16,00 | 0,30 |
| 2 | Ib nN |  | 16,00 | 0,30 |
| 3 | Ic nN |  | 16,50 | 0,30 |
| 4 | IIa Nmg |  | 10,00 | 0,40 |
| 5 | IIb Nmg |  | 13,80 | 0,40 |
| 6 | IIc Nmg |  | 18,10 | 0,40 |
| 7 | IIIa Gpi |  | 20,00 | 0,40 |
| 8 | IIIb Gpi |  | 20,00 | 0,40 |

W obliczeniach parcia spoczynkowego wszystkie grunty przyjęte zostały jako niespoiste.

| Nr | Nazwa | Szrafura | E_{oed} [MPa] | E_{def} [MPa] | γ_{sat} [kN/m ³] | γ_s [kN/m ³] | n [-] |
|----|----------|---|--------------------|--------------------|--|------------------------------------|------------|
| 1 | Ia nN |  | 7,50 | - | 18,00 | - | - |
| 2 | Ib nN |  | 15,60 | - | 18,00 | - | - |
| 3 | Ic nN |  | 20,40 | - | 19,00 | - | - |
| 4 | IIa Nmg |  | 0,30 | - | 15,00 | - | - |
| 5 | IIb Nmg |  | 1,00 | - | 15,00 | - | - |
| 6 | IIc Nmg |  | 2,50 | - | 19,00 | - | - |
| 7 | IIIa Gpi |  | 11,10 | - | 20,00 | - | - |
| 8 | IIIb Gpi |  | 20,40 | - | 20,00 | - | - |

| Nr | Nazwa | Szrafura | Φ_{ef} [°] | δ [°] | K [-] | c_u [kPa] | α [-] |
|----|----------|---|--------------------|-----------------|----------|----------------|-----------------|
| 1 | Ia nN |  | - | - | - | 4,00 | 0,95 |
| 2 | Ib nN |  | - | - | - | 8,00 | 0,95 |
| 3 | Ic nN |  | - | - | - | 15,00 | 0,90 |
| 4 | IIa Nmg |  | - | - | - | 5,00 | 0,99 |
| 5 | IIb Nmg |  | - | - | - | 6,00 | 0,99 |
| 6 | IIc Nmg |  | - | - | - | 10,00 | 0,95 |
| 7 | IIIa Gpi |  | - | - | - | 6,00 | 0,90 |
| 8 | IIIb Gpi |  | - | - | - | 11,00 | 0,90 |

Parametry gruntów do wyznaczania modułu reakcji podłoża

| Nr | Nazwa | Szrafura | β |
|----|----------|---|---------|
| 1 | Ia nN |  | 0,00 |
| 2 | Ib nN |  | 0,00 |
| 3 | Ic nN |  | 4,00 |
| 4 | IIa Nmg |  | 0,00 |
| 5 | IIb Nmg |  | 0,00 |
| 6 | IIc Nmg |  | 2,00 |
| 7 | IIIa Gpi |  | 2,00 |
| 8 | IIIb Gpi |  | 4,00 |

Parametry gruntu

Ia nN

Ciężar objętościowy : γ = 16,00 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,30
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 7,50 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 0,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 4,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,95
 Współczynnik parcia bocznego K gruntu : K = 1,00

Ib nN

Ciężar objętościowy : γ = 16,00 kN/m³

Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,30$
 Moduł edometryczny : $E_{oed} = 15,60 \text{ MPa}$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$
 Kąt dyspersji : $\beta = 0,00^\circ$
 Spójność gruntu : $c_u = 8,00 \text{ kPa}$
 Współczynnik adhezji : $\alpha = 0,95$
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

Ic nN

Ciężar objętościowy : $\gamma = 16,50 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,30$
 Moduł edometryczny : $E_{oed} = 20,40 \text{ MPa}$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Kąt dyspersji : $\beta = 4,00^\circ$
 Spójność gruntu : $c_u = 15,00 \text{ kPa}$
 Współczynnik adhezji : $\alpha = 0,90$
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

Ila Nmg

Ciężar objętościowy : $\gamma = 10,00 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,40$
 Moduł edometryczny : $E_{oed} = 0,30 \text{ MPa}$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 15,00 \text{ kN/m}^3$
 Kąt dyspersji : $\beta = 0,00^\circ$
 Spójność gruntu : $c_u = 5,00 \text{ kPa}$
 Współczynnik adhezji : $\alpha = 0,99$
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

Ilb Nmg

Ciężar objętościowy : $\gamma = 13,80 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,40$
 Moduł edometryczny : $E_{oed} = 1,00 \text{ MPa}$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 15,00 \text{ kN/m}^3$
 Kąt dyspersji : $\beta = 0,00^\circ$
 Spójność gruntu : $c_u = 6,00 \text{ kPa}$
 Współczynnik adhezji : $\alpha = 0,99$
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

