

PROJEKT TECHNICZNY
branża konstrukcyjno-budowlana
karta tytułowa

Inwestor:

NADLEŚNICTWO OLESNO
UL. GORZOWSKA 74
46-300 OLESNO

Nazwa zamierzenia budowlanego:

BUDOWA WIATY, WIATY PRZYRODNICZEJ, POMOSTU

Adres:

DZIAŁKA NR EWID. GR. 80/3, SZUMIRAD

Kategoria obiektu

VIII, XXI

Jednostka ewid.

1 60403_2

Obręb ewid.

0089 (SZUMIRAD)

Identyfikatory działek ewidencyjnych

1 60403_2.0080.AR_7.80/3

| ZESPÓŁ AUTORSKI | IMIĘ I NAZWISKO | SPECJALNOŚĆ I NUMER UPRAWNIEN BUDOWLANYCH | ZAKRES OPRACOWANIA | DATA OPRACOWANIA | PODPIS |
|-----------------|--------------------------------|--|--------------------|------------------|--------|
| Projektant* | mgr inż. Adam Skiba | do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr upr. OPL/0304/POOK/07 | Konstrukcja | 14.04.2023 | |
| Projektant | mgr inż. Krystian wieczorek | do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr upr. OPL/1244/PWBKb/16 | Konstrukcja | 14.04.2023 | |

* Główny projektant, kierownik projektu

Spis treści

| | |
|---|------------|
| I. Dokumenty formalno-prawne dołączone do projektu..... | 4 |
| 1.1 OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA/SPRAWDZAJĄCEGO O SPORZĄDZENIU PROJEKTU ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI I ZASADAMI WIEDZY TECHNICZNEJ..... | 4 |
| 1.2 KOPIA DECYZJI O NADANIU UPRAWNIEŃ PROJEKTANTOM, POŚWIADCZONA ZA ZGODNOŚĆ Z ORYGINAŁEM. | 5 |
| 1.3 KOPIA ZAŚWIADCZENIA O PRZYNALEŻNOŚCI PROJEKTANTÓW DO WŁAŚCIWEJ IZBY SAMORZĄDU ZAWODOWEGO..... | 9 |
| II. Część opisowa..... | 11 |
| 1. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE. | 11 |
| 2. GEOTECHNICZNE WARUNKI I SPOSÓB POSADOWIENIA OBIEKTU..... | 121 |
| 3. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE WEWNĘTRZNYCH I ZEWNĘTRZNYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH..... | 122 |
| 4. PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNOLOGICZNE ORAZ WSPÓŁZALEŻNOŚCI URZĄDZEŃ I WYPOSAŻENIA ZWIĄZANEGO Z PRZEZNACZENIEM OBIEKTU I JEGO ROZWIĄZANAMI BUDOWLANYMI..... | 122 |
| 5. ROZWIĄZANIA ELEMENTÓW WYPOSAŻENIA BUDOWLANO-INSTALACYJNEGO ZAPEWNIAJĄCYCH UŻYTKOWANIE OBIEKTU BUDOWLANEGO ZGODNIE Z PRZEZNACZENIEM, T.J. INSTALACJI I URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH:..... | 122 |
| 6. SPOSÓB POWIĄZANIA INSTALACJI OBIEKTU BUDOWLANEGO, Z SIECIAMI ZEWNĘTRZNYMI WRAZ Z PUNKTAMI POMIAROWYMI, ZAŁOŻENIAMI PRZYJĘTYMI DO OBLICZEŃ INSTALACJI ORAZ PODSTAWOWE WYNIKI TYCH OBLICZEŃ, Z DOBOREM, RODZAJU I WIELKOŚCI URZĄDZEŃ | 122 |
| 7. ROZWIĄZANIA I SPOSÓB FUNKCJONOWANIA ZASADNICZYCH URZĄDZEŃ INSTALACJI TECHNICZNYCH, W TYM PRZEMYSŁOWYCH I ICH ZESPOŁÓW TWORZĄCYCH CAŁOŚĆ TECHNICZNO-UŻYTKOWĄ..... | 123 |
| 8. DANE DOTYCZĄCE WARUNKÓW OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ. | 123 |
| 9. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU..... | 123 |
| III CZĘŚĆ RYSUNKOWA - wiatła przyrodnicza | 124 |
| 1. Rzut fundamentów..... | 125 |
| 2. Stopa fundamentowa SF-01..... | 126 |
| 3. Stopa fundamentowa SF-02, ława fundamentowa Ł-01..... | 127 |
| 4. Detal A, detal B. | 128 |
| 5. Rzut konstrukcji przyziemia..... | 129 |
| 6. Przekrój A-A..... | 130 |

Jednostka projektowa:

| | | |
|---|---|------------|
| 7. | Rzut więźby dachowej..... | 131 |
| IV CZĘŚĆ RYSUNKOWA - wiatła..... | | 132 |
| 8. | Rzut fundamentów..... | 133 |
| 9. | Stopa fundamentowa SF-01..... | 134 |
| 10. | Stopa fundamentowa SF-02, ława fundamentowa Ł-01..... | 135 |
| 11. | Detal A, detal B. | 136 |
| 12. | Rzut konstrukcji przyziemia..... | 137 |
| 13. | Przekrój A-A..... | 138 |
| 14. | Rzut więźby dachowej..... | 139 |
| V CZĘŚĆ RYSUNKOWA - pomost..... | | 140 |
| 15. | Pomost. | 141 |

I. Dokumenty formalno-prawne dołączone do projektu.

1.1 OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA/SPRAWDZAJĄCEGO O SPORZĄDZENIU PROJEKTU ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI I ZASADAMI WIEDZY TECHNICZNEJ.

Zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dnia 7 lipca 1994r.-Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2021 r. poz. 2351, z 2022 r. poz. 88, 1557, 1768, 1783, 1846, 2206, 2687 z późniejszymi zmianami) oświadczam, że niniejszy projekt techniczny branży konstrukcyjno-budowlanej: budowy wiaty, wiaty przyrodniczej oraz pomostu w miejscowości Szumirad na działce nr ewid. gr. 80/3 sporządzony został zgodnie z wymaganiami w/w ustawy, ustaleniami określonymi w decyzjach administracyjnych dotyczących zamierzenia budowlanego, obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Świadomy odpowiedzialności karnej za podanie w niniejszym oświadczeniu nieprawdy, zgodnie z art. 233 Kodeksu karnego potwierdzam własnoręcznym podpisem prawdziwość złożonego oświadczenia.

| ZESPÓŁ AUTORSKI | IMIĘ I NAZWISKO | SPECJALNOŚĆ I NUMER UPRAWNIEN BUDOWLANYCH | ZAKRES OPRACOWANIA | DATA OPRACOWANIA | PODPIS |
|-----------------|--------------------------------|--|--------------------|------------------|--------|
| Projektant* | mgr inż. Adam Skiba | do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr upr. OPL/0304/POOK/07 | Konstrukcja | 14.04.2023 | |
| Projektant | mgr inż. Krystian wieczorek | do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej nr upr. OPL/1244/PWBKb/16 | Konstrukcja | 14.04.2023 | |

* Główny projektant, kierownik projektu

Jednostka projektowa:

1.2 KOPIA DECYZJI O NADANIU UPRAWNIENI PROJEKTANTOM, POŚWIADCZONA ZA ZGODNOŚĆ Z ORYGINAŁEM.



Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna

Syg. akt OPL.OKK.0054/0355/07

Opole, dnia 2 czerwca 2007 r.

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.) i art. 12 ust. 1 pkt 1, art. 12 ust.3, art.13 ust.1 pkt 1, art. 13 ust. 4, art.14 ust.1 pkt 2 oraz art. 14 ust. 3 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. z 2003 r., Nr 207, poz. 2016 z późn. zm.), art. 5 ustawy z dnia 28 lipca 2005 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz o zmianie niektórych ustaw (Dz.U. z 2005 r., Nr 163, poz. 1364) oraz § 7 pkt 1 i 2, § 12 pkt 1 oraz § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2005 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2005 r., Nr 96, poz. 817), w związku z art. 104 § 1 i 2 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz.U. z 2000 r., Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.)

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna OOIB

nadaje uprawnienia i stwierdza że

Pan inż. budownictwa Adam Skiba

urodzony w dniu 7 lipca 1979 roku w Oleśnie

otrzymał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny OPL/0304/POOK/07

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa, na podstawie wyników z postępowania kwalifikacyjnego oraz przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan inż. Adam Skiba posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową oraz uzyskał pozytywny wynik egzaminu – konieczne do uzyskania uprawnień budowlanych do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej.

Szczegółowy zakres uprawnień jest określony na odwrocie niniejszej decyzji.

POUCZENIE

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do Centralnego Rejestru Osób Posiadających Uprawnienia Budowlane prowadzonego przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Otrzymują:

1. Pan Adam Skiba
Wojciechów
ul. Kluczborska nr 56
46-300 Olesno
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru
Budowlanego
4. a/a



Skład Orzekający OKK

1. dr inż. Wiktor Abramek
2. mgr inż. Elżbieta Daszkiewicz
3. mgr inż. Leon Musiol

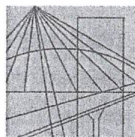
Jednostka projektowa:

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5 oraz art. 13 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane oraz w związku z § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2005 roku w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie Pan inż. **Adam Skiba** jest uprawniony w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:

1. sporządzania projektu architektoniczno - budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
2. sprawdzania projektów architektoniczno – budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
3. sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, bez ograniczeń.

Na podstawie § 15 Rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 18 kwietnia 2006 roku uprawnienia niniejsze uprawniają do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej.

Jednostka projektowa:



O P O L S K A
O K R Ę G O W A
I Z B A
I N Ż Y N I E R Ó W
B U D O W N I C T W A

Opole, dnia 9 czerwca 2016 r.

Opolska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna

Syg. akt OPL.OKK.0054-55-1321/15

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2014 r., poz. 1946 z późn. zm.) i art.12 ust. 2, ust. 3 i ust. 4 c pkt 3, art.14 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.) oraz § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane

Pan mgr inż. budownictwa Krystian Wieczorek

urodzony dnia 3 sierpnia 1983 roku w Oleśnie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny OPL/1244/PWBKb/16

**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a., odstępuje się od uzasadnienia decyzji. 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 Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Opolu w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 – 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku - Prawo budowlane oraz w związku z § 10 i 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie Pan mgr inż. Krystian Wieczorek jest upoważniony w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:

1. sporządzania projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
2. sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
3. kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji i architektury obiektu,
4. kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
5. wykonywania nadzoru inwestorskiego,
6. sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych,
7. sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności objętej niniejszymi uprawnieniami,

bez ograniczeń.



Otrzymują:

1. Pan Krystian Wieczorek
ul.Ks. Łysika 7
46-300 Olesno
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor Nadzoru
Budowlanego
4. a/a

Skład Orzekający OKK

1. dr inż. Wiktor Abramek
2. mgr inż. Elżbieta Daszkiewicz
3. mgr inż. Zbigniew Gwizdek
4. mgr inż. Leon Musiol

1.3 KOPIA ZAŚWIADCZENIA O PRZYNALEŻNOŚCI PROJEKTANTÓW DO WŁAŚCIWEJ IZBY SAMORZĄDU ZAWODOWEGO.



Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
OPL-HKU-H61-3G4 *

Pan ADAM SKIBA o numerze ewidencyjnym OPL/BO/0053/07
adres zamieszkania ul. KASZTANOWA 9, 46-300 OLESNO
jest członkiem Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-04-01 do 2023-09-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-03-24 roku przez:

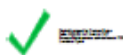
Dariusz Bajno, Przewodniczący Rady Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* 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.



Jednostka projektowa:

**Zaświadczenie**

o numerze weryfikacyjnym:
OPL-ZEE-SRP-W45 *

Pan KRYSTIAN WIECZOREK o numerze ewidencyjnym OPL/BO/0054/16
adres zamieszkania ul. KSIĘDZA ŁYSIKA 7, 46-300 OLESNO
jest członkiem Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-08-01 do 2023-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-07-19 roku przez:

Dariusz Bajno, Przewodniczący Rady Opolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

* 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.



Jednostka projektowa:

II. Część opisowa.

1. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE.

Niniejszy obiekt budowlany zaprojektowano w oparciu o :

Obowiązujące przepisy i normy prawa budowlanego:

[1]. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

[2]. USTAWA Z DNIA 7 LIPCA 1994 R. - PRAWO BUDOWLANE

[3]. **PN-EN 1990**

Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji

[4]. **PN-EN 1991**

Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje:

Część 1-1: Oddziaływania ogólne -- Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach

Część 1-2: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru

Część 1-3: Oddziaływania ogólne -- Obciążenie śniegiem

Część 1-4: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wiatru

Część 1-5: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania termiczne

Część 1-6: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji

~~Część 1-7: Oddziaływania ogólne -- Oddziaływania wyjątkowe~~

~~Część 2: Obciążenia ruchome mostów~~

Część 3: Oddziaływania wywołane dźwignicami i maszynami

~~Część 4: Silosy i zbiorniki~~

[5]. **PN-EN 1992**

Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu:

Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

~~Część 1-2: Reguły ogólne -- Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe~~

Część 2: Mosty z betonu -- Obliczanie i reguły konstrukcyjne

~~Część 3: Silosy i zbiorniki na ciecze~~

~~Część 4: Projektowanie zamocowań do stosowania w betonie~~

Jednostka projektowa:

[6]. PN-EN 1993**Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych:**

Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

~~Część 1-2: Reguły ogólne — Obliczanie konstrukcji z uwagi na warunki pożarowe~~

~~Część 1-3: Reguły ogólne — Reguły uzupełniające dla konstrukcji z kształtowników i blach profilowanych na zimno~~

~~Część 1-4: Reguły ogólne — Reguły uzupełniające dla konstrukcji ze stali nierdzewnych~~

~~Część 1-5: Blachownice~~

~~Część 1-6: Wytrzymałość i stateczność konstrukcji powłokowych~~

~~Część 1-7: Konstrukcje płytowe~~

~~Część 1-8: Projektowanie węzłów~~

~~Część 1-9: Zmęczenie~~

~~Część 1-10: Dobór stali ze względu na odporność na kruche pękanie i ciągliwość międzywarstwową~~

~~Część 1-11: Konstrukcje ciągnowe~~

~~Część 1-12: Reguły dodatkowo rozszerzające zakres stosowania EN 1993 o gatunki stali wysokiej wytrzymałości do S 700 włącznie~~

~~Część 2: Mosty stalowe~~

~~Część 3-1: Wieże, maszty i kominy — Wieże i maszty~~

~~Część 3-2: Wieże, maszty i kominy — Kominy~~

~~Część 4-1: Silosy~~

~~Część 4-2: Zbiorniki~~

~~Część 4-3: Rurociągi~~

~~Część 5: Palowanie i ścianki szczelne~~

~~Część 6: Konstrukcje wsporcze dźwignie~~

[7]. PN-EN 1994**Eurokod 4: Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych:**

Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

~~Część 1-2: Reguły ogólne — Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe~~

Jednostka projektowa:

~~Część 2: Reguły ogólne i reguły dla mostów~~

[8]. **PN-EN 1995**

Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych:

Część 1-1: Postanowienia ogólne -- Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków

~~Część 1-2: Postanowienia ogólne — Projektowanie konstrukcji z uwagi na warunki pożarowe~~

~~Część 2: Mosty~~

[9]. **PN-EN 1996**

Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych:

Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych

~~Część 1-2: Reguły ogólne — Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe~~

Część 2: Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonanie murów

Część 3: Uprozczone metody obliczania murowych konstrukcji niezbrojonych

[10]. **PN-EN 1997**

Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne:

Część 1: Zasady ogólne

Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego

[11]. **PN-EN 1998**

Eurokod 8: Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym:

~~Część 1: Reguły ogólne, oddziaływania sejsmiczne i reguły dla budynków~~

~~Część 2: Mosty~~

~~Część 3: Ocena i rewaloryzacja budynków~~

~~Część 4: Silosy, zbiorniki i rurociągi~~

~~Część 5: Fundamenty, konstrukcje oporowe i inne zagadnienia geotechniczne~~

~~Część 6: Wieże, maszty i kominy~~

[12]. **PN-EN 1999**

Eurokod 9: Projektowanie konstrukcji aluminiowych:

~~Część 1-1: Reguły ogólne~~

~~Część 1-2: Projektowanie konstrukcji na wypadek pożaru~~

~~Część 1-3: Konstrukcje narażone na zmęczenie~~

~~Część 1-4: Konstrukcje z blach profilowanych na zimno~~

~~Część 1-5: Konstrukcje powłokowe~~

Jednostka projektowa:

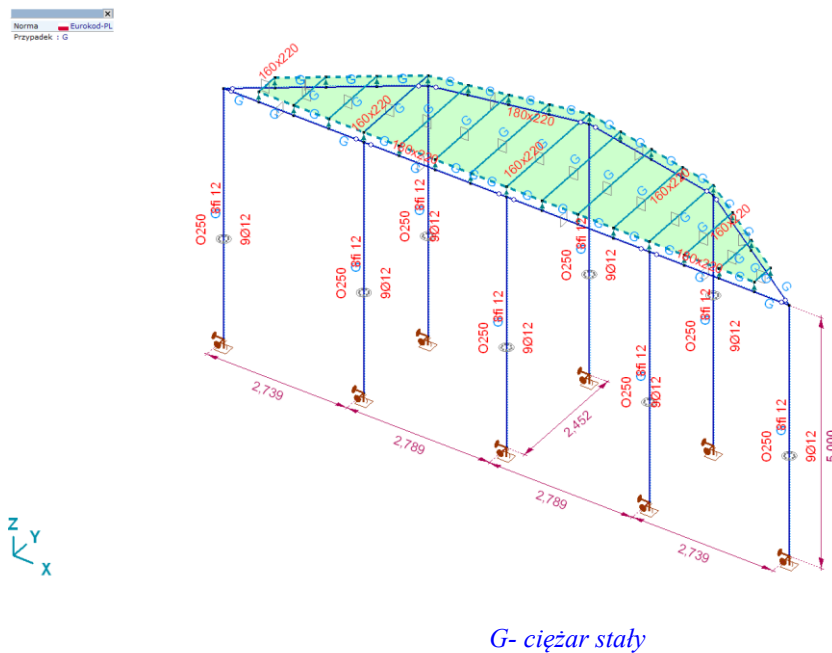
Wykorzystane programy komputerowe:

[13]. AxisVM, Word, Specbud, ZWCAD.

Założenia przyjęte do obliczeń.

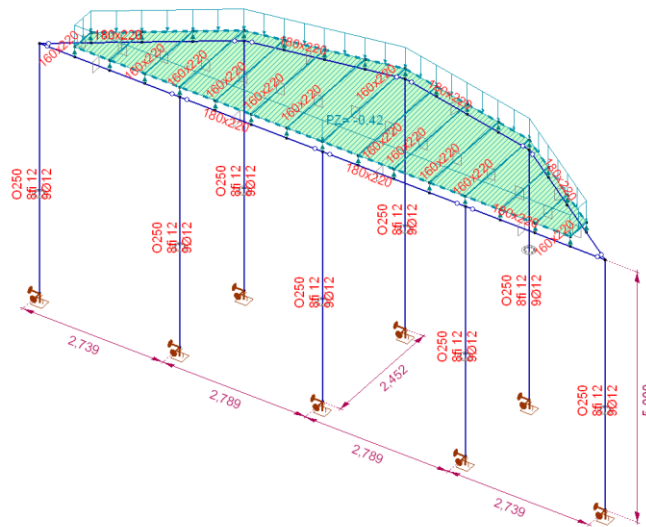
Wymagane bezpieczeństwo konstrukcji zapewniono przez spełnienie wymagań zawartych w Polskich Normach zgodnie z § 204 ust. 4 rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Szczegółowe wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych znajdują się w archiwum biura projektowego. Podstawowymi wynikami obliczeń statyczno-wytrzymałościowych są przekroje poszczególnych elementów konstrukcji przedstawionych na rysunkach branży konstrukcyjno-budowlanej. Wszystkie obliczenia układów nośnych przeprowadzono w oparciu o analizę sprężystą, według teorii I rzędu.

1.1 Obliczenia statyczne pali.**Zebranie obciążeń:****Jednostka projektowa:**

Norma Eurokod-PL
Przypadek : STAT1

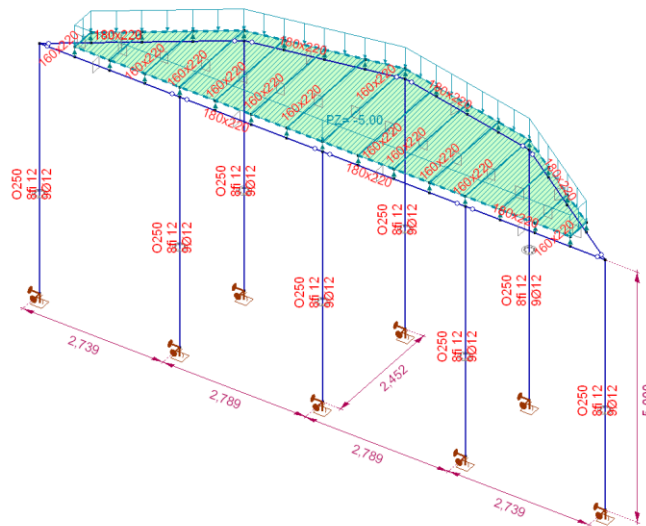
Z
Y
X



STAT1-ciężar stały desek na pomost

Norma Eurokod-PL
Przypadek : zmienne

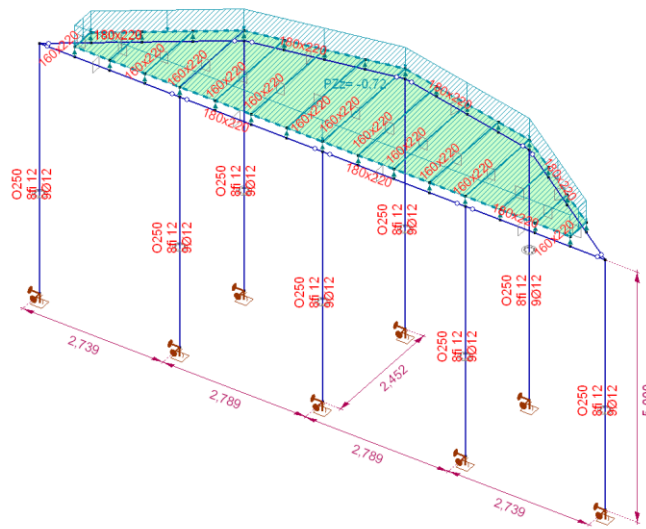
Z
Y
X



Obciążenie zmienne

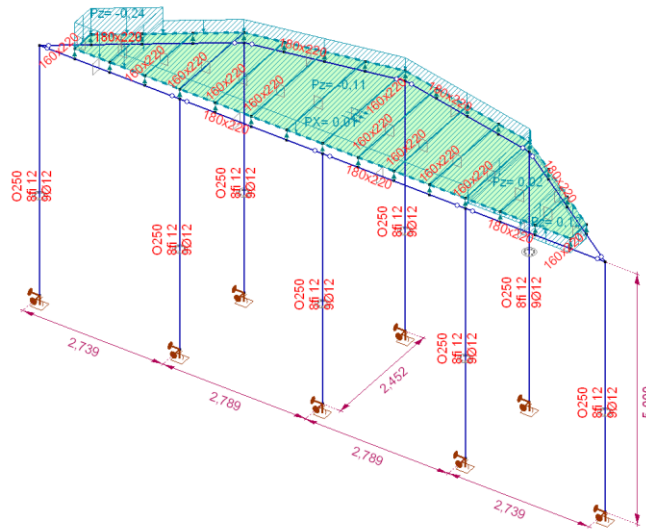
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Śnieg UD



Śnieg UD

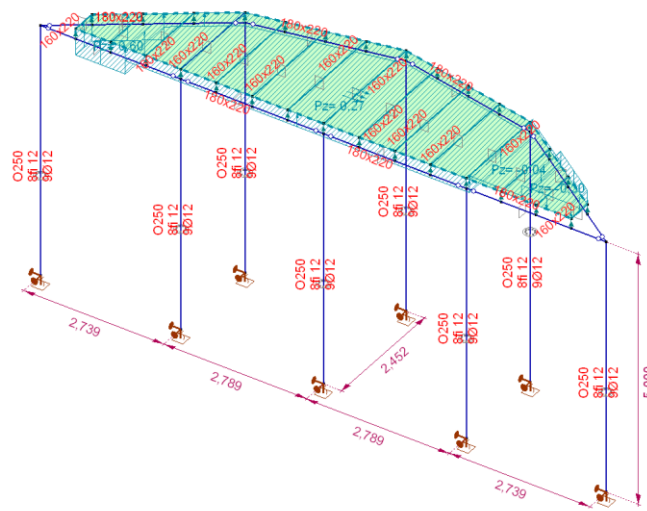
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [wiatr] X+.P.O



Wiatr [wiatr] X+.P.O

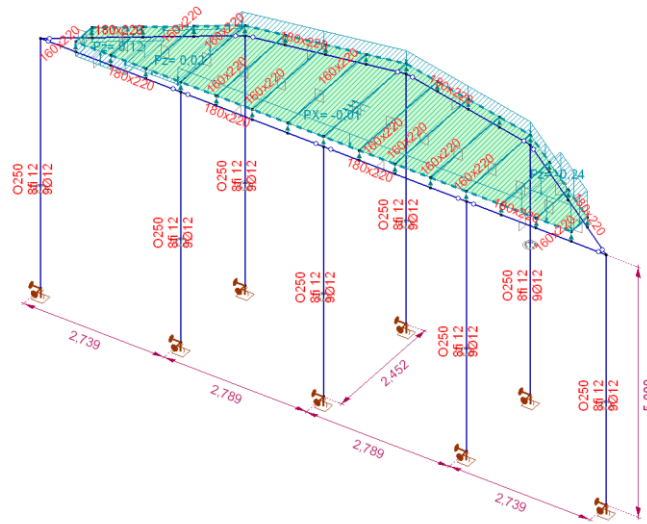
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [wiatr] X+.S.O



Wiatr [wiatr] X+.S.O

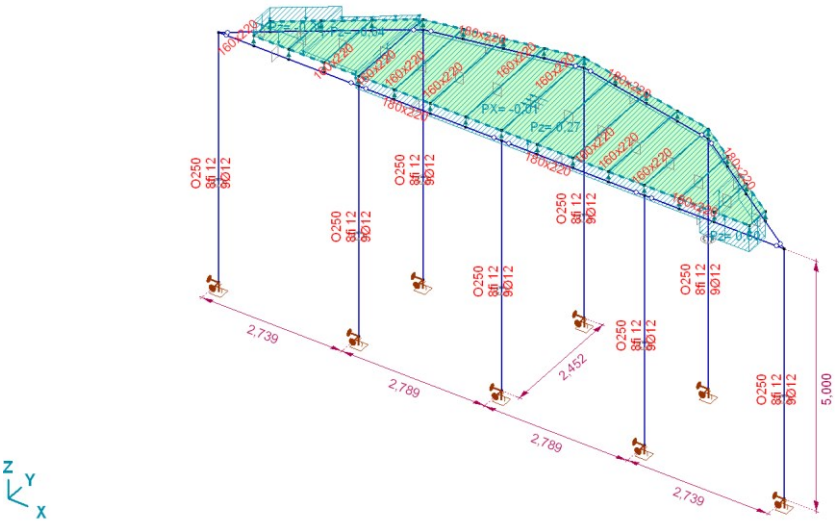
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [wiatr] X-.P.O



Wiatr [wiatr] X-.P.O

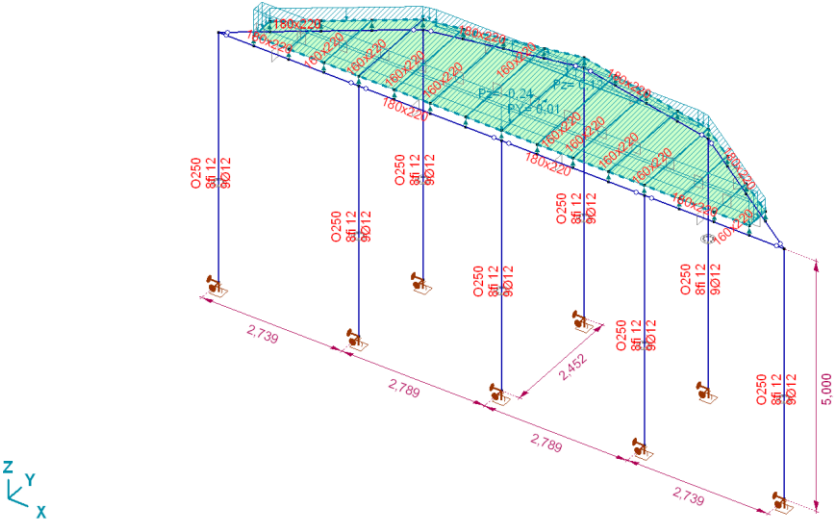
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [wiatr] X-S.O



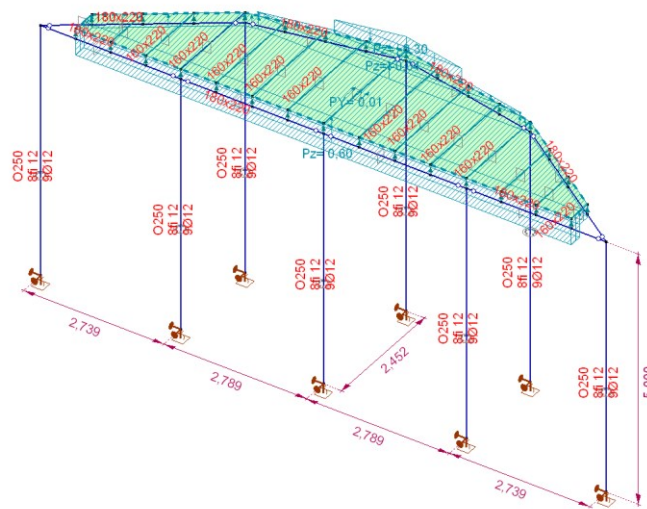
Wiatr [wiatr] X-S.O

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [wiatr] Y+P.O



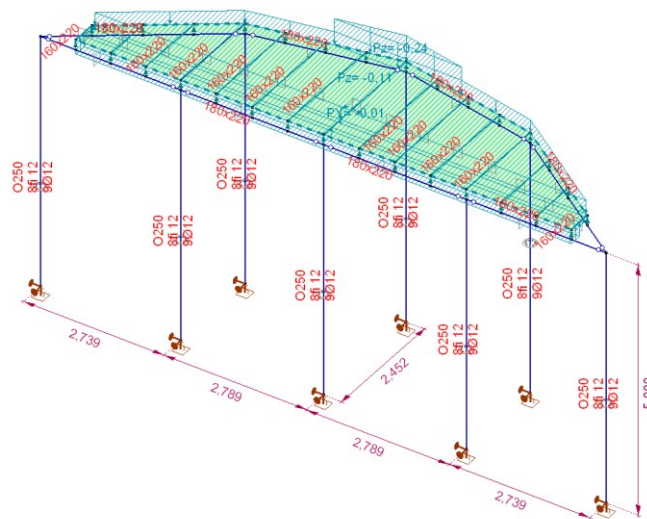
Wiatr [wiatr] Y+P.O

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [wiatr] Y+.S.O



Wiatr [wiatr] Y+.S.O

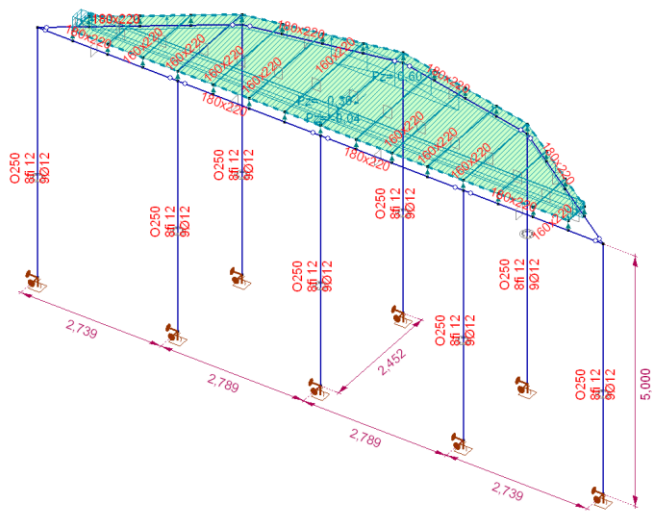
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [wiatr] Y-.P.O



Wiatr [wiatr] Y-.P.O

Jednostka projektowa:

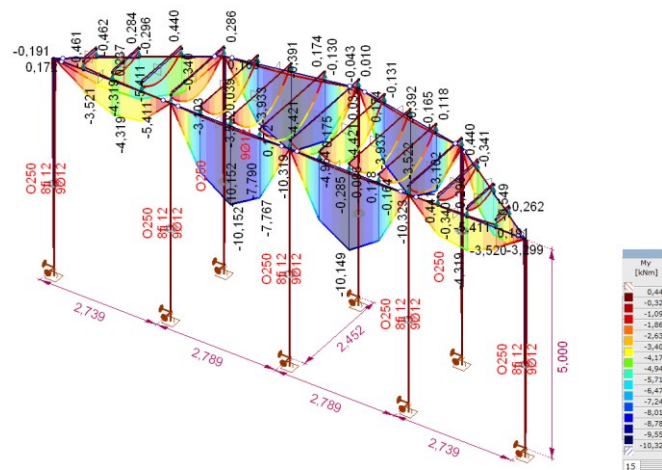
Norma : Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [wiatr] Y-S.O



Wiatr [wiatr] Y-S.O

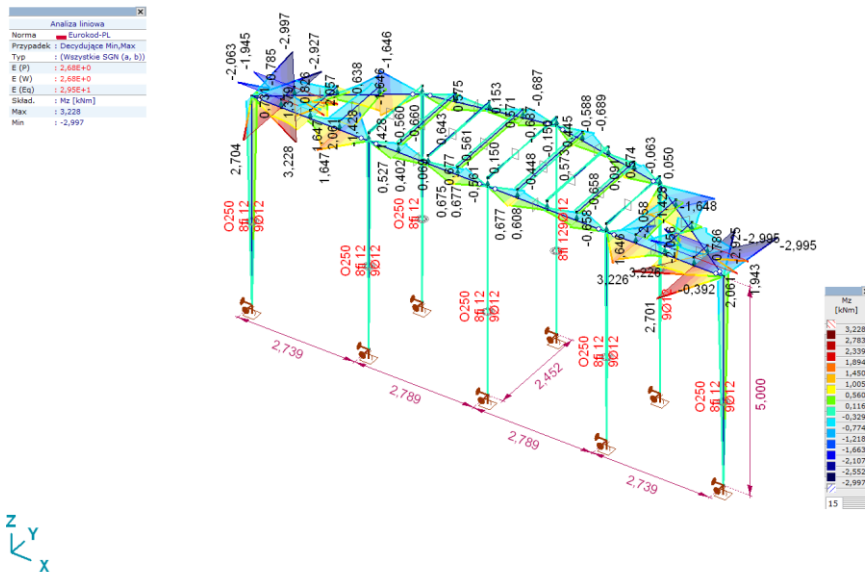
Siły przekrojowe

Analiza liniowa
Norma : Eurokod-PL
Przypadek : Decydujące Min,Max
Typ : (Wszystkie SGN (x, b))
E (P) : 2.68E+0
E (W) : 2.68E+0
E (Ra) : 2.99E+1
Skład. : My (x/m)
Max : 0.441
Min : -10.323

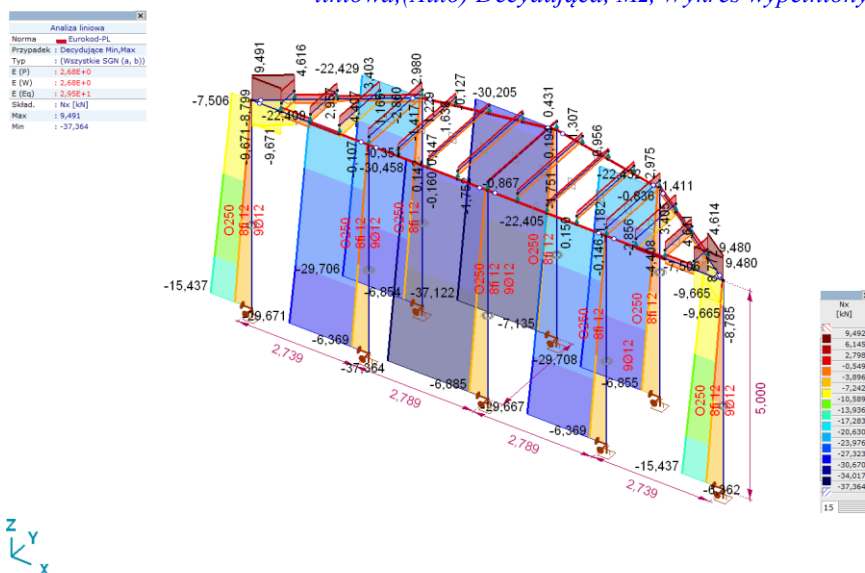


[I], liniowa,(Auto) Decydująca, My, Wykres wypełniony

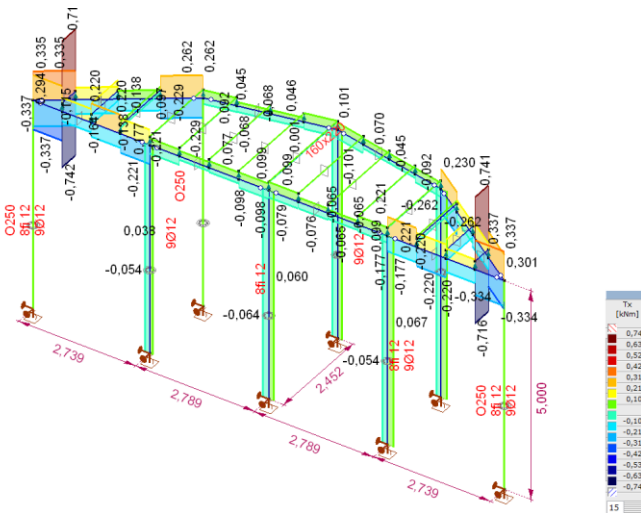
Jednostka projektowa:



liniowa,(Auto) Decydująca, Mz, Wykres wypełniony



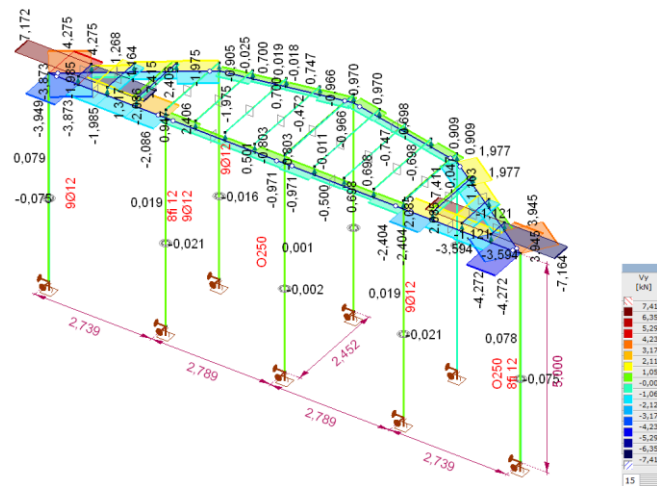
| Analiza liniowa | |
|-----------------|------------------------|
| Norma | Eurokod-PL |
| Przypadek | Decydujące Min,Max |
| Typ | (Wszystkie SGN (a, b)) |
| E (P) | 2,68E+5 |
| E (W) | 2,68E+0 |
| E (Ea) | 2,95E+1 |
| Skład. | Tx [kNm] |
| Max | 0,741 |
| Min | -0,742 |