Ilc Nmg

Ciężar objętościowy : $\gamma = 18,10 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,40$
 Moduł edometryczny : $E_{oed} = 2,50 \text{ MPa}$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$
 Kąt dyspersji : $\beta = 2,00^\circ$
 Spójność gruntu : $c_u = 10,00 \text{ kPa}$
 Współczynnik adhezji : $\alpha = 0,95$
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

IIla Gpi

Ciężar objętościowy : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,40$
 Moduł edometryczny : $E_{oed} = 11,10 \text{ MPa}$
 Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Kąt dyspersji : $\beta = 2,00^\circ$

Spójność gruntu : $c_u = 6,00 \text{ kPa}$
Współczynnik adhezji : $\alpha = 0,90$
Współczynnik parcia bocznego K gruntu : $= 1,00$

IIIb Gpi

Ciężar objętościowy : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,40$
Moduł edometryczny : $E_{oed} = 20,40 \text{ MPa}$
Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{sat} = 20,00 \text{ kN/m}^3$
Kąt dyspersji : $\beta = 4,00^\circ$
Spójność gruntu : $c_u = 11,00 \text{ kPa}$
Współczynnik adhezji : $\alpha = 0,90$
Współczynnik parcia bocznego K gruntu : $= 1,00$

Geometria konstrukcji

Profil pała: kołowy

Wymiary

Średnica $d = 0,98 \text{ m}$

Długość $l = 2,00 \text{ m}$

Lokalizacja

Wysokość ponad gruntem $h = 0,10 \text{ m}$

Głębokość terenu po modyfikacji $h_z = 0,00 \text{ m}$

Technologia : Pale wiercone

Przyjęto stały moduł reakcji podłoża.

Materiał konstrukcji

Ciężar objętościowy $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Obliczenia konstrukcji betonowych przeprowadzono z wykorzystaniem normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Wytrzymałość na ściskanie $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Wytrzymałość na rozciąganie $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Moduł sprężystości $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$




Moduł sprężystości poprzecznej $G = 12500,00 \text{ MPa}$

Zbrojenie podłużne : B500

Granica plastyczności $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

| Nr | Warstwa [m] | Przyporządkowany grunt | Szrafura |
|----|-------------|------------------------|---|
| 1 | 0,50 | Ic nN |  |
| 2 | 0,90 | Ib nN |  |
| 3 | 0,90 | Ia nN |  |
| 4 | 1,00 | IIIa Gpi |  |
| 5 | 1,80 | IIIb Gpi |  |
| 6 | 0,40 | IIIa Gpi |  |
| 7 | 0,90 | IIc Nmg |  |

| Nr | Warstwa [m] | Przyporządkowany grunt | Szraflura |
|----|-------------|------------------------|---|
| 8 | 0,40 | Ila Nmg |  |
| 9 | 0,80 | IIc Nmg |  |
| 10 | - | Ila Nmg |  |

Obciążenie

| Nr | Obciążenie | | Nazwa | Rodzaj | N [kN] | M _x [kNm] | M _y [kNm] | H _x [kN] | H _y [kN] |
|----|------------|--------|-----------|--------------|--------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | nowe | zmiana | | | | | | | |
| 1 | TAK | | Siła Nr 1 | Obliczeniowe | 6,00 | -80,00 | 20,00 | 0,00 | 12,00 |

Globalne ustawienia obliczeń

Analiza nośności pionowej : rozwiązanie analityczne
Rodzaj obliczeń : obliczenia w warunkach z odpływem

Ustawienia obliczeń fazy

Sytuacja obliczeniowa : trwała
Metodyka obliczeń : bez redukcji danych wejściowych

Analiza Nr 1

Analiza nośności pionowej pała, według NAVFAC DM 7.2 - wyniki pośrednie

Wyznaczenie nośności podstawy pała:
Grunt pod podstawą pała jest spoisty
Obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie bez odpływu $c_u = 4,00$ kPa
Powierzchnia przekroju poprzecznego pała $A_p = 7,54E-01$ m²
Nośność pobocznicy pała:

| Głębokość [m] | Grubość [m] | c_{ud} [kPa] | α [-] | k_{dc} [-] | δ [°] | σ_{or} [kPa] | R_{si} [kN] |
|---------------|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|---------------|
| 0,50 | 0,50 | 15,00 | 0,90 | - | - | 4,12 | 18,89 |
| 0,98 | 0,48 | 8,00 | 0,95 | - | - | 12,09 | 10,21 |
| 1,40 | 0,42 | 8,00 | 0,95 | - | - | 15,93 | 8,93 |
| 1,90 | 0,50 | 4,00 | 0,95 | - | - | 15,93 | 5,32 |