Z
Y
X

liniowa,(Auto) Decydująca, Tx, Wykres wypełniony

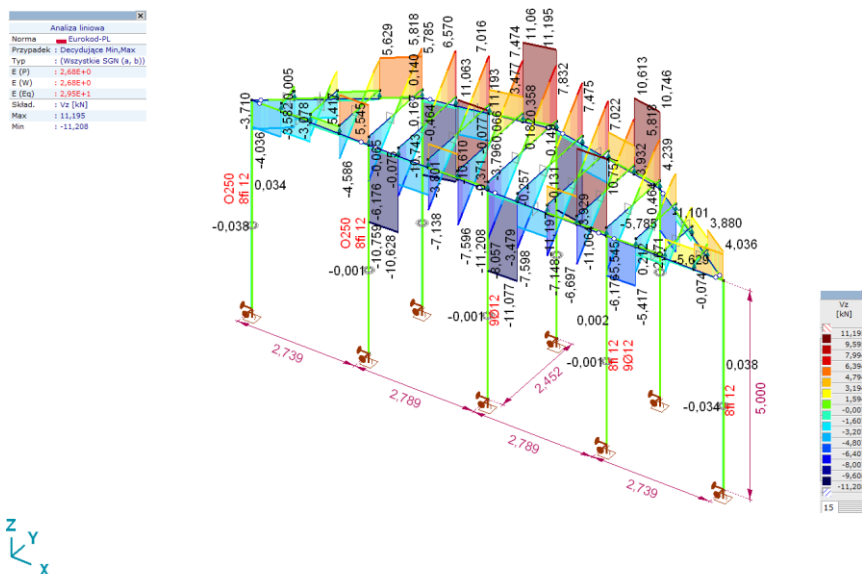
| Analiza liniowa | |
|-----------------|------------------------|
| Norma | Eurokod-PL |
| Przypadek | Decydujące Min,Max |
| Typ | (Wszystkie SGN (a, b)) |
| E (P) | 2,68E+0 |
| E (W) | 2,68E+0 |
| E (Ea) | 2,95E+1 |
| Skład. | Vy [kN] |
| Max | 7,411 |
| Min | -7,415 |



Z
Y
X

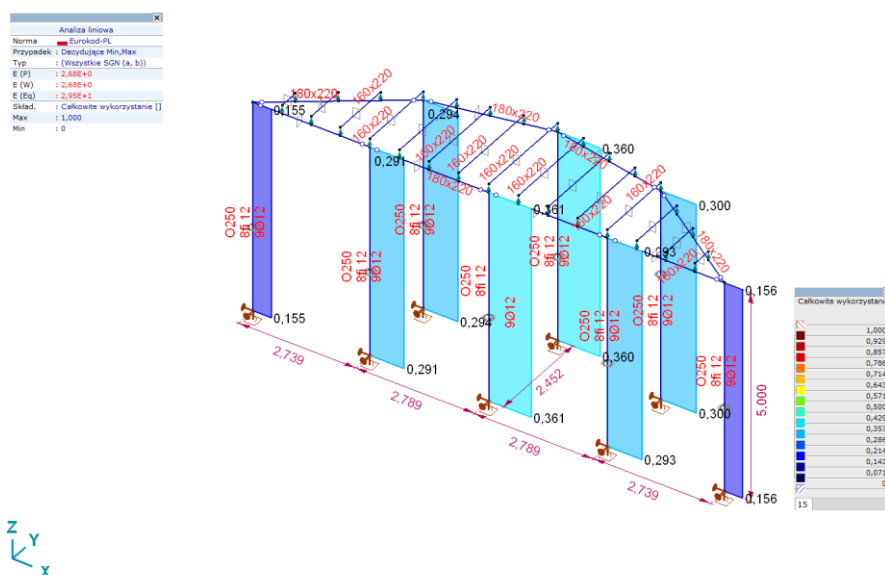
liniowa,(Auto) Decydująca, Vy, Wykres wypełniony

Jednostka projektowa:



[I] liniowa,(Auto) Decydująca, Vz, Wykres wypełniony

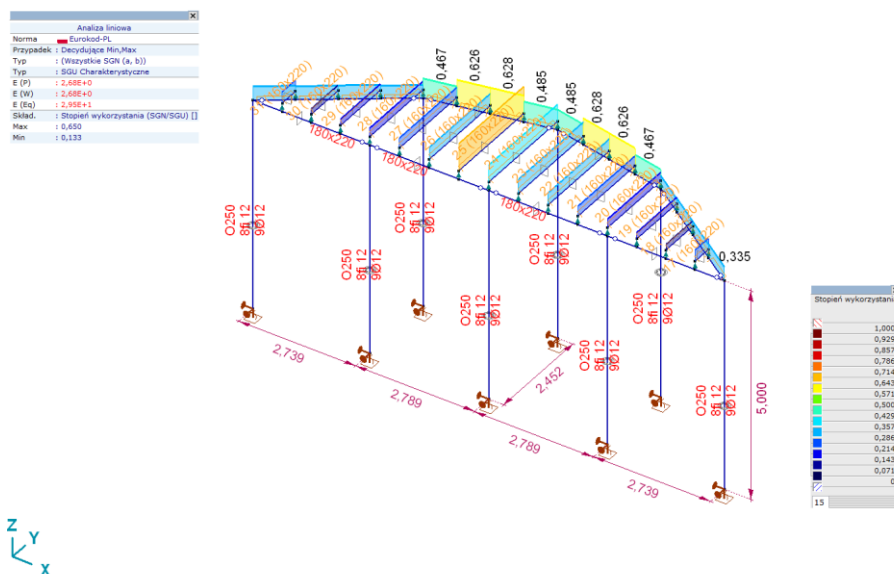
Stopień wykorzystania – elementy żelbetowe



[RI], liniowa,(Auto) Decydująca, Całkowite wykorzystanie, Wykres wypełniony

Jednostka projektowa:

Stopień wykorzystania – elementy drewniane



PalePN Lite 4.0

Obliczenia nośności pali zgodnie z PN-83/B-02482

TYTUŁ OBLICZEŃ

Nośność pala

PARAMETRY OBLICZEŃ

1. Charakterystyka podłoża gruntowego:

| Nr | Nazwa gruntu | Z [m ppt] | I_D/I_L [-] | γ [kN/m ³] | γ' [kN/m ³] | γ_m [kN/m ³] | q [kPa] | t [kPa] | tn [kPa] |
|----|---------------|--------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------|------------|-------------|
| 1 | Piasek drobny | 3,00 | 0,44 | 17,5 | 9,0 | 0,90 | 1989,7 | 41,0 | 0,0 |

2. Świeży nasyp gruntowy:

brak świeżego nasypu gruntowego

3. Tarcie negatywne gruntu:

brak tarcia negatywnego gruntu

4. Woda gruntowa:

poziom ustabilizowanego zwierciadła 0,00 m ppt

5. Rodzaj pala:

żelbetowy prefabrykowany

6. Technologia wykonania pala:

wbijany

7. Szerokość boku pala:

0,25 m

8. Długość pala w zwieńczeniu:

2,00 m

9. Rzędna spodu zwieńczenia pala:

0,00 m ppt

10. Oparcie fundamentu na palach:

na 1 palu (m=0,70)

11. Współczynnik materiałowy dla tn:

1,1 - dla tarcia negatywnego

12. Pal pojedynczy/grupa pali:

pal pojedynczy

Jednostka projektowa:

WYNIKI OBLICZEŃ

Wyniki nośności pala

| Nr | Długość całkowita pala Lc [m] | Długość pala w gruncie Lg [m] | Nośność podstawy pala Np [kN] | Nośność poboczniczy pala Ns [kN] | Tarcie negatywne gruntu Tn [kN] | Pala pojedynczy | |
|----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | | | | | | Nośność na wciskanie Nt [kN] | Nośność na wyciąganie Nw [kN] |
| 1 | 3,00 | 1,00 | 15 | 4 | 0 | 13 | 2 |
| 2 | 4,00 | 2,00 | 29 | 16 | 0 | 32 | 6 |
| <u>3</u> | <u>5,00</u> | <u>3,00</u> | <u>44</u> | <u>37</u> | <u>0</u> | <u>56</u> | <u>14</u> |

$$N_t = m \cdot (N_p + N_s) - T_n$$

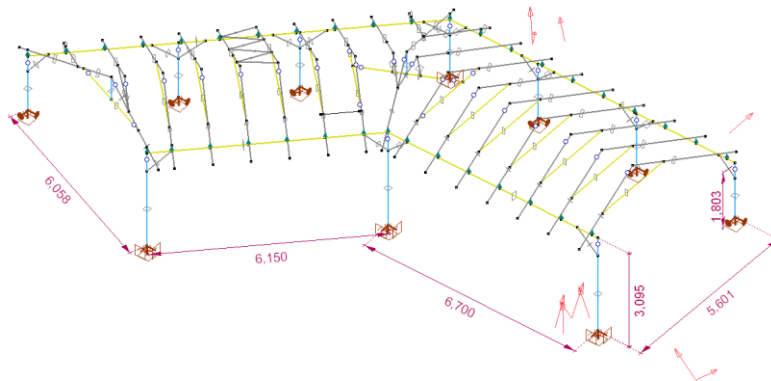
$$N_w = m \cdot N_{sw}$$

Wyniki analizy warunków normowych nośności pala

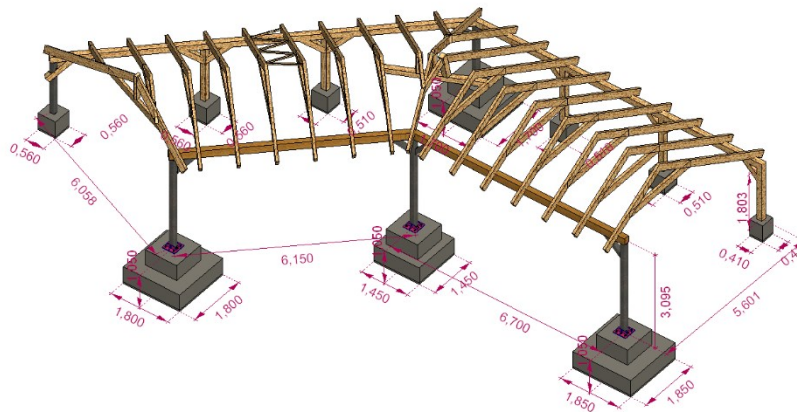
| Nr | Długość całkowita pala Lc [m] | Minimalne zagłębienie pala w warstwie nośnej | Warunki geotechniczne pod podstawą pala |
|----------|----------------------------------|---|--|
| 1 | 3,00 | Niewłaściwe zagłębienie pala - niewystarczające zagłębienie pala w warstwie nośnej. | Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala. |
| 2 | 4,00 | Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej. | Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala. |
| <u>3</u> | <u>5,00</u> | <u>Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.</u> | <u>Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.</u> |

Nośność pala 44kN < 37,37kN –nośność jest wystarczająca

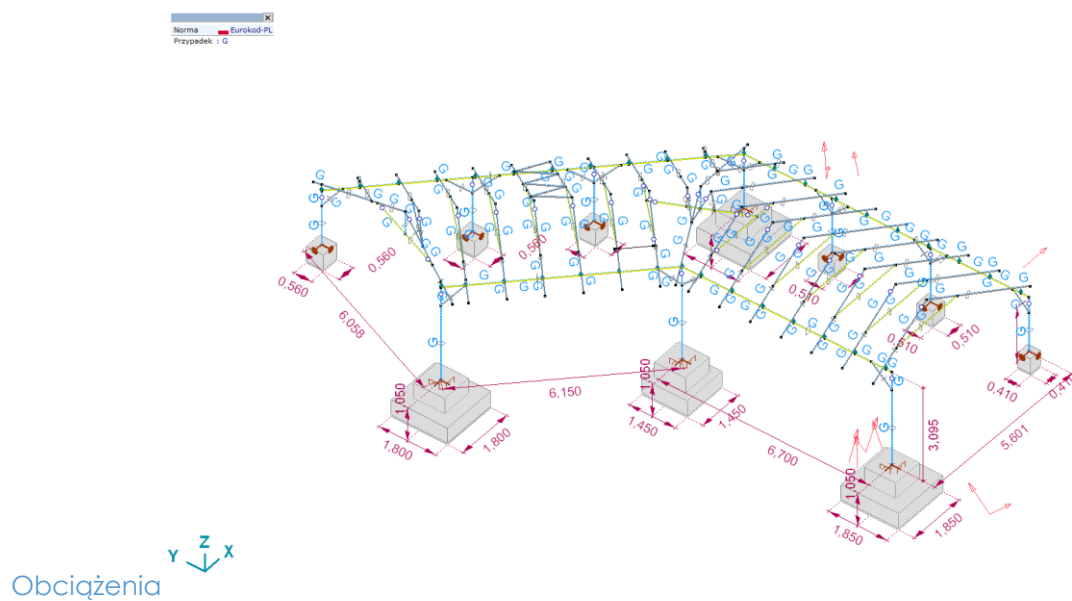
1.2 Obliczenia statyczne wiaty przyrodniczej.



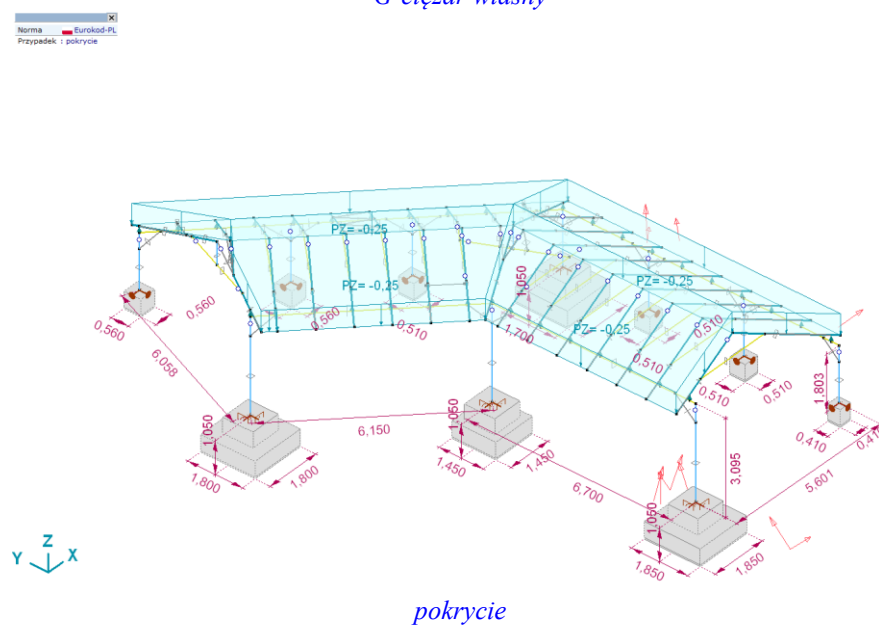
Rysunek 3D



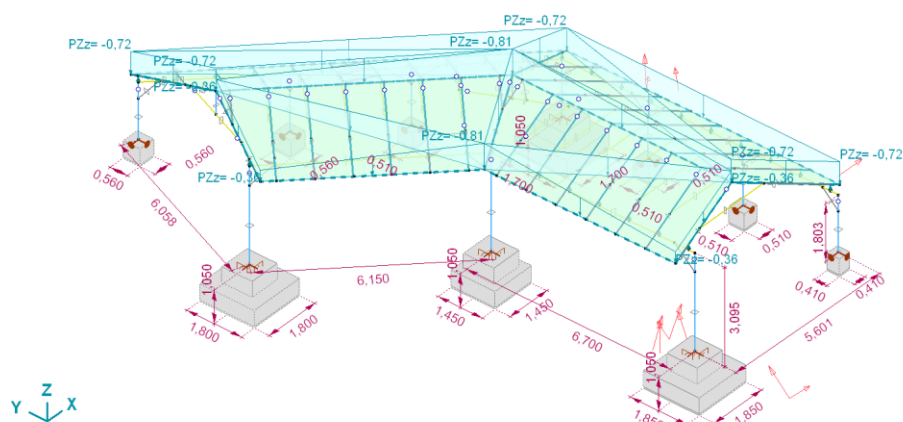
Rysunek 3D –render



G-ciężar własny

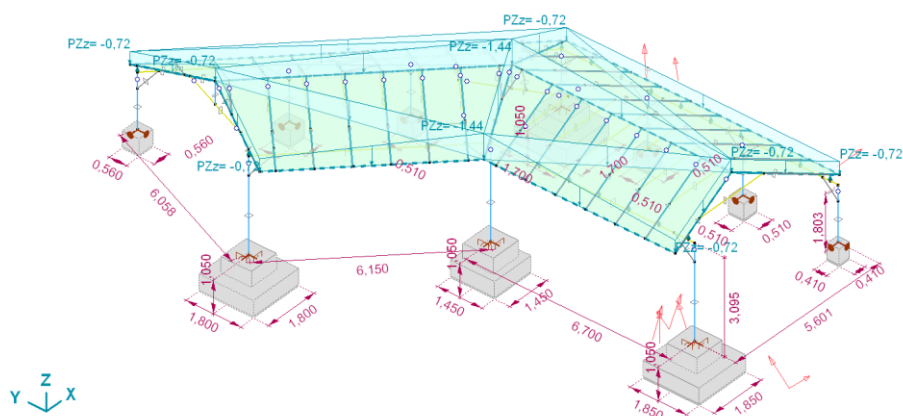


Norma Eurokod-PL
Przypadek : Śnieg DX+



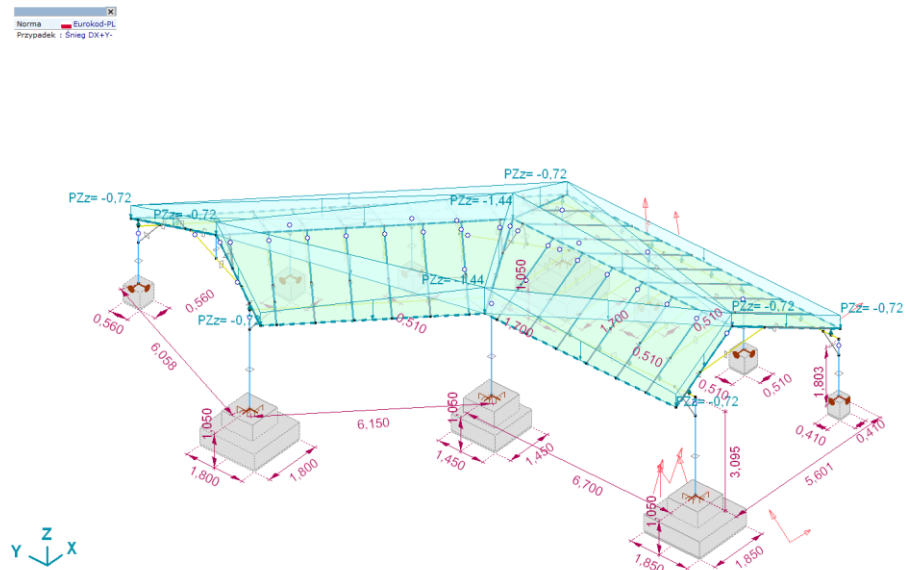
Śnieg DX+

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Śnieg DX+Y+

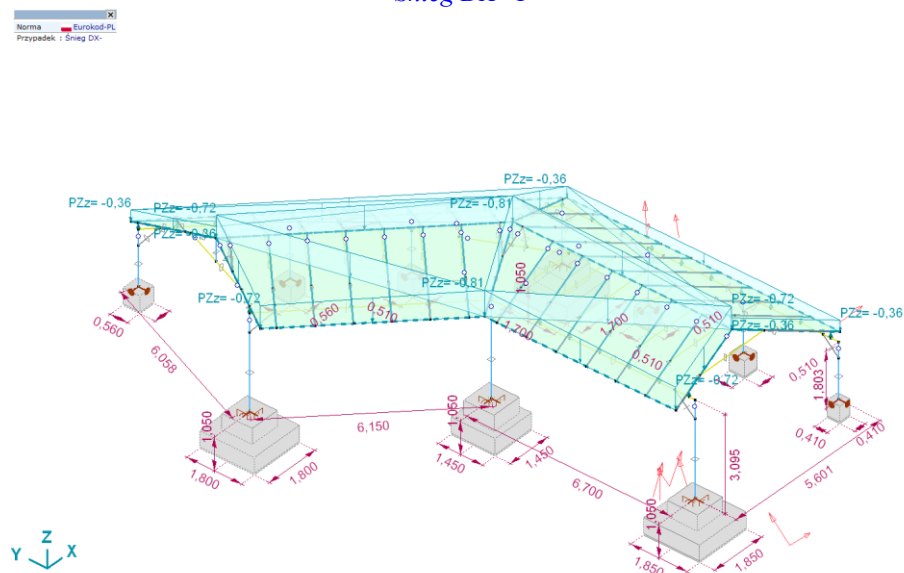


Śnieg DX+Y+

Jednostka projektowa:

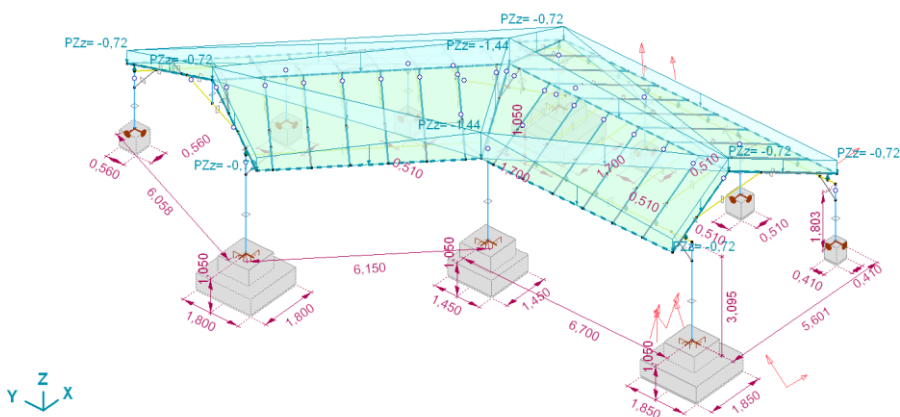


Śnieg $DX+Y-$



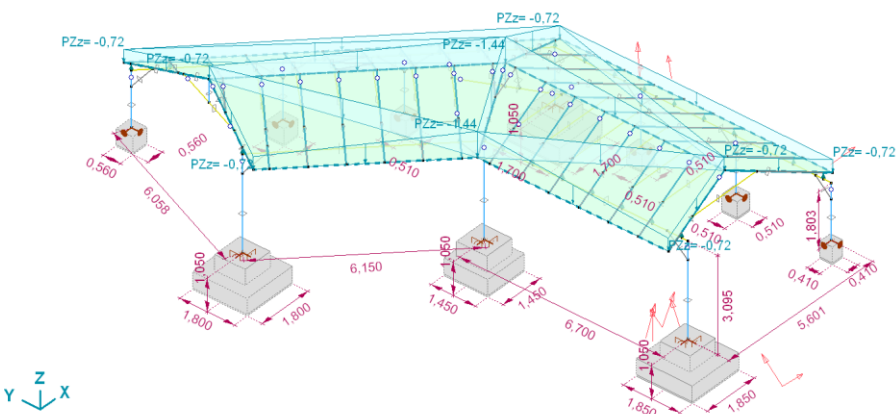
Śnieg DX-

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Śnieg DX-Y+



Śnieg DX-Y+

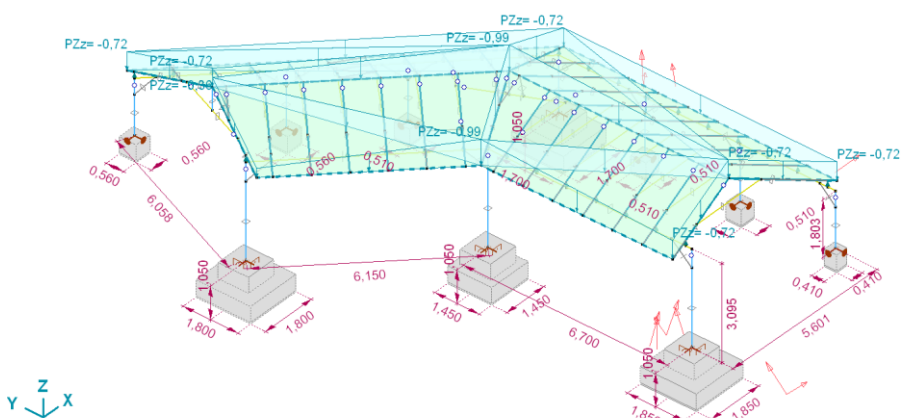
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Śnieg DX-Y-



Śnieg DX-Y-

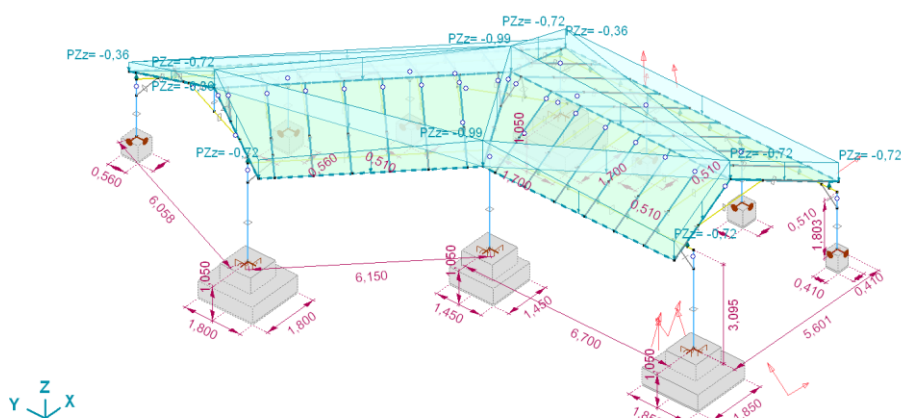
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Śnieg DY+



Śnieg DY+

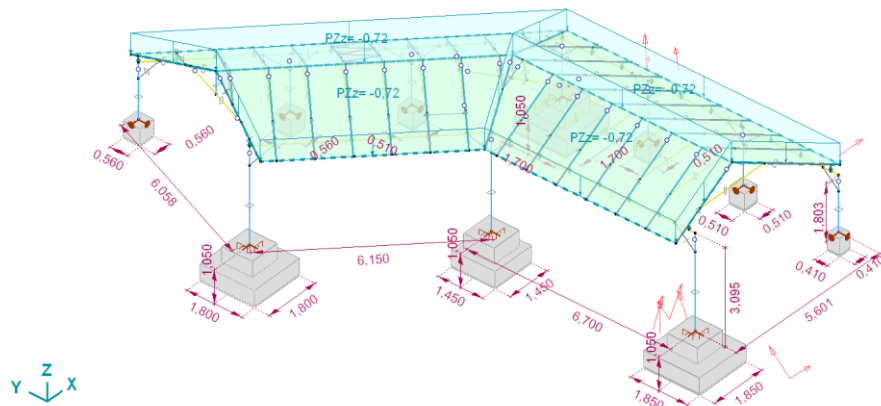
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Śnieg DY-



Śnieg DY-

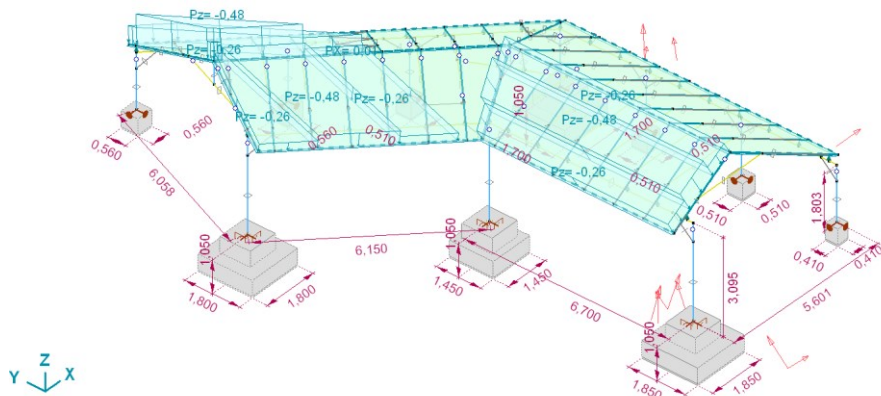
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Śnieg UD



Śnieg UD

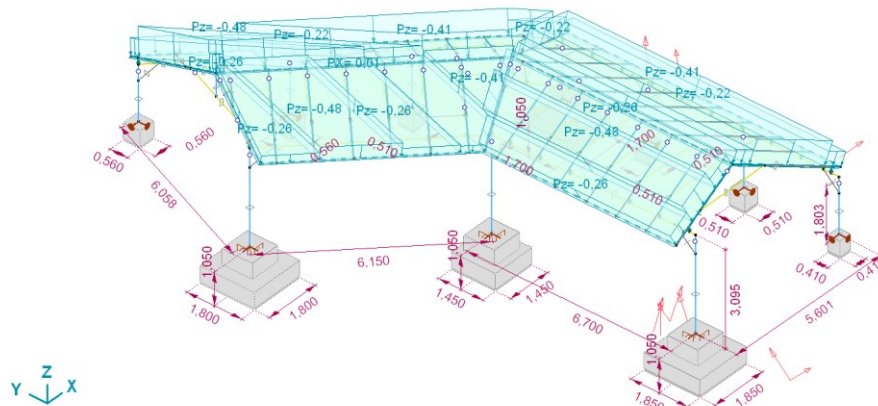
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X+.P.O



Wiatr [Kombinowane] X+.P.O

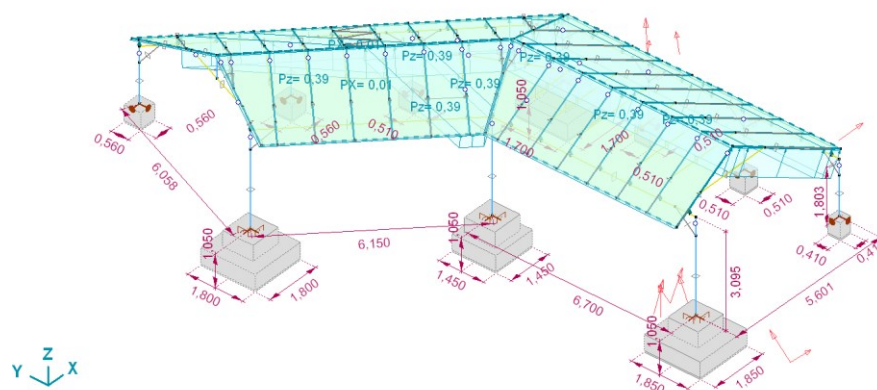
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X+.Pp.O



Wiatr [Kombinowane] X+.Pp.O

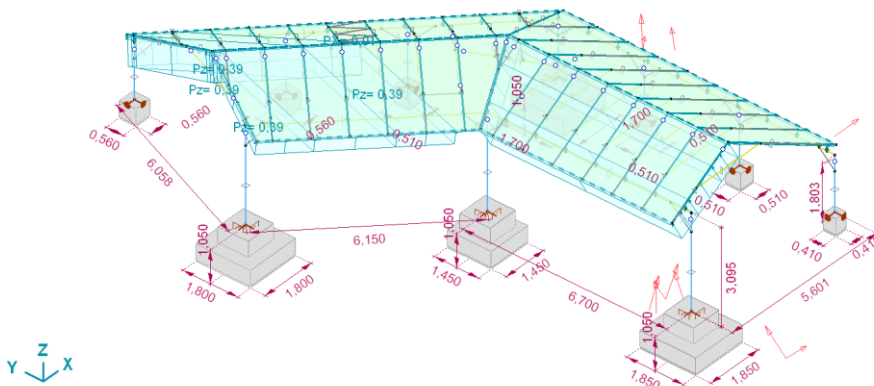
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X+.Ps.O



Wiatr [Kombinowane] X+.Ps.O

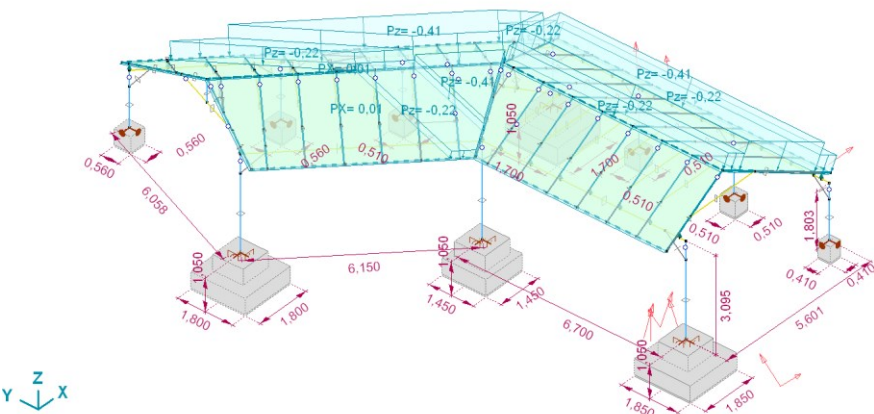
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X+.S.O



Wiatr [Kombinowane] X+.S.O

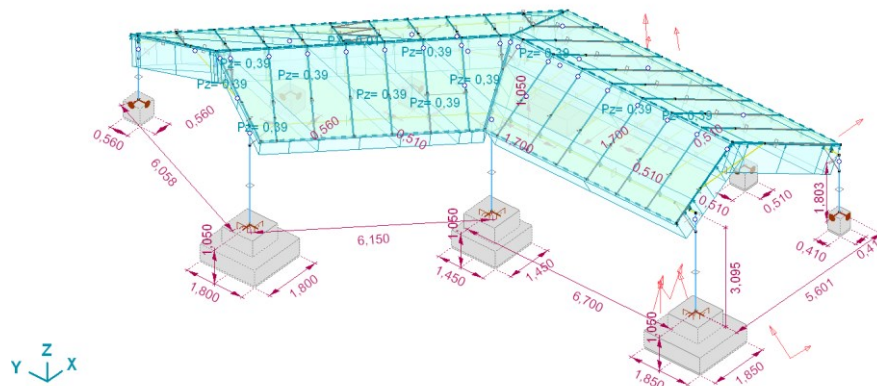
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X+.Sp.O



Wiatr [Kombinowane] X+.Sp.O

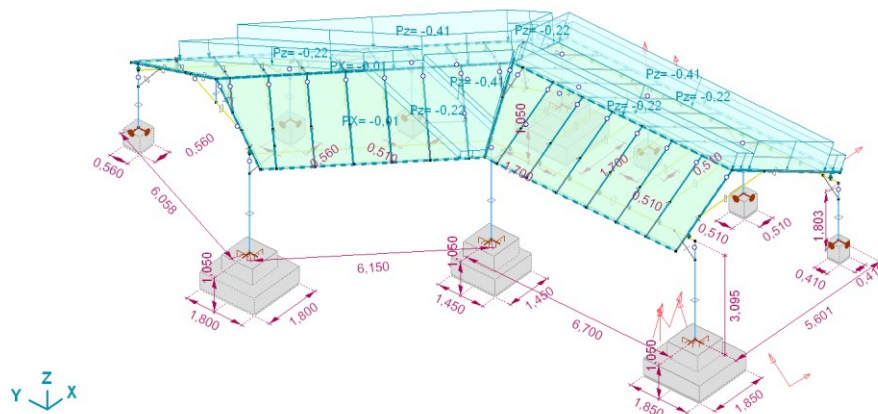
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X+.Ss.O



Wiatr [Kombinowane] X+.Ss.O

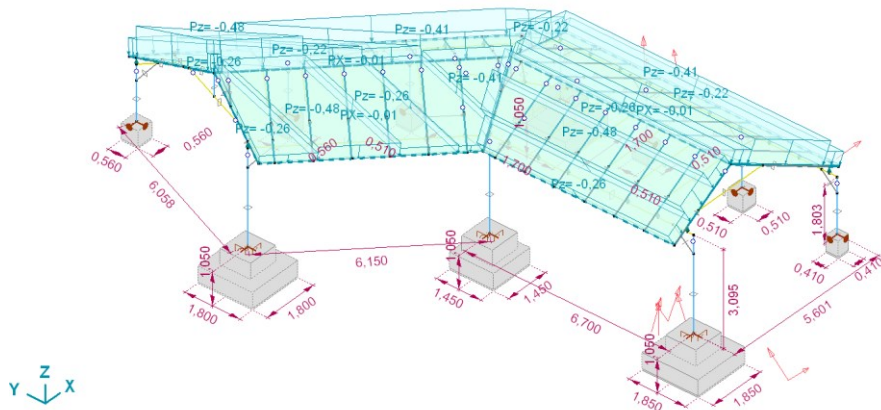
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X-.P.O



Wiatr [Kombinowane] X-.P.O

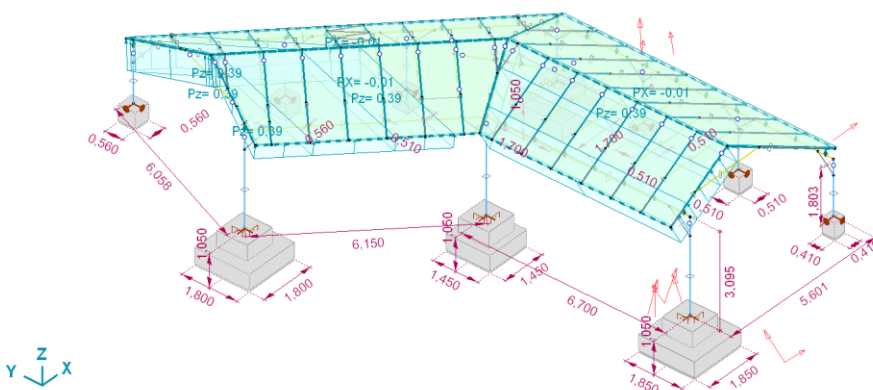
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X-Pp.O



Wiatr [Kombinowane] X-Pp.O

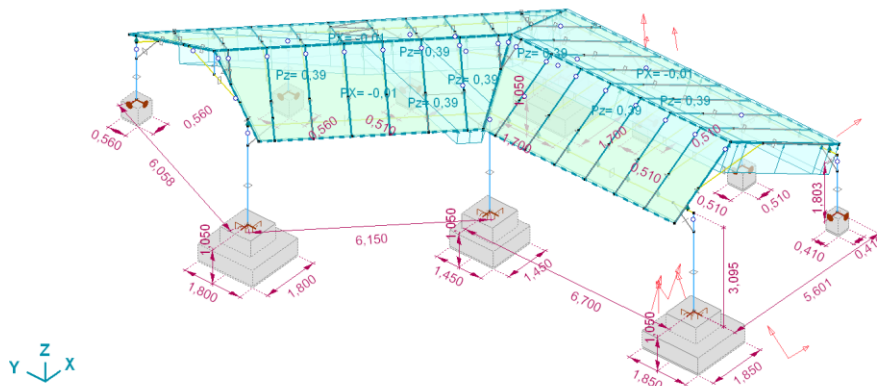
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X-Ps.O



Wiatr [Kombinowane] X-Ps.O

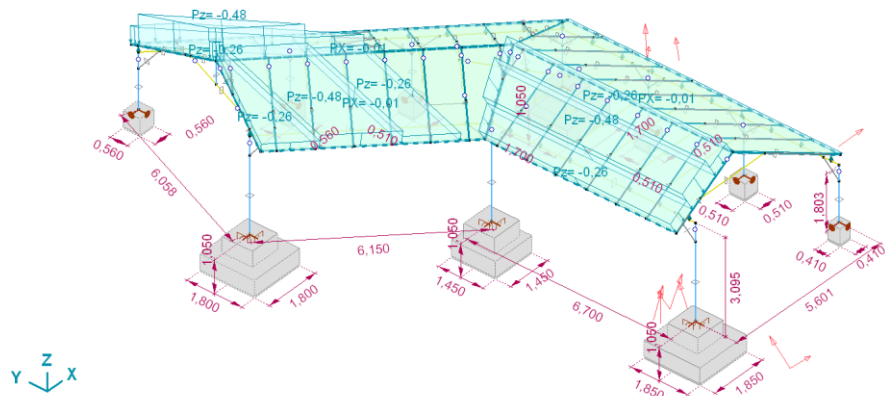
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X-S.O



Wiatr [Kombinowane] X-S.O

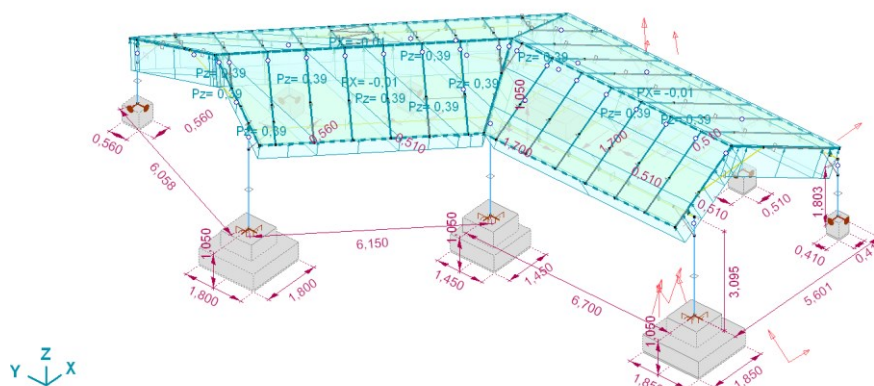
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X-Sp.O



Wiatr [Kombinowane] X-Sp.O

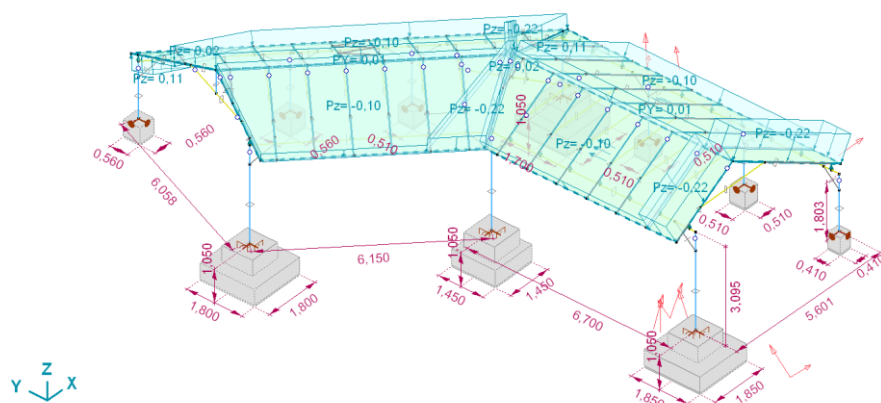
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] X-Ss.O



Wiatr [Kombinowane] X-Ss.O

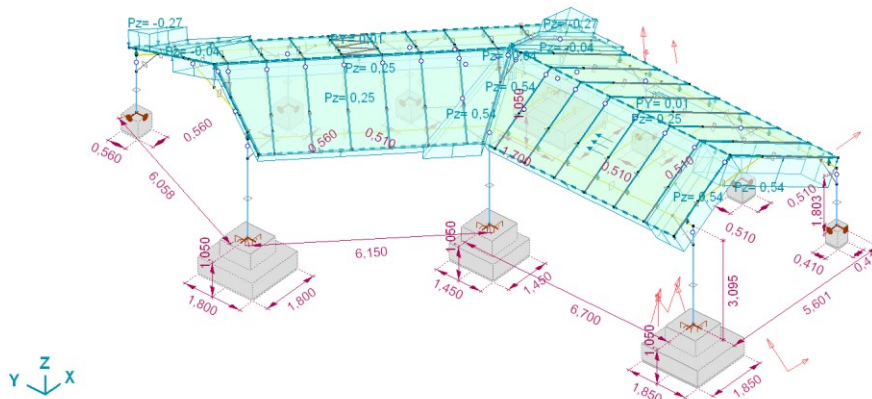
Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] Y+P.O



Wiatr [Kombinowane] Y+P.O

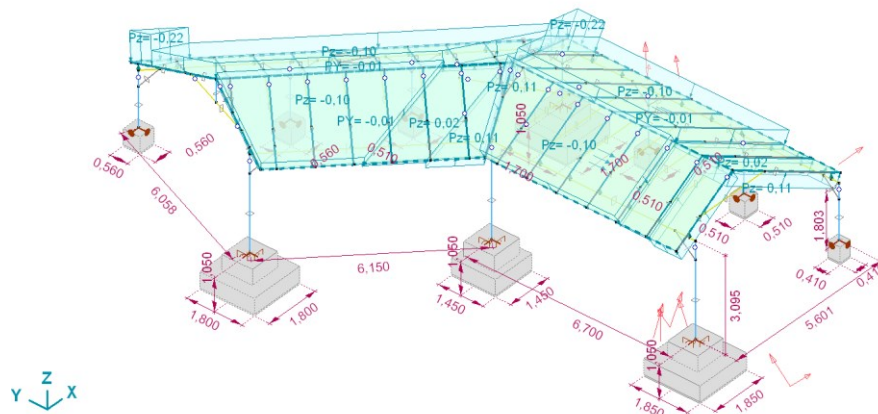
Jednostka projektowa:

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] Y+.S.O



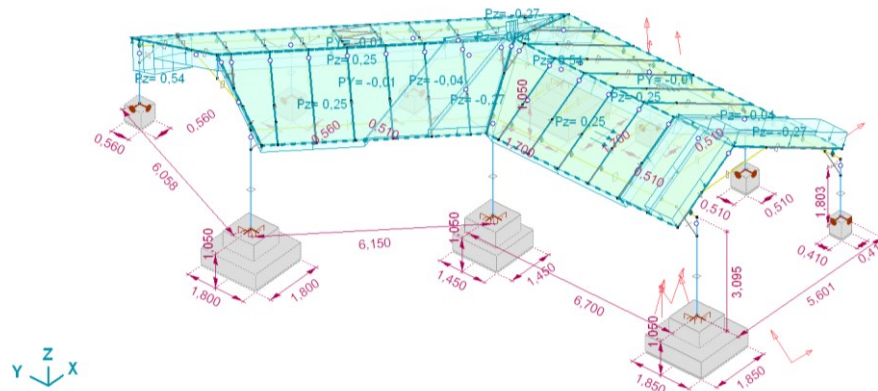
Wiatr [Kombinowane] Y+.S.O

Norma Eurokod-PL
Przypadek : Wiatr [Kombinowane] Y-.P.O



Wiatr [Kombinowane] Y-.P.O

Jednostka projektowa:

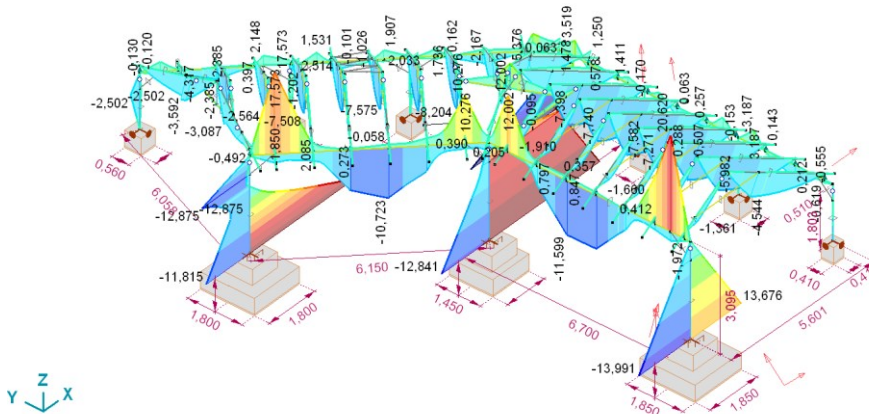


Wiatr [Kombinowane] Y-S.O

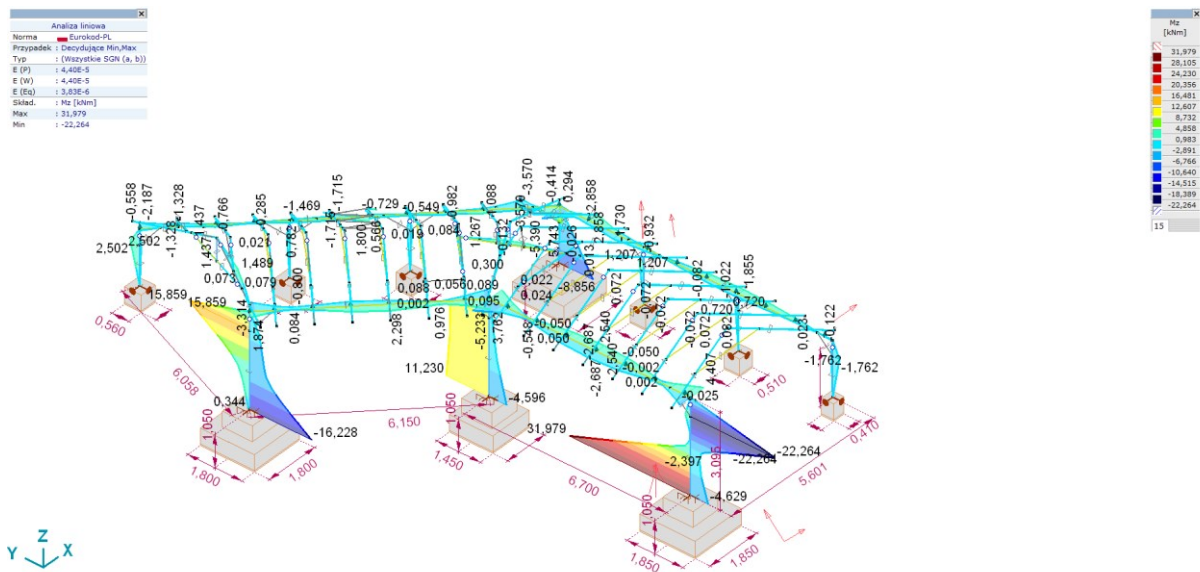
Siły przekrojowe

| Analiza liniowa | |
|-----------------|------------------------|
| Norma | Eurokod-PL |
| Przypadek | Decydujące Min/Max |
| Typ | (Wszystkie SGL (a, b)) |
| E (P) | 4.40E-5 |
| E (M) | 4.40E-5 |
| E (Eq) | 3.83E-6 |
| Skład | My [Nmm] |
| Max | 29.916 |
| Min | -23.939 |

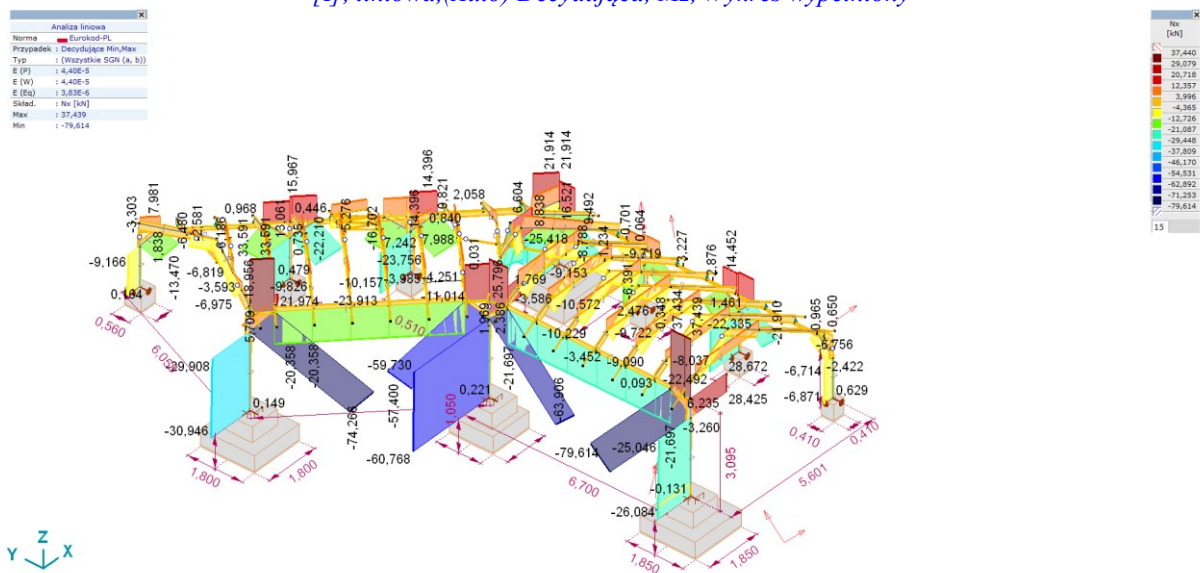
| My [Nmm] | |
|----------|--|
| 29.916 | |
| 26.569 | |
| 22.223 | |
| 18.376 | |
| 14.539 | |
| 10.682 | |
| 6.835 | |
| 2.988 | |
| -0.858 | |
| -4.705 | |
| -8.552 | |
| -12.399 | |
| -16.246 | |
| -20.093 | |
| -23.939 | |



[I], liniowa, (Auto) Decydująca, My, Wykres wypełniony

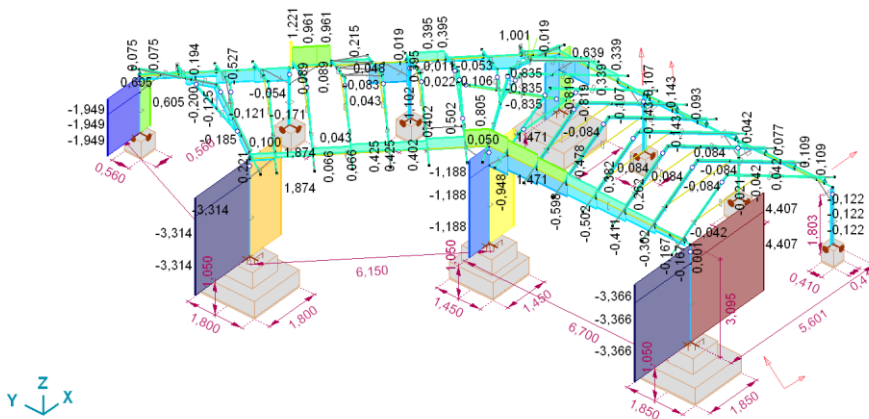


[I], liniowa, (Auto) Decydująca, Mz, Wykres wypełniony



[I], liniowa, (Auto) Decydująca, Nx, Wykres wypełniony

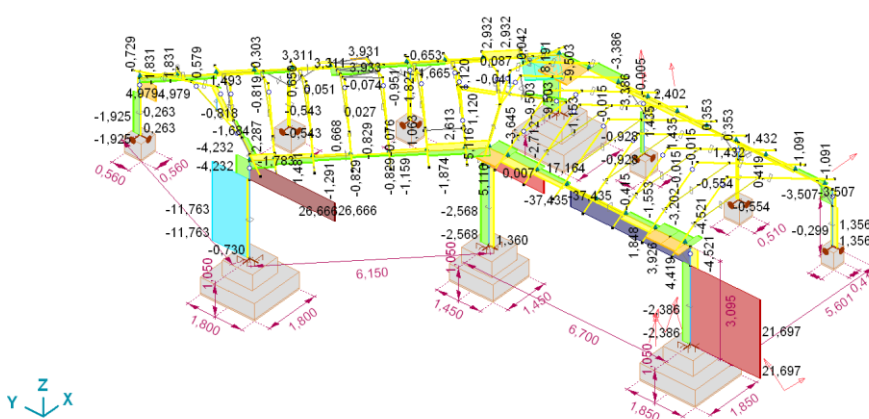
| Analiza liniowa | |
|-----------------|------------------------|
| Norma | Eurokod-PL |
| Przypadek | Decydujące Min/Max |
| Typ | (Wszystkie SGN (a, b)) |
| E (P) | 4,40E-5 |
| E (W) | 4,40E-5 |
| E (Eq) | 3,85E-6 |
| Skad. | Tx [kNm] |
| Max | 4,407 |
| Min | -3,366 |



| Tx [kNm] | |
|----------|--|
| 4,407 | |
| 3,852 | |
| 3,296 | |
| 2,741 | |
| 2,186 | |
| 1,631 | |
| 1,076 | |
| 0,521 | |
| -0,035 | |
| -0,580 | |
| -1,145 | |
| -1,700 | |
| -2,255 | |
| -2,810 | |
| -3,366 | |

[I], liniowa, (Auto) Decydująca, Tx, Wykres wypełniony

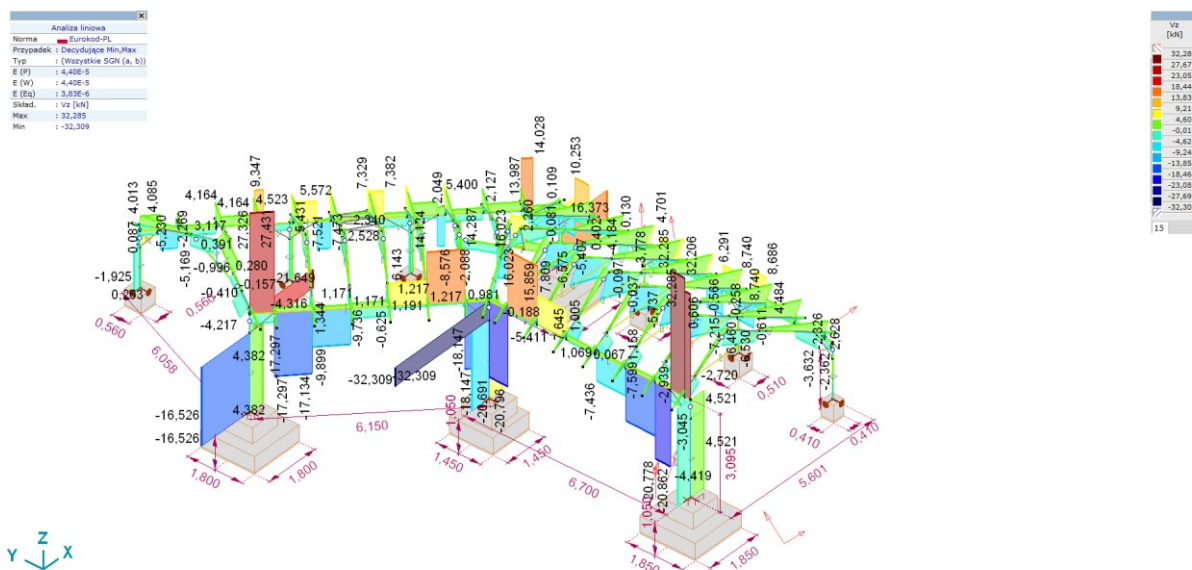
| Analiza liniowa | |
|-----------------|------------------------|
| Norma | Eurokod-PL |
| Przypadek | Decydujące Min/Max |
| Typ | (Wszystkie SGN (a, b)) |
| E (P) | 4,40E-5 |
| E (W) | 4,40E-5 |
| E (Eq) | 3,85E-6 |
| Skad. | Vy [kN] |
| Max | 26,666 |
| Min | -37,435 |



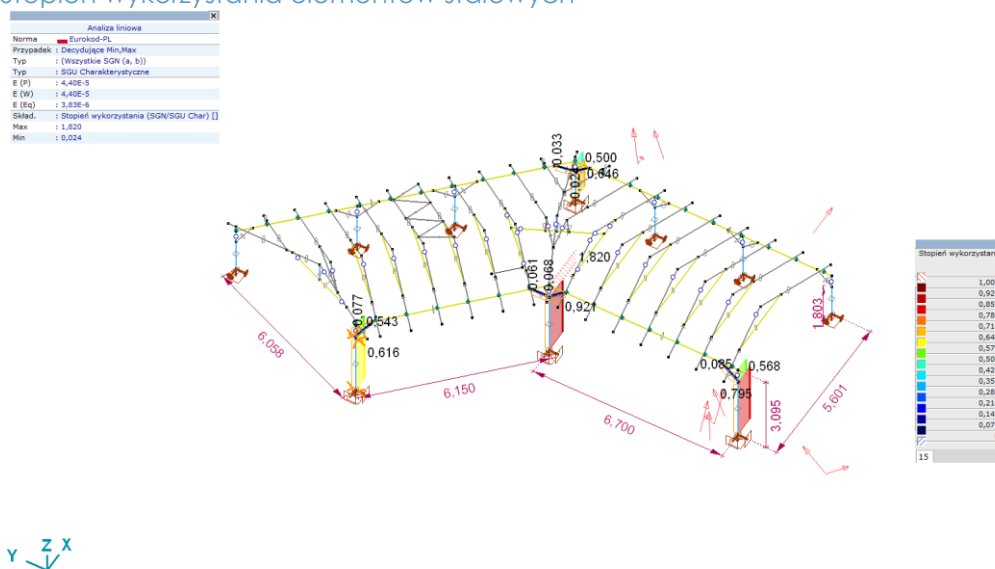
| Vy [kN] | |
|---------|--|
| 26,666 | |
| 22,088 | |
| 17,509 | |
| 12,930 | |
| 8,352 | |
| 3,773 | |
| -0,805 | |
| -5,384 | |
| -9,963 | |
| -14,541 | |
| -19,120 | |
| -23,699 | |
| -28,277 | |
| -32,856 | |
| -37,435 | |

[I], liniowa, (Auto) Decydująca, Vy, Wykres wypełniony

Jednostka projektowa:



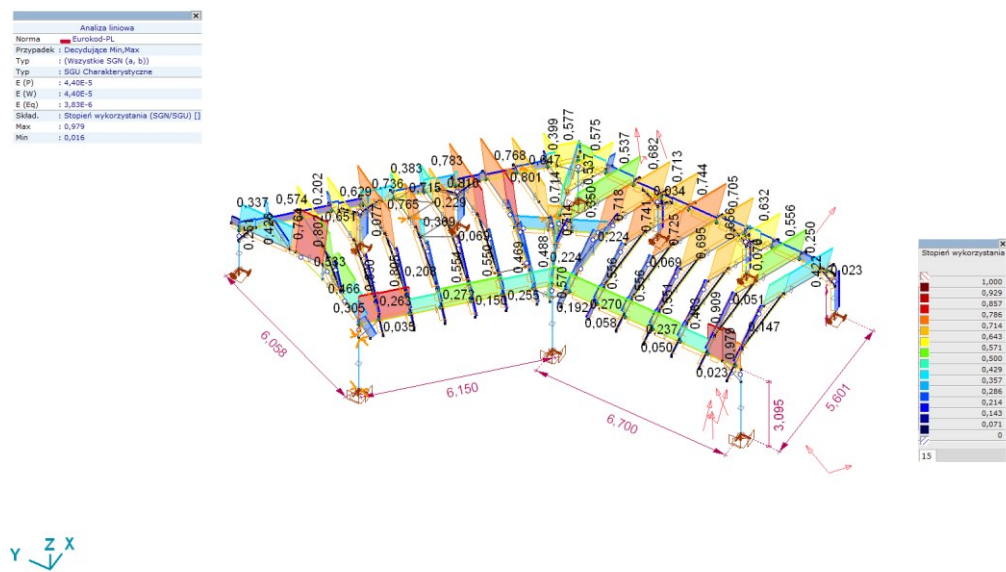
[I], liniowa, (Auto) Decydująca, Vz, Wykres wypełniony
Stopień wykorzystania elementów stalowych



[StI], liniowa, (Auto) Decydująca, Stopień wykorzystania, Wykres wypełniony

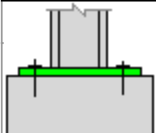

Jednostka projektowa:

Stopień wykorzystania elementów drewnianych



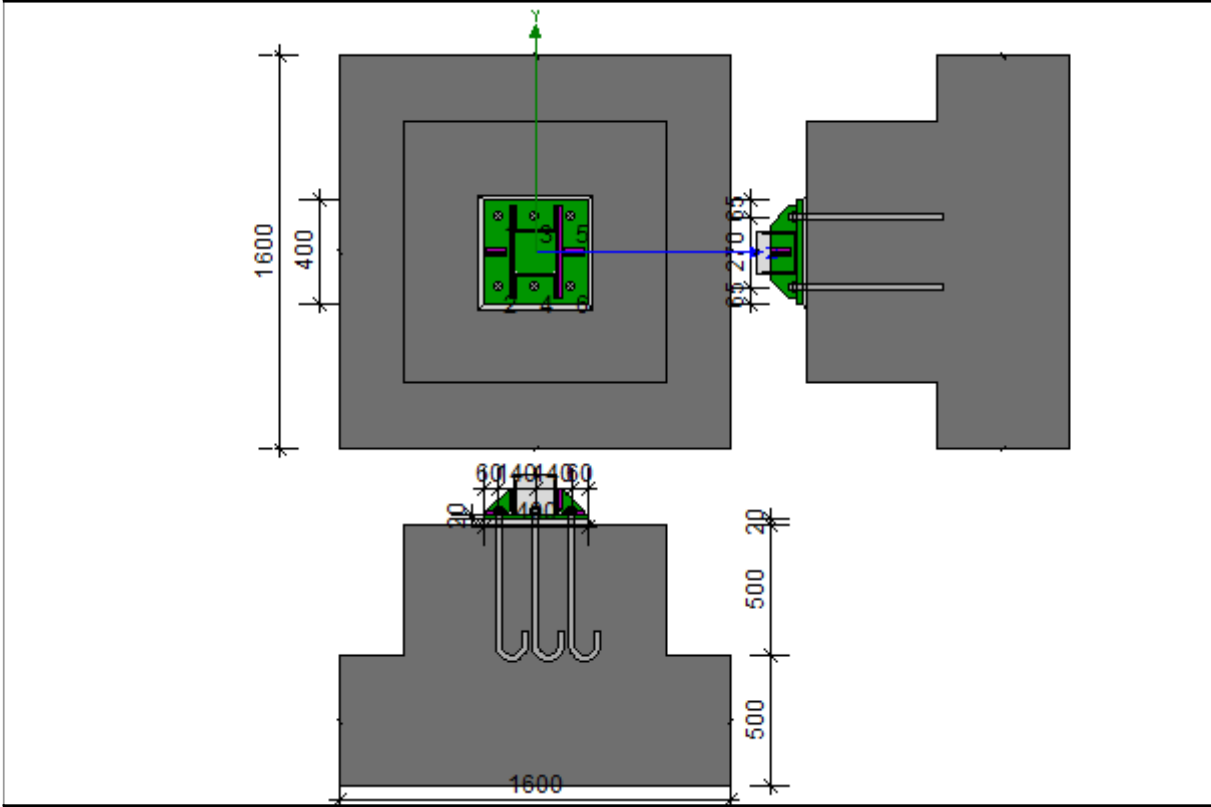
[TmI], liniowa,(Auto) Decydująca, Stopień wykorzystania, Wykres wypełniony

Wymiarowanie połączenia słupa z fundamentem

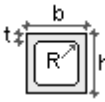
| | | | |
|---|--|-------------------|---|
|  | Podstawa słupa EC3 1991-1-8: 2008, EN 1992-4:2018 | Wytężenie : 0.726 |  |
|---|--|-------------------|---|

Węzeł konstrukcji: 151

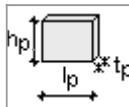
Pręty konstrukcji: 35

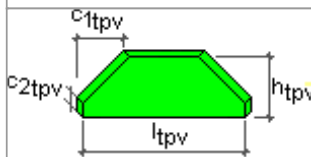


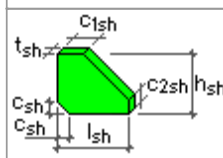
Dane

| Słup 160X160X 8,0 | | | | | |
|---|----------------------|------------------------|------------------------|----------|----------|
|  | h_c | b_c | t_c | | |
| | 160.00mm | 160.00mm | 8.00mm | | |
| | A_c | J_{y0c} | J_{z0c} | y_{0c} | z_{0c} |
| | 46.98cm ² | 1776.25cm ⁴ | 1776.25cm ⁴ | 80.00mm | 80.00mm |
| Materiał | Klasa | f_y | f_u | | |
| | S 235 | 235.00MPa | 360.00MPa | | |
| Blacha podstawy | | | | | |

Jednostka projektowa:

| | | | |
|---|----------|-----------|-----------|
|  | l_p | h_p | t_p |
| | 400.00mm | 400.00mm | 20.00mm |
| | Klasa | f_y | f_u |
| Materiał | S 235 | 235.00MPa | 360.00MPa |

| Blachy trapezowe | | | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
|  | l_{tpv} | h_{tpv} | t_{tpv} | c_{1tpv} | c_{2tpv} | c_{tpv} |
| | 350.00mm | 100.00mm | 10.00mm | 70.00mm | 30.00mm | 20.00mm |
| Materiał | Klasa | f_{ys} | f_{us} | | | |
| | S 235 | 235.00MPa | 360.00MPa | | | |

| Żebra poziome | | | | | | |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|  | l_{sh} | h_{sh} | t_{sh} | c_{1sh} | c_{2sh} | c_{sh} |
| | 100.00mm | 100.00mm | 10.00mm | 10.00mm | 15.00mm | 20.00mm |
| Materiał | Klasa | f_{ys} | f_{us} | | | |
| | S 235 | 235.00MPa | 360.00MPa | | | |

Zamocowanie



| | | |
|--------------------------------|---------|---|
| Klasa | | 10.9 |
| Granica plastyczności | $f_y =$ | 900.00MPa |
| Wytrzymałość na rozciąganie | $f_u =$ | 1000.00MPa |
| Średnica śruby | $d =$ | 22.00mm |
| Średnica otworu dla śruby | $d_0 =$ | 24.00mm |
| Pole powierzchni śruby | $A =$ | 3.80cm ² |
| Pole powierzchni czynnej śruby | $A_s =$ | 3.03cm ² |
| Liczba wierszy | $n_y =$ | 2.00 |
| Liczba wierszy | $n_z =$ | 3.00 |
| Rozstawy pionowe wierszy | | $p_{y1} = 270.00mm$ |
| Rozstawy pionowe wierszy | | $p_{z1} = 140.00mm$ $p_{z2} = 140.00mm$ |

Spoiny

| | | |
|---|------------|--------|
| Grubość spoin pachwinowych łączących półki belki i blachę czołową | $a_{fc} =$ | 7.00mm |
|---|------------|--------|

Jednostka projektowa:

| | | |
|---|-------------|--------|
| Grubość spoin pachwinowych łączących środnik belki i blachę czołową | $a_{wc} =$ | 5.00mm |
| Grubość spoin pachwinowych łączących żebro górne i blachę czołową | $a_{tpv} =$ | 7.00mm |
| Grubość spoin pachwinowych łączących żebro dolne i blachę czołową | $a_{sh} =$ | 7.00mm |

| Warstwa wyrównawcza | | | | | | |
|---|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|----------|
|  | t_g | C_{fg} | | | | |
| | 20.00mm | 0.200 | | | | |
| Materiał | Klasa | E_c | f_{ck} | | | |
| | C20/25 | 30000.00MPa | 20.00MPa | | | |
| Fundament | | | | | | |
|  | L_{1f} | B_{1f} | H_{1f} | L_{2f} | B_{2f} | H_{2f} |
| | 1600.00mm | 1600.00mm | 500.00mm | 1000.00mm | 1000.00mm | 500.00mm |
| Materiał | Klasa | E_c | f_{ck} | | | |
| | C25/30 | 31500.00MPa | 25.00MPa | | | |

Współczynniki materiałowe

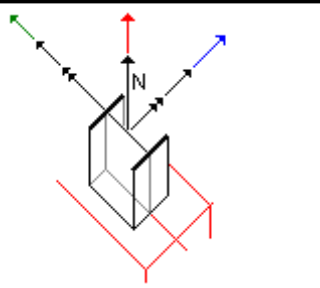
| | | |
|--------------|-----------------|-------|
| Współczynnik | $\gamma_{M0} =$ | 1.000 |
| Współczynnik | $\gamma_{M2} =$ | 1.250 |
| Współczynnik | $\gamma_{Mc} =$ | 1.500 |

Siły

Obciążenie obliczeniowe

Obciążenie obliczeniowe [1,35*0,85*pokrycie+1,35*0,85*G] {1,5*Śnieg DX+Y+} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X-.P.O) ULS(ab) Rx Ry Rz (MAX)Rxx Ryy

| | | |
|------------------|--------------|-----------|
| Siła podłużna | $N_{Ed} =$ | - 57.55kN |
| Siła poprzeczna | $V_{y,Ed} =$ | 0.67kN |
| Siła poprzeczna | $V_{z,Ed} =$ | - 4.46kN |
| Moment zginający | $M_{y,Ed} =$ | 29.92kNm |
| Moment zginający | $M_{z,Ed} =$ | 11.23kNm |



W tej wersji programu tylko najbardziej zewnętrzny rząd kotew w strefie rozciągania jest uwzględniany dla nośności połączenia na zginanie

Rezultaty

Pas i środnik belki w strefie ściskanej

Jednostka projektowa:

Wskaźnik plastyczny przekroju

$$W_{pl} = 264.51 \text{ cm}^3$$

Obliczeniowa nośność przekroju ze względu na zginanie

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} = \frac{264.51 \text{ cm}^3 \cdot 235.00 \text{ MPa}}{1.000} = 62.16 \text{ kNm}$$

Odległość pomiędzy półkami belki

$$h_f = h_c - t_{fc} = 160.00 \text{ mm} - 8.00 \text{ mm} = 152.00 \text{ mm}$$

Obliczeniowa nośność środka słupa przy ściskaniu

$$F_{c,fc,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{h_f} = \frac{62.16 \text{ kNm}}{152.00 \text{ mm}} = 408.94 \text{ kN}$$

Nośność stopy w strefie rozciąganej

Nośność śruby na rozciąganie

$$F_{t,Rd} = \frac{0.85 \cdot k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0.85 \cdot 0.900 \cdot 1000.00 \text{ MPa} \cdot 3.03 \text{ cm}^2}{1.250} = 185.44 \text{ kN}$$

Wyrwanie śruby kotwiącej z betonu

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie

$$f_{ctd} = \frac{0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}}{\gamma_{MC}} = \frac{0.7 \cdot 0.3 \cdot (25.00 \text{ MPa})^{\frac{2}{3}}}{1.500} = 1.20 \text{ MPa}$$