Obliczenie nośności pionowej : NAVFAC DM 7.2

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.
Współczynnik obliczenia głębokości krytycznej $k_{dc} = 1,00$

Analiza pała ściskanego:
Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Siła Nr 1)

Nośność pobocznicy pała $R_s = 43,35$ kN
Nośność podstawy pała $R_b = 24,69$ kN

Nośność pała $R_c = 68,04$ kN
Pionowa siła obliczeniowa $V_d = 6,00$ kN

$$R_c = 68,04 \text{ kN} > 6,00 \text{ kN} = V_d$$

Nośność pionowa pała SPEŁNIA WYMAGANIA

Analiza Nr 1

Obliczenia krzywej obciążeniowej - dane wejściowe

| Warstwa nr | E_s [MPa] |
|------------|----------------|
| 1 | 15,00 |
| 2 | 15,00 |
| 3 | 15,00 |

Rodzaj pala : na podłożu nieściśliwym
Graniczne osiadanie pala $s_{lim} = 25,0$ mm

Obliczenia krzywej obciążeniowej - wyniki pośrednie

| | |
|---|------------------|
| Współczynnik korygujący sztywności gruntu | $C_k = 0,99$ |
| Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a | $C_v = 0,80$ |
| Współczynnik korygujący sztywności gruntu | $C_b = 0,41$ |
| Współczynnik korygujący przek. obc. nieśc. pala | $\beta_0 = 0,68$ |
| Współczynnik przekazywania obciążenia do podstawy | $\beta = 0,22$ |

Współczynniki wpływu osiadania :

| | |
|--|--------------|
| Podstawowy - zależny od stosunku l/d | $l_0 = 0,31$ |
| Współczynnik wpływu sztywności pala | $R_k = 1,00$ |
| Współczynnik wpływu warstwy nieściśliwej | $R_h = 1,00$ |
| Współczynnik korygujący wsp. Poisson'a | $R_v = 0,91$ |

Obliczenia krzywej obciążeniowej - wyniki

| | |
|--|---------------------|
| Obciążenie na granicy mobilizacji tarcia na pobocznicy | $R_{yu} = 61,34$ kN |
| Wartość osiadania odpowiadająca sile R_{yu} | $s_y = 1,2$ mm |
| Nośność całkowita | $R_c = 74,84$ kN |
| Maksymalne osiadanie | $s_{lim} = 3,5$ mm |

Analiza Nr 1

Dane wejściowe do obliczeń poziomej nośności pala

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Nośność pozioma pala została wyznaczona w kierunku max. wpływu obciążenia.

Rozkład sił wewnętrznych i przemieszczeń pala

Rozkład przemieszczeń i sił wewnętrznych na wysokości pala:

| Rozstaw [m] | Moduł k [MN/m ³] | Przemieszczenie [mm] | Obrót [mRad] | Naprężenie [kPa] | Siła Tnąca [kN] | Moment [kNm] |
|-------------|------------------------------|----------------------|--------------|------------------|-----------------|--------------|
| 0.00 | 0.00 | 7.77 | -8.97 | 0.00 | -12.00 | -80.00 |
| 0.10 | 0.00 | 6.87 | -8.96 | -69.92 | -12.00 | -78.80 |
| 0.10 | 20.35 | 6.87 | -8.96 | -69.92 | -12.00 | -78.80 |
| 0.20 | 20.35 | 5.98 | -8.96 | -121.61 | -24.81 | -76.94 |
| 0.20 | 20.35 | 5.98 | -8.96 | -121.61 | -24.81 | -76.94 |
| 0.30 | 20.35 | 5.08 | -8.95 | -103.39 | -35.84 | -73.90 |
| 0.30 | 20.35 | 5.08 | -8.95 | -103.39 | -35.84 | -73.90 |
| 0.40 | 20.35 | 4.19 | -8.95 | -85.18 | -45.08 | -69.84 |
| 0.40 | 20.35 | 4.19 | -8.95 | -85.18 | -45.08 | -69.84 |
| 0.50 | 20.35 | 3.29 | -8.94 | -66.97 | -52.53 | -64.94 |
| 0.50 | 20.35 | 3.29 | -8.94 | -66.97 | -52.53 | -64.94 |
| 0.60 | 20.35 | 2.40 | -8.94 | -45.65 | -58.20 | -59.39 |
| 0.60 | 17.74 | 2.40 | -8.94 | -45.65 | -58.20 | -59.39 |

| Rozstaw [m] | Moduł k [MN/m ³] | Przemieszczenie [mm] | Obrót [mRad] | Napężenie [kPa] | Siła Tnąca [kN] | Moment [kNm] |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 0.70 | 17.74 | 1.50 | -8.93 | -26.67 | -61.59 | -53.39 |
| 0.70 | 17.74 | 1.50 | -8.93 | -26.67 | -61.59 | -53.39 |
| 0.80 | 17.74 | 0.61 | -8.93 | -10.83 | -63.43 | -47.12 |
| 0.80 | 17.74 | 0.61 | -8.93 | -10.83 | -63.43 | -47.12 |
| 0.90 | 17.74 | -0.28 | -8.93 | 5.01 | -63.72 | -40.75 |
| 0.90 | 17.74 | -0.28 | -8.93 | 5.01 | -63.72 | -40.75 |
| 1.00 | 17.74 | -1.17 | -8.92 | 20.84 | -62.45 | -34.43 |
| 1.00 | 17.74 | -1.17 | -8.92 | 20.84 | -62.45 | -34.43 |
| 1.10 | 17.74 | -2.07 | -8.92 | 36.66 | -59.63 | -28.31 |
| 1.10 | 17.74 | -2.07 | -8.92 | 36.66 | -59.63 | -28.31 |
| 1.20 | 17.74 | -2.96 | -8.92 | 52.49 | -55.26 | -22.56 |
| 1.20 | 17.74 | -2.96 | -8.92 | 52.49 | -55.26 | -22.56 |
| 1.30 | 17.74 | -3.85 | -8.92 | 68.31 | -49.34 | -17.31 |
| 1.30 | 17.74 | -3.85 | -8.92 | 68.31 | -49.34 | -17.31 |
| 1.40 | 17.74 | -4.74 | -8.92 | 84.12 | -41.88 | -12.74 |
| 1.40 | 17.74 | -4.74 | -8.92 | 84.12 | -41.88 | -12.74 |
| 1.50 | 17.74 | -5.63 | -8.92 | 73.99 | -32.86 | -8.99 |
| 1.50 | 8.53 | -5.63 | -8.92 | 73.99 | -32.86 | -8.99 |
| 1.60 | 8.53 | -6.53 | -8.92 | 55.65 | -27.78 | -5.95 |
| 1.60 | 8.53 | -6.53 | -8.92 | 55.65 | -27.78 | -5.95 |
| 1.70 | 8.53 | -7.42 | -8.91 | 63.25 | -21.95 | -3.46 |
| 1.70 | 8.53 | -7.42 | -8.91 | 63.25 | -21.95 | -3.46 |
| 1.80 | 8.53 | -8.31 | -8.91 | 70.86 | -15.38 | -1.59 |
| 1.80 | 8.53 | -8.31 | -8.91 | 70.86 | -15.38 | -1.59 |
| 1.90 | 8.53 | -9.20 | -8.91 | 78.46 | -8.06 | -0.41 |
| 1.90 | 8.53 | -9.20 | -8.91 | 78.46 | -8.06 | -0.41 |
| 2.00 | 8.53 | -10.09 | -8.91 | 86.06 | 0.00 | 0.00 |

Maksymalne siły wewnętrzne i przemieszczenia :

Przemieszczenie głowicy pala = 7,8 mm
Max. przemieszczenie pala = 10,1 mm
Max. siła tnąca = 63,72 kN
Maksymalny moment = 80,00 kNm

Wymiarowanie zbrojenia :

Zbrojenie - 8 szt. średn. 16,0 mm; otulina 150,0 mm
Rodzaj konstrukcji (stopień zbrojenia) : pal

Wymiarowanie zbrojenia na ścinanie:

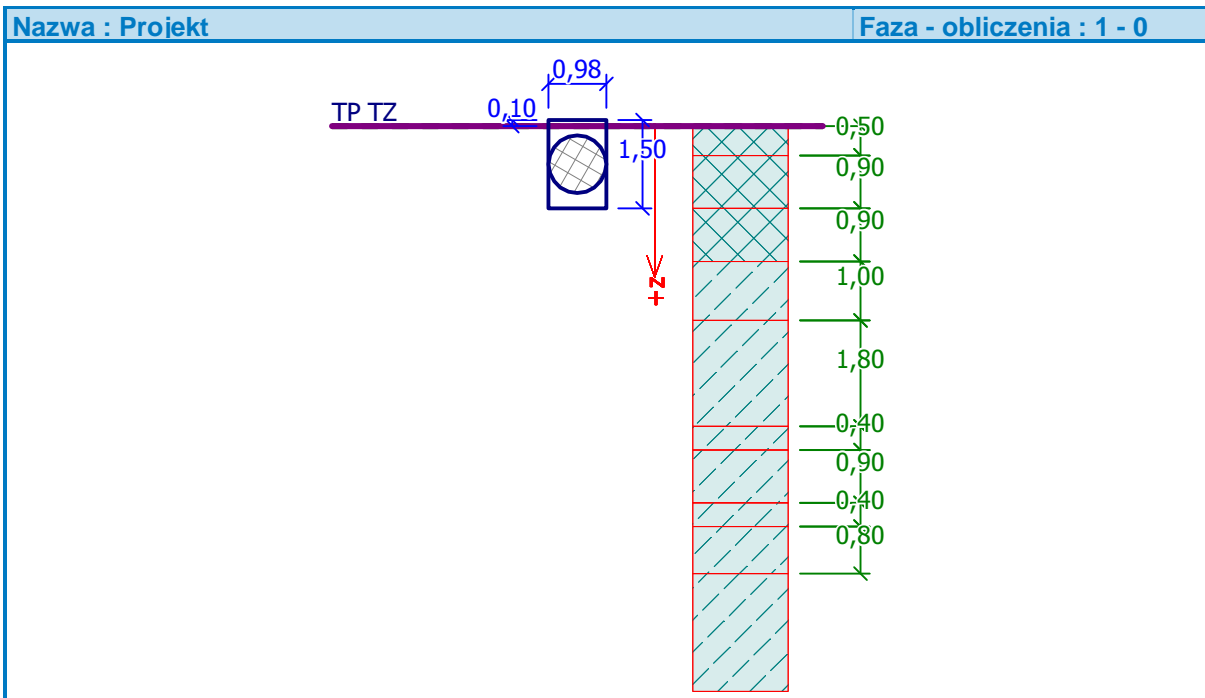
Graniczna siła tnąca: $V_{Rd} = 405,23 \text{ kN} > 63,72 \text{ kN} = V_{Ed}$

Przekrój SPEŁNIA wymagania.

2.3. Fundament F3

Obliczenia palowania

Dane wejściowe



Ustawienia

Polska - EN 1997

Materiały i normy

Konstrukcje betonowe : EN 1992-1-1 (EC2)

Współczynniki EN 1992-1-1 : domyślne

Pale

Obliczenia w warunkach z odpływem : NAVFAC DM 7.2

Krzywa obciążeniowa : liniowa (Poulos)

Nośność pozioma : półprzestrzeń sprężysta

Metodyka obliczeń : obliczenia według EN 1997





Podejście obliczeniowe : 2 - redukcja oddziaływań i oporów

| Współczynniki częściowe do oddziaływań (A) | | | |
|--|--------------|--------------|-----------|
| Trwała sytuacja obliczeniowa | | | |
| | | Niekorzystne | Korzystne |
| Oddziaływania stałe : | $\gamma_G =$ | 1,35 [-] | 1,00 [-] |









| Współczynniki częściowe do oporów lub nośności (R) | | | |
|--|-----------------|----------|--|
| Trwała sytuacja obliczeniowa | | | |
| Wsp. częściowy do nośności poboczniczy pali wciskanych : | $\gamma_s =$ | 1,10 [-] | |
| Wsp. częściowy do nośności podstawy pała : | $\gamma_b =$ | 1,10 [-] | |
| Wsp. częściowy do nośności pali wciąganych : | $\gamma_{st} =$ | 1,15 [-] | |









Podstawowe parametry gruntów

| Nr | Nazwa | Szrafura | γ [kN/m ³] | ν [-] |
|----|---------|----------|----------------------------------|--------------|
| 1 | Ia nN | | 16,00 | 0,30 |
| 2 | Ib nN | | 16,00 | 0,30 |
| 3 | Ic nN | | 16,50 | 0,30 |
| 4 | IIa Nmg | | 10,00 | 0,40 |









| Nr | Nazwa | Szrafura | γ [kN/m ³] | ν [-] |
|----|----------|---|----------------------------------|--------------|
| 5 | IIb Nmg |  | 13,80 | 0,40 |
| 6 | IIc Nmg |  | 18,10 | 0,40 |
| 7 | IIIa Gpi |  | 20,00 | 0,40 |
| 8 | IIIb Gpi |  | 20,00 | 0,40 |

W obliczeniach parcia spoczynkowego wszystkie grunty przyjęte zostały jako niespoiste.