Współczynnik zależny od warunków betonowania i przyczepności

$$\eta_1 = 1.000$$

Współczynnik zależny od średnicy kotwi

$$\eta_2 = 1.000$$

Dopuszczalna przyczepność obliczeniowa

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2.25 \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.20 \text{ MPa} = 2.69 \text{ MPa}$$

Obliczeniowa długość zakotwienia

$$L_{eff} = 628.54 \text{ mm}$$

Nośność obliczeniowa ze względu na wyrwanie

$$F_{btd} = \pi \cdot d \cdot L_{eff} \cdot f_{bd} = \pi \cdot 22.00 \text{ mm} \cdot 628.54 \text{ mm} \cdot 2.69 \text{ MPa} = 117.00 \text{ kN}$$

Parametry geometryczne

Odległość śruby od krawędzi zewnętrznej

$$e_{ep} = 65.00 \text{ mm}$$

Odległość śruby od półki belki

$$m_x = 0.5 \cdot (p_{1z} - h_c) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{fc} = 0.5 \cdot (280.00 \text{ mm} - 160.00 \text{ mm}) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 7.00 \text{ mm} = 52.08 \text{ mm}$$

Odległość śruby od poziomej krawędzi zewnętrznej

$$e_x = e_1 = 60.00\text{mm}$$

Długość efektywna dla pojedynczej śruby w kołowym trybie zniszczenia

$$l_{\text{eff,cp},1} = 2 \cdot \pi \cdot m_x = 2 \cdot \pi \cdot 52.08\text{mm} = 327.23\text{mm}$$

$$l_{\text{eff,cp},2} = \pi \cdot m_x + 2 \cdot e = \pi \cdot 52.08\text{mm} + 2 \cdot 65.00\text{mm} = 293.62\text{mm}$$

$$l_{\text{eff,cp}} = \min(l_{\text{eff,cp},1}; l_{\text{eff,cp},2}) = \min(327.23\text{mm}; 293.62\text{mm}) = 293.62\text{mm}$$

Długość efektywna dla pojedynczej śruby w niekołowym trybie zniszczenia

$$l_{\text{eff,nc},1} = 4 \cdot m_x + 1.25 \cdot e_x = 4 \cdot 52.08\text{mm} + 1.25 \cdot 60.00\text{mm} = 283.32\text{mm}$$

$$l_{\text{eff,nc},2} = e + 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x = 65.00\text{mm} + 2 \cdot 52.08\text{mm} + 0.625 \cdot 60.00\text{mm} = 206.66\text{mm}$$

$$l_{\text{eff,nc}} = \min(l_{\text{eff,nc},1}; l_{\text{eff,nc},2}) = \min(283.32\text{mm}; 206.66\text{mm}) = 206.66\text{mm}$$

Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 1 postaci zniszczenia

$$l_{\text{eff},1} = \min(l_{\text{eff,cp}}; l_{\text{eff,nc}}) = \min(293.62\text{mm}; 206.66\text{mm}) = 206.66\text{mm}$$

Długość efektywna dla pojedynczej śruby dla 2 postaci zniszczenia

$$l_{\text{eff},2} = l_{\text{eff,nc}} = 206.66\text{mm}$$

Model 1: Całkowite uplastycznienie blachy czołowej (mechanizm)

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{\text{eff},1} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 206.66\text{mm} \cdot (20.00\text{mm})^2 \cdot 235.00\text{MPa}}{1.000} = 4.86\text{kNm}$$

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_{ep}} = \frac{4 \cdot 4.86\text{kNm}}{52.08\text{mm}} = 373.00\text{kN}$$

Model 2: Zniszczenie śrub wraz z uplastycznieniem blachy czołowej

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{\text{eff},2} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 206.66\text{mm} \cdot (20.00\text{mm})^2 \cdot 235.00\text{MPa}}{1.000} = 4.86\text{kNm}$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m_{ep} + n} = \frac{2 \cdot 4.86\text{kNm} + 65.00\text{mm} \cdot 2 \cdot 185.44\text{kN}}{52.08\text{mm} + 65.00\text{mm}} = 288.86\text{kN}$$

Model 3: Zniszczenie śrub

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 185.44\text{kN} = 370.87\text{kN}$$

Nośność komponentu

$$F_{t,ep,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(373.00\text{kN}; 288.86\text{kN}; 370.87\text{kN}) = 288.86\text{kN}$$

WYŁAMANIE STOŻKA BETONU

Rzeczywiste pole powierzchni stożka

$$A_{c,N} = (c_1 + s_1 + 0.5 \cdot s_{cr,N}) \cdot (c_2 + s_2 + 0.5 \cdot s_{cr,N}) =$$

$$= (360.00\text{mm} + 0.00\text{mm} + 0.5 \cdot 1500.00\text{mm}) \cdot (365.00\text{mm} + 270.00\text{mm} + 0.5 \cdot 1500.00\text{mm}) = 15373.50\text{cm}^2$$

Jednostka projektowa:

Maksymalne pole powierzchni stożka

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 1500.00mm \cdot 1500.00mm = 22500.00cm^2$$

Współczynnik zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{360.00mm}{750.00mm} = 0.844$$

Współczynnik zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu

$$\psi_{re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} = 0.5 + \frac{500.00mm}{200} = 1.000$$

Współczynnik zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach

1.000

Nośność charakterystyczna kotwi w betonie niezarysowanym

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 12.700 \cdot \sqrt{25.00MPa} \cdot (500.00mm)^{1.5} = 709.95kN$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{cN}}{A_{0cN}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N} = 709.95kN \cdot \frac{15373.50cm^2}{22500.00cm^2} \cdot 0.844 \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.424 = 583.00kN$$

Nośność obliczeniowa kotwi na wyłamanie stożka betonu

$$N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{MC}} = \frac{583.00kN}{1.500} = 388.67kN$$

Ściskanie betonu

Dodatkowa szerokość docisku

$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yp}}{3 \cdot f_{cd} \cdot \gamma_{M0}}} = 20.00mm \cdot \sqrt{\frac{235.00MPa}{3 \cdot 16.67MPa \cdot 1.000}} = 43.36mm$$

Pole powierzchni docisku przy zginaniu M_y

$$A_{eff} = 330.40cm^2$$

Nośność betonu na docisk przy ściskaniu

$$F_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_{cd} = 330.40cm^2 \cdot 16.67MPa = 550.67kN$$

| | | | |
|--------------------------|----------------------------|-------|---|
| $ N_{Ed} \leq F_{c,Rd}$ | $ - 57.55kN < 550.67kN$ | 0.105 | ✓ |
|--------------------------|----------------------------|-------|---|

Nośność na zginanie

Mimośród siły osiowej

$$e = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{29.92kNm}{- 57.55kN} = - 519.83mm$$

Ramię siły wewnętrznej - ściskającej

$$z_c = 0.5 \cdot (h_c - t_{fc}) = 0.5 \cdot (160.00mm - 8.00mm) = 76.00mm$$

Ramię siły wewnętrznej - rozciągającej

Jednostka projektowa:

$$z_t = 140.00mm$$

Ramię sił wewnętrznych

$$z = z_t + z_c = 140.00mm + 76.00mm = 216.00mm$$

$$F_{C,Rd} = \min(F_{c,Rd}; F_{cfc,Rd}) = \min(550.67kN; 408.94kN) = 408.94kN$$

Nośność kotwi na rozciąganie

$$F_{T,Rd} = \min(F_{t,ep,Rd}; F_{btd} \cdot n_a; N_{Rdc}) = \min(288.86kN; 117.00kN \cdot 2; 388.67kN) = 233.99kN$$

$$M_{jRd1} = \left| \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_c}{e} + 1} \right| = \left| \frac{233.99kN \cdot 216.00mm}{\frac{76.00mm}{-519.83mm} + 1} \right| = 59.20kNm$$

$$M_{jRd2} = \left| \frac{-F_{C,Rd} \cdot z}{\frac{z_t}{e} - 1} \right| = \left| \frac{-408.94kN \cdot 216.00mm}{\frac{140.00mm}{-519.83mm} - 1} \right| = 69.59kNm$$

$$M_{jRdy} = \min(M_{jRd1}; M_{jRd2}) = \min(59.20kNm; 69.59kNm) = 59.20kNm$$

| | | | |
|----------------------------|-------------------------|-------|---|
| $ M_{y,Ed} \leq M_{jRdy}$ | $ 29.92kNm < 59.20kNm$ | 0.505 | ✓ |
|----------------------------|-------------------------|-------|---|

Nośność na zginanie

Mimośród siły osiowej

$$e = \frac{M_{z,Ed}}{N_{Ed}} = \frac{11.23kNm}{-57.55kN} = -195.14mm$$

Ramię siły wewnętrznej - ściskającej

$$z_c = 0.5 \cdot (b_{fc} - t_{wc}) = 0.5 \cdot (160.00mm - 8.00mm) = 76.00mm$$

Ramię siły wewnętrznej - rozciągającej

$$z_t = 135.00mm$$

Ramię sił wewnętrznych

$$z = z_t + z_c = 135.00mm + 76.00mm = 211.00mm$$

$$F_{C,Rd} = \min(F_{c,Rd}; F_{cfc,Rd}) = \min(550.67kN; 408.94kN) = 408.94kN$$

Nośność kotwi na rozciąganie

$$F_{T,Rd} = \min(F_{t,ep,Rd}; F_{btd} \cdot n_a; N_{Rdc}) = \min(288.86kN; 117.00kN \cdot 3; 388.67kN) = 288.86kN$$

$$M_{jRd1} = \left| \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_c}{e} + 1} \right| = \left| \frac{288.86kN \cdot 211.00mm}{\frac{76.00mm}{-195.14mm} + 1} \right| = 99.83kNm$$

$$M_{jRd2} = \left| \frac{-F_{C,Rd} \cdot z}{\frac{z_t}{e} - 1} \right| = \left| \frac{-408.94kN \cdot 211.00mm}{\frac{135.00mm}{-195.14mm} - 1} \right| = 51.00kNm$$

$$M_{jRdz} = \min(M_{jRd1}; M_{jRd2}) = \min(99.83kNm; 51.00kNm) = 51.00kNm$$

| | | | |
|----------------------------|-------------------------|-------|---|
| $ M_{z,Ed} \leq M_{jRdz}$ | $ 11.23kNm < 51.00kNm$ | 0.220 | ✓ |
|----------------------------|-------------------------|-------|---|

$$\frac{|M_{y,Ed}|}{M_{jRdy}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{jRdz}} = \frac{|29.92kNm|}{59.20kNm} + \frac{|11.23kNm|}{51.00kNm} = 0.726$$

| | | | |
|---|-----------------|-------|---|
| $\frac{ M_{y,Ed} }{M_{jRdy}} + \frac{ M_{z,Ed} }{M_{jRdz}}$ | $0.726 < 1.000$ | 0.726 | ✓ |
|---|-----------------|-------|---|

Ścinanie

Pole ścinanej części śruby

$$A = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.142 \cdot (22.00mm)^2 = 3.80cm^2$$

Nośność śruby na ścinanie w jednej płaszczyźnie

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot m \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.600 \cdot 1 \cdot 1000.00MPa \cdot 3.80cm^2}{1.250} = 182.46kN$$

Współczynnik

$$\alpha_b = 0.44 - 0.0003 \cdot f_{yb} = 0.44 - 0.0003 \cdot 900.00MPa = 0.170$$

Ścinanie śruby kotwiącej

$$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0.170 \cdot 1000.00MPa \cdot 3.03cm^2}{1.250} = 41.21kN$$

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{ep} = \min(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; \frac{e_1}{3 \cdot d_0}) = \min(1.0; \frac{1000.00MPa}{360.00MPa}; \frac{65.00mm}{3 \cdot 24.00mm}) = 0.903$$

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_1 = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7) = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{60.00mm}{24.00mm} - 1.7) = 2.500$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p = 2.500 \cdot 0.903 \cdot 360.00MPa \cdot 22.00mm \cdot 20.00mm = 794.44kN$$

Nośność wiersza śrub

$$F_{f,Rd} = C_{fg} \cdot |N_{Ed}| = 0.200 \cdot | - 57.55kN | = 11.51kN$$

$$V_{j,Rdy} = n_b \cdot \min(F_{b,Rd}; F_{v,Rd}; F_{2,vb,Rd}) + F_{f,Rd} = 6 \cdot \min(794.44kN; 182.46kN; 41.21kN) + 11.51kN = 258.76kN$$

Jednostka projektowa:

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------|--|-------|--|---|
| $\frac{ V_{y,Ed} }{V_{j,Rdy}} \leq 1$ | | $ 0.67kN < 258.76kN$ | | 0.003 | | ✓ |
|---------------------------------------|--|-----------------------|--|-------|--|---|

Nośność śruby na ścięcie - z efektem dźwigni - Nie analizowano!

Nośność śruby na ścięcie - bez efektu dźwigni

$$V_{Rk,s}^0 = k_6 \cdot A_s \cdot f_{uk} = 0.600 \cdot 3.80 \text{ cm}^2 \cdot 1000.00 \text{ MPa} = 228.08 \text{ kN}$$

Zniszczenie krawędzi betonu

Współczynnik wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej

$$\psi_{eV} = \frac{0.7 + 0.3 \cdot c_2}{1.5 \cdot c_1} = \frac{0.7 + 0.3 \cdot 665.00 \text{ mm}}{1.5 \cdot 660.00 \text{ mm}} = 0.902$$

Współczynnik zależny od grubości fundamentu

$$\psi_{hV} = \left(\frac{1.5 \cdot c_1}{h} \right)^{0.5} = \left(\frac{1.5 \cdot 660.00 \text{ mm}}{500.00 \text{ mm}} \right)^{0.5} = 1.407$$

Współczynnik nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie

$$\psi_{ecV} = \frac{1}{\frac{1 + 2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}} = \frac{1}{\frac{1 + 2 \cdot 0.00 \text{ mm}}{3 \cdot 660.00 \text{ mm}}} = 1.000$$

Współczynnik zależny od kąta działania siły ścinającej

$$\psi_{\alpha,V} = 1.000$$

Nośność betonu ze względu na zniszczenie krawędzi

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1.5} = 1.700 \cdot (22.00 \text{ mm})^{0.087} \cdot (500.00 \text{ mm})^{0.051} \cdot \sqrt{25.00 \text{ MPa}} \cdot (660.00 \text{ mm})^{1.5} = 258.39 \text{ kN}$$

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V} = 258.39 \text{ kN} \cdot \frac{16384.50 \text{ cm}^2}{19602.00 \text{ cm}^2} \cdot 0.902 \cdot 1.407 \cdot 1.000 \cdot 1.000 \cdot 1.000 = 273.98 \text{ kN}$$

Ścinanie

Pole ścinanej części śruby

$$A = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot 3.142 \cdot (22.00 \text{ mm})^2 = 3.80 \text{ cm}^2$$

Nośność śruby na ścinanie w jednej płaszczyźnie

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot m \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.600 \cdot 1 \cdot 1000.00 \text{ MPa} \cdot 3.80 \text{ cm}^2}{1.250} = 182.46 \text{ kN}$$

Współczynnik

$$\alpha_b = 0.44 - 0.0003 \cdot f_{yb} = 0.44 - 0.0003 \cdot 900.00 \text{ MPa} = 0.170$$

Ścięcie śruby kotwiącej

Jednostka projektowa:

$$F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0.170 \cdot 1000.00 \text{ MPa} \cdot 3.03 \text{ cm}^2}{1.250} = 41.21 \text{ kN}$$

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$\alpha_{ep} = \min(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; \frac{e_1}{3 \cdot d_0}) = \min(1.0; \frac{1000.00 \text{ MPa}}{360.00 \text{ MPa}}; \frac{60.00 \text{ mm}}{3 \cdot 24.00 \text{ mm}}) = 0.833$$

Współczynnik zależny od rozstawu śrub

$$k_1 = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7) = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{65.00 \text{ mm}}{24.00 \text{ mm}} - 1.7) = 2.500$$

Nośność śruby na docisk

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p = 2.500 \cdot 0.833 \cdot 360.00 \text{ MPa} \cdot 22.00 \text{ mm} \cdot 20.00 \text{ mm} = 733.33 \text{ kN}$$

Nośność wiersza śrub

$$F_{f,Rd} = C_{fg} \cdot |N_{Ed}| = 0.200 \cdot |-57.55 \text{ kN}| = 11.51 \text{ kN}$$

$$V_{j,Rdz} = n_b \cdot \min(F_{b,Rd}; F_{v,Rd}; F_{2,vb,Rd}) + F_{f,Rd} = 6 \cdot \min(733.33 \text{ kN}; 182.46 \text{ kN}; 41.21 \text{ kN}) + 11.51 \text{ kN} = 258.76 \text{ kN}$$

| | | | | | | |
|---------------------------------------|--|---|--|-------|--|---|
| $\frac{ V_{z,Ed} }{V_{j,Rdz}} \leq 1$ | | $ 4.46 \text{ kN} < 258.76 \text{ kN}$ | | 0.017 | | ✓ |
|---------------------------------------|--|---|--|-------|--|---|

Spoiny pachwinowe łączące belkę i blachę czołową

Siły w spoinach

Charakterystyki geometryczne układu spoin

Pole spoin poziomych na półce górnej

$$A_{wfu} = (b_{fc} - 2 \cdot r_c) \cdot a_{fc} = (160.00 \text{ mm} - 2 \cdot 16.00 \text{ mm}) \cdot 7.00 \text{ mm} = 8.96 \text{ cm}^2$$

Pole spoin poziomych na półce dolnej

$$A_{wfl} = (b_{fc} - 2 \cdot r_c) \cdot a_{fc} = (160.00 \text{ mm} - 2 \cdot 16.00 \text{ mm}) \cdot 7.00 \text{ mm} = 8.96 \text{ cm}^2$$

Pole spoin pionowych

$$A_{ww} = 2 \cdot (h_c - 2 \cdot (t_{fc} + r_c)) \cdot a_{wc} = 2 \cdot (160.00 \text{ mm} - 2 \cdot (8.00 \text{ mm} + 16.00 \text{ mm})) \cdot 5.00 \text{ mm} = 11.20 \text{ cm}^2$$

Pole wszystkich spoin

$$A_w = A_{wfu} + A_{wfl} + A_{ww} = 8.96 \text{ cm}^2 + 8.96 \text{ cm}^2 + 11.20 \text{ cm}^2 = 127.12 \text{ cm}^2$$

Przesunięcie środka ciężkości układu spoin względem środka ciężkości belki

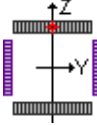
$$e_{0w} = 0.00 \text{ mm}$$

Moment bezwładności układu spoin

$$I_w = 10910.63 \text{ cm}^4$$

| | |
|---|--------------------------|
| Punkt w którym sprawdzane są naprężenia | $z_i = 83.50 \text{ mm}$ |
|---|--------------------------|

Jednostka projektowa:

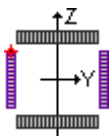
| | |
|---|---|
| Wskaźnik sprężystości układu spoin |  |
| $W_w = 1306.66 \text{ cm}^3$ | |
| Naprężenie od siły podłużnej | |
| $\sigma_N = \frac{N_0}{A_w} = \frac{-57.55 \text{ kN}}{127.12 \text{ cm}^2} = -4.53 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie od zginania | |
| $\sigma_M = \frac{M_0 \cdot z_i}{W_w} = \frac{29.92 \text{ kNm} \cdot 83.50 \text{ mm}}{10910.63 \text{ cm}^4} = 22.89 \text{ MPa}$ | |
| Maksymalne naprężenie normalne | |
| $\sigma = \sigma_N + \sigma_M = -4.53 \text{ MPa} + 22.89 \text{ MPa} = 18.37 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie normalne prostopadłe | |
| $\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{18.37 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = 12.99 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie styczne prostopadłe | |
| $\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{18.37 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = 12.99 \text{ MPa}$ | |

Współczynnik wytrzymałości spoin

$\beta_w = 0.800$

| | | | |
|--|--|-------|---|
| $ \sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$ | $ 12.99 \text{ MPa} < 259.20 \text{ MPa}$ | 0.050 | ✓ |
| $\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \left(\tau_{\perp}\right)^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$ | $25.98 \text{ MPa} < 360.00 \text{ MPa}$ | 0.072 | ✓ |
| Punkt w którym sprawdzane są naprężenia | $z_i = 56.00 \text{ mm}$ | | |

Jednostka projektowa:

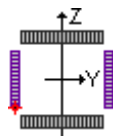
| | |
|---|---|
| Wskaźnik sprężystości układu spoin |  |
| $W_w = 1948.33 \text{ cm}^3$ | |
| Napężenie od siły podłużnej | |
| $\sigma_N = \frac{N_0}{A_w} = \frac{-57.55 \text{ kN}}{127.12 \text{ cm}^2} = -4.53 \text{ MPa}$ | |
| Napężenie od zginania | |
| $\sigma_M = \frac{M_0 \cdot z_i}{W_w} = \frac{29.92 \text{ kNm} \cdot 56.00 \text{ mm}}{10910.63 \text{ cm}^4} = 15.35 \text{ MPa}$ | |
| Maksymalne napężenie normalne | |
| $\sigma = \sigma_N + \sigma_M = -4.53 \text{ MPa} + 15.35 \text{ MPa} = 10.83 \text{ MPa}$ | |
| Napężenie normalne prostopadłe | |
| $\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{10.83 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = 7.66 \text{ MPa}$ | |
| Napężenie styczne prostopadłe | |
| $\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{10.83 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = 7.66 \text{ MPa}$ | |
| Napężenie styczne równoległe | |
| $\tau_{\parallel} = \frac{V_0}{A_{ww}} = \frac{-4.46 \text{ kN}}{127.12 \text{ cm}^2} = -3.98 \text{ MPa}$ | |

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\beta_w = 0.800$$

| | | | |
|--|---|-------|---|
| $ \sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$ | $ 7.66 \text{ MPa} < 259.20 \text{ MPa}$ | 0.030 | ✓ |
| $\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$ | $16.80 \text{ MPa} < 360.00 \text{ MPa}$ | 0.047 | ✓ |
| Punkt w którym sprawdzane są naprężenia | $z_i = -56.00 \text{ mm}$ | | |

Jednostka projektowa:

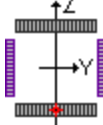
| | |
|---|--|
| Wskaźnik sprężysty układu spoin |  |
| $W_w = 1948.33 \text{ cm}^3$ | |
| Naprężenie od siły podłużnej | |
| $\sigma_N = \frac{N_0}{A_w} = \frac{-57.55 \text{ kN}}{127.12 \text{ cm}^2} = -4.53 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie od zginania | |
| $\sigma_M = \frac{M_0 \cdot z_i}{W_w} = \frac{29.92 \text{ kNm} \cdot (-56.00 \text{ mm})}{10910.63 \text{ cm}^4} = -15.35 \text{ MPa}$ | |
| Maksymalne naprężenie normalne | |
| $\sigma = \sigma_N + \sigma_M = -4.53 \text{ MPa} + (-15.35 \text{ MPa}) = -19.88 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie normalne prostopadłe | |
| $\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{-19.88 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = -14.06 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie styczne prostopadłe | |
| $\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{-19.88 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = -14.06 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie styczne równoległe | |
| $\tau_{\parallel} = \frac{V_0}{A_{ww}} = \frac{-4.46 \text{ kN}}{127.12 \text{ cm}^2} = -3.98 \text{ MPa}$ | |

Współczynnik wytrzymałości spoin

$\beta_w = 0.800$

| | | | |
|--|---|-------|---|
| $ \sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$ | $ -14.06 \text{ MPa} < 259.20 \text{ MPa}$ | 0.054 | ✓ |
| $\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$ | $28.95 \text{ MPa} < 360.00 \text{ MPa}$ | 0.080 | ✓ |
| Punkt w którym sprawdzane są naprężenia | $z_i = -83.50 \text{ mm}$ | | |

Jednostka projektowa:

| | |
|---|--|
| Wskaźnik sprężysty układu spoin |  |
| $W_w = 1306.66 \text{ cm}^3$ | |
| Naprężenie od siły podłużnej | |
| $\sigma_N = \frac{N_0}{A_w} = \frac{-57.55 \text{ kN}}{127.12 \text{ cm}^2} = -4.53 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie od zginania | |
| $\sigma_M = \frac{M_0 \cdot z_i}{W_w} = \frac{29.92 \text{ kNm} \cdot (-83.50 \text{ mm})}{10910.63 \text{ cm}^4} = -22.89 \text{ MPa}$ | |
| Maksymalne naprężenie normalne | |
| $\sigma = \sigma_N + \sigma_M = -4.53 \text{ MPa} + (-22.89 \text{ MPa}) = -27.42 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie normalne prostopadłe | |
| $\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{-27.42 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = -19.39 \text{ MPa}$ | |
| Naprężenie styczne prostopadłe | |
| $\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{-27.42 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = -19.39 \text{ MPa}$ | |

Współczynnik wytrzymałości spoin

$$\beta_w = 0.800$$

| | | | |
|--|---|-------|---|
| $ \sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$ | $ -19.39 \text{ MPa} < 259.20 \text{ MPa}$ | 0.075 | ✓ |
| $\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot \left(\tau_{\perp}\right)^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$ | $38.78 \text{ MPa} < 360.00 \text{ MPa}$ | 0.108 | ✓ |

Sztywność obrotowa węzła

Baza wydłużalności śruby

$$L_b = 8 \cdot d + t_g + t_p + t_{wa} + 0.5 \cdot m = 8 \cdot 22.00 \text{ mm} + 20.00 \text{ mm} + 20.00 \text{ mm} + 3.00 \text{ mm} + 0.5 \cdot 13.75 \text{ mm} = 225.88 \text{ mm}$$

Rozciąganie śrub

$$k_{13} = \frac{E_c \cdot \sqrt{b_{eff} \cdot l_{eff}}}{1.275 \cdot E} = \frac{31500.00 \text{ MPa} \cdot \sqrt{94.72 \text{ mm} \cdot 246.72 \text{ mm}}}{1.275 \cdot 210000.00 \text{ MPa}} = 17.98 \text{ mm}$$

Blacha czołowa zginana

Jednostka projektowa:

$$k_{15} = \frac{0.425 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3}{m_x^3} = \frac{0.425 \cdot 206.66mm \cdot (20.00mm)^3}{(52.08mm)^3} = 4.97mm$$

Rozciąganie śrub

$$k_{16} = \frac{2 \cdot A_b}{L_b} = \frac{1.6 \cdot 3.03cm^2}{225.88mm} = 2.68mm$$

$$k_t = k_{15} + k_{16} = 4.97mm + 2.68mm = 7.66mm$$

$$k_c = k_{13} = 17.98mm$$

$$e_k = \frac{z_c \cdot k_c - z_t \cdot k_t}{k_t + k_c} = \frac{76.00mm \cdot 17.98mm - 140.00mm \cdot 7.66mm}{7.66mm + 17.98mm} = 11.50mm$$

Początkowa sztywność obrotowa węzła

$$S_{j,ini} = \frac{E \cdot z^2}{\frac{1}{k_c} + \frac{1}{k_t}} \cdot \frac{e}{e + e_k} = \frac{210000.00MPa \cdot (216.00mm)^2}{\frac{1}{17.98mm} + \frac{1}{7.66mm}} \cdot \frac{-519.83mm}{-519.83mm + 11.50mm} = 53808.93 \frac{kNm}{rad}$$

$$S_{j,ini} = \frac{E \cdot z^2}{\frac{1}{k_c} + \frac{1}{k_t}} \cdot \frac{e}{e + e_k} = \frac{210000.00MPa \cdot (216.00mm)^2}{\frac{1}{17.98mm} + \frac{1}{7.66mm}} \cdot \frac{-519.83mm}{-519.83mm + 11.50mm} = 53808.93 \frac{kNm}{rad}$$

Sztywność obrotowa dla węzła przegubowego

$$S_{j,pin} = \frac{0.5 \cdot E \cdot I_{yc}}{L_c} = \frac{0.5 \cdot 210000.00MPa \cdot 1776.25cm^4}{3094.74mm} = 602.66 \frac{kNm}{rad}$$

Sztywność obrotowa dla węzła sztywnego

$$S_{j,rig} = \frac{30 \cdot E \cdot I_{yc}}{L_c} = \frac{30 \cdot 210000.00MPa \cdot 1776.25cm^4}{3094.74mm} = 36159.37 \frac{kNm}{rad}$$

Stosunek sztywności

$$\mu = 1.000$$

Sztywność obrotowa węzła

$$S_j = \frac{S_{j,ini}}{\mu} = \frac{53808.93 \frac{kNm}{rad}}{1.000} = 53808.93 \frac{kNm}{rad}$$

Klasyfikacja węzła

Sztywny

Sztywność obrotowa węzła

Baza wydłużalności śruby

$$L_h = 8 \cdot d + t_a + t_n + t_{wn} + 0.5 \cdot m = 8 \cdot 22.00mm + 20.00mm + 20.00mm + 3.00mm + 0.5 \cdot 13.75mm =$$

$$= 225.88mm$$

Rozciąganie śrub

$$k_{13} = \frac{E_c \cdot \sqrt{b_{eff}} \cdot l_{eff}}{1.275 \cdot E} = \frac{31500.00MPa \cdot \sqrt{94.72mm \cdot 246.72mm}}{1.275 \cdot 210000.00MPa} = 17.98mm$$

Blacha czołowa zginana

$$k_{15} = \frac{0.425 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3}{m_x^3} = \frac{0.425 \cdot 206.66mm \cdot (20.00mm)^3}{(52.08mm)^3} = 4.97mm$$

Rozciąganie śrub

$$k_{16} = \frac{2 \cdot A_b}{L_b} = \frac{1.6 \cdot 3.03cm^2}{225.88mm} = 2.68mm$$

$$k_t = k_{15} + k_{16} = 4.97mm + 2.68mm = 7.66mm$$

$$k_c = k_{13} = 17.98mm$$

$$e_k = \frac{z_c \cdot k_c - z_t \cdot k_t}{k_t + k_c} = \frac{76.00mm \cdot 17.98mm - 135.00mm \cdot 7.66mm}{7.66mm + 17.98mm} = 12.99mm$$

Początkowa sztywność obrotowa węzła

$$S_{j,ini} = \frac{E \cdot z^2}{\frac{1}{k_c} + \frac{1}{k_t}} \cdot \frac{e}{e + e_k} = \frac{210000.00MPa \cdot (211.00mm)^2}{\frac{1}{17.98mm} + \frac{1}{7.66mm}} \cdot \frac{-195.14mm}{-195.14mm + 12.99mm} = 53792.09 \frac{kNm}{rad}$$

$$S_{j,ini} = \frac{E \cdot z^2}{\frac{1}{k_c} + \frac{1}{k_t}} \cdot \frac{e}{e + e_k} = \frac{210000.00MPa \cdot (211.00mm)^2}{\frac{1}{17.98mm} + \frac{1}{7.66mm}} \cdot \frac{-195.14mm}{-195.14mm + 12.99mm} = 53792.09 \frac{kNm}{rad}$$

Sztywność obrotowa dla węzła przegubowego

$$S_{j,pin} = \frac{0.5 \cdot E \cdot I_{yc}}{L_c} = \frac{0.5 \cdot 210000.00MPa \cdot 1776.25cm^4}{3094.74mm} = 602.66 \frac{kNm}{rad}$$

Sztywność obrotowa dla węzła sztywnego

$$S_{j,rig} = \frac{30 \cdot E \cdot I_{yc}}{L_c} = \frac{30 \cdot 210000.00MPa \cdot 1776.25cm^4}{3094.74mm} = 36159.37 \frac{kNm}{rad}$$

Stosunek sztywności

$$\mu = 1.000$$

Sztywność obrotowa węzła

$$S_j = \frac{S_{j,ini}}{\mu} = \frac{53792.09 \frac{kNm}{rad}}{1.000} = 53792.09 \frac{kNm}{rad}$$

Klasyfikacja węzła

Sztywny

WYMIAROWANIE ELEMENTU STALOWEGO

Wymiarowany element: 8

Węzły: 151-181

Norma: Eurokod-PL

Materiał: S 235

Przekrój poprzeczny: 160X160X 8,0

Przypadek obciążenia: liniowa, (Auto) Decydująca

Wskaźnik dla sił sejsmicznych: 1,0

1. Siła normalna-Zginanie-Ścinanie

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-P.O})$

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$N_{Ed_1} = -58 \text{ kN} \quad V_{y,Ed_1} = 0,67 \text{ kN} \quad V_{z,Ed_1} = -4,5 \text{ kN} \quad M_{y,Ed_1} = 2992 \text{ kNcm} = 29,916 \text{ kNm} \quad M_{z,Ed_1} = 1123 \text{ kNcm} = 11,230 \text{ kNm} \quad M_{x,Ed_1} = -8,6 \text{ kNcm} = -0,086 \text{ kNm}$$

$$\eta_{NMV_{el}} = \frac{N_{Ed_1}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{y,Ed_1}}{W_{el,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{z,Ed_1}}{W_{el,z} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-58)}{47 \cdot \frac{24}{1}} + \frac{2992}{222 \cdot \frac{24}{1}} + \frac{1123}{222 \cdot \frac{24}{1}} = 84,1 \% \quad \text{spełniony}$$

2. Siła normalna-Zginanie-Wyboczenie giętnie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-P.O})$

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$C_{my} = 0,9$$

$$C_{mz} = 0,9$$

$$f_{yy} = \min(0,6 \cdot \lambda_y^*; 0,6) = \min(0,6 \cdot 0,87; 0,6) = 0,52$$

$$f_{zz} = \min(0,6 \cdot \lambda_z^*; 0,6) = \min(0,6 \cdot 0,87; 0,6) = 0,52$$

$$k_{yy} = C_{my} \cdot \left(1 + f_{yy} \cdot \frac{\frac{|N_{Ed}|}{\chi_y \cdot N_{pl,Rd}}}{\gamma_{M1}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,52 \cdot \frac{\frac{|(-58)|}{0,76 \cdot 1104}}{1} \right) = 0,932$$

$$k_{zy} = 0,8 \cdot k_{yy} = 0,8 \cdot 0,932 = 0,746 \quad \text{Tabela Annex B.1}$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 0,932$$

Jednostka projektowa:

$$k_{zz} = C_{mz} \cdot \left(1 + f_{zz} \cdot \frac{|N_{Ed}|}{\frac{\chi_z \cdot N_{pl,Rd}}{\gamma_{M1}}} \right) = 0,9 \cdot \left(1 + 0,52 \cdot \frac{|(-58)|}{\frac{0,76 \cdot 1104}{1}} \right) = 0,932 \quad \text{Tabela Annex B.1}$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} ; 1 \right) = 0,76 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} ; 1 \right) = 0,76 \quad (6.49)$$

$$\eta_{NMBuckl_1} = \frac{N_{Ed_1}}{\frac{\chi_y \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} \pm k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed_1}}{\frac{W_{ely} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} \pm k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed_1}}{\frac{W_{elz} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = \frac{(-58)}{0,76 \cdot 47 \cdot 24} \pm 0,932 \cdot \frac{2992}{222 \cdot 24} \pm 0,932 \cdot \frac{1123}{222 \cdot 24} = 80,4 \%$$

(6.61)

$$\eta_{NMBuckl_2} = \frac{N_{Ed_1}}{\frac{\chi_z \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} \pm k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed_1}}{\frac{W_{ely} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} \pm k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed_1}}{\frac{W_{elz} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}} = \frac{(-58)}{0,76 \cdot 47 \cdot 24} \pm 0,746 \cdot \frac{2992}{222 \cdot 24} \pm 0,932 \cdot \frac{1123}{222 \cdot 24} = 69,7 \%$$

(6.62)

$$\eta_{NMBuckl} = 80,4 \% \quad \text{spełniony}$$

3. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1993-1-1: 6.3.3, Annex B: Method 2

Wyłączone

4. Nośność przekroju przy ścinaniu (y):

EN 1993-1-1: 6.2.6, 6.2.7

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*pokrycie+1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X +Ps.O} (1,5*0,5*Śnieg DY-)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$V_{el,Rd,y} = \frac{\frac{I \cdot t}{S} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{A_{V,ely} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

$$A_{V,ely} = \frac{I_z \cdot 2 \cdot t_f}{\left(t_w \cdot (h - 2 \cdot t_f) \cdot \frac{b - 2 \cdot b_2}{2} \right) + \left(2 \cdot t_f \cdot \frac{b^2}{8} \right)} = 20 \text{ cm}^2$$

Jednostka projektowa:

$$V_{el,Rd,y} = \frac{A_{V_{el,y}} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{20 \cdot 24}{\sqrt{3} \cdot 1} = 278 \text{ kN}$$

$$\eta_{V_y} = \frac{|V_{y,Ed}|}{V_{el,Rd,y}} = \frac{|(-2,6)|}{278} = 0,9 \% \quad \text{spełniony}$$

5. Nośność środnika przy ścinaniu (niestateczność):

EN 1993-1-5: 5.1, 5.2, 5.3, 5.5, Annex A: A.3

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*pokrycie

+1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X-P.O} (1,5*0,5*Śnieg DY+)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$a_{max} = 2,5$$

$$\eta_w = 1,2 \quad 5.2 (2) \text{ NOTE 2}$$

$$\varepsilon = 1$$

$$h_w = h - 2 \cdot t_f = 16 - 2 \cdot 0,8 = 14 \text{ cm}$$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq \frac{72 \cdot \varepsilon}{\eta_w} \rightarrow V_{b,Rd} = V_{el,Rd,z} = 278 \text{ kN} \quad (5.1 (2))$$

$$\eta_{V_w} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{z,Rd}} = \frac{|(-5,9)|}{278} = 2,1 \% \quad (5.10) \quad \text{spełniony}$$

6. Ścinanie środnika-Zginanie-Siła normalna

EN 1993-1-1: 6.2.9; EN 1993-1-5: 7.1

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*pokrycie+1,35*0,85*G] {1,5*Śnieg DX+Y

+} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X-P.O)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$M_{f,Rd} = (b + 2 \cdot b_2) \cdot t_f \cdot f_y \cdot (h - t_f) = (16 + 2 \cdot 0) \cdot 0,8 \cdot 24 \cdot (16 - 0,8) = 4572 \text{ kNcm} = 45,722 \text{ kNm}$$

$$|M_{y,Ed}| \leq M_{f,Rd} \rightarrow \eta_{V_w MN} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,Rd,y}} = \frac{|2992|}{6216} = 48,1 \% \quad (7.1) \quad \text{spełniony}$$

7. SGU (Stan graniczny użytkowości)

EN 1993-1-1: 7., EN 1990: 3.4, A1.4.

Decydująca kombinacja: [pokrycie+G] {Śnieg DX+Y+} (0,6*Wiatr [Kombinowane] X-P.O)

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,000 \cdot L = 1,000 \cdot 250 = 250 \text{ cm}$

$$w_x = |w_{x,i} - w_{x,0}| = |(-1,5) - (-3,0199 \cdot 10^{-8})| = 1,5 \text{ cm}$$

$$w_{x,Limit} = \frac{H_{SLS}}{150,0} = \frac{250}{150,0} = 1,7 \text{ cm}$$

$$\eta_{w_x} = \frac{w_x}{w_{x,Limit}} = \frac{1,5}{1,7} = 92,1 \%$$

$$w_y = |w_{y,i} - w_{y,0}| = |0,63 - 3,674 \cdot 10^{-9}| = 0,63 \text{ cm}$$

$$w_{y,Limit} = \frac{H_{SLS}}{150,0} = \frac{250}{150,0} = 1,7 \text{ cm}$$

$$\eta_{w_y} = \frac{w_y}{w_{y,Limit}} = \frac{0,63}{1,7} = 37,5 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{w_x}; \eta_{w_y}) = \max(92,1; 37,5) = 92,1 \% \quad \text{spełniony}$$

Wyniki cząstkowe

8. Nośność przekroju przy sile normalnej:

EN 1993-1-1: 6.2.4

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X+Pp.O})$

Klasa przekroju: **3** (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{47 \cdot 24}{1} = 1104 \text{ kN} \quad (6.10)$$

$$\eta_N = \frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} = \frac{|(-61)|}{1104} = 5,5 \% \quad (6.9) \quad \text{spełniony}$$

9. Nośność przekroju przy zginaniu (yy):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-P.O})$

Klasa przekroju: **3** (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$M_{el,Rdy} = \frac{W_{ely} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{222 \cdot 24}{1} = 5218 \text{ kNcm} = 52,177 \text{ kNm} \quad (6.14)$$

$$\eta_{M_{y,el}} = \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{el,Rdy}} = \frac{|2992|}{5218} = 57,3 \% \quad (6.12) \quad \text{spełniony}$$

10. Nośność przekroju przy zginaniu (zz):

EN 1993-1-1: 6.2.5

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-P.O})$

Klasa przekroju: **3** (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$M_{el,Rd,z} = \frac{W_{el,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{222 \cdot 24}{1} = 5218 \text{ kNcm} = 52,177 \text{ kNm} \quad (6.13)$$

$$\eta_{M_{z,el}} = \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{el,Rd,z}} = \frac{|1123|}{5218} = 21,5 \% \quad (6.12) \quad \text{spełniony}$$

11. Nośność przekroju przy ścinaniu (z):

EN 1993-1-1: 6.2.6, 6.2.7

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-P.O}\} (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Śnieg DY+})$

Klasa przekroju: **3** (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$V_{el,Rd,z} = \frac{\frac{I \cdot t}{S} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

$$A_{V,el,z} = \frac{I_y \cdot 2 \cdot t_w}{b \cdot t_f \cdot \frac{h - t_f}{2} + \left((h - 2 \cdot t_f)^2 \cdot \frac{t_n}{4} \right)} = 20 \text{ cm}^2$$

$$V_{el,Rd,z} = \frac{A_{V,el,z} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{20 \cdot 24}{\sqrt{3} \cdot 1} = 278 \text{ kN}$$

$$\eta_{V_z} = \frac{|V_{z,Ed}|}{V_{el,Rd,z}} = \frac{|(-5,9)|}{278} = 2,1 \% \quad \text{spełniony}$$

13. Sprawdzenie interakcji zginania z siłą normalną

EN 1993-1-1: 6.2.1, 6.2.8, 6.2.9

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-V (nośność): $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-P.O})$

Klasa przekroju: **3** (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$\eta_{MN} = \frac{N_{Ed1}}{A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{W_{ely} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{W_{elz} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}} = \frac{(-58)}{47 \cdot \frac{24}{1}} + \frac{|2992|}{222 \cdot \frac{24}{1}} + \frac{|1123|}{222 \cdot \frac{24}{1}} = 84,1 \% \quad \text{spełniony}$$

14. Nośność na wyboczenie:

EN 1993-1-1: 6.3.1

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-P.O})$

Klasa przekroju: 3 (Wymiarowanie w zakresie sprężystym)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,000 \cdot L = 0,000 \cdot 250 = 0 \text{ cm}$

$$K_y = 2$$

$$K_z = 2$$

$$L_{cr,y} = K_y \cdot L = 2 \cdot 250 = 500 \text{ cm}$$

$$L_{cr,z} = K_z \cdot L = 2 \cdot 250 = 500 \text{ cm}$$

Krzywa wyboczenia wokół osi y: a [Tabela 6.2](#)

$$\rightarrow \alpha_y = 0,21 \quad \text{a} \quad \text{Tabela 6.1}$$

Krzywa wyboczenia wokół osi z: a [Tabela 6.2](#)

$$\rightarrow \alpha_z = 0,21 \quad \text{a} \quad \text{Tabela 6.1}$$

$$\lambda_{y*} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{47 \cdot 24}{1473}} = 0,87 \quad (6.50)$$

$$\lambda_{z*} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{47 \cdot 24}{1473}} = 0,87 \quad (6.50)$$

$$\phi_y = \frac{1 + \alpha_y \cdot (\lambda_{y*} - 0,2) + \lambda_{y*}^2}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,87 - 0,2) + 0,87^2}{2} = 0,9448$$

$$\phi_z = \frac{1 + \alpha_z \cdot (\lambda_{z*} - 0,2) + \lambda_{z*}^2}{2} = \frac{1 + 0,21 \cdot (0,87 - 0,2) + 0,87^2}{2} = 0,9448$$

$$\chi_y = \min \left(\frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_{y*}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,9448 + \sqrt{0,9448^2 - 0,87^2}} ; 1 \right) = 0,76 \quad (6.49)$$

$$\chi_z = \min \left(\frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_{z*}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,9448 + \sqrt{0,9448^2 - 0,87^2}} ; 1 \right) = 0,76 \quad (6.49)$$

$$\chi = \min(\chi_y ; \chi_z) = \min(0,76 ; 0,76) = 0,76 \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,76 \cdot 47 \cdot 24}{1} = 835 \text{ kN} \quad (6.47)$$

$$\eta_{Nb} = \frac{|N_{Ed}|}{N_{b,Rd}} = \frac{|(-58)|}{835} = 6,9 \% \quad (6.46) \quad \text{spełniony}$$

15. Nośność na zwichrzenie:

EN 1993-1-1: 6.3.2

Wyłączone

Jednostka projektowa:

WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 161

Węzły: 140-183

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: GL 24h

Klasa użytkowania: 2

Przekrój poprzeczny: 160x220

Przypadek obciążenia: liniowa, (Auto) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: Krótkotrwałe

1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-Pp.O})$ Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 476 = 48 \text{ mm}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_x}{A_x} = \frac{3,8022 \cdot 10^4}{3,52 \cdot 10^4} = 1,1 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = \min \left(\left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = \min \left(\left(\frac{600}{220} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = 1,1$$

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 1,1 \cdot 19}{1,25} = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{1,1}{15} = 7,1 \% \quad (6.1) \quad \text{spełniony}$$

2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-Pp.O})$ Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 476 = 476 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{2,0904 \cdot 10^7}{1,2907 \cdot 10^6} = 16 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = \min \left(\left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = \min \left(\left(\frac{600}{220} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = 1,1 \quad (3.2)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 1,1 \cdot 24}{1,25} = 19 \text{ N/mm}^2$$

Jednostka projektowa:

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{16}{19} = 85,2 \% \quad \text{spełniony}$$

3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie**

+1,35*G] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X-P.O} (1,5*0,5*Śnieg DX+Y+)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 476 = 48 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{3,4259 \cdot 10^6}{9,3867 \cdot 10^5} = 3,6 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left(\left(\frac{600}{b} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = \min \left(\left(\frac{600}{160} \right)^{0,1} ; 1,1 \right) = 1,1 \quad (3.2)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 1,1 \cdot 24}{1,25} = 19 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,6}{19} = 19,2 \% \quad \text{spełniony}$$

4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie**

+1,35*G] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X-P.O} (1,5*0,5*Śnieg DX+Y+)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 476 = 48 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot 3933}{0,67 \cdot 160 \cdot 220} = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 3,5}{1,25} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,25}{2,5} = 9,9 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y**

+} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X-Pp.O)

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 476 = 476 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

Jednostka projektowa:

$$\tau_{V_{z,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |3,2747 \cdot 10^4|}{0,67 \cdot 160 \cdot 220} = 2,1 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 3,5}{1,25} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,z,d}} = \frac{2,1}{2,5} = 82,7 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: **[pokrycie+G] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X+.Ss.O}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,10 \cdot L = 0,10 \cdot 476 = 48 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = -0,046 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 3,5}{1,25} = 2,5 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,1 \right) = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{220}{160} ; 1,1 \right) = 1,069 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{(-0,046)}{1,069 \cdot 2,5} = -1,7 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

SPRAWDZENIE INTERAKCJI

7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y +} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X-.Pp.O)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 476 = 476 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{1,1}{15} + \frac{|16|}{19} + 0,7 \cdot \frac{|1,5|}{19} = 97,9 \% \quad (6.17)$$

$$\eta_2 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{1,1}{15} + 0,7 \cdot \frac{|16|}{19} + \frac{|1,5|}{19} = 74,7 \% \quad (6.18)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(97,9 ; 74,7) = 97,9 \% \quad \text{spełniony}$$

8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y +} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X-.Pp.O)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 476 = 476 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|16|}{19} + 0,7 \cdot \frac{|1,5|}{19} = 90,8 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = 0,7 \cdot \frac{|16|}{19} + \frac{|1,5|}{19} = 67,6 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(90,8; 67,6) = 90,8 \% \quad \text{spełniony}$$

9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y +} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X-Pp.O)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 476 = 476 \text{ mm}$

$$\sigma_{Mcd} = |\sigma_{m,y,d}| - \sigma_{c,0,d} = |16| - \sigma_{c,0,d} = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \frac{\sigma_{Mcd}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{15}{1,00 \cdot 19} = 79,5 \% \quad \text{spełniony}$$

10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y +} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X-Pp.O)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 476 = 476 \text{ mm}$

W punkcie A (punkt środkowy na boku b); $\tau_{V,z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0,043 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V,y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |2323|}{0,67 \cdot 220 \cdot 160} = 0,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V,y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 = \frac{|0,043|}{1,069 \cdot 2,5} + \left(\frac{0,15}{2,5} \right)^2 = 1,9 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h); $\tau_{V,y,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0,049 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V,z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |3,2747 \cdot 10^4|}{0,67 \cdot 220 \cdot 160} = 2,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V,z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \frac{|0,049|}{1,069 \cdot 2,5} + \left(\frac{2,1}{2,5} \right)^2 = 70,1 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego); $\tau_{tor,d,O} = 0$

Jednostka projektowa:

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{V_y, d}}{f_{v_y, d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{V_z, d}}{f_{v_z, d}} \right)^2 = \left(\frac{0,15}{2,5} \right)^2 + \left(\frac{2,1}{2,5} \right)^2 = 68,7 \% \quad (\text{NA.55})$$

$$\eta_{V_y, V_z, M_x} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(1,9; 70,1; 68,7; 5,9; 82,7) = 82,7 \% \quad \text{spełniony}$$

11. Rozciągające naprężenie prostopadłe do osi w kalenicy

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: [pokrycie+G] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X+.Ss.O}

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 476 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{spełniony}$$

12. SGU (Stan graniczny użyteczności) - Przemieszczenia końcowe

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: [pokrycie+G] {Śnieg DX+Y+} (0,6*Wiatr [Kombinowane] X-.P.O)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 476 = 238 \text{ mm}$

$$k_{def} = 0,8$$

Przedstawione wartości ugięć zawierają ustawioną korektę uwzględniającą przemieszczenia punktów końcowych.

$$w_{net,fin,z} = |w_{fin,z}| = |0,19| = 0,19 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{476}{300,0} = 1,6 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{0,19}{1,6} = 11,7 \%$$

$$\eta_{SLS} = \eta_{SLS,z} = 11,7 \% \quad \text{spełniony}$$

WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 8

Węzły: 53-55

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: C30

Klasa użytkowania: 1

Przekrój poprzeczny: 80x200

Przypadek obciążenia: liniowa,(Auto) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: Krótkotrwałe

1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 1470 = 1470$ mm

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-7732)|}{1,6 \cdot 10^4} = 0,48 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 23}{1,3} = 14 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,48}{14} = 3,4 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 1470 = 1470$ mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-7,371 \cdot 10^6)|}{5,3333 \cdot 10^5} = 14 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 1 \cdot 30}{1,3} = 18 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{14}{18} = 74,9 \% \quad \text{spełniony}$$

3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y

Jednostka projektowa:

+} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X+.Sp.O)

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 1470 = 1470 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|(-1,9076 \cdot 10^5)|}{2,1333 \cdot 10^5} = 0,89 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left(\left(\frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,2 \right) = \min \left(\left(\frac{150}{80} \right)^{0,2} ; 1,2 \right) = 1,134 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 1,134 \cdot 30}{1,3} = 24 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,89}{24} = 3,8 \% \quad \text{spełniony}$$

4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y

+} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X+.Sp.O)

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 1470 = 1470 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |52|}{0,67 \cdot 80 \cdot 200} = 0,0073 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 4}{1,3} = 2,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,0073}{2,8} = 0,3 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y

+} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X-.P.O)

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 1470 = 21 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-7080)|}{0,67 \cdot 80 \cdot 200} = 0,99 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 4}{1,3} = 2,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{V_z,d}} = \frac{0,99}{2,8} = 35,8 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X+Sp.O})$

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 1470 = 21 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = -0,21 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{vk}}{\gamma_M} = \frac{0,90 \cdot 4}{1,3} = 2,8 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,2 \right) = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{200}{80} ; 1,2 \right) = 1,125 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{(-0,21)}{1,125 \cdot 2,8} = -6,6 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

SPRAWDZENIE INTERAKCJI

7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X+Sp.O})$

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 1470 = 1470 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,53}{16} \right)^2 + \frac{|16|}{21} + 0,7 \cdot \frac{|0,89|}{24} = 77,6 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,53}{16} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|16|}{21} + \frac{|0,89|}{24} = 56,3 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(77,6 ; 56,3) = 77,6 \% \quad \text{spełniony}$$

8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \}$

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 1470 = 1470 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 1470}{58} = 25,5$$

Jednostka projektowa:

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 1470}{23} = 63,7$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{25,5}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{23}{8000}} = 0,4 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{63,7}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{23}{8000}} = 1,1 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (0,4 - 0,3) + 0,4^2) = 0,61 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,1 - 0,3) + 1,1^2) = 1,17 \quad (6.28)$$

$$k_{cy} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,61 + \sqrt{0,61^2 - 0,4^2}} ; 1 \right) = 0,97 \quad (6.25)$$

$$k_{cz} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,17 + \sqrt{1,17^2 - 1,1^2}} ; 1 \right) = 0,62 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,48|}{0,97 \cdot 14} + \frac{|14|}{18} + 0,7 \cdot \frac{|0,77|}{21} = 81,0 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,48|}{0,62 \cdot 14} + 0,7 \cdot \frac{|14|}{18} + \frac{|0,77|}{21} = 61,6 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(81,0 ; 61,6) = 81,0 \% \quad \text{spełniony}$$

9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y+}**

Położenie przekroju decydującego: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 1470 = 1470 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 200_{max} = 400 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 80^2}{200 \cdot (1,00 \cdot 1470 + 400)} \cdot 8000 = 107 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{30}{107}} = 0,53 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} + \left(\frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0,48}{0,62 \cdot 14} + \left(\frac{|14|}{1,00 \cdot 18} \right)^2 = 61,5 \% \quad (6.35)$$

Jednostka projektowa:

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|14|}{1,00 \cdot 18} = 74,9 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 74,9 \% \quad \text{spełniony}$$

10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie+1,35*G] {1,5*Śnieg DX+Y +} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X-P.O)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 1470 = 0 \text{ mm}$

W punkcie A (punkt środkowy na boku b); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0,18 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |41|}{0,67 \cdot 200 \cdot 80} = 0,0057 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 = \frac{|0,18|}{1,125 \cdot 2,8} + \left(\frac{0,0057}{2,8} \right)^2 = 5,7 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h); $\tau_{V_y,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |-7122|}{0,67 \cdot 200 \cdot 80} = 1 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \frac{|0,23|}{1,125 \cdot 2,8} + \left(\frac{1}{2,8} \right)^2 = 20,3 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego); $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \left(\frac{0,0057}{2,8} \right)^2 + \left(\frac{1}{2,8} \right)^2 = 12,9 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_y,V_z,M_x} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(5,7; 20,3; 12,9; 0,2; 36,0) = 36,0 \% \quad \text{spełniony}$$

11. Rozciągające naprężenie prostopadłe do osi w kalenicy

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: **[1,35*0,85*pokrycie+1,35*0,85*G] {1,5*Śnieg DX+Y +} (1,5*0,6*Wiatr [Kombinowane] X+Sp.O)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 1470 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{spełniony}$$

12. SGU (Stan graniczny użytkowości) - Przemieszczenia końcowe

Jednostka projektowa:

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: **[pokrycie+G] {Śnieg DX+Y+} (0,6*Wiatr [Kombinowane] X-P.O)**

Położenie przekroju decydującego: $x = 0,60 \cdot L = 0,60 \cdot 1470 = 882 \text{ mm}$

$$k_{def} = 0,6$$

Przedstawione wartości ugięć zawierają ustawioną korektę uwzględniającą przemieszczenia punktów końcowych.

$$w_{net,fin,z} = |w_{fin,z}| = |(-2,1)| = 2,1 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{200,0} = \frac{1470}{200,0} = 7,4 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{2,1}{7,4} = 28,4 \%$$

$$\eta_{SLS} = \eta_{SLS,z} = 28,4 \% \quad \text{spełniony}$$

Wymiarowanie stóp fundamentowych

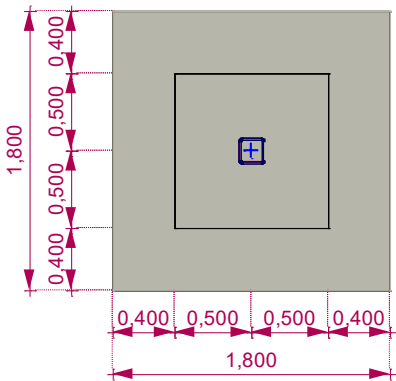
Norma: Eurokod [PL]

1. Parametry gruntu

| Nazwa | Opis | Rzędna wierzchu z_i [m] | Grubość h_i [m] | Gęstość ρ_s [kg/m ³] | Kąt tarcia wewn. φ [°] | Kąt tarcia wewnętrznego w stanie krytycznym φ_{cv} [°] | Spójność c [kPa] | M |
|-------|---|---------------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--|--------------------|---|
| GSL | Luźny, suchy, pylasty, piasek bardzo drobny | 0 | 3 | 1500 | 23,00 | 21,00 | — | |

2. Fundament

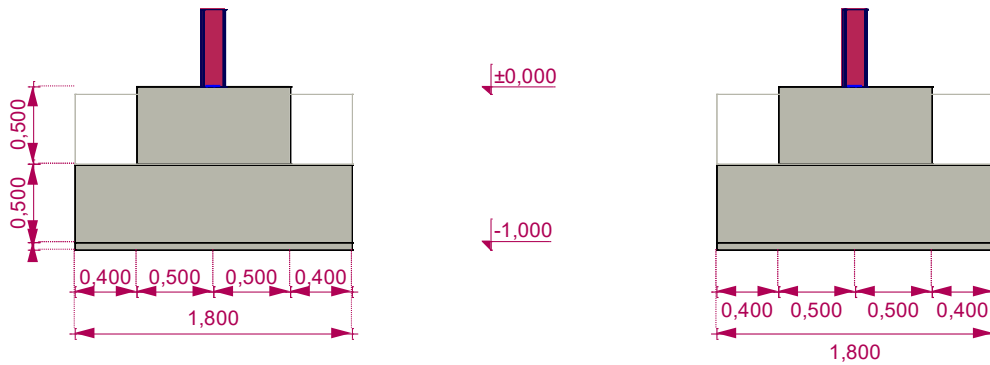
Geometria:



Materiały

Beton: C25/30 ($f_{ck} = 25$ MPa)
gęstość (beton): $\rho_C = 2200$ kg/m³
gęstość (Żelbet): $\rho_{RC} = 2500$ kg/m³
Stal zbrojeniowa:
Zbrojenie podłużne: B500A
 $f_{yk} = 500$ MPa

Jednostka projektowa:



Głębokość posadowienia: $D = 1 \text{ m}$

2.1. Nacisk od nadkładu

Charakterystyczny efektywny nacisk od nadkładu w poziomie posadowienia:

$$q'_k = \gamma_s \cdot D = 14,715 \cdot 1 = 14,715 \text{ kPa}$$

Charakterystyczna wartość ciężaru objętościowego materiałów:

$$\text{Beton: } \gamma_{C,k} = \rho_C \cdot g \cdot 10^{-3} = 2200 \cdot 9,810 \cdot 10^{-3} = 21,582 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Żelbet: } \gamma_{RC,k} = \rho_{RC} \cdot g \cdot 10^{-3} = 2500 \cdot 9,810 \cdot 10^{-3} = 24,525 \text{ kN/m}^3$$

2.2. Fundament

Szerokość stopy fundamentowej: $B = 1,8 \text{ m}$ Długość stopy fundamentowej: $L = 1,8 \text{ m}$

Grubość płyty: $h_p = 0,5 \text{ m}$

Wysokość odsadzki: $h_s = 0,5 \text{ m}$

Objętość fundamentu: $V_f = 2,12 \text{ m}^3$

Charakterystyczna wartość ciężaru fundamentu: $G_{fk} = V_f \cdot \gamma_{RC,k} = 2,12 \cdot 24,525 = 51,993 \text{ kN} (\downarrow)$

2.3. Podbeton

Grubość podbetonu: $h_b = 0,05 \text{ m}$

Charakterystyczna wartość ciężaru podbetonu: $G_{bk} = A \cdot h_b \cdot \gamma_{C,k} = 3,24 \cdot 0,05 \cdot 21,582 = 3,4963 \text{ kN} (\downarrow)$

2.4. Grunt zasypowy

Jednostka projektowa:

Materiał: Luźny, suchy, pylasty, piasek bardzo drobny (GSL)

Gęstość gruntu zasypowego: $\rho_{bf} = 1500 \text{ kg/m}^3$

Ciężar objętościowy gruntu zasypowego: $\gamma_{bf,k} = \rho_{bf} \cdot g \cdot 10^{-3} = 1500 \cdot 9,810 \cdot 10^{-3} = 14,715 \text{ kN/m}^3$

Objętość gruntu zasypowego: $V_{bf} = 0,958 \text{ m}^3$

Charakterystyczna wartość ciężaru gruntu zasypowego: $G_{bf,k} = V_{bf} \cdot \gamma_{bf,k} = 0,958 \cdot 14,715 = 14,097 \text{ kN} (\downarrow)$

3. Obliczenie nośności podłoża

Metoda wymiarowania 2: {A1 "+" M1 "+" R2} (Decydująca)

PN-EN 1997-1 Załącznik A

| Współczynniki częściowe | | | |
|-------------------------|---|---------------------|------|
| A1 | Oddziaływania stałe, niekorzystne | $\gamma_{G,unfav}$ | 1,35 |
| | Oddziaływania stałe, korzystne | $\gamma_{G,fav}$ | 1 |
| | Oddziaływania zmienne, niekorzystne | $\gamma_{Q,unfav}$ | 1,5 |
| | Oddziaływania zmienne, korzystne | $\gamma_{Q,fav}$ | 0 |
| M1 | Efektywny kąt tarcia wewnętrznego | $\gamma_{\varphi'}$ | 1 |
| | Spójność efektywna | $\gamma_{c'}$ | 1 |
| | Wytrzymałość gruntu na ścinanie bez odpływu | γ_{cu} | 1 |
| | Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie | γ_{qu} | 1 |
| | Ciężar objętościowy | $\gamma_{\gamma'}$ | 1 |
| R2 | Nośność podłoża | $\gamma_{R,v}$ | 1,4 |
| | Nośność na przesunięcie (poślizg) | $\gamma_{R,h}$ | 1,1 |
| | Siły od gruntu | $\gamma_{R,e}$ | 1 |

3.1. Obliczeniowe wartości parametrów gruntu pod fundamentem

Efektywny kąt tarcia wewnętrznego: $\varphi'_d = \arctan \frac{\tan \varphi'_k}{\gamma_{\varphi'}} = \arctan \frac{\tan 23,00^\circ}{1} = 23,00^\circ$

Ciężar objętościowy: $\gamma'_d = \frac{\gamma'_k}{\gamma_{\gamma'}} = \frac{14,715}{1} = 14,715 \text{ kN/m}^3$

3.2. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y+}\} (0,6 \cdot 1,5 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-P.O}) (A1(b))$

$$F_x = -15,865 \text{ kN} \quad F_y = 11,763 \text{ kN} \quad F_z = -27,932 \text{ kN} \quad M_x = -14,828 \text{ kNm} \quad M_y = -27,523 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-27,932) = 27,932 \text{ kN}$$

Jednostka projektowa:

3.3. Obliczeniowa wartość obciążeń w podstawie fundamentu

$$H_{dx} = F_x = (-15,865) = -15,865 \text{ kN} \quad H_{dy} = F_y = 11,763 \text{ kN} \quad H_d = \sqrt{H_{dx}^2 + H_{dy}^2} =$$

$$= \sqrt{(-15,865)^2 + 11,763^2} = 19,75 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{fk} + G_{bfk} + G_{bk}) \cdot \gamma_{G, fav} = 27,932 + (51,993 + 14,097 + 3,4963) \cdot 1 = 97,518 \text{ kN} (\downarrow)$$

Mimośród siły pionowej (V_d) względem środka podstawy fundamentu:

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h_p + h_s) + (G_{fk} \cdot e_{fx} + G_{bfk} \cdot e_{bfx}) \cdot \gamma_{G, fav}}{V_d} =$$

$$= \frac{27,932 \cdot 0 + (-27,523) + (-15,865) \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) + (51,993 \cdot 0 + 14,097 \cdot 0) \cdot 1}{97,518} = -0,453 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h_p + h_s) + (G_{fk} \cdot e_{fy} + G_{bfk} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{G, fav}}{V_d} =$$

$$= \frac{27,932 \cdot 0 - (-14,828) + 11,763 \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) + (51,993 \cdot 0 + 14,097 \cdot 0) \cdot 1}{97,518} = 0,279 \text{ m}$$

Efektywna szerokość fundamentu:

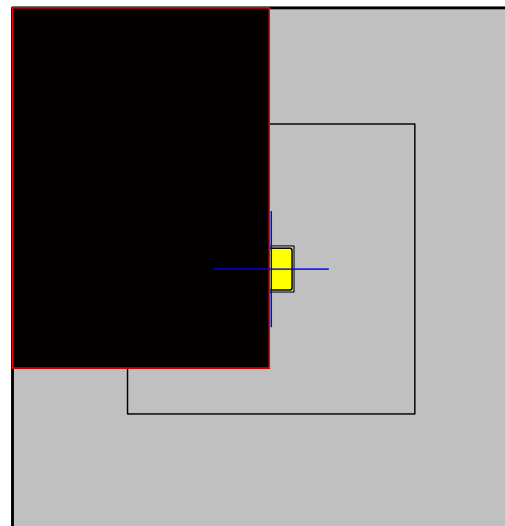
$$B' = \left(\frac{b_x}{2} - |e_x| \right) \cdot 2 = \left(\frac{1,8}{2} - |(-0,453)| \right) \cdot 2 = 0,894 \text{ m}$$

Efektywna długość fundamentu:

$$L' = \left(\frac{b_y}{2} - |e_y| \right) \cdot 2 = \left(\frac{1,8}{2} - |0,279| \right) \cdot 2 = 1,242 \text{ m}$$

Efektywne pole powierzchni fundamentu:

$$A' = B' \cdot L' = 0,894 \cdot 1,242 = 1,1103 \text{ m}^2$$



Obliczeniowe efektywne naprężenie od nadkładu w poziomie podstawy fundamentu:

$$q' = \frac{q'_k}{\gamma_{\gamma'}} = \frac{14,715}{1} = 14,715 \text{ kPa}$$

3.4. Nośność podłoża - Warunki z odpływem

3.4.1. Bezwymiarowe współczynniki do obliczeń [PN-EN 1997-1 Załącznik D D.4](#)

3.4.1.1. Współczynniki nośności

Jednostka projektowa:

$$N_q = e^{(\pi \cdot \tan \varphi'_d)} \cdot \tan^2 \left(45,00^\circ + \frac{\varphi'_d}{2} \right) = e^{(3,1416 \cdot \tan 23,00^\circ)} \cdot \tan^2 \left(45,00^\circ + \frac{23,00^\circ}{2} \right) = 8,6612$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'_d = 2 \cdot (8,6612 - 1) \cdot \tan 23,00^\circ = 6,504$$

3.4.1.2. Współczynniki nachylenia podstawy

Nachylenie podstawy: $\alpha_i = 0^\circ$

$$b_q = b_\gamma = 1 = 1$$

3.4.1.3. Współczynniki kształtu podstawy fundamentu

$$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin \varphi'_d = 1 + \frac{0,894}{1,242} \cdot \sin 23,00^\circ = 1,2813$$

$$s_\gamma = 1 - \frac{0,3 \cdot B'}{L'} = 1 - \frac{0,3 \cdot 0,894}{1,242} = 0,78406$$

3.4.1.4. Współczynniki nachylenia obciążenia

$$m_B = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} = \frac{2 + \frac{0,894}{1,242}}{1 + \frac{0,894}{1,242}} = 1,5815 \quad m_L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} = \frac{2 + \frac{1,242}{0,894}}{1 + \frac{1,242}{0,894}} = 1,4185$$

$$H_B = F_x = (-15,865) = -15,865 \text{ kN} \quad H_L = F_y = 11,763 \text{ kN}$$

$$\Theta = \arctan \frac{H_B}{H_L} = \arctan \frac{(-15,865)}{11,763} = -53,45^\circ$$

$$m = m_\Theta = 1,5237$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H_d}{V_d + A' \cdot c'_d \cdot \cot \varphi'_d} \right)^{(m+1)} = \left(1 - \frac{19,75}{97,518 + 1,1103 \cdot 0 \cdot \cot 23,00^\circ} \right)^{(1,5237+1)} = 0,56489$$

$$i_q = \left(1 - \frac{H_d}{V_d + A' \cdot c'_d \cdot \cot \varphi'_d} \right)^m = \left(1 - \frac{19,75}{97,518 + 1,1103 \cdot 0 \cdot \cot 23,00^\circ} \right)^{1,5237} = 0,70835$$

3.5. Nośność podłoża

$$R_d = \frac{A' \cdot (q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma'_d \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma)}{\gamma_{R,\gamma}} =$$

$$= \frac{1,1103 \cdot (14,715 \cdot 8,6612 \cdot 1 \cdot 1,2813 \cdot 0,70835 + 0,5 \cdot 14,715 \cdot 0,894 \cdot 6,504 \cdot 1 \cdot 0,78406 \cdot 0,56489)}{1,4} = 106,77 \text{ kN}$$

3.6. Wykorzystanie nośności

$$\Lambda_{R,\gamma} = \frac{V_d}{R_d} = \frac{97,518}{106,77} = 0,91338 < \Lambda_{R,\gamma,lim} = 1 \quad \text{spełniony}$$

4. Warunek mimośrod

Współczynnik graniczny dla mimośrodu: $\gamma_{ecc,lim} = 0,33$

Jednostka projektowa:

| F_x F_y [kN] | F_z [kN] | M_x M_y [kNm] | V_d [kN] | e_x e_y [m] | γ_{ecc} | <div>✓ ✗</div> | Przypadek obciążenia |
|------------------------|---------------|-------------------------|---------------|-----------------------|----------------|--------------------|--|
| -16,526 11,509 | -30,946 | -12,914 -28,44 | 100,53 | -0,455 0,249 | 0,289 | ✓ | [1,35*0,85*pokrycie+1,35*0,85*G] {1,5+Y+} (0,6*1,5*Wiatr [Kombinowane]) |
| 3,0656 0,7297 | -4,9953 | -2,0008 9,7445 | 74,582 | 0,174 0,037 | 0,099 | ✓ | [pokrycie+G] {1,5*Wiatr [Kombinowane]+Ps.O} |
| -12,141 11,176 | -23,695 | -16,228 -19,215 | 93,281 | -0,343 0,3 | 0,254 | ✓ | [1,35*0,85*pokrycie+1,35*0,85*G] {1,5+Y+} (0,6*1,5*Wiatr [Kombinowane]) |
| -13,087 8,3361 | -19,641 | -10,118 -24,82 | 89,227 | -0,432 0,211 | 0,268 | ✓ | [1,35*0,85*pokrycie+1,35*0,85*G] {1,5*Wiatr [Kombinowane]+5*1,5*Śnieg DX+Y+} |
| 4,3817 1,2979 | 0,14877 | -5,7619 11,815 | 69,437 | 0,236 0,103 | 0,144 | ✓ | [pokrycie+G] {1,5*Wiatr [Kombinowane]+Ss.O} |
| -15,865 11,763 | -27,932 | -14,828 -27,523 | 97,518 | -0,453 0,279 | 0,296 | ✓ | [1,35*0,85*pokrycie+1,35*0,85*G] {1,5+Y+} (0,6*1,5*Wiatr [Kombinowane]) |
| -3,591 1,818 | -12,33 | 0,34363 -5,1431 | 81,917 | -0,109 0,019 | 0,062 | ✓ | [pokrycie+G] {1,5*Wiatr [Kombinowane]+P.O} |
| -14,338 9,9873 | -26,861 | -11,208 -24,671 | 96,447 | -0,412 0,225 | 0,261 | ✓ | [pokrycie+G] {1,3*Śnieg DX+} (0,6*1,3*Wiatr [Kombinowane]) X |
| 2,2932 0,94023 | -5,3182 | -2,1212 7,8856 | 74,904 | 0,137 0,041 | 0,08 | ✓ | [pokrycie+G] {1,3*Wiatr [Kombinowane]+Ps.O} |
| -10,537 9,6984 | -20,577 | -14,08 -16,676 | 90,163 | -0,308 0,269 | 0,228 | ✓ | [pokrycie+G] {1,3*Śnieg DX+} (0,6*1,3*Wiatr [Kombinowane]) X |
| -11,357 7,2373 | -17,063 | -8,7851 -21,534 | 86,649 | -0,386 0,189 | 0,239 | ✓ | [pokrycie+G] {1,3*Wiatr [Kombinowane] X-P.O} (eg DX+Y+) |
| 3,4339 1,4327 | -0,85997 | -5,3808 9,68 | 70,446 | 0,189 0,098 | 0,119 | ✓ | [pokrycie+G] {1,3*Wiatr [Kombinowane]+Ss.O} |
| -13,765 10,207 | -24,249 | -12,867 -23,876 | 93,835 | -0,408 0,251 | 0,267 | ✓ | [pokrycie+G] {1,3*Śnieg DX+} (0,6*1,3*Wiatr [Kombinowane]) X |
| -3,4757 1,8834 | -11,675 | -0,089303 -5,017 | 81,261 | -0,107 0,025 | 0,062 | ✓ | [pokrycie+G] {1,3*Wiatr [Kombinowane]+P.O} |

gdzie:

$$V_d = -F_z + \gamma_{G,fav}$$

$$\gamma_{ecc} = \sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2}$$

Wartości mimośrodków uwzględniają dodatkowy moment w poziomie

Jednostka projektowa:

posadowienia od sił poziomych

γ_{Gfav} : Współczynnik częściowy ciężaru własnego fundamentu

Mimośród miarodajny**4.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu** - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y+}\} (0,6 \cdot 1,5 \cdot \text{Wiatr})$
[Kombinowane] X-P.O) (A1(b))

$$F_x = -15,865 \text{ kN} \quad F_y = 11,763 \text{ kN} \quad F_z = -27,932 \text{ kN} \quad M_x = -14,828 \text{ kNm} \quad M_y = -27,523 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-27,932) = 27,932 \text{ kN}$$

4.2. Obliczeniowa wartość obciążeń w podstawie fundamentu

$$H_{dx} = F_x = (-15,865) = -15,865 \text{ kN} \quad H_{dy} = F_y = 11,763 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{fk} + G_{bfk} + G_{bk}) \cdot \gamma_{Gfav} = 27,932 + (51,993 + 14,097 + 3,4963) \cdot 1 = 97,518 \text{ kN} (\downarrow)$$

Mimośród siły pionowej (V_d) względem środka podstawy fundamentu:

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h_p + h_s) + (G_{fk} \cdot e_{fx} + G_{bfk} \cdot e_{bfx}) \cdot \gamma_{Gfav}}{V_d} =$$