| Nr | Nazwa | Szrafura | E_{oed} [MPa] | E_{def} [MPa] | γ_{sat} [kN/m ³] | γ_s [kN/m ³] | n [-] |
|----|----------|---|--------------------|--------------------|--|------------------------------------|------------|
| 1 | Ia nN |  | 7,50 | - | 18,00 | - | - |
| 2 | Ib nN |  | 15,60 | - | 18,00 | - | - |
| 3 | Ic nN |  | 20,40 | - | 19,00 | - | - |
| 4 | IIa Nmg |  | 0,30 | - | 15,00 | - | - |
| 5 | IIb Nmg |  | 1,00 | - | 15,00 | - | - |
| 6 | IIc Nmg |  | 2,50 | - | 19,00 | - | - |
| 7 | IIIa Gpi |  | 11,10 | - | 20,00 | - | - |
| 8 | IIIb Gpi |  | 20,40 | - | 20,00 | - | - |

| Nr | Nazwa | Szrafura | Φ_{ef} [°] | δ [°] | K [-] | c_u [kPa] | α [-] |
|----|----------|---|--------------------|-----------------|------------|----------------|-----------------|
| 1 | Ia nN |  | - | - | - | 4,00 | 0,95 |
| 2 | Ib nN |  | - | - | - | 8,00 | 0,95 |
| 3 | Ic nN |  | - | - | - | 15,00 | 0,90 |
| 4 | IIa Nmg |  | - | - | - | 5,00 | 0,99 |
| 5 | IIb Nmg |  | - | - | - | 6,00 | 0,99 |
| 6 | IIc Nmg |  | - | - | - | 10,00 | 0,95 |
| 7 | IIIa Gpi |  | - | - | - | 6,00 | 0,90 |
| 8 | IIIb Gpi |  | - | - | - | 11,00 | 0,90 |

Parametry gruntów do wyznaczania modułu reakcji podłoża

| Nr | Nazwa | Szrafura | β |
|----|----------|---|---------|
| 1 | Ia nN |  | 0,00 |
| 2 | Ib nN |  | 0,00 |
| 3 | Ic nN |  | 4,00 |
| 4 | Ila Nmg |  | 0,00 |
| 5 | Ilb Nmg |  | 0,00 |
| 6 | Ilc Nmg |  | 2,00 |
| 7 | IIla Gpi |  | 2,00 |
| 8 | IIlb Gpi |  | 4,00 |

Parametry gruntu

Ia nN

Ciężar objętościowy : γ = 16,00 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,30
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 7,50 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 0,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 4,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,95
 Współczynnik parcia bocznego K gruntu : = 1,00

Ib nN

Ciężar objętościowy : γ = 16,00 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,30
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 15,60 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 18,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 0,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 8,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,95
 Współczynnik parcia bocznego K gruntu : = 1,00

Ic nN

Ciężar objętościowy : γ = 16,50 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,30
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 20,40 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 19,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 4,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 15,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,90
 Współczynnik parcia bocznego K gruntu : = 1,00

Ila Nmg

Ciężar objętościowy : γ = 10,00 kN/m³

Współczynnik Poisson'a : ν = 0,40
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 0,30 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 15,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 0,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 5,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,99
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

IIb Nmg

Ciężar objętościowy : γ = 13,80 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,40
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 1,00 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 15,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 0,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 6,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,99
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

IIc Nmg

Ciężar objętościowy : γ = 18,10 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,40
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 2,50 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 19,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 2,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 10,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,95
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

IIIa Gpi

Ciężar objętościowy : γ = 20,00 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,40
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 11,10 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 20,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 2,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 6,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,90
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

IIIb Gpi

Ciężar objętościowy : γ = 20,00 kN/m³
 Współczynnik Poisson'a : ν = 0,40
 Moduł edometryczny : E_{oed} = 20,40 MPa
 Ciężar gruntu nawodn. : γ_{sat} = 20,00 kN/m³
 Kąt dyspersji : β = 4,00 °
 Spójność gruntu : c_u = 11,00 kPa
 Współczynnik adhezji : α = 0,90
 Współczynnik parcia bocznego K = 1,00
 gruntu :

Geometria konstrukcji

Profil pala: kołowy

Wymiary

Średnica d = 0,98 m

Długość l = 1,50 m

Lokalizacja

Wysokość ponad gruntem $h = 0,10 \text{ m}$
 Głębokość terenu po modyfikacji $h_z = 0,00 \text{ m}$

Technologia : Pale wiercone
 Przyjęto stały moduł reakcji podłoża.

Materiał konstrukcji

Ciężar objętościowy $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Obliczenia konstrukcji betonowych przeprowadzono z wykorzystaniem normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 20/25

Wytrzymałość na ściskanie $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Wytrzymałość na rozciąganie $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Moduł sprężystości $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$

Moduł sprężystości poprzecznej $G = 12500,00 \text{ MPa}$

Zbrojenie podłużne : B500

Granica plastyczności $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Profil geologiczny i przyporządkowane grunty

| Nr | Warstwa [m] | Przyporządkowany grunt | Szraflura |
|----|-------------|------------------------|---|
| 1 | 0,50 | Ic nN |  |
| 2 | 0,90 | Ib nN |  |
| 3 | 0,90 | Ia nN |  |
| 4 | 1,00 | IIIa Gpi |  |
| 5 | 1,80 | IIIb Gpi |  |
| 6 | 0,40 | IIIa Gpi |  |
| 7 | 0,90 | IIc Nmg |  |
| 8 | 0,40 | Ila Nmg |  |
| 9 | 0,80 | IIc Nmg |  |
| 10 | - | Ila Nmg |  |