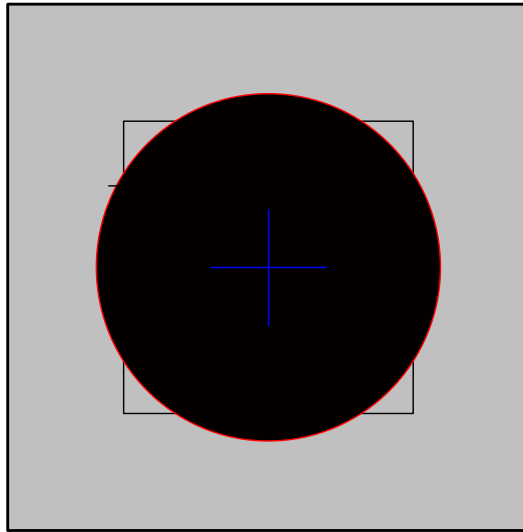
$$= \frac{27,932 \cdot 0 + (-27,523) + (-15,865) \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) + (51,993 \cdot 0 + 14,097 \cdot 0) \cdot 1}{97,518} = -0,453 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h_p + h_s) + (G_{fk} \cdot e_{fy} + G_{bfk} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{Gfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{27,932 \cdot 0 - (-14,828) + 11,763 \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) + (51,993 \cdot 0 + 14,097 \cdot 0) \cdot 1}{97,518} = 0,279 \text{ m}$$

Wartość stosunku mimośrodu do wymiaru fundamentu:

$$\gamma_{ecc,max} = \sqrt{\left(\frac{e_x}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b_y}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{-0,453}{1,8}\right)^2 + \left(\frac{0,279}{1,8}\right)^2} = 0,29557 < \gamma_{ecc,lim} = 0,33 \text{ spełniony}$$



5. Warunek stateczności

5.1. Os obrotu

Wartość stosunku odległości między osią obrotu a krawędzią fundamentu do wymiaru fundamentu: $\gamma_{\omega} = 0,1$

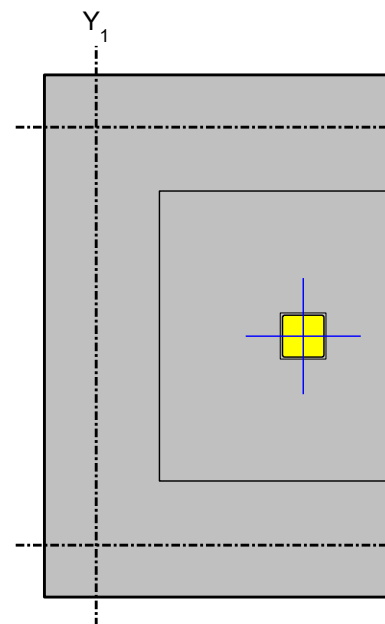
Odległość między osią obrotu a środkiem podstawy fundamentu:

$$e_{EQU,x2} = b_x \cdot (0,5 - \gamma_{\omega}) = 1,8 \cdot (0,5 - 0,1) = 0,72 \text{ m}$$

$$e_{EQU,x1} = -e_{EQU,x2} = -0,72 \text{ m}$$

$$e_{EQU,y2} = b_y \cdot (0,5 - \gamma_{\omega}) = 1,8 \cdot (0,5 - 0,1) = 0,72 \text{ m}$$

$$e_{EQU,y1} = -e_{EQU,y2} = -0,72 \text{ m}$$



5.2. Stabilizujący wpływ fundamentu

Współczynnik częściowy dla korzystnego (stabilizującego) oddziaływania stałego: $\gamma_{G,stab} = 0,9$

Moment stabilizujący od ciężaru własnego fundamentu:

Jednostka projektowa:

$$M_{G,stab,x1} = \gamma_{G,stab} \cdot (G_{fk} + G_{bk} + G_{bfk}) \cdot e_{EQU,y1} = 0,9 \cdot (51,993 + 3,4963 + 14,097) \cdot (-0,72) = -45,092 \text{ kNm}$$

$$M_{G,stab,y1} = \gamma_{G,stab} \cdot (G_{fk} + G_{bk} + G_{bfk}) \cdot (-e_{EQU,x1}) = 0,9 \cdot (51,993 + 3,4963 + 14,097) \cdot (-(-0,72)) = 45,092 \text{ kNm}$$

$$M_{G,stab,x2} = \gamma_{G,stab} \cdot (G_{fk} + G_{bk} + G_{bfk}) \cdot e_{EQU,y2} = 0,9 \cdot (51,993 + 3,4963 + 14,097) \cdot 0,72 = 45,092 \text{ kNm}$$

$$M_{G,stab,y2} = \gamma_{G,stab} \cdot (G_{fk} + G_{bk} + G_{bfk}) \cdot (-e_{EQU,x2}) = 0,9 \cdot (51,993 + 3,4963 + 14,097) \cdot (-0,72) = -45,092 \text{ kNm}$$

5.3. Sprawdzenie obrotu wokół osi - x_1 -

5.3.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: [0,9*pokrycie+0,9*G] {1,5*Wiatr [Kombinowane] X+.Ss.O} (EQU)

$$F_x = 4,6544 \text{ kN} \quad F_y = 1,067 \text{ kN} \quad F_z = 0,89045 \text{ kN} \quad M_x = -5,4716 \text{ kNm} \quad M_y = 12,235 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -0,89045 \text{ kN}$$

Moment stabilizujący:

$$M_{x1,stab} = M_{G,stab,x1} + M_x - F_y \cdot (h_b + h_p + h_s) = (-45,092) + (-5,4716) - 1,067 \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) = -51,684 \text{ kNm}$$

Moment wywracający:

$$M_{x1,dst} = V \cdot e_{EQU,y1} = (-0,89045) \cdot (-0,72) = 0,64112 \text{ kNm}$$

Współczynnik wykorzystania stateczności:

$$\Lambda_{EQU,x1} = \left| \frac{M_{x1,dst}}{M_{x1,stab}} \right| = \left| \frac{0,64112}{(-51,684)} \right| = 0,012 < \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \checkmark$$

5.4. Sprawdzenie obrotu wokół osi - x_2 -

5.4.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: [1,1*pokrycie+1,1*G] {1,5*Śnieg DX+Y+} (0,6*1,5*Wiatr [Kombinowane] X-.Ps.O) (EQU)

$$F_x = -12,011 \text{ kN} \quad F_y = 11,066 \text{ kN} \quad F_z = -23,343 \text{ kN} \quad M_x = -16,09 \text{ kNm} \quad M_y = -19,016 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-23,343) = 23,343 \text{ kN}$$

Moment stabilizujący:

$$M_{x2,stab} = M_{G,stab,x2} + V \cdot e_{EQU,y2} = 45,092 + 23,343 \cdot 0,72 = 61,899 \text{ kNm}$$

Moment wywracający:

$$M_{x2,dst} = M_x - F_y \cdot (h_b + h_p + h_s) = (-16,09) - 11,066 \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) = -27,71 \text{ kNm}$$

Współczynnik wykorzystania stateczności:

$$\Lambda_{EQU,x2} = \left| \frac{M_{x2,dst}}{M_{x2,stab}} \right| = \left| \frac{(-27,71)}{61,899} \right| = 0,448 < \Lambda_{EQU,lim} = 1,000 \quad \checkmark$$

5.5. Sprawdzenie obrotu wokół osi - y_1 -

5.5.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Jednostka projektowa:

Przypadek obciążenia: $[1,1 \cdot \text{pokrycie} + 1,1 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y+}\} (0,6 \cdot 1,5 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-Pp.O})$ (EQU)

$$F_x = -16,397 \text{ kN} \quad F_y = 11,399 \text{ kN} \quad F_z = -30,594 \text{ kN} \quad M_x = -12,776 \text{ kNm} \quad M_y = -28,24 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-30,594) = 30,594 \text{ kN}$$

Moment stabilizujący:

$$M_{y1, stb} = M_{G, stb, y1} - V \cdot e_{EQU, x1} = 45,092 - 30,594 \cdot (-0,72) = 67,12 \text{ kNm}$$

Moment wywracający:

$$M_{y1, dst} = M_y + F_x \cdot (h_b + h_p + h_s) = (-28,24) + (-16,397) \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) = -45,457 \text{ kNm}$$

Współczynnik wykorzystania stateczności:

$$\Lambda_{EQU, y1} = \left| \frac{M_{y1, dst}}{M_{y1, stb}} \right| = \left| \frac{(-45,457)}{67,12} \right| = 0,677 < \Lambda_{EQU, lim} = 1,000 \quad \checkmark$$

5.6. Sprawdzenie obrotu wokół osi - y_2 -

5.6.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: $[0,9 \cdot \text{pokrycie} + 0,9 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X+.Ss.O}\}$ (EQU)

$$F_x = 4,6544 \text{ kN} \quad F_y = 1,067 \text{ kN} \quad F_z = 0,89045 \text{ kN} \quad M_x = -5,4716 \text{ kNm} \quad M_y = 12,235 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -0,89045 \text{ kN}$$

Moment stabilizujący:

$$M_{y2, stb} = M_{G, stb, y2} = -45,092 \text{ kNm}$$

Moment wywracający:

$$M_{y2, dst} = M_y - V \cdot e_{EQU, x2} + F_x \cdot (h_b + h_p + h_s) = 12,235 - (-0,89045) \cdot 0,72 + 4,6544 \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) = 17,763 \text{ kNm}$$

Współczynnik wykorzystania stateczności:

$$\Lambda_{EQU, y2} = \left| \frac{M_{y2, dst}}{M_{y2, stb}} \right| = \left| \frac{17,763}{(-45,092)} \right| = 0,394 < \Lambda_{EQU, lim} = 1,000 \quad \checkmark$$

5.7. Max. stopień wykorzystania

$$\Lambda_{EQU, max} = \Lambda_{EQU, y1} = 0,677 < \Lambda_{EQU, lim} = 1,000 \quad \text{spełniony}$$

6. Warunek poderwania

6.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: $[0,9 \cdot \text{pokrycie} + 0,9 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X+.Ss.O}\}$ (EQU)

$$F_x = 4,6544 \text{ kN} \quad F_y = 1,067 \text{ kN} \quad F_z = 0,89045 \text{ kN} \quad M_x = -5,4716 \text{ kNm} \quad M_y = 12,235 \text{ kNm}$$

Jednostka projektowa:

Obliczeniowa wartość kombinacji od destabilizujących pionowych oddziaływań stałych i zmiennych.:

$$V_{dst,d} = F_z = 0,89045 \text{ kN (}\uparrow\text{)}$$

Obliczeniowa wartość od stabilizujących pionowych oddziaływań stałych.:

$$G_{stb,d} = \gamma_{G,dst} \cdot (G_{fk} + G_{bfk}) = 0,9 \cdot (51,993 + 14,097) = 59,481 \text{ kN (}\downarrow\text{)}$$

$$\Lambda_{UPL} = \frac{V_{dst,d}}{G_{stb,d}} = \frac{0,89045}{59,481} = 0,01497 < \Lambda_{UPL,lim} = 1 \text{ spełniony}$$

7. Obliczenie przesunięcia (poślizgu)

7.1. Przesunięcie (poślizg) fundamentu na gruncie

Metoda wymiarowania 1 Kombinacja #2: {A2 "+" M2 "+" R1} (Decydująca)

PN-EN 1997-1 Załącznik A

| Współczynniki częściowe | | | |
|-------------------------|---|--------------------|------|
| A2 | Oddziaływania stałe, niekorzystne | $\gamma_{G,unfav}$ | 1 |
| | Oddziaływania stałe, korzystne | $\gamma_{G,fav}$ | 1 |
| | Oddziaływania zmienne, niekorzystne | $\gamma_{Q,unfav}$ | 1,3 |
| | Oddziaływania zmienne, korzystne | $\gamma_{Q,fav}$ | 0 |
| M2 | Efektywny kąt tarcia wewnętrznego | $\gamma_{\phi'}$ | 1,25 |
| | Spójność efektywna | $\gamma_{c'}$ | 1,25 |
| | Wytrzymałość gruntu na ścinanie bez odpływu | γ_{cu} | 1,4 |
| | Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie | γ_{qu} | 1,4 |
| | Ciężar objętościowy | $\gamma_{\gamma'}$ | 1 |
| R1 | Nośność podłoża | $\gamma_{R,v}$ | 1 |
| | Nośność na przesunięcie (poślizg) | $\gamma_{R,h}$ | 1 |
| | Siły od gruntu | $\gamma_{R,e}$ | 1 |

7.1.1. Obliczeniowe wartości parametrów gruntu pod fundamentem

Gęstość warstwy gruntu: $\rho_s = 1500 \text{ kg/m}^3$

Ciężar objętościowy:

$$\gamma' = \frac{\rho_s \cdot g}{\gamma_{\gamma'}} \cdot 10^{-3} = \frac{1500 \cdot 9,810}{1} \cdot 10^{-3} = 14,715 \text{ kN/m}^3$$

Kąt tarcia wewnętrznego w stanie krytycznym: $\phi_{cv} = 21,00^\circ$

7.1.2. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Jednostka projektowa:

Przypadek obciążenia: [pokrycie+G] {1,3*Śnieg DX+Y+} (0,6*1,3*Wiatr [Kombinowane] X-P.O) (A2(a,b))

$$F_x = -13,765 \text{ kN} \quad F_y = 10,207 \text{ kN} \quad F_z = -24,249 \text{ kN} \quad M_x = -12,867 \text{ kNm} \quad M_y = -23,876 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-24,249) = 24,249 \text{ kN}$$

Współczynnik skalowania składowych sił od gruntu:

$$k_m = \frac{F_y}{b_x} \cdot \frac{b_y}{F_x} = \frac{10,207}{1,8} \cdot \frac{1,8}{(-13,765)} = -0,74155$$

7.1.3. Obliczeniowa wartość obciążeń w podstawie fundamentu

$$H_{dx} = F_x = (-13,765) = -13,765 \text{ kN} \quad H_{dy} = F_y = 10,207 \text{ kN} \quad H_d = \sqrt{H_{dx}^2 + H_{dy}^2} =$$

$$= \sqrt{(-13,765)^2 + 10,207^2} = 17,136 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{fk} + G_{b fk} + G_{b k}) \cdot \gamma_{G, unfav} = 24,249 + (51,993 + 14,097 + 3,4963) \cdot 1 = 93,835 \text{ kN} (\downarrow)$$

7.1.4. Nośność na przesunięcie (poślizg) z odpływem

Charakterystyczna wartość kąta tarcia na styku grunt-konstrukcja:

$$\delta_k = \varphi_{cv} = 21,00^\circ$$

Obliczeniowa wartość kąta tarcia wewnętrznego na styku konstrukcji z gruntem:

$$\delta_d = \arctan \frac{\tan \delta_k}{\gamma_\phi} = \arctan \frac{\tan 21,00^\circ}{1,25} = 17,07^\circ$$

Nośność na ścinanie: PN-EN 1997-1 6.5.3 (8)P (6.3a) (2.4.7.3.3 (1) (2.7.a))

$$R_{d, Hs} = V_d \cdot \tan \delta_d = 93,835 \cdot \tan 17,07^\circ = 28,816 \text{ kN}$$

Wykorzystanie na przesunięcie (poślizg):

$$\Lambda_{R, h, s} = \left| \frac{H_d}{R_{d, Hs}} \right| = \left| \frac{17,136}{28,816} \right| = 0,595 < \Lambda_{R, h, s, lim} = 1,000 \text{ spełniony}$$

7.2. Przesunięcie (poślizg) fundamentu na podbetonie

Metoda wymiarowania 1 Kombinacja #1: {A1 "+" M1 "+" R1} (Decydująca)

PN-EN 1997-1 Załącznik A

| Współczynniki częściowe | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|---------------------|------|
| A1 | Oddziaływania stałe, niekorzystne | $\gamma_{G, unfav}$ | 1,35 |
| | Oddziaływania stałe, korzystne | $\gamma_{G, fav}$ | 1 |
| | Oddziaływania zmienne, niekorzystne | $\gamma_{Q, unfav}$ | 1,5 |
| | Oddziaływania zmienne, korzystne | $\gamma_{Q, fav}$ | 0 |

Jednostka projektowa:

| | | | |
|----|---|---------------------|---|
| M1 | Efektywny kąt tarcia wewnętrznego | $\gamma_{\varphi'}$ | 1 |
| | Spójność efektywna | $\gamma_{c'}$ | 1 |
| | Wytrzymałość gruntu na ścinanie bez odpływu | γ_{cu} | 1 |
| | Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie | γ_{qu} | 1 |
| | Ciężar objętościowy | $\gamma_{\gamma'}$ | 1 |
| R1 | Nośność podłoża | $\gamma_{R,v}$ | 1 |
| | Nośność na przesunięcie (poślizg) | $\gamma_{R,h}$ | 1 |
| | Siły od gruntu | $\gamma_{R,e}$ | 1 |

7.2.1. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: $[1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{pokrycie} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot G] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y+}\} (0,6 \cdot 1,5 \cdot \text{Wiatr [Kombinowane] X-P.O}) (A1(b))$

$$F_x = -15,865 \text{ kN} \quad F_y = 11,763 \text{ kN} \quad F_z = -27,932 \text{ kN} \quad M_x = -14,828 \text{ kNm} \quad M_y = -27,523 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-27,932) = 27,932 \text{ kN}$$

Współczynnik skalowania składowych sił od gruntu:

$$k_m = \frac{F_y}{b_x} \cdot \frac{b_y}{F_x} = \frac{11,763}{1,8} \cdot \frac{1,8}{(-15,865)} = -0,74143$$

7.2.2. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu podbetonu

$$H_{dx} = F_x = (-15,865) = -15,865 \text{ kN} \quad H_{dy} = F_y = 11,763 \text{ kN} \quad H_d = \sqrt{H_{dx}^2 + H_{dy}^2} =$$

$$= \sqrt{(-15,865)^2 + 11,763^2} = 19,75 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{fk} + G_{b fk}) \cdot \gamma_{G, fav} = 27,932 + (51,993 + 14,097) \cdot 1 = 94,022 \text{ kN} (\downarrow)$$

Współczynnik tarcia między fundamentem a podbetonem: $\mu_{cc} = 0,7$

Współczynnik częściowy dla tarcia między elementami: $\gamma_{\mu} = 1$

$$\text{Nośność na przesunięcie (poślizg): } R_{d, Hb} = \frac{V_d \cdot \mu_{cc}}{\gamma_{\mu}} = \frac{94,022 \cdot 0,7}{1} = 65,815 \text{ kN}$$

$$\text{Wykorzystanie na przesunięcie (poślizg): } \Lambda_{R, h, b} = \left| \frac{H_d}{R_{d, Hb}} \right| = \left| \frac{19,75}{65,815} \right| = 0,300 < \Lambda_{R, h, b, lim} = 1,000 \text{ spełniony}$$

8. Sprawdzenie fundamentu

Jednostka projektowa:

8.1. Wymiarowanie zbrojenia

Zbrojenie podłużne: Ø 16 mm ($A_{\varnothing} = 201 \text{ mm}^2$)

Położenie pręta zbr.:

$u_{T,x} = 0,038 \text{ m}$

$u_{T,y} = 0,054 \text{ m}$

$u_{B,x} = 0,038 \text{ m}$

$u_{B,y} = 0,054 \text{ m}$

8.2. Wymiarowanie zbrojenia na zginanie

Współczynnik określający efektywną wysokość strefy ściskanej:

$\lambda = 0,8$ PN-EN 1992-1-1 (3.19.)

Współczynnik określający efektywną wytrzymałość:

$\eta = 1$ PN-EN 1992-1-1 (3.21.)

$\varepsilon_{c1} = 0,0020694$

Graniczne odkształcenie betonu przy ściskaniu:

$\varepsilon_{cu3} = 0,0035$ PN-EN 1992-1-1 3.1.7. (2)

Wartość obliczeniowa modułu sprężystości stali zbrojeniowej: $E_s = 200 \text{ GPa} = 2 \cdot 10^8 \text{ kPa}$

| Momenty w analizowanych p | | |
|---------------------------|------------------|----------------------------------|
| Wycinki | m_d [kNm/m] | F |
| A-A | 5,592 | [1,35*0,85*pokry +} (0,6*1,5* |
| B-B | 24,171 | [1,35*0,85*pokry +} (0,6*1,5* |
| C-C | 24,171 | [1,35*0,85*pokry +} (0,6*1,5* |
| D-D | 4,5729 | [pokrycie+G] {1 |
| E-E | 0,97418 | [pokrycie+G] { |
| F-F | 7,6559 | [1,35*0,85*pokry +} (0,6*1,5* |
| G-G | 7,6559 | [1,35*0,85*pokry +} (0,6*1,5* |
| H-H | 1,4484 | [pokrycie+G] {1 |

Sytuacja obliczeniowa: Trwała i przejściowa

Współczynnik częściowy betonu: $\gamma_c = 1,4$ PN-EN 1992-1-12.4.2.4. (1)

Współczynnik częściowy stali zbrojeniowej: $\gamma_s = 1,15$ PN-EN 1992-1-12.4.2.4. (1)

Współczynnik uwzględniający wpływ długotrwałych efektów na wytrzymałość betonu na ściskanie oraz niekorzystne skutki od sposobu przyłożenia obciążenia:

$$\alpha_{cc} = 1$$

Obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot \frac{25}{1,4} = 17,857 \text{ MPa} = 17857 \text{ kPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.1.6. (1)P (3.15)}$$

Obliczeniowa efektywna wytrzymałość betonu na ściskanie:

$$f_{cd,eff} = \eta \cdot f_{cd} = 1 \cdot 17857 = 17857 \text{ kPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-13.1.7. (3)}$$

Obliczeniowa granica plastyczności stali zbrojeniowej:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \approx 435 \text{ MPa} = 435000 \text{ kPa} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 3.2.7. (2) Rys. 3.8}$$

$$\xi_0 = \frac{\varepsilon_{cu1}}{\varepsilon_{cu1} + \frac{f_{yd}}{E_s}} \cdot \lambda = \frac{0,0035}{0,0035 + \frac{435000}{2 \cdot 10^8}} \cdot 0,8 = 0,49339$$

8.2.1. Wymiarowanie zbrojenia na moment zginający M_y **8.2.1.1. Sprawdzenie na krawędzi podpieranego elementu - przekrój poprzeczny C i D****Zbrojenie rozciągane w kierunku x**

$$m_d = \text{Max}(m_{dC} ; m_{dD}) = \text{Max}(24,171 ; 4,5729) = 24,171 \text{ kNm/m}$$

$$d = h - u_{Bx} = 1 - 0,038 = 0,962 \text{ m}$$

$$x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,49339 \cdot 0,962 = 0,47464 \text{ m}$$

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot m_d}{f_{cd,eff}}} = 0,962 - \sqrt{0,962^2 - \frac{2 \cdot 24,171}{17857}} = 0,0014081 \text{ m} < x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,49339 \cdot 0,962 = 0,47464 \text{ m}$$

Powierzchnia zbrojenia rozciąganego:

Minimalne pole przekroju rozciąganego zbrojenia podłużnego: PN-EN 1992-1-1 9.2.2.1. (1) (9.1N)

$$a_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot d = 0,26 \cdot \frac{3,0923}{500} \cdot 0,962 = 0,0012831 \text{ m}^2/\text{m} > 0,0013 \cdot d = 0,0013 \cdot 0,962 = 0,0012506 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$a_{s,1} = \frac{x_c \cdot f_{cd,eff}}{f_{yd}} = \frac{0,0014081 \cdot 17857}{435000} = 5,7802 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{m}$$

Minimalne rozciągane zbrojenie podłużne nie zostanie uwzględnione.

$$s_{max,slabs} = 2 \cdot h = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m} > 0,25 \text{ m} \rightarrow s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 9.3.1.1 (3)}$$

$$s = \frac{A_{\varnothing}}{a_{s,1}} = \frac{0,00020106}{5,7802 \cdot 10^{-5}} = 3,4784 \text{ m} > s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \rightarrow s = s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m}$$

Zbrojenie podłużne:

$$a_{s,1} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{0,00020106}{0,25} = 0,00080425 \text{ m}^2/\text{m} = 804 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 16 \text{ mm}/250 \text{ mm})$$

8.2.1.1.1. Sprawdzenie na krawędzi odsadzki - przekrój poprzeczny G i H

Zbrojenie rozciągane w kierunku x

$$m_d = \text{Max}(m_{dG} ; m_{dH}) = \text{Max}(7,6559 ; 1,4484) = 7,6559 \text{ kNm/m}$$

$$d = h - u_{Bx} = 0,5 - 0,038 = 0,462 \text{ m}$$

$$x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,49339 \cdot 0,462 = 0,22795 \text{ m}$$

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot m_d}{f_{cd,eff}}} = 0,462 - \sqrt{0,462^2 - \frac{2 \cdot 7,6559}{17857}} = 0,00092892 \text{ m} < x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,49339 \cdot 0,462 = 0,22795 \text{ m}$$

Powierzchnia zbrojenia rozciąganego:

Minimalne pole przekroju rozciąganego zbrojenia podłużnego: [PN-EN 1992-1-1 9.2.2.1. \(1\) \(9.1N\)](#)

$$a_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot d = 0,26 \cdot \frac{3,0923}{500} \cdot 0,462 = 0,00061621 \text{ m}^2/\text{m} > 0,0013 \cdot d = 0,0013 \cdot 0,462 = 0,0006006 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$a_{s,1} = \frac{x_c \cdot f_{cd,eff}}{f_{yd}} = \frac{0,00092892 \cdot 17857}{435000} = 3,8133 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{m} < a_{s,min} = 0,00061621 \text{ m}^2/\text{m} \rightarrow a_{s,1} = a_{s,min} = 0,00061621 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$s_{max,slabs} = 2 \cdot h = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ m} > 0,25 \text{ m} \rightarrow s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 9.3.1.1 (3)}$$

$$s = \frac{A_{\varnothing}}{a_{s,1}} = \frac{0,00020106}{0,00061621} = 0,32629 \text{ m} > s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \rightarrow s = s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m}$$

Zbrojenie podłużne:

$$a_{s,1} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{0,00020106}{0,25} = 804 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 16 \text{ mm}/250 \text{ mm})$$

8.2.2. Wymiarowanie zbrojenia na moment zginający M_x

8.2.2.1. Sprawdzenie na krawędzi podpieranego elementu - przekrój poprzeczny A i B

Zbrojenie rozciągane w kierunku y

$$m_d = \text{Max}(m_{dA} ; m_{dB}) = \text{Max}(5,592 ; 24,171) = 24,171 \text{ kNm/m}$$

$$d = h - u_{By} = 1 - 0,054 = 0,946 \text{ m}$$

$$x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,49339 \cdot 0,946 = 0,46675 \text{ m}$$

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot m_d}{f_{cd,eff}}} = 0,946 - \sqrt{0,946^2 - \frac{2 \cdot 24,171}{17857}} = 0,0014319 \text{ m} < x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,49339 \cdot 0,946 = 0,46675 \text{ m}$$

Powierzchnia zbrojenia rozciąganego:

Jednostka projektowa:

Minimalne pole przekroju rozciąganego zbrojenia podłużnego: PN-EN 1992-1-1 9.2.2.1. (1) (9.1N)

$$a_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot d = 0,26 \cdot \frac{3,0923}{500} \cdot 0,946 = 0,0012618 \text{ m}^2/\text{m} > 0,0013 \cdot d = 0,0013 \cdot 0,946 = 0,0012298 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$a_{s,1} = \frac{x_c \cdot f_{cd,eff}}{f_{yd}} = \frac{0,0014319 \cdot 17857}{435000} = 5,8781 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{m}$$

Minimalne rozciągane zbrojenie podłużne nie zostanie uwzględnione.

$$s_{max,slabs} = 2 \cdot h = 2 \cdot 1 = 2 \text{ m} > 0,25 \text{ m} \rightarrow s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 9.3.1.1 (3)}$$

$$s = \frac{A_{\varnothing}}{a_{s,1}} = \frac{0,00020106}{5,8781 \cdot 10^{-5}} = 3,4205 \text{ m} > s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \text{!!} \rightarrow s = s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m}$$

Zbrojenie podłużne:

$$a_{s,1} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{0,00020106}{0,25} = 804 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 16 \text{ mm}/250 \text{ mm})$$

8.2.2.1.1. Sprawdzenie na krawędzi odsadki - przekrój poprzeczny E i F

Zbrojenie rozciągane w kierunku y

$$m_d = \text{Max}(m_{dE}; m_{dF}) = \text{Max}(0,97418; 7,6559) = 7,6559 \text{ kNm/m}$$

$$d = h - u_{By} = 0,5 - 0,054 = 0,446 \text{ m}$$

$$x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,49339 \cdot 0,446 = 0,22005 \text{ m}$$

$$x_c = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot m_d}{f_{cd,eff}}} = 0,446 - \sqrt{0,446^2 - \frac{2 \cdot 7,6559}{17857}} = 0,00096231 \text{ m} < x_{c0} = \xi_0 \cdot d = 0,49339 \cdot 0,446 = 0,22005 \text{ m}$$

Powierzchnia zbrojenia rozciąganego:

Minimalne pole przekroju rozciąganego zbrojenia podłużnego: PN-EN 1992-1-1 9.2.2.1. (1) (9.1N)

$$a_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot d = 0,26 \cdot \frac{3,0923}{500} \cdot 0,446 = 0,00059487 \text{ m}^2/\text{m} > 0,0013 \cdot d = 0,0013 \cdot 0,446 = 0,0005798 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$a_{s,1} = \frac{x_c \cdot f_{cd,eff}}{f_{yd}} = \frac{0,00096231 \cdot 17857}{435000} = 3,9504 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{m} < a_{s,min} = 0,00059487 \text{ m}^2/\text{m} \rightarrow a_{s,1} = a_{s,min} =$$

$$= 0,00059487 \text{ m}^2/\text{m}$$

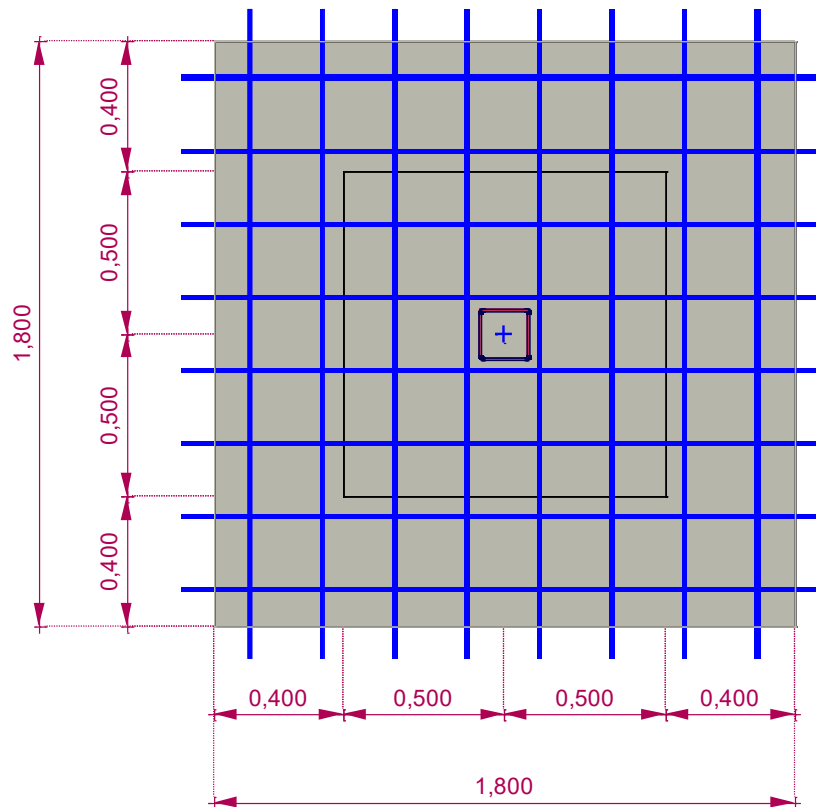
$$s_{max,slabs} = 2 \cdot h = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ m} > 0,25 \text{ m} \rightarrow s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \text{PN-EN 1992-1-1 9.3.1.1 (3)}$$

$$s = \frac{A_{\varnothing}}{a_{s,1}} = \frac{0,00020106}{0,00059487} = 0,338 \text{ m} > s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m} \quad \text{!!} \rightarrow s = s_{max,slabs} = 0,25 \text{ m}$$

Zbrojenie podłużne:

$$a_{s,1} = \frac{A_{\varnothing}}{s} = \frac{0,00020106}{0,25} = 804 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (\varnothing 16 \text{ mm}/250 \text{ mm})$$

Jednostka projektowa:



9. Wyznaczanie osiadania

Metoda sumowania odkształceń warstw podłoża

PN-EN 1997-1 Załącznik F

9.1. Współczynniki częściowe

| | | |
|-------------------------------------|--------------------|---|
| Oddziaływania stałe, niekorzystne | $\gamma_{G,unfav}$ | 1 |
| Oddziaływania stałe, korzystne | $\gamma_{G,fav}$ | 1 |
| Oddziaływania zmienne, niekorzystne | $\gamma_{Q,unfav}$ | 1 |
| Oddziaływania zmienne, korzystne | $\gamma_{Q,fav}$ | 0 |
| Ciężar objętościowy | $\gamma_{\gamma'}$ | 1 |

PN-EN 1997-12.4.8 (2) Wartość współczynnika częściowego dla stanu granicznego użyteczności powinna normalnie wynosić 1.0.

Efektywne naprężenie od nadkładu w podstawie fundamentu:

Jednostka projektowa:

$$q' = \gamma_y \cdot q'_k = 1 \cdot 14,715 = 14,715 \text{ kPa}$$

9.2. Obliczeniowe wartości obciążeń na wierzchu fundamentu - Siły wewn. podpór węzłowych

Przypadek obciążenia: [pokrycie+G] (SGU Quasi-stała)

$$F_x = -2,7268 \text{ kN} \quad F_y = 2,3087 \text{ kN} \quad F_z = -7,4168 \text{ kN} \quad M_x = -2,9034 \text{ kNm} \quad M_y = -4,1973 \text{ kNm}$$

$$V = -F_z = -(-7,4168) = 7,4168 \text{ kN}$$

9.3. Obliczeniowa wartość obciążeń w podstawie fundamentu

$$H_{dx} = F_x = (-2,7268) = -2,7268 \text{ kN} \quad H_{dy} = F_y = 2,3087 \text{ kN}$$

$$V_d = V + (G_{fk} + G_{bfk} + G_{bk}) \cdot \gamma_{G,unfav} = 7,4168 + (51,993 + 14,097 + 3,4963) \cdot 1 = 77,003 \text{ kN} (\downarrow)$$

Mimośród siły pionowej (V_d) względem środka podstawy fundamentu:

$$e_x = \frac{V \cdot e_{0x} + M_y + F_x \cdot (h_b + h_p + h_s) + (G_{fk} \cdot e_{fx} + G_{bfk} \cdot e_{bfx}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{7,4168 \cdot 0 + (-4,1973) + (-2,7268) \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) + (51,993 \cdot 0 + 14,097 \cdot 0) \cdot 1}{77,003} = -0,092 \text{ m} \quad e_y =$$

$$= \frac{V \cdot e_{0y} - M_x + F_y \cdot (h_b + h_p + h_s) + (G_{fk} \cdot e_{fy} + G_{bfk} \cdot e_{bfy}) \cdot \gamma_{G,unfav}}{V_d} =$$

$$= \frac{7,4168 \cdot 0 - (-2,9034) + 2,3087 \cdot (0,05 + 0,5 + 0,5) + (51,993 \cdot 0 + 14,097 \cdot 0) \cdot 1}{77,003} = 0,069 \text{ m}$$

Efektywna szerokość fundamentu:

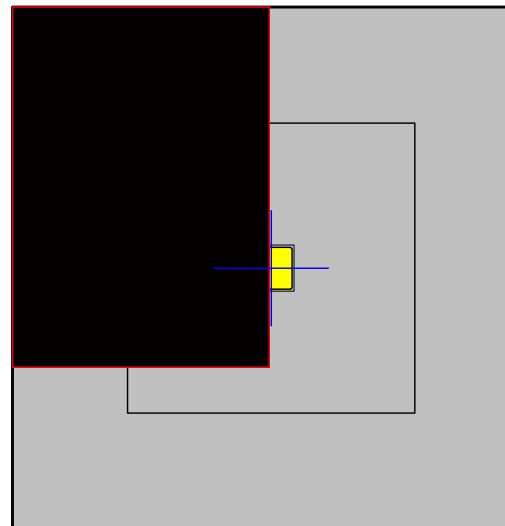
$$B' = \left(\frac{b_x}{2} - |e_x| \right) \cdot 2 = \left(\frac{1,8}{2} - |(-0,092)| \right) \cdot 2 = 1,616 \text{ m}$$

Efektywna długość fundamentu:

$$L' = \left(\frac{b_y}{2} - |e_y| \right) \cdot 2 = \left(\frac{1,8}{2} - |0,069| \right) \cdot 2 = 1,662 \text{ m}$$

Efektywne pole powierzchni fundamentu:

$$A' = B' \cdot L' = 1,616 \cdot 1,662 = 2,6858 \text{ m}^2$$



Napężenie normalne pod narożnikiem prostokątnej powierzchni obciążenia na głębokości z wynosi:

Jednostka projektowa:

$$\sigma_z = \frac{p}{2 \cdot \pi} \cdot \left(\arctan \left(\frac{b}{z} \cdot \frac{a \cdot (a^2 + b^2) - 2 \cdot a \cdot z \cdot (R - z)}{(a^2 + b^2) \cdot (R - z) - z \cdot (R - z)^2} \right) + \frac{b \cdot z}{b^2 + z^2} \cdot \frac{a \cdot (R^2 + z^2)}{(a^2 + z^2) \cdot R} \right) \quad \text{za Steinbrennerem}$$

gdzie:

p jest obciążeniem równomiernie rozłożonym na powierzchni nacisku

a i b są długością i szerokością prostokątnej powierzchni nacisku

$$R = \sqrt{a^2 + b^2 + z^2}$$

Naprężenie w punkcie charakterystycznym:

$$\sigma_{z,k} = \sigma_{z,I} + \sigma_{z,II} + \sigma_{z,III} + \sigma_{z,IV}$$

| | a | b |
|------------------|--|--|
| $\sigma_{z,I}$ | $(0,5 - 0,37) \cdot L' = (0,5 - 0,37) \cdot 1,662 = 0,21606 \text{ m}$ | $(0,5 - 0,37) \cdot B' = (0,5 - 0,37) \cdot 1,616 = 0,21008 \text{ m}$ |
| $\sigma_{z,II}$ | $(0,5 + 0,37) \cdot L' = (0,5 + 0,37) \cdot 1,662 = 1,4459 \text{ m}$ | $(0,5 - 0,37) \cdot B' = (0,5 - 0,37) \cdot 1,616 = 0,21008 \text{ m}$ |
| $\sigma_{z,III}$ | $(0,5 + 0,37) \cdot L' = (0,5 + 0,37) \cdot 1,662 = 1,4459 \text{ m}$ | $(0,5 + 0,37) \cdot B' = (0,5 + 0,37) \cdot 1,616 = 1,4059 \text{ m}$ |
| $\sigma_{z,IV}$ | $(0,5 + 0,37) \cdot B' = (0,5 + 0,37) \cdot 1,616 = 1,4059 \text{ m}$ | $(0,5 - 0,37) \cdot L' = (0,5 - 0,37) \cdot 1,662 = 0,21606 \text{ m}$ |

Odległość punktu charakterystycznego do osi środkowych powierzchni obciążonej wynosi $0,37 \cdot B'$ i $0,37 \cdot L'$

Efektywne naprężenie pionowe od obciążenia fundamentem w poziomie posadowienia:

$$q_{E,d} = \frac{V_d}{A'} = \frac{77,003}{2,6858} = 28,671 \text{ kPa}$$

$$p = q_{E,d} - q' = 28,671 - 14,715 = 13,956 \text{ kPa}$$

Efektywne naprężenie pionowe od obciążenia fundamentem na głębokości oddziaływania: $\sigma_{D_{lim}} = 5,4882 \text{ kPa}$

Efektywne naprężenie od nadkładu na głębokości oddziaływania: $q_{D_{lim}} = 27,441 \text{ kPa}$

Głębokość oddziaływania: $D_{lim} = -1,8648 \text{ m}$ Głębokość ta zwykle może być przyjęta jako głębokość, na której efektywne naprężenie pionowe od fundamentu stanowi 20% efektywnego naprężenia od nadkładu. PN-EN 1997-1 6.6.2 (6)

Osiadanie: $s = \Sigma s_i = 1,306 \text{ mm} < s_{lim} = 50,000 \text{ mm}$ **spełniony**

Referencyjna warstwa gruntu: GSL - (Luźny, suchy, pylasty, piasek bardzo drobny)

Moduł ścisłości referencyjnej warstwy gruntu: $E_{s,ref} = 6000 \text{ kPa}$

Naprężenia i osiadanie w warstwach podłoża

Jednostka projektowa:

| i i n | z_0 [m] | h_i [m] | $h_{i,eq}$ [m] | σ_z [kPa] | q' [kPa] | σ_z/q' [%] | s_i [mm] | Σs_i [mm] |
|-------|--------------|--------------|-------------------|---------------------|---------------|----------------------|---------------|----------------------|
| 0. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | 0 | 0 |
| 1. | − 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0 | 1,4715 | 0 | 0 | 0 |
| 2. | − 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0 | 2,943 | 0 | 0 | 0 |
| 3. | − 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0 | 4,4145 | 0 | 0 | 0 |
| 4. | − 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0 | 5,886 | 0 | 0 | 0 |
| 5. | − 0,45 | 0,05 | 0,05 | 0 | 6,6217 | 0 | 0 | 0 |
| 6. | − 0,5 | 0,05 | 0,05 | 0 | 7,3575 | 0 | 0 | 0 |
| 7. | − 0,6 | 0,1 | 0,1 | 0 | 8,829 | 0 | 0 | 0 |
| 8. | − 0,7 | 0,1 | 0,1 | 0 | 10,301 | 0 | 0 | 0 |
| 9. | − 0,8 | 0,1 | 0,1 | 0 | 11,772 | 0 | 0 | 0 |
| 10. | − 0,9 | 0,1 | 0,1 | 0 | 13,243 | 0 | 0 | 0 |
| 11. | − 0,95 | 0,05 | 0,05 | 0 | 13,979 | 0 | 0 | 0 |
| 12. | − 1 | 0,05 | 0,05 | 13,956 | 14,715 | 94,839 | 0 | 0 |
| 13. | − 1,1 | 0,1 | 0,1 | 13,496 | 16,187 | 83,377 | 0,229 | 0,229 |
| 14. | − 1,2 | 0,1 | 0,1 | 11,847 | 17,658 | 67,094 | 0,211 | 0,440 |
| 15. | − 1,3 | 0,1 | 0,1 | 10,072 | 19,13 | 52,654 | 0,183 | 0,623 |
| 16. | − 1,4 | 0,1 | 0,1 | 8,6828 | 20,601 | 42,147 | 0,156 | 0,779 |
| 17. | − 1,5 | 0,1 | 0,1 | 7,6549 | 22,073 | 34,681 | 0,136 | 0,915 |
| 18. | − 1,6 | 0,1 | 0,1 | 6,8786 | 23,544 | 29,216 | 0,121 | 1,036 |
| 19. | − 1,7 | 0,1 | 0,1 | 6,2673 | 25,016 | 25,054 | 0,110 | 1,146 |
| 20. | − 1,8 | 0,1 | 0,1 | 5,7653 | 26,487 | 21,767 | 0,100 | 1,246 |
| 21. | − 1,8648 | 0,064819 | 0,064819 | 5,4882 | 27,441 | 20 | 0,060 | 1,306 |
| 22. | − 1,9 | 0,035181 | 0,035181 | 5,3377 | 27,959 | 19,092 | 0,033 | 1,339 |
| 23. | − 2 | 0,1 | 0,1 | 4,9632 | 29,43 | 16,864 | 0,086 | 1,424 |
| 24. | − 2,1 | 0,1 | 0,1 | 4,6282 | 30,902 | 14,977 | 0,080 | 1,504 |
| 25. | − 2,2 | 0,1 | 0,1 | 4,3245 | 32,373 | 13,358 | 0,075 | 1,579 |
| 26. | − 2,3 | 0,1 | 0,1 | 4,0465 | 33,845 | 11,956 | 0,070 | 1,649 |

gdzie:

 z_0 : Głębokość h_i : Grubość warstwy gruntu

Jednostka projektowa:

$h_{i,eq}$: Równoważna grubość

$$h_{i,eq} = h_i \cdot \frac{E_{s,i}^{1/3}}{E_{s,ref}} \quad \text{Thenn de Barros}$$

gdzie:

$E_{s,i}$: Moduł ścisłości warstwy gruntu

$E_{s,ref}$: Moduł ścisłości referencyjnej warstwy gruntu

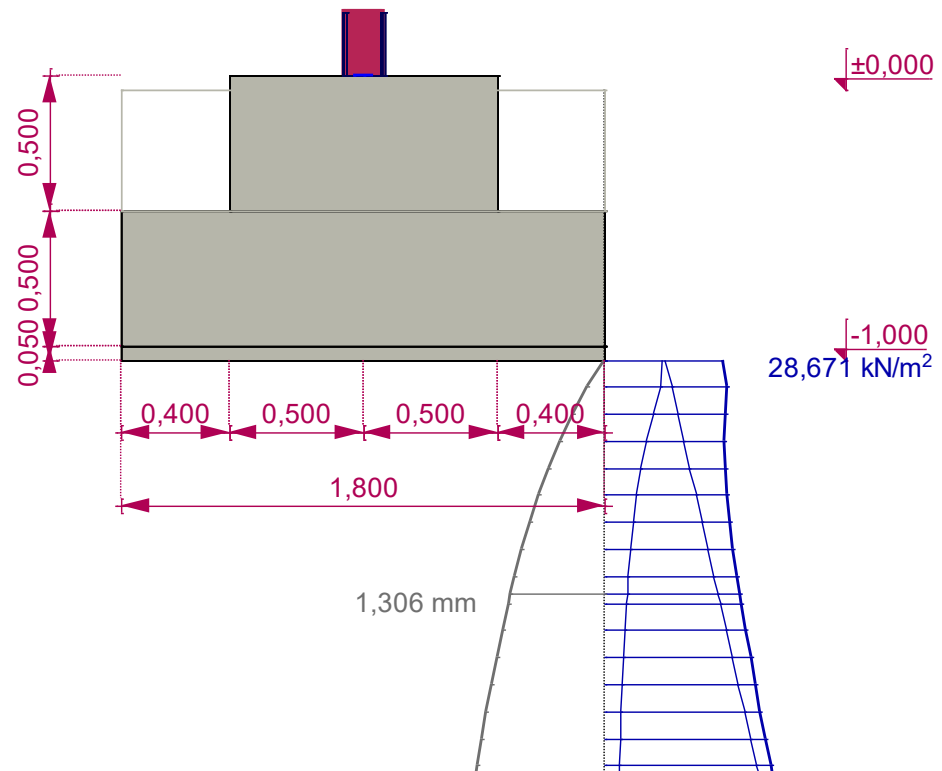
σ_z : Efektywne naprężenie pionowe od obciążenia fundamentem


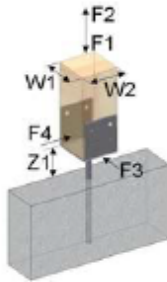
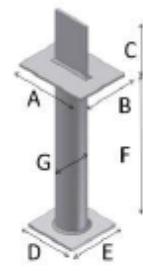
q' : Efektywne naprężenie od nadkładu

s_i : Osiadanie warstwy gruntu

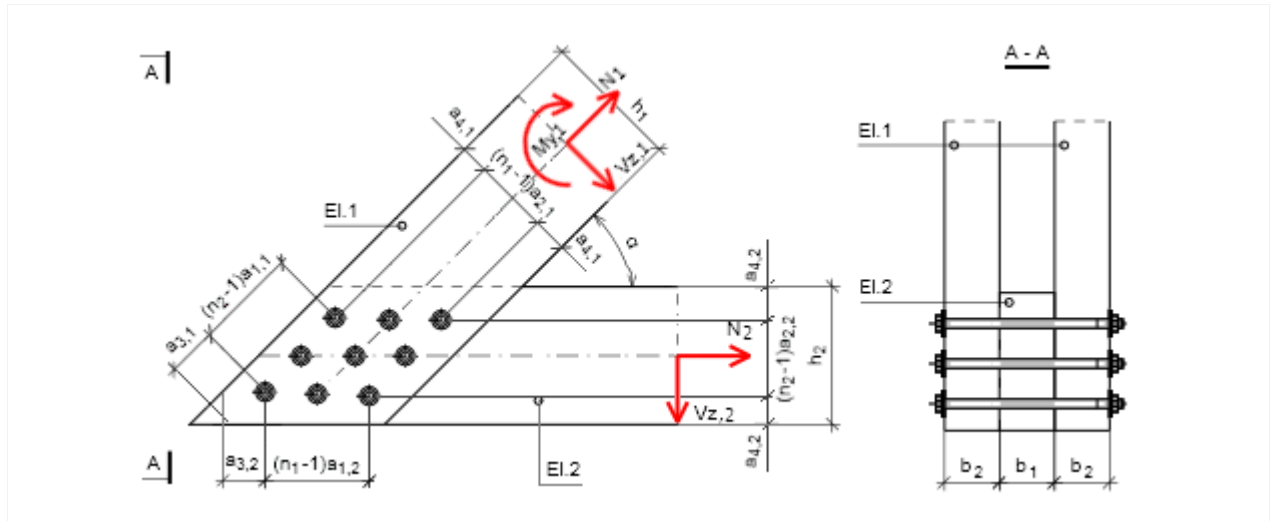
$$s_i = \frac{\sigma_{z,i,avg}}{E_{s,i}} \cdot h_i$$

Σs_i : Całkowite osiadanie na danej głębokości



| Europejski Conektor Selektor-Wytwarzanie Projektu | | | | | |  | |
|---|-----------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------|---|--|
| Imię użytkownika: | | | Data: | | |  | |
| Adres użytkownika: | | | Tel.: | | | | |
| Nazwa projektu: | | | Fax: | | | | |
| Adres projektu: | | | E-Mail: | | | | |
| Numer projektu: | | | | | | | |
| Wybrane informacje: | | | | | | | |
| Typ Złącza: | | Wspornik słupa | | ID: | | | |
| Oznaczenie słupa: C24 | | Podstawa oznaczenie: C12/16 | | | | | |
| W1 160 mm | | wysokość regulowana: | | wszystkie | | | |
| W2 160 mm | | szerokość regulowana: | | wszystkie | | | |
| Z1 10 mm | | | | | | | |
| Przekrój - wymiary (zastosowane obciążenie-współczynnik obciążenia): | | | | | | | |
| F1 25,47 kN | | F3 1,80 kN | | | | | |
| F2 3,17 kN | | F4 1,80 kN | | | | | |
| Szczegóły i detale złącznika: Specyfikacja wykończenia złącza: HDG55♦m | | | | | | | |
| Art. Nr PISMAXIG | | | | | | | |
| Słup na wsporniku słupa: | | | | Słup na fundamencie: | | | |
| Typ | otwór do kołkowania | Typ | wbetonowane | | | | |
| A | 120 | D | 90 | | | | |
| B | 120 | E | 90 | | | | |
| C | 120 | F | 308 | | | | |
| Z 1 | 10 | G | 70 | | | | |
| Złącze: | | Typ | Ilość | Ø | Długość | | |
| Na podstawie | | Dowel | 2 | 12,00 | x - | | |
| Na podstawie | | - | - | - | x - | | |
|  | | | | | | | |
| Odporność złącznika: (Zgodnie z technicznymi specyfikacjami ETA-07/0285) | | | | | | | |
| Dla gamma m (zgodnie z precyzjami w kraju w których sa użyte) i zgodnie Masa czasu trwania odporności projektu złącznika następuje: | | | | | | | |
| R1 | 104,69 kN | Czas obciążenia: | stały | | | | |
| R2 | 16,19 kN | k_{mod} | 0,50 | | | | |
| R3 | 4,73 kN | Wskaźnik materiałowy: | γ_m 1,30 | | | | |
| R4 | 10,58 kN | | | | | | |
| Sprawdzony projekt, wzór: | | | | | | | |
| F1 | Obciążenie projektowe | 25,47 | < | Wytrzymałość i odporność projektu | 104,69 | Zatem OK | |
| F2 | Obciążenie projektowe | 3,17 | < | Wytrzymałość i odporność projektu | 16,19 | Zatem OK | |
| F3 | Obciążenie projektowe | 1,80 | < | Wytrzymałość i odporność projektu | 4,73 | Zatem OK | |
| F4 | Obciążenie projektowe | 1,80 | < | Wytrzymałość i odporność projektu | 10,58 | Zatem OK | |
| Sprawdzenie zgodności obciążenia złożonego z normą powinno być dokonane przez osobę uprawnioną. | | | | | | | |
| Wymagany przegląd techniczny | | | | 3 | | | |
| Przegląd techniczny odpowiedni dla dotyczącego złącznika | | | | 3 | Zatem OK | | |
| Szczegóły instalacji: http://www.strongtie.co.uk/connector_selector/InstDetails/PIS-PISMAXI.pdf | | | | | | | |
| Uwagi: <ol style="list-style-type: none"> Wyżej wymienione obciążenia dotyczą tylko złącz Simpson Strong-Tie i nie mają zastosowania do złącz alternatywnych. Ten program wytwarzania nie sprawdza wzoru projektu z supporting czy supported members. Odpowiedzialność należy do inżynierów projektu struktury do sprawdzenia projektu z tych members a także do projektowania ogólnego stabilności struktury. Inżynier odpowiedzialny za projekt powinien także sprawdzić naprężenia pionowe do sił w drewnie zgodnie z Eurocode 5 Produkt musi być zainstalowany zgodnie ze specyfikacją montażu. Produkty Simpson Strong-Tie są ciągle ulepszane i rozwijane, dlatego też ważne nowości będą regularnie dodawane do programu. Pełna długość penetracji łączników (gwintów) musi zostać osiągnięta w elementach głównym i drugorzędym | | | | | | | |

| | | |
|---|------------------|----------|
| Typ połączenia: Połączenie zakładowe ukośne, drewno - drewno | Biuro: | Autor: |
| | Data: 2023-05-10 | Projekt: |
| | Dla: | |
| Nazwa połączenia: | | |

Schemat połączenia (oznaczenia parametrów):**Dane:**

Siły wewnętrzne (wartość obliczeniowa):

| | | | | |
|--|---|-------|---------|-------------|
| siła rozciągająca w elemencie El.1 | $N_1 =$ | 15,38 | [kN] | |
| siła ścinająca w elemencie El.1 | $V_{z,1} =$ | 5,00 | [kN] | |
| moment zginający w elemencie El.1 | $M_{y,1} =$ | 9,00 | [kN·m] | |
| siła rozciągająca w elemencie El.2 | $N_2 =$ | 14,10 | [kN] | |
| siła ścinająca w elemencie El.2 | $V_{z,2} =$ | 0,00 | [kN] | |
| Warunki użytkowania konstrukcji: | | | | |
| klasa trwania obciążenia | średniotrwale | | | [p.2.3.1.2] |
| klasa użytkowania konstrukcji | 2 | | | [p.2.3.1.3] |
| Współczynniki modyfikacyjne: | | | | |
| wsp. uwzgl. warunki pracy złącza | $k_{mod} =$ | 0,80 | [-] | [tab.3.1] |
| wsp. uwzgl. wpływ długości na wytrzymałość – El.i, (i=1,2) | $k_{l,i} = \min \left[\left(\frac{3000}{l_{d,i}} \right)^{\frac{s_i}{2}} ; 1,1 \right]$ | | dla LVL | [w.3.4] |

Jednostka projektowa:

| | | | | |
|--|--|--------|----------------------------------|---------|
| | $k_{l,1} =$ | 1,00 | [-] | |
| | $k_{l,2} =$ | 1,00 | [-] | |
| wsp. uwzgl. wpływ szerokości na wytrzymałość – El.i, (i=1,2) | $k_{h,i} = \min \left[\left(\frac{150}{b_i} \right)^{0,2} ; 1,3 \right]$ | | dla drewna li-tego | [w.3.1] |
| | $k_{h,i} = \min \left[\left(\frac{600}{b_i} \right)^{0,1} ; 1,1 \right]$ | | dla drewna kle-jonego war-stwowo | [w.3.2] |
| | $k_{h,1} =$ | 1,10 | [-] | |
| | $k_{h,2} =$ | 1,10 | [-] | |
| Elementy: | | | | |
| element El.1 (drewno) | Drewno klejone GL32h PN-EN1194 | | | |
| klasa drewna | GL32h | | | |
| grubość | $b_1 =$ | 80,0 | [mm] | |
| wysokość | $h_1 =$ | 200,0 | [mm] | |
| długość | $l_{d,1} =$ | 1600,0 | [mm] | |
| Ilość gałęzi | $l_1 =$ | 1 | [-] | |
| gęstość drewna | $\rho_{k,1} =$ | 430,00 | [kg/m3] | |
| wytrzymałość charakt. drewna na rozciąganie wzdłuż włókien | $f_{t0,k,1} =$ | 22,50 | [MPa] | |
| wytrzymałość charakt. drewna na ściskanie w poprzek włókien | $f_{c,90,k,1} =$ | 3,30 | [MPa] | |
| wytrzymałość charakt. drewna na ścinanie | $f_{v,k,1} =$ | 3,80 | [MPa] | |
| wykładnik wpływu wymiarów na wytrzymałość | $s_1 =$ | 0,00 | [-] | |
| element El.2 (drewno) | Drewno klejone GL32h PN-EN1194 | | | |
| rodzaj drewna | GL32h | | | |
| grubość | $b_2 =$ | 80,0 | [mm] | |
| wysokość | $h_2 =$ | 200,0 | [mm] | |
| długość | $l_{d,2} =$ | 3160,0 | [mm] | |

Jednostka projektowa:

| | | | | |
|---|------------------------|--------|----------------------|-----------|
| Ilość gałęzi | $l_2 =$ | 2 | [-] | |
| gęstość drewna | $\rho_{k,2} =$ | 430,00 | [kg/m ³] | |
| wytrzymałość charakt. drewna na rozciąganie wzdłuż włókien | $f_{t0,k,2} =$ | 22,50 | [MPa] | |
| wytrzymałość charakt. drewna na ściskanie w poprzek włókien | $f_{c,90,k,2} =$ | 3,30 | [MPa] | |
| wytrzymałość charakt. drewna na ścinanie | $f_{v,k,2} =$ | 3,80 | [MPa] | |
| wykładnik wpływu wymiarów na wytrzymałość | $s_2 =$ | 0,00 | [-] | |
| Łączniki: | | | | |
| śruby | M10 , klasa 8.8 | | | |
| średnica śruby | $d =$ | 10,0 | [mm] | |
| minimalna długość śruby | $l_{min} =$ | 260,0 | [mm] | |
| długość śruby | $l =$ | 260,0 | [mm] | |
| pole przekroju czynnego śruby | $A_{b,t} =$ | 58,00 | [m ²] | |
| pole powierzchni podkładki | $A_w =$ | 813,00 | [m ²] | |
| wytrzymałość charakt. śruby na rozciąganie | $f_{u,k} =$ | 800,00 | [MPa] | |
| sposób pracy łączników (ilość płaszczyzn ścinania) | $n_{sp} =$ | 2 | [-] | |
| Częściowe współczynniki bezpieczeństwa: | | | | |
| wsp. materiałowy dla El.1 | $\gamma_{M,d,1} =$ | 1,25 | [-] | [tab.2.3] |
| wsp. materiałowy dla El.2 | $\gamma_{M,d,2} =$ | 1,25 | [-] | [tab.2.3] |
| wsp. materiałowy dla złącza | $\gamma_{M,conn} =$ | 1,30 | [-] | [tab.2.3] |
| wsp. materiałowy dla śrub | $\gamma_{M,s} =$ | 1,10 | [-] | [tab.2.3] |
| Parametry połączenia: | | | | |
| kąt pomiędzy elementami | $\alpha =$ | 30,00 | [-] | |
| grubość elementu od strony główki śruby | $t_1 =$ | 80,0 | [mm] | |

Jednostka projektowa:

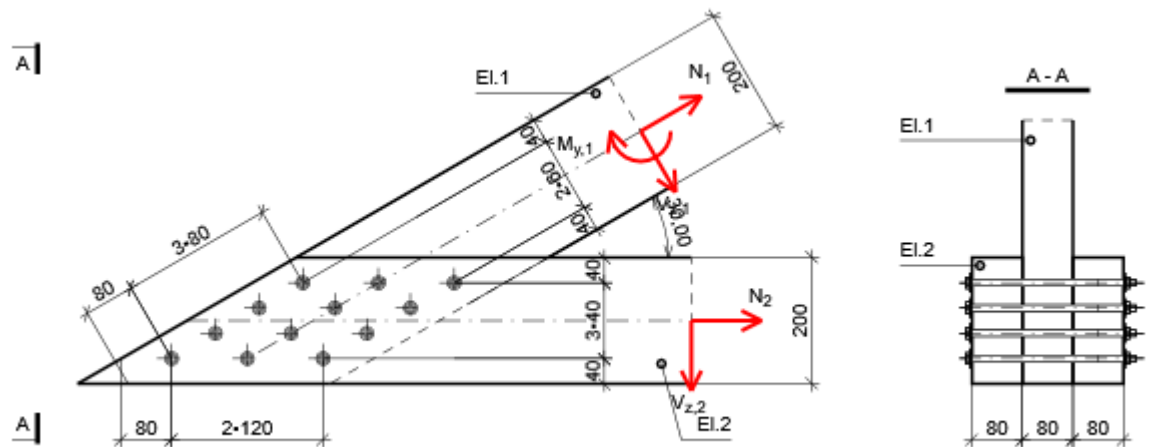
| | | | | |
|-----------------------------|---------|------|------|--|
| grubość elementu środkowego | $t_2 =$ | 80,0 | [mm] | |
|-----------------------------|---------|------|------|--|

Określenie minimalnych i maksymalnych odległości i rozstawów śrub:

| | | | | |
|---|------------------|-------|------|-----------|
| Minimalne i maksymalne rozstawy śrub w elemencie EL.1: | | | | [tab.8.4] |
| min. rozstaw łączników wzdłuż włókien | $\min a_{1,1} =$ | 70,0 | [mm] | |
| min. rozstaw łączników w poprzek włókien | $\min a_{2,1} =$ | 40,0 | [mm] | |
| min. odległość skrajnych łączników od końca elementu | $\min a_{3,1} =$ | 80,0 | [mm] | |
| min. odległość skrajnych łączników od krawędzi obciążonej | $\min a_{4,1} =$ | 40,0 | [mm] | |
| max. rozstaw łączników wzdłuż włókien | $\max a_{1,1} =$ | 80,0 | [mm] | |
| max. rozstaw łączników w poprzek włókien | $\max a_{2,1} =$ | 60,0 | [mm] | |
| | | | | |
| Minimalne rozstawy śrub w elemencie EL.2: | | | | [tab.8.4] |
| min. rozstaw łączników wzdłuż włókien | $\min a_{1,2} =$ | 70,0 | [mm] | |
| min. rozstaw łączników w poprzek włókien | $\min a_{2,2} =$ | 40,0 | [mm] | |
| min. odległość skrajnych łączników od końca elementu | $\min a_{3,2} =$ | 80,0 | [mm] | |
| min. odległość skrajnych łączników od krawędzi obciążonej | $\min a_{4,2} =$ | 40,0 | [mm] | |
| max. rozstaw łączników wzdłuż włókien | $\max a_{1,2} =$ | 120,0 | [mm] | |
| max. rozstaw łączników w poprzek włókien | $\max a_{2,2} =$ | 40,0 | [mm] | |
| | | | | |
| Maksymalna ilość śrub M10 w złączu to 16 śrub, w 4 rzędach/rzędzie i 4 szeregach/szeregu. | | | | |

Układ śrub przyjęty do obliczeń:

Jednostka projektowa:



Ilość śrub w złączu:

| | | | | | | |
|--|--------------|---|--------------|----|-------------------|----|
| Ilość szeregów łączników (wzdłuż włókien) | $\min n_1 =$ | 1 | $\leq n_1 =$ | 3 | $\leq \max n_1 =$ | 4 |
| Ilość rzędów łączników (w poprzek włókien) | $\min n_2 =$ | 1 | $\leq n_2 =$ | 4 | $\leq \max n_2 =$ | 4 |
| całkowita ilość łączników w złączu | $\min n =$ | 2 | $\leq n =$ | 12 | $\leq \max n =$ | 16 |

Odległości i rozstawy śrub [mm]:

| | | | | | | |
|---|------------------|------|------------------|-------|-----------------------|-------|
| rozstaw łączników wzdłuż włókien elementu El.1 | $\min a_{1,1} =$ | 70,0 | $\leq a_{1,1} =$ | 80,0 | $\leq \max a_{1,1} =$ | 80,0 |
| rozstaw łączników w poprzek włókien elementu El.1 | $\min a_{2,1} =$ | 40,0 | $\leq a_{2,1} =$ | 60,0 | $\leq \max a_{2,1} =$ | 60,0 |
| odległość skrajnych łączników od końca elementu El.1 | $\min a_{3,1} =$ | 80,0 | $\leq a_{3,1} =$ | 80,0 | | |
| odległość skrajnych łączników od krawędzi elementu El.1 | $\min a_{4,1} =$ | 40,0 | $\leq a_{4,1} =$ | 40,0 | | |
| rozstaw łączników wzdłuż włókien elementu El.2 | $\min a_{1,2} =$ | 70,0 | $\leq a_{1,2} =$ | 120,0 | $\leq \max a_{1,2} =$ | 120,0 |
| rozstaw łączników w poprzek włókien elementu El.2 | $\min a_{2,2} =$ | 40,0 | $\leq a_{2,2} =$ | 40,0 | $\leq \max a_{2,2} =$ | 40,0 |
| odległość skrajnych łączników od końca elementu El.2 | $\min a_{3,2} =$ | 80,0 | $\leq a_{3,2} =$ | 80,0 | | |

Jednostka projektowa:

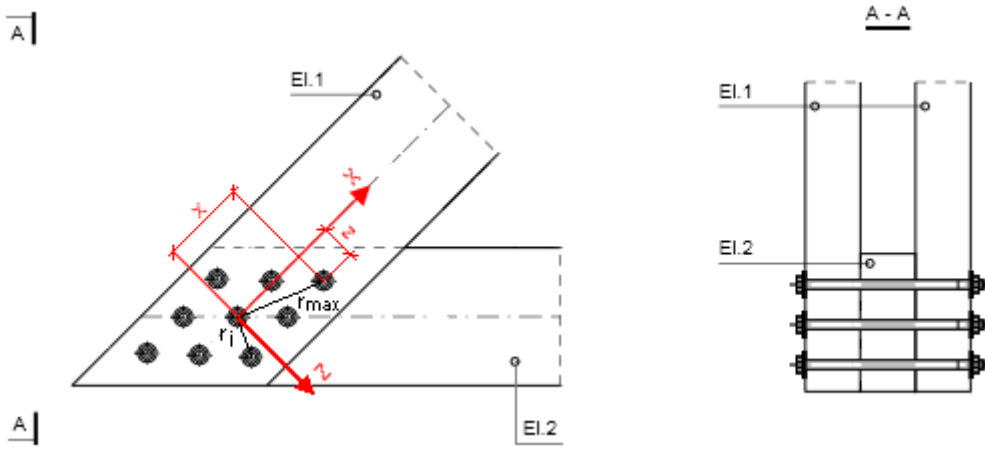
| | | | | | | |
|---|------------------|------|------------------|------|--|--|
| odległość skrajnych łączników od krawędzi elementu El.2 | $\min a_{4,2} =$ | 40,0 | $\leq a_{4,2} =$ | 40,0 | | |
|---|------------------|------|------------------|------|--|--|

Weryfikacja nośności złącza:Weryfikacja nośności łączników:

Obliczenie dodatkowego momentu wynikającego z przesunięcia środka ciężkości układu łączników:

| | | | | |
|---|---|------|--------|--|
| przesunięcie środka układu łączników wzdłuż osi X | $e_x =$ | 0,0 | [mm] | |
| przesunięcie środka układu łączników wzdłuż osi Z | $e_z =$ | 0,0 | [mm] | |
| dodatkowy moment $M_{y,ad}$ | $M_{y,ad} = -N_1 \cdot e_z - V_{z,1} \cdot e_x =$ | 0,00 | [kN·m] | |

Obliczenie maksymalnej siły wypadkowej w łączniku (w odniesieniu do jednej płaszczyzny ścinania):

| | | | | |
|---|--|-------|------|--|
|  | | | | |
| siła w łączniku od siły N | $F_{h,d} = \frac{N}{n_{sp} \cdot n} =$ | 0,64 | [kN] | |
| siła w łączniku od siły V_z | $F_{v,d} = \frac{V_z}{n_{sp} \cdot n} =$ | 0,21 | [kN] | |
| siła w łączniku od siły M_y | $F_{m,d,max} = \frac{(M_y + M_{y,ad}) \cdot r_{max}}{n_{sp} \cdot \sum_{i=1}^n r_i^2} =$ | 4,94 | [kN] | |
| odległość skrajnego łącznika od środka układu łączników | $r_{max} = \sqrt{x^2 + z^2} =$ | 231,8 | [mm] | |
| odległość i-tego łącznika od środka układu łączników | $r_i = \sqrt{x_i^2 + z_i^2}$ | | [mm] | |

Jednostka projektowa:

| | | | | |
|--|--|------------------|-------------------|--|
| suma kwadratów odległości łączników od środka układu łączników | $\sum_{i=1}^n r_i^2 =$ | 211200,00 | [m ²] | |
| siła wypadkowa w łączniku | $F_d = \sqrt{\left(F_{v,d} + F_{m,d,max} \cdot \frac{x}{r_{max}}\right)^2 + \left(F_{h,d} + F_{m,d,max} \cdot \frac{z}{r_{max}}\right)^2}$ | | | |
| | $F_d =$ | 5,02 | [kN] | |
| kąt pomiędzy wektorem siły wypadkowej w łączniku a kierunkiem włókien El.1 | $\alpha_{Fd} = \arctg\left(\frac{F_{v,d} + F_{m,d,max} \cdot \frac{x}{r_{max}}}{F_{h,d} + F_{m,d,max} \cdot \frac{z}{r_{max}}}\right)$ | | | |
| | $\alpha_{Fd} =$ | 82,70 | [°] | |
| kąt pomiędzy wektorem siły wypadkowej w łączniku a kierunkiem włókien elementu o grubości t ₁ | $\alpha_1 =$ | 67,30 | [°] | |
| kąt pomiędzy wektorem siły wypadkowej w łączniku a kierunkiem włókien elementu o grubości t ₂ | $\alpha_2 =$ | 82,70 | [°] | |

Obliczenie nośności poprzecznej pojedynczego łącznika:

| | | | |
|---|--|------------------------|----------|
| Obliczenie wytrzymałości charakterystycznej na docisk śruby do elementów: | | | [p.8.5] |
| wytrzymałość charakt. na docisk wzdłuż włókien w elemencie o gr. t _i (i=1,2) | $f_{h,0,i,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_{k,i}$ | | [w.8.32] |
| wytrzymałość charakt. na docisk w elemencie o gr. t _i (i=1,2) | $f_{h,i,k} = \frac{f_{h,0,i,k}}{k_{i,90} \cdot \sin^2 \alpha_i + \cos^2 \alpha_i}$ | | [w.8.31] |
| współczynnik docisku dla elementu o gr. t _i (i=1,2) | $k_{i,90} = 1,35 + 0,015 \cdot d$ | dla drewna iglastego | [w.8.33] |
| | $k_{i,90} = 1,30 + 0,015 \cdot d$ | dla LVL | [w.8.33] |
| | $k_{i,90} = 0,90 + 0,015 \cdot d$ | dla drewna liściastego | [w.8.33] |
| współczynnik docisku dla elementu o gr. t ₁ | $k_{1,90} =$ | 1,45 | [-] |

Jednostka projektowa:

| | | | | |
|---|---|--------------|--------|--------------|
| współczynnik docisku dla elementu o gr. t ₂ | $k_{2,90} =$ | 1,45 | [-] | |
| wytrzymałość charakt. na docisk w elemencie o gr. t ₁ wzdłuż włókien | $f_{h,0,1,k} =$ | 31,73 | [MPa] | |
| wytrzymałość charakt. na docisk w elemencie o gr. t ₁ | $f_{h,1,k} =$ | 22,95 | [MPa] | |
| wytrzymałość charakt. na docisk w elemencie o gr. t ₂ wzdłuż włókien | $f_{h,0,2,k} =$ | 31,73 | [MPa] | |
| wytrzymałość charakt. na docisk w elemencie o gr. t ₂ | $f_{h,2,k} =$ | 22,00 | [MPa] | |
| stosunek nośności charakt. dla El.2 i El.1 | $\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} =$ | 0,96 | [-] | [w.8.8] |
| moment uplastycznienia śrub | $M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$ | | | [w.8.30] |
| | $M_{y,Rk} =$ | 0,10 | [kN·m] | |
| Obliczenie charakterystycznej nośności łącznika na wyciąganie: | | | | |
| nośność śruby na rozciąganie | $F_{1,ax,Rk} = f_{u,k} \cdot A_{b,t}$ | | | |
| | $F_{1,ax,Rk} =$ | 46,40 | [kN] | |
| | $f_{c,90,k} = \min(f_{c,90,k,1}; f_{c,90,k,2}) =$ | 3,30 | [MPa] | |
| nośność podkładki | $F_{2,ax,Rk} = 3 \cdot f_{c,90,k} \cdot A_w$ | | | [p.8.5.2(2)] |
| | $F_{2,ax,Rk} =$ | 8,05 | [kN] | |
| nośność charakt. łącznika na wyciąganie | $F_{ax,Rk} = \min(F_{1,ax,Rk}; F_{2,ax,Rk})$ | | | [p.8.5.2(1)] |
| | $F_{ax,Rk} =$ | 8,05 | [kN] | |
| Uwzględnienie wpływu efektu liny na nośność poprzeczną śrub: | | | | |
| | | | | [p.8.2.2(2)] |

Jednostka projektowa:

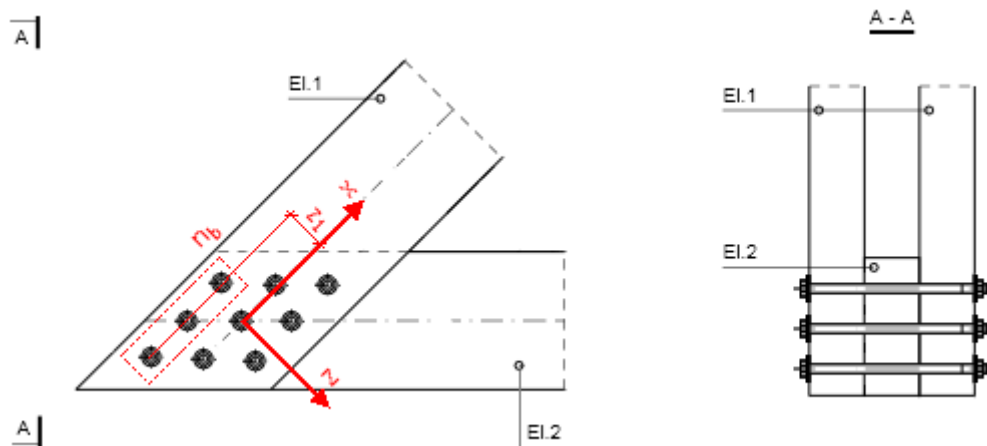
| | | | | |
|--|--|--------------|------|--------------|
| $\text{jeśli } \frac{\frac{F_{ax,Rk}}{4}}{F_{v,Rk,i} - \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \cdot 100 > 25\% \quad \text{to } F_{v,Rk,i} = 1,25 \cdot \left(F_{v,Rk,i} - \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right); i = (j, k)$ | | | | |
| Obliczenie charakterystycznej nośności poprzecznej śrub: | | | | [p.8.2.2] |
| nośność dla schematu zniszczenia g | $F_{v,Rk,g} = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d =$ | 18,36 | [kN] | [w.8.7.g] |
| nośność dla schematu zniszczenia h | $F_{v,Rk,h} = 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d =$ | 8,80 | [kN] | [w.8.7.h] |
| nośność dla schematu zniszczenia j | | | | |
| $F_{v,Rk,j} = 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$ | | | | [w.8.7.j] |
| $F_{v,Rk,j} =$ | | 9,46 | [kN] | |
| nośność dla schematu zniszczenia k | $F_{v,Rk,k} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$ | | | [w.8.7.k] |
| $F_{v,Rk,k} =$ | | 9,42 | [kN] | |
| | | | | |
| nośność charakt. łącznika (dla jednej płaszczyzny ścinania) | $F_{v,Rk} = \min F_{v,Rk,i} =$ | 8,80 | [kN] | [p.8.2.2(1)] |
| nośność obliczeniowa łącznika (dla jednej płaszczyzny ścinania) | $F_{v,Rd} = \frac{k_{mod} \cdot F_{v,Rk}}{\gamma_{M,conn}} =$ | 5,41 | [kN] | [w.2.17] |