Obciążenie

| Nr | Obciążenie | | Nazwa | Rodzaj | N [kN] | M_x [kNm] | M_y [kNm] | H_x [kN] | H_y [kN] |
|----|------------|--------|-----------|--------------|--------|-------------|-------------|------------|------------|
| | nowe | zmiana | | | | | | | |
| 1 | TAK | | Siła Nr 1 | Obliczeniowe | 3,50 | -40,00 | 7,00 | 0,00 | 6,00 |

Globalne ustawienia obliczeń

Analiza nośności pionowej : rozwiązanie analityczne
 Rodzaj obliczeń : obliczenia w warunkach z odpływem

Ustawienia obliczeń fazy

Sytuacja obliczeniowa : trwała
 Metodyka obliczeń : bez redukcji danych wejściowych

Analiza Nr 1

Analiza nośności pionowej pała, według NAVFAC DM 7.2 - wyniki pośrednie

Wyznaczenie nośności podstawy pała:

Grunt pod podstawą pała jest spoisty

Obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie bez odplywu $c_u = 4,00$ kPa

Powierzchnia przekroju poprzecznego pała $A_p = 7,54E-01$ m²

Nośność pobocznicy pała:

| Głębokość [m] | Grubość [m] | c_{ud} [kPa] | α [-] | k_{dc} [-] | δ [°] | σ_{or} [kPa] | R_{si} [kN] |
|------------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------|------------------|
| 0,50 | 0,50 | 15,00 | 0,90 | - | - | 4,12 | 18,89 |
| 0,98 | 0,48 | 8,00 | 0,95 | - | - | 12,09 | 10,21 |
| 1,40 | 0,42 | 8,00 | 0,95 | - | - | 15,93 | 8,93 |

Obliczenie nośności pionowej : NAVFAC DM 7.2

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Współczynnik obliczenia głębokości krytycznej $k_{dc} = 1,00$

Analiza pała ściskanego:

Najniekorzystniejszy stan obciążeniowy nr 1. (Siła Nr 1)

Nośność pobocznicy pała $R_s = 38,04$ kN

Nośność podstawy pała $R_b = 24,69$ kN

Nośność pała $R_c = 62,72$ kN

Pionowa siła obliczeniowa $V_d = 3,50$ kN

$$R_c = 62,72 \text{ kN} > 3,50 \text{ kN} = V_d$$

Nośność pionowa pała SPEŁNIA WYMAGANIA

Analiza Nr 1

Dane wejściowe do obliczeń poziomej nośności pała

Obliczenia przeprowadzono stosując automatyczny wybór najbardziej niekorzystnych przypadków obciążeniowych.

Nośność pozioma pała została wyznaczona w kierunku max. wpływu obciążenia.

Rozkład sił wewnętrznych i przemieszczeń pała

Rozkład przemieszczeń i sił wewnętrznych na wysokości pała:

| Rozstaw [m] | Moduł k [MN/m ³] | Przemieszczenie [mm] | Obrót [mRad] | Naprężenie [kPa] | Siła Tnąca [kN] | Moment [kNm] |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| 0.00 | 0.00 | 6.43 | -8.52 | 0.00 | -6.00 | -40.00 |
| 0.08 | 0.00 | 5.79 | -8.51 | -29.45 | -6.00 | -39.55 |
| 0.08 | 0.00 | 5.79 | -8.51 | -29.45 | -6.00 | -39.55 |
| 0.10 | 0.00 | 5.58 | -8.51 | -45.84 | -7.36 | -39.35 |
| 0.10 | 20.35 | 5.58 | -8.51 | -45.84 | -7.36 | -39.35 |
| 0.15 | 20.35 | 5.15 | -8.51 | -78.61 | -10.09 | -38.94 |
| 0.15 | 20.35 | 5.15 | -8.51 | -78.61 | -10.09 | -38.94 |
| 0.22 | 20.35 | 4.51 | -8.51 | -91.82 | -17.32 | -37.91 |
| 0.22 | 20.35 | 4.51 | -8.51 | -91.82 | -17.32 | -37.91 |
| 0.30 | 20.35 | 3.87 | -8.51 | -78.83 | -23.59 | -36.37 |
| 0.30 | 20.35 | 3.87 | -8.51 | -78.83 | -23.59 | -36.37 |
| 0.38 | 20.35 | 3.24 | -8.51 | -65.85 | -28.90 | -34.40 |