Warunek nośności łączników (dla max siły F_d w łączniku, pod kątem α_{Fd} do włókien):

| | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|------|----------------|-------------|------|---------------|
| $F_d =$ | 5,02 | [kN] | $< F_{v,Rd} =$ | 5,41 | [kN] | ZWERYFIKOWANO |
| współczynnik wyężenia | $w_1 = \frac{F_d}{F_{v,Rd}} =$ | | 0,93 | [-] | | |

Obliczenie max wartości składowej siły wypadkowej (równoległej do włókien El.1) w łączniku, dla jednej płaszczyzny ścinania:

Jednostka projektowa:



| | | | | |
|--|---|--------------|------|--|
| odległość skrajnego szeregu od środka układu łączników | $z_1 =$ | 60,00 | [mm] | |
| max wartość składowej siły wypadkowej w łączniku | $F_{d,H,max} = \frac{(M_y + M_{y,ad}) \cdot z_1}{n_{sp} \cdot \sum_{i=1}^n r_i^2} + \frac{N}{n_{sp} \cdot n} =$ | 1,92 | [kN] | |

Obliczenie nośności poprzecznej śrub (wzdłuż włókien elementu El.1) dla jednej płaszczyzny ścinania:

| | | | | |
|---|---|--------------|-------|--|
| nośność charakterystyczna łącznika wzdłuż włókien | $F_{v,Rk,H} =$ | 10,97 | [kN] | |
| Ilość łączników w skrajnym szeregu | $n_b =$ | 4 | [-] | |
| efektywna ilość łączników w skrajnym szeregu | $n_{ef} = \min \left(n_b ; n_b^{0.9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_{1,1}}{13 \cdot d}} \right) =$ | 3,08 | [-] | |
| nośność obliczeniowa łącznika wzdłuż włókien | $F_{v,Rd,H} = \frac{n_{ef}}{n_b} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_{M,conn}} \cdot F_{v,Rk,H} =$ | 5,20 | [kN] | |

Warunek nośności łączników (dla max siły równoległej do włókien $F_{d,H,max}$):

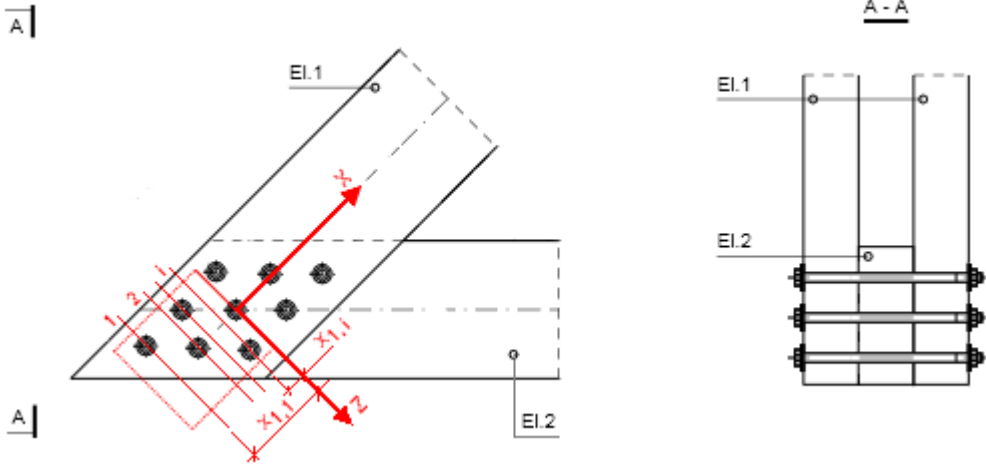
| | | | | | | |
|-----------------------|-------------|--|------------------|-------------|-------|----------------------|
| $F_{d,H,max} =$ | 1,92 | [kN] | $< F_{v,Rd,H} =$ | 5,20 | [kN] | <i>ZWERYFIKOWANO</i> |
| współczynnik wyężenia | | $w_2 = \frac{F_{d,H,max}}{F_{v,Rd,H}} =$ | | 0,37 | [-] | |

Weryfikacja nośności elementu El.1:

Sprawdzenie naprężeń przy rozciąganiu wzdłuż włókien:

| | | | | |
|--|--|-----------------|-------------------|---|
| pole przekroju poprzecznego elementu osłabionego otworami na śruby | $A_{n,1} =$ | 15120,00 | [m ²] | |
| naprężenie przy rozciąganiu wzdłuż włókien | $\sigma_{t,0,d,1} = \frac{N}{A_{n,1}} =$ | 1,02 | [MPa] | |
| wytrzymałość obliczeniowa drewna na rozciąganie wzdłuż włókien | $f_{t,0,d,1} = \frac{k_{mod,1} \cdot k_{l,1} \cdot f_{t,0,k,1}}{\gamma_{M,d,1}} =$ | 14,40 | [MPa] | |
| $\sigma_{t,0,d,1} =$ | 1,02 | [MPa] | $< f_{t,0,d,1} =$ | 14,40 [MPa] ZWERYFIKOWANO |
| współczynnik wyężenia | $w_3 = \frac{\sigma_{t,0,d,1}}{f_{t,0,d,1}} =$ | 0,07 | [-] | |

Sprawdzenie naprężeń ścinających:

| | | | | |
|--|---|---------------|------|--|
|  | | | | |
| Obliczenie max. siły ścinającej w rzędzie łączników: | | | | |
| siła ścinająca w skrajnym rzędzie łączników (najbardziej oddalonym od środka układu łączników) | $F_{1,v,d,1} = n_{1,r,1} \cdot \left(\frac{n_{sp} \cdot F_{m,d,max}}{r_{max}} \cdot x_{1,1} - \frac{1}{n} \cdot V_{z,1} \right)$ | | | |
| Ilość łączników w skrajnym rzędzie | $n_{1,r,1} =$ | 1 | [-] | |
| odległość skrajnego rzędu łączników od środka układu łączników | $x_{1,1} =$ | -223,9 | [mm] | |
| | $F_{1,v,d,1} =$ | 9,13 | [kN] | |

Jednostka projektowa:

| | | | | |
|---|---|---|-----------------|--|
| siła ścinająca i-tym rzędzie łączników ; ($i=2÷k$) | $F_{1,v,vd,i} = F_{1,v,vd,(i-1)} + n_{1,r,i} \cdot \left(\frac{n_{sp} \cdot F_{m,d,max}}{r_{max}} \cdot x_{1,i} - \frac{1}{n} \cdot V_{z,1} \right)$ | | | |
| | $n_{1,r,i}$ | - Ilość łączników w i-tym rzędzie; ($i=2÷k_1$) | | |
| | $x_{1,i}$ | - odległość i-tego rzędu łączników od środka układu łączników ; ($i=2÷k_1$) | | |
| ilość rzędów w strefie ścinania | $k_1 =$ | 6 | [-] | |
| max. siła ścinająca w rzędzie łączników | $F_{1,v,vd,max} = \max(F_{1,v,vd,i}) =$ | 23,40 | [kN] | |
| Obliczenie max. naprężeń ścinających w przekroju: | | | | |
| naprężenia ścinające w miejscu max. obciążonego rzędu łączników | $\tau_{c,d,1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F_{1,v,vd,max}}{l_1 \cdot b_1 \cdot [h_1 - n_{1,r,max} \cdot (d + 1)]}$ | | | |
| ilość łączników w rzędzie, w którym wystąpiła $F_{1,v,vd,max}$ | $n_{1,r,max} =$ | 1 | [-] | |
| | $\tau_{c,d,1} =$ | 2,32 | [MPa] | |
| naprężenia ścinające w przekroju El.1 | $\tau_{b,d,1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{z,1}}{l_1 \cdot b_1 \cdot h_1} =$ | | | 0,47 [MPa] |
| max. naprężenia ścinające w przekroju El.1 | $\tau_{d,1} = \max(\tau_{c,d,1}; \tau_{b,d,1}) =$ | 2,32 | [MPa] | |
| obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie dla materiału El.1 | $f_{v,d,1} = \frac{k_{mod,1} \cdot f_{v,k,1}}{\gamma_{M,d,1}} =$ | | | 2,43 [MPa] |
| $\tau_{d,1} =$ | 2,32 | [MPa] | $< f_{v,d,1} =$ | 2,43 [MPa] ZWERYFIKOWANO |
| współczynnik wyężenia | $w_4 = \frac{\tau_{d,1}}{f_{v,d,1}} =$ | 0,95 | [-] | |

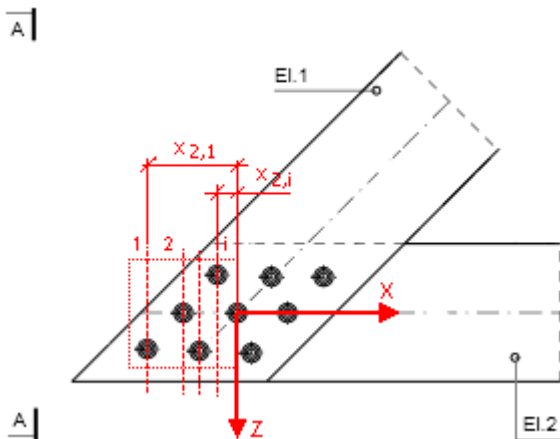
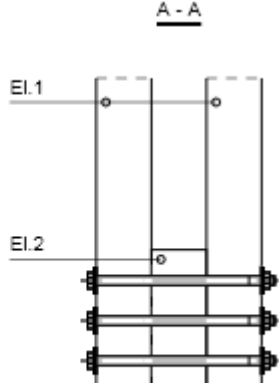
Weryfikacja nośności elementu El.2:

| | | | | |
|--|--|-----------------|-------------------|--|
| Sprawdzenie naprężeń przy rozciąganiu wzdłuż włókien: | | | | |
| pole przekroju poprzecznego elementu osłabionego otworami na śruby | $A_{n,2} =$ | 28480,00 | [m ²] | |
| naprężenie przy rozciąganiu wzdłuż włókien | $\sigma_{t,0,d,2} = \frac{N}{A_{n,2}} =$ | 0,54 | [MPa] | |

Jednostka projektowa:

| | | | | | |
|--|--|-------|-------------------|--------------|----------------------------|
| wytrzymałość obliczeniowa drewna na rozciąganie wzdłuż włókien | $f_{t,0,d,2} = \frac{k_{mod,2} \cdot k_{h,2} \cdot k_{l,2} \cdot f_{t,0,k,2}}{\gamma_{M,d,2}} =$ | | 14,40 | [MPa] | |
| $\sigma_{t,0,d,2} =$ | 0,54 | [MPa] | $< f_{t,0,d,2} =$ | 14,40 | [MPa] <i>ZWERYFIKOWANO</i> |
| współczynnik wyężenia | $w_5 = \frac{\sigma_{t,0,d,2}}{f_{t,0,d,2}} =$ | | 0,04 | [-] | |

Sprawdzenie naprężeń ścinających:

| | | | |
|--|---|---|------|
|  | |  | |
| Obliczenie max. siły ścinającej w rzędzie łączników: | | | |
| siła ścinająca w skrajnym rzędzie łączników (najbardziej oddalonym od środka układu łączników) | $F_{2,v,d,1} = n_{2,r,1} \cdot \left(\frac{n_{sp} \cdot F_{m,d,max}}{r_{max}} \cdot x_{2,1} - \frac{1}{n} \cdot V_{z,2} \right)$ | | |
| Ilość łączników w skrajnym rzędzie | $n_{2,r,1} =$ | 1 | [-] |
| odległość skrajnego rzędu łączników od środka układu łączników | $x_{2,1} =$ | -223,9 | [mm] |
| | $F_{2,v,d,1} =$ | 9,13 | [kN] |
| siła ścinająca i-tym rzędzie łączników ; (i=2÷k) | $F_{2,v,d,i} = F_{2,v,d,(i-1)} + n_{2,r,i} \cdot \left(\frac{n_{sp} \cdot F_{m,d,max}}{r_{max}} \cdot x_{2,i} - \frac{1}{n} \cdot V_{z,2} \right)$ | | |
| | $n_{2,r,i}$ | - Ilość łączników w i-tym rzędzie; (i=2÷k ₂) | |
| | $x_{2,i}$ | - odległość i-tego rzędu łączników od środka układu łączników ; (i=2÷k ₂) | |

Jednostka projektowa:

| | | | | |
|---|---|--------------|-----------------|--|
| ilość rzędów w strefie ścinania | $k_2 =$ | 6 | [-] | |
| max. siła ścinająca w rzędzie łączników | $F_{2,v,Vd,max} = \max(F_{2,v,Vd,i}) =$ | 26,36 | [kN] | |
| Obliczenie max. naprężeń ścinających w przekroju: | | | | |
| naprężenia ścinające w miejscu max. obciążonego rzędu łączników | $\tau_{c,d,2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F_{2,v,Vd,max}}{l_2 \cdot b_2 \cdot [h_2 - n_{2,r,max} \cdot (d + 1)]}$ | | | |
| ilość łączników w rzędzie, w którym wystąpiła $F_{2,v,Vd,max}$ | $n_{2,r,max} =$ | 1 | [-] | |
| | $\tau_{c,d,2} =$ | 1,31 | [MPa] | |
| naprężenia ścinające w przekroju El.2 | $\tau_{b,d,2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{z,2}}{l_2 \cdot b_2 \cdot h_2} =$ | 0,00 | [MPa] | |
| max. naprężenia ścinające w przekroju El.2 | $\tau_{d,2} = \max(\tau_{c,d,2}; \tau_{b,d,2}) =$ | 1,31 | [MPa] | |
| obliczeniowa wytrzymałość na ścinanie dla materiału El.2 | $f_{v,d,2} = \frac{k_{mod,2} \cdot f_{v,k,2}}{\gamma_{M,d,2}} =$ | 2,43 | [MPa] | |
| $\tau_{d,2} =$ | 1,31 | [MPa] | $< f_{v,d,2} =$ | 2,43 [MPa] ZWERYFIKOWANO |
| współczynnik wyężenia | $w_6 = \frac{\tau_{d,2}}{f_{v,d,2}} =$ | 0,54 | [-] | |

Wymiarowanie kotew do połączenia stalowego z fundamentem.

Jednostka projektowa:



C-FIX 1.99.0.0
Wersja bazy danych
2021.4.3.17.13
Data
2023-03-23

fischer 

fischer Polska SP z o.o.

ul. Albatrosów 2
30-716 Kraków

info@fischerpolska.pl
www.fischerpolska.pl

Specyfikacja projektowa

Kotwa

| | |
|-----------------------|---|
| System | fischer Kotwa sworzniowa FBZ |
| Kotwa | Kotwa sworzniowa FBZ 16/25 R, |
| | Stal nierdzewna |
| Głębokość zakotwienia | 85 mm |
| Dane projektowe | Wymiarowania kotwy w Beton według Europejska Ocena Techniczna ETA-17/0624, Opcja 1, Data wydania 2020-04-28 |



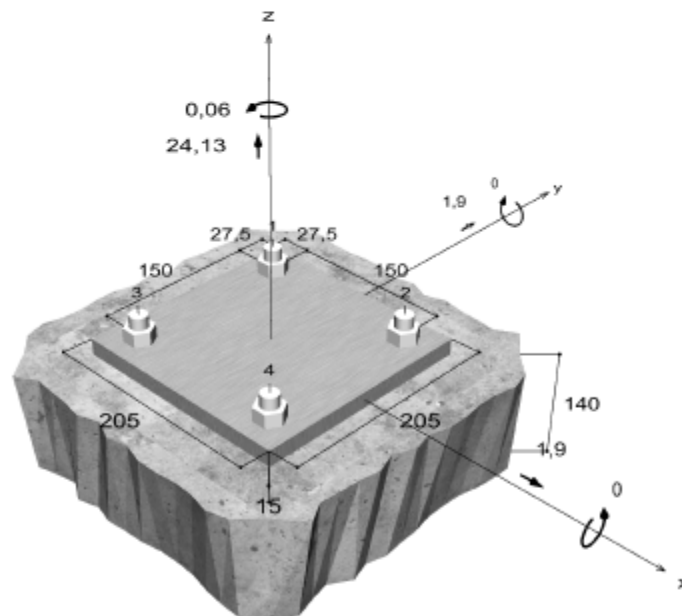
Geometria / Obciążenia

mm, kN, kNm

Wartość obciążeń obliczeniowych

(zawiera częściowy współczynnik

bezpieczeństwa)



Rysunek nie zachowuje skali

Wartości wpisane oraz obliczone wyniki należy sprawdzić pod względem ważnych standardów i przepisów krajowych.

Strona 1



C-FIX 1.99.0.0
Wersja bazy danych
2021.4.3.17.13
Data
2023-03-23



Dane projektowe

| | |
|-------------------------|---|
| Metoda wymiarowania | TR055/Metoda obliczeń ETAG 001, Annex C, Metoda A |
| Podłoże | C20/25, EN 206 |
| Stan betonu | Zarysowany, Suchy otwór |
| Zbrojenie | Gęste zbrojenie. Bez zbrojenia krawędziowego. Ze zbrojeniem zapobiegającym odlupaniam |
| Sposób wiercenia | Wiercenie udarowe |
| Rodzaj montażu | Montaż przelotowy |
| Szczelina pierścieniowa | Szczelina pierścieniowa nie wypełniona |
| Rodzaj obciążenia | Statyczne i quasi-statyczne |
| Odstęp | Bez zginania |
| Wymiary płyty głównej | 205 mm x 205 mm x 15 mm |
| Typ profilu | Brak |

Obciążenia obliczeniowe *)

| # | N _{sd} kN | V _{sd,x} kN | V _{sd,y} kN | M _{sd,x} kNm | M _{sd,y} kNm | M _{τ,sd} kNm | Rodzaj obciążenia |
|---|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1 | 24,13 | 1,90 | 1,90 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | Statyczne i quasi-statyczne |

*) Uwzględniono częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla obciążeń

Wynikowa siła na kotwę

| Kotwa nr | Siła wyrywająca kN | Siła ścinająca kN | Siła ścinająca x kN | Siła ścinająca y kN |
|----------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 6,03 | 0,53 | 0,38 | 0,38 |
| 2 | 6,03 | 0,69 | 0,38 | 0,57 |
| 3 | 6,03 | 0,69 | 0,57 | 0,38 |
| 4 | 6,03 | 0,81 | 0,57 | 0,57 |



| | |
|--|---|
| Max. rozciąganie betonu : | 0,00 ‰ |
| Max. naprężenie ściskające w betonie : | 0,0 N/mm² |
| Wynikowa siła wyrywająca : | 24,13 kN , Położenie względem X/Y (0 / 0) |
| Wynikowa siła ściskająca : | 0,00 kN , Położenie względem X/Y (0 / 0) |

Nośność na kombinację wyrywania i ścinania

| | | | |
|---|--|---------------------------------------|-----------------|
| $\beta_N = \beta_{N,cl} = 0,55 \leq 1$ | | Dowód został pomyślnie przeprowadzony | Równanie (5.8a) |
| $\beta_V = \beta_{V,cl} = 0,03 \leq 1$ | | | Równanie (5.8b) |
| $\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,cl}^{1,5} + \beta_{V,cl}^{1,5} = 0,41 \leq 1$ | | | Równanie (5.9) |

Wskazówki

Wszystkie wskazówki ogólne i techniczne można znaleźć w pełnym wydruku.

Opis zaprojektowanych rozwiązań:

-Fundamenty wiat

Po wykonaniu wykopów fundamentowych inwestor ma obowiązek wykonania dodatkowych badań gruntu przez uprawnionego geologa. Należy wezwać projektanta konstrukcji celem odbioru podłoża gruntowego i stwierdzenia zgodności z założeniami projektowymi.

Projektowane słupy obu wiat posadowiona będą na stopach fundamentowych z betonu C30/37, W8, zbrojonej dołem i górą siatką ze stali żebrowaną typu B500SP zgodnie z dokumentacją rysunkową. Zaleca się pod słupy i ławy fundamentowe wykonać podkład z betonu z betonu C20/25, W8 gr. 10cm. Zbrojenie i wymiary stóp i ław fundamentowych ułożyć zgodnie z dokumentacją rysunkową.

Wykopu fundamentowego nie można pozostawić niezabezpieczonego na okres zimy, ze względu na przemarzanie. Wykop należy wykonać koparką z odwiezieniem urobku. W przypadku prowadzenia wykopów w gruntach spoistych prace te należy wykonać tak aby nie dopuścić do gromadzenia się wody w wykopach, gdyż spowoduje to uplastycznienie tych gruntów i znacznie obniży ich parametry wytrzymałościowe.

W razie zalegania w projektowanym poziomie posadowienia warstwy nienośnych, warstwę tę należy usunąć do stropu gruntu rodzimego i uzupełnić np. kruszywem granitowym o wskaźniku różnorodności $U > 5$, wskaźniku filtracji $k_{10} \geq 2,9 \times 10^{-2}$ cm/s i zagęszczeniu warstwami 10cm do $I_s = 0,98$. Przystąpienie do wbudowania kolejnej warstwy może nastąpić dopiero po stwierdzeniu przez uprawnionego geologa i kierownika budowy prawidłowego wykonania warstwy poprzedniej. Ewentualną wymianę gruntu należy przeprowadzić na powierzchni min. o 1m większej od zew. krawędzi fundamentów.

Kruszywo przewiezione w miejsce wbudowania powinno być bezzwłocznie wbudowane w przygotowane miejsce. Kierownik budowy może dopuścić czasowe składowanie pod warunkiem jego zabezpieczenia przed nadmiernym zawilgoceniem.

Wykonywanie nasypów należy przerwać, jeżeli wilgotność gruntu przekracza wartość dopuszczalną, to znaczy jest większa od wilgotności optymalnej o więcej niż 2 % jej wartości. Na warstwie gruntu nadmiernie zawilgoconego nie wolno układać następnej warstwy gruntu.

W okresie deszczowym nie należy pozostawiać nie zagęszczonej warstwy do dnia następnego. Jeżeli warstwa gruntu niezagęszczonego uległa przewilgoceniu, a Wykonawca nie jest w stanie osuszyć jej i zagęścić w czasie zaakceptowanym przez kierownika budowy, to może on nakazać Wykonawcy usunięcie wadliwej warstwy. Jeżeli wilgotność gruntu jest wyższa od wilgotności optymalnej o ponad 2 % jej wartości, grunt należy osuszyć w sposób mechaniczny, ewentualnie

Jednostka projektowa:

wykonać drenaż z warstwy gruntu przepuszczalnego. Sposób osuszenia przewilgoconego gruntu powinien być zaakceptowany przez uprawnionego geologa. Sprawdzenie wilgotności gruntu należy przeprowadzać laboratoryjnie,

Każda warstwa gruntu jak najszybciej po jej rozłożeniu, powinna być zagęszczona z zastosowaniem sprzętu odpowiedniego dla danego rodzaju gruntu oraz występujących warunków. Rozłożone warstwy gruntu należy zagęszczać od krawędzi w kierunku jego osi.

Grubość warstwy zagęszczonego gruntu oraz liczbę przejazdów maszyny zagęszczającej zaleca się określić doświadczalnie oraz wg. norm i zaleceń dla każdego rodzaju gruntu i typu maszyny. W trakcie prac ziemnych i fundamentowych należy bardzo ostrożnie obchodzić się z gruntami w dnie wykopu. W prace te należy wykonać tak aby nie dopuścić do gromadzenia się wody w wykopach, gdyż spowoduje to uplastycznienie tych gruntów i znacznie obniży ich parametry wytrzymałościowe. Dużą część gruntów ich część może ulegać wtórnemu uplastycznieniu pod wpływem wstrząsów. W przypadku uplastycznienia gruntu należy go wybrać na całą głębokość jego zalegania. Należy równie ostrożnie postępować z napotkanymi w wykopie nawodnionymi glinami i iltami – wybieranie ich bez uprzedniego odwodnienia może doprowadzić do ich rozluźnienia. Fundamenty chronić przed przemarzaniem. Nie wolno pozostawić odkrytych fundamentów w okresie temperatur niższych niż 0°C.

-Ściany zewnętrzne

Wykonać zgodnie z opisem w części architektonicznej.

-Słupy

Słupy stalowe R.K. 160x160x10mm, miecze 140x140x8mm wykonać ze stali S235 JR zgodnie z dokumentacją warsztatową. Dołem słupy zakończyć zgodnie z dokumentacją rysunkową blachą poziomą z żebrami utwierdzoną 6 kotwami fajkowymi zaś górą zakończyć siodełkiem dla płatwi.

Słupy drewniane 160x160mm, miecze 140x140mm wykonać ze drewna klasy C30 zgodnie z dokumentacją warsztatową. Dołem słupy zakończyć zgodnie z dokumentacją rysunkową podporą PISBMAXIG zaś górą połączyć z płatwią na czop oraz kątowniki typu ABR105S.

-Więźba dachowa

Zgodnie z dokumentacją rysunkową, drewno klasy C30 oraz GL24h .

-Warunki BHP

Roboty budowlane – montażowe prowadzić pod nadzorem osób uprawnionych zgodnie z przepisami BHP w tym zakresie, sztuką budowlaną oraz stosownymi normami i przepisami. **Roboty ulegające zakryciu podlegają odbiorowi.** Wszystkie użyte materiały powinny posiadać atesty, aprobaty techniczne, certyfikaty znaku bezpieczeństwa B, być zgodne z PN lub posiadać znak

Jednostka projektowa:

CE. **Należy stosować „rozwiązanie systemowe”** zgodne z PN. Roboty wykonać zgodnie ze sztuką budowlaną oraz stosownymi normami i przepisami

-Uwagi

- Opracowanie niniejsze podlega prawnej ochronie na mocy ustawy o ochronie praw autorskich i praw pokrewnych.
- Niektóre roboty budowlane należy wykonać na podstawie dodatkowych projektów wykonawczych, ponieważ projekt techniczny może nie zawierać wszystkich niezbędnych danych do realizacji inwestycji.
- Szczegółowe projekty wykonawcze podlegają akceptacji autorów niniejszego projektu budowlanego. Szczegółowe wyniki obliczeń statyczno-wytrzymałościowych znajdują się w archiwum biura projektowego.
- Użyte w niniejszym opracowaniu nazwy własne materiałów, sprzętów, urządzeń, systemów i inne oraz przedstawione nazwy producentów stanowią jedynie wzorzec jakościowy i są podane w celu określenia wymogów jakościowych im stawianych. Zamiana materiałów i przyjętych rozwiązań projektowych wymaga zgody inspektora nadzoru inwestorskiego, kierownika budowy i projektanta.
- Ewentualne zmiany konieczne do wprowadzenia w trakcie budowy nie wprowadzające istotnych zmian do niniejszego projektu czy uściślenia materiałowe i kolorystyczne, dopuszczone są do wprowadzenia wpisem do dziennika budowy w ramach nadzoru autorskiego.
- Nie wyklucza się istnienia w terenie urządzeń podziemnych o których brak jest informacji.
- Roboty betonowe i zbrojeniowe prowadzić zgodnie z normą PN-B-03264:2002, sztuką budowlaną i obowiązującymi przepisami. Obciążenie konstrukcji żelbetowych może nastąpić nie wcześniej niż po uzyskaniu przez beton pełnej nośności.
- Roboty dotyczące konstrukcji stalowych wykonać w szczególności z obowiązującymi przepisami i normami. Wszystkie elementy konstrukcji stalowej powinny podlegać w każdej fazie ich wytwarzania kontroli jakości. Klasa wykonania konstrukcji powinna odpowiadać obowiązującym normą. Roboty spawalnicze wykonać zgodnie z obowiązującymi normami a w szczególności PN-EN 729-2:1997, PN-EN 29692:1994, PN-EN 25817. Jakość wyrobów hutniczych powinna być potwierdzona dokumentami wg PN-EN 10204.
- Roboty dotyczące konstrukcji drewnianych wykonać w szczególności z obowiązującymi przepisami i normami
- Dokładny projekt organizacji robót i montaż powinien zostać opracowany przez kierownika budowy z generalnym wykonawcą inwestycji, kierownikami poszczególnych robót i wykonawcami, monterami i zarządcą drogi.

Jednostka projektowa:

- Ewentualne kolizje istniejącego uzbrojenia należy zgłaszać kierownikowi budowy, właścicielom sieci oraz inwestorowi.

- Kierownik budowy powinien opracować oddzielny projekt montażu rusztowań. Użytkowanie rusztowań dozwolone jest po dokonaniu odbioru przez nadzór techniczny, potwierdzony zapisem w dzienniku budowy. Na rusztowaniu powinna być wywieszona tablica informacyjna o maksymalnym dopuszczalnym obciążeniu pomostu. Wchodzenie i schodzenie z rusztowań powinno odbywać się w miejscach do tego przeznaczonych. Wspinanie się po stojakach, podłużnicach, leżniach i poręczach rusztowań jest zabronione. Rusztowania powinny być sprawdzane okresowo oraz po każdym silnym wietrze, opadach atmosferycznych oraz przerwach roboczych trwających dłużej niż 10 dni.

Każde rusztowanie rurowe musi posiadać instalację odgromową i powinno być uziemione. Jeżeli obok rusztowania lub pod nim odbywać się będzie ruch pieszy lub kołowy, należy nad parkanem odgradzającym rusztowanie wykonać daszek ochronny pod kątem 45°, przy czym w najniższym miejscu daszek powinien być mocowany na wysokości 2 m od poziomu terenu i sięgać poza rusztowanie, co najmniej 1 m.

Pozostawienie narzędzi przy krawędziach pomostów rusztowań jest zabronione. Podłoże (grunt, konstrukcja itp.), na którym ustawia się rusztowanie powinno zapewniać jego stabilność, mieć zapewnione stałe odwodnienie oraz odpływ wód opadowych od budynku. Z uwagi na dużą ilość stosowanych w budownictwie rusztowań najczęściej stosowane stojaki rusztowań rurowych powinny być stawiane na wyrównanym i utwardzonym podłożu. Pod stojaki muszą być podłożone podstawki metalowe i podkłady poprzeczne.

-W trakcie prowadzenia robót należy zapewnić ciągły nadzór przez osobę posiadającą stosowne uprawnienia budowlane, zgodnie z obowiązującymi przepisami w tym zakresie.

- Odbiór ostateczny robót budowlanych stanowi ostateczną ocenę rzeczywistego wykonanie robót w odniesieniu do zakresu (ilości), jakości i zgodności z dokumentacją projektową. Odbiór ostateczny dokonuje komisja powołana przez zamawiającego na podstawie przedłożonych dokumentów, wyników badań i pomiarów oraz dokonanej ocenie wizualnej. Zasady i terminy powoływania komisji oraz czas jej działalności powinna określać umowa. Wykonawca robót obowiązany jest przedłożyć komisji następujące dokumenty:

- projekt budowlany,
- projekty wykonawcze,
- dokumentację powykonawczą,
- szczegółowe specyfikacje techniczne,

- dziennik budowy z zapisami dotyczącymi toku prowadzonych robót,
- aprobaty techniczne, certyfikaty i deklaracje zgodności dla zastosowanych materiałów i wyrobów,
- protokoły odbiorów częściowych,
- instrukcje producentów dotyczące zastosowanych materiałów

2. GEOTECHNICZNE WARUNKI I SPOSÓB POSADOWIENIA OBIEKTU

2.1 Warunki geotechniczne posadowienia.

Zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012, poz. 463), geotechniczne warunki posadowienia dla projektowanej inwestycji określa się na podstawie przyjętej kategorii geotechnicznej ustalonej w opinii geotechnicznej w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych.

W razie zalegania w projektowanym poziomie posadowienia warstwy nienośnych, warstwę tę należy usunąć do stropu gruntu rodzimego i uzupełnić np. kruszywem granitowym o wskaźniku różnorodności $U > 5$, wskaźniku filtracji $k_{10} \geq 2,9 \times 10^{-2}$ cm/s i zagęszczeniu warstwami 15cm do $I_s = 0,98$ lub betonem B25.

2.2 Warunki gruntowe.

Zgodnie z §4 ust. 2 rozporządzenia dla projektowanej inwestycji przyjmuje się:

-proste warunki gruntowe - występujące w przypadku warstw gruntów jednorodnych genetycznie i litologicznie, zalegających poziomo, nie obejmujących mineralnych gruntów słabo-
nośnych, gruntów organicznych i nasypów niekontrolowanych, przy zwierciadle wód
gruntowych poniżej projektowanego poziomu posadowienia oraz braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych.

2.3 Kategoria geotechniczna.

Zgodnie z § 4 ust. 3 obowiązującego rozporządzenia dla projektowanej inwestycji przyjmuje się; -pierwszą kategorię geotechniczną, która obejmuje posadowienie niewielkich obiektów budowlanych, o statycznie wyznaczalnym schemacie obliczeniowym w prostych warunkach gruntowych, w przypadku których możliwe jest zapewnienie minimalnych wymagań na podstawie doświadczeń i jakościowych badań geotechnicznych, takich jak:

- a) 1- lub 2-kondygnacyjne budynki mieszkalne i gospodarcze,
- b) ściany oporowe i rozparcia wykopów, jeżeli różnica poziomów nie przekracza 2,0 m,

2.4 Ocena przydatności gruntów na potrzeby projektowanej inwestycji:

Na podstawie dokonanej odkrywki i badań makroskopowych przyjęto, iż nowoprojektowane fundamenty w postaci żelbetowych stóp i ław fundamentowych posadowione będą na piasku drobnym.

Szczegółowe badania gruntu znajdują się w dokumentacji dotyczącej geotechnicznych warunków posadowienia wykonanej przez Pracownię Geologiczną Romasz Rokicki.

3. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE WEWNĘTRZNYCH I ZEWNĘTRZNYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Zgodnie z dokumentacją rysunkową.

4. PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNOLOGICZNE ORAZ WSPÓŁZALEŻNOŚCI URZĄDZEŃ I WYPOSAŻENIA ZWIĄZANEGO Z PRZEZNACZENIEM OBIEKTU I JEGO ROZWIĄZANIAMI BUDOWLANYMI.

Zgodnie z oddzielną częścią.

5. ROZWIĄZANIA ELEMENTÓW WYPOSAŻENIA BUDOWLANO-INSTALACYJNEGO ZAPEWNIAJĄCYCH UŻYTKOWANIE OBIEKTU BUDOWLANEGO ZGODNIE Z PRZEZNACZENIEM, TJ. INSTALACJI I URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH:

Zgodnie z oddzielną częścią.

6. SPOSÓB POWIĄZANIA INSTALACJI OBIEKTU BUDOWLANEGO, Z SIECIAMI ZEWNĘTRZNYMI WRAZ Z PUNKTAMI POMIAROWYMI, ZAŁOŻENIAMI PRZYJĘTYMI DO OBLICZEŃ INSTALACJI ORAZ PODSTAWOWE WYNIKI TYCH OBLICZEŃ, Z DOBREM, RODZAJU I WIELKOŚCI URZĄDZEŃ

Zgodnie z oddzielną częścią.

Wewnętrzne instalacje wykonać należy zgodnie z obowiązującymi przepisami i opracowaniem branżowym. Wszystkie instalacje muszą być zgodne z przepisami rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania oraz PN.

Jednostka projektowa:

7. ROZWIĄZANIA I SPOSÓB FUNKCJONOWANIA ZASADNICZYCH URZĄDZEŃ INSTALACJI TECHNICZNYCH, W TYM PRZEMYSŁOWYCH I ICH ZESPOŁÓW TWORZĄCYCH CAŁOŚĆ TECHNICZNO-UŻYTKOWĄ

Zgodnie z oddzielną częścią.

8. DANE DOTYCZĄCE WARUNKÓW OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ.

Zgodnie z oddzielną częścią.

9. CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA BUDYNKU

Nie dotyczy ze względu na charakter inwestycji.

III CZĘŚĆ RYSUNKOWA - wiata przyrodnicza

(branża konstrukcyjno-budowlana)

1. Rzut fundamentów.

2. Stopa fundamentowa SF-01.

3. Stopa fundamentowa SF-02, ława fundamentowa Ł-01.

4. Detal A, detal B.

5. Rzut konstrukcji przyziemia.

6. Przekrój A-A.

7. Rzut więźby dachowej.

IV CZĘŚĆ RYSUNKOWA - wiatła

(branża konstrukcyjno-budowlana)

8. Rzut fundamentów.

9. Stopa fundamentowa SF-01.

10. Stopa fundamentowa SF-02, ława fundamentowa Ł-01.

11. Detal A, detal B.

12. Rzut konstrukcji przyziemia.

13.Przekrój A-A.

14. Rzut więźby dachowej.

V CZĘŚĆ RYSUNKOWA - pomost

(branża konstrukcyjno-budowlana)

Jednostka projektowa:

15. Pomost.