| Rozstaw [m] | Moduł k [MN/m ³] | Przemieszczenie [mm] | Obrót [mRad] | Naprężenie [kPa] | Siła Tnąca [kN] | Moment [kNm] |
|----------------|---------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| 0.38 | 20.35 | 3.24 | -8.51 | -65.85 | -28.90 | -34.40 |
| 0.45 | 20.35 | 2.60 | -8.50 | -52.87 | -33.27 | -32.06 |
| 0.45 | 20.35 | 2.60 | -8.50 | -52.87 | -33.27 | -32.06 |
| 0.53 | 20.35 | 1.96 | -8.50 | -39.89 | -36.68 | -29.43 |
| 0.53 | 20.35 | 1.96 | -8.50 | -39.89 | -36.68 | -29.43 |
| 0.60 | 20.35 | 1.32 | -8.50 | -25.19 | -39.13 | -26.58 |
| 0.60 | 17.74 | 1.32 | -8.50 | -25.19 | -39.13 | -26.58 |
| 0.67 | 17.74 | 0.68 | -8.50 | -12.15 | -40.44 | -23.59 |
| 0.67 | 17.74 | 0.68 | -8.50 | -12.15 | -40.44 | -23.59 |
| 0.75 | 17.74 | 0.05 | -8.50 | -0.84 | -40.92 | -20.54 |
| 0.75 | 17.74 | 0.05 | -8.50 | -0.84 | -40.92 | -20.54 |
| 0.82 | 17.74 | -0.59 | -8.50 | 10.46 | -40.56 | -17.47 |
| 0.82 | 17.74 | -0.59 | -8.50 | 10.46 | -40.56 | -17.47 |
| 0.90 | 17.74 | -1.23 | -8.50 | 21.77 | -39.38 | -14.47 |
| 0.90 | 17.74 | -1.23 | -8.50 | 21.77 | -39.38 | -14.47 |
| 0.97 | 17.74 | -1.86 | -8.50 | 33.07 | -37.36 | -11.59 |
| 0.97 | 17.74 | -1.86 | -8.50 | 33.07 | -37.36 | -11.59 |
| 1.05 | 17.74 | -2.50 | -8.50 | 44.37 | -34.52 | -8.89 |
| 1.05 | 17.74 | -2.50 | -8.50 | 44.37 | -34.52 | -8.89 |
| 1.12 | 17.74 | -3.14 | -8.49 | 55.67 | -30.84 | -6.43 |
| 1.12 | 17.74 | -3.14 | -8.49 | 55.67 | -30.84 | -6.43 |
| 1.20 | 17.74 | -3.78 | -8.49 | 66.97 | -26.33 | -4.28 |
| 1.20 | 17.74 | -3.78 | -8.49 | 66.97 | -26.33 | -4.28 |
| 1.27 | 17.74 | -4.41 | -8.49 | 78.27 | -21.00 | -2.50 |
| 1.27 | 17.74 | -4.41 | -8.49 | 78.27 | -21.00 | -2.50 |
| 1.35 | 17.74 | -5.05 | -8.49 | 89.57 | -14.83 | -1.15 |
| 1.35 | 17.74 | -5.05 | -8.49 | 89.57 | -14.83 | -1.15 |
| 1.42 | 17.74 | -5.69 | -8.49 | 100.87 | -7.83 | -0.30 |
| 1.42 | 17.74 | -5.69 | -8.49 | 100.87 | -7.83 | -0.30 |
| 1.50 | 17.74 | -6.32 | -8.49 | 112.17 | -0.00 | 0.00 |

Maksymalne siły wewnętrzne i przemieszczenia :

Przemieszczenie głowy pala = 6,4 mm
 Max. przemieszczenie pala = 6,4 mm
 Max. siła tnąca = 40,92 kN
 Maksymalny moment = 40,00 kNm

Wymiarowanie zbrojenia :

Zbrojenie - 8 szt. średn. 16,0 mm; otulina 150,0 mm

Rodzaj konstrukcji (stopień zbrojenia) : pal

Wymiarowanie zbrojenia na ścinanie:

Graniczna siła tnąca: $V_{Rd} = 406,07 \text{ kN} > 40,92 \text{ kN} = V_{Ed}$

Przekrój SPEŁNIA wymagania.

mgr inż. Jan Jasica
 Uprawnienia budowlane do projektowania
 bez ograniczeń w specjalności
 konstrukcyjno-budowlanej
 Nr MAP/0269/POOK/08

mgr inż. Bartosz Mrówka
 Uprawnienia budowlane do projektowania
 kierowania i nadzoru nad robotami budowlanymi
 bez ograniczeń w specjalności
 konstrukcyjno-budowlanej
 Nr MAP/0043/POOK/07, Nr MAP/0226/POWOK/08

III. RYSUNKI KONSTRUKCYJNE