

Spis treści

CZĘŚĆ OPISOWA

1.	Oświadczenie projektanta	5
2.	Kopia uprawnień projektanta	6
3.	Przynależność do izby budowlanej projektanta	9
4.	Opis techniczny konstrukcji pawilonu handlowego	11
4.1	Dane ogólne	11
4.2	Opis techniczny – konstrukcja żelbetowa	11
4.2.1	Fundamenty	11
4.2.2	Słupy, rdzenie i kominki żelbetowe	12
4.3	Opis techniczny – konstrukcja stalowa	13
4.3.1	Ściany budynku	13
4.3.2	Dźwigary	14
4.3.3	Słupy	14
4.3.4	Stężenia	14
4.3.5	Znakowanie	15
4.3.6	Cięcie i gięcie	15
4.3.7	Otworowanie	15
4.3.8	Scalanie i montaż próbny	15
4.3.9	Styki warsztatowe	15
4.3.10	Styki montażowe	15
4.3.11	Tolerancja wymiarowa	16
4.3.12	Transport	16
4.3.13	Pokrycie dachu	16
4.3.14	Stolarka okienna i drzwiowa	16
4.3.15	Montaż konstrukcji na placu budowy	17
4.4	Uwagi, zastrzeżenia i klauzule	20
5.	Obliczenia konstrukcyjne pawilonu handlowego	21
5.1	Podstawa opracowania	21
5.2	Zastosowane materiały	22
5.3	Metody obliczeń konstrukcji	22
5.4	Uwagi dotyczące posadowienia i lokalizacji budynku	22
5.5	Zestawienie obciążeń	23
5.5.1	Ciężar własny	23
5.5.2	Obciążenia stałe od wykończenia dachu pawilonu handlowego	23
5.5.3	Obciążenia stałe od wykończenia dachu myjni	23
5.5.4	Obciążenia zmienne	24
5.6	Wyniki obliczeń statycznie – wytrzymałościowych	26
5.6.1	Konstrukcja stalowa	26
5.6.2	Konstrukcja żelbetowa	53
6.	Opis techniczny konstrukcji wiaty paliwowej	72

6.1	Dane ogólne	72
6.2	Opis techniczny – konstrukcja żelbetowa	72
6.2.1	Fundamenty	72
6.2.2	Słupy, rdzenie i kominki żelbetowe	73
6.3	Opis techniczny – konstrukcja stalowa	74
6.3.1	Dźwigary	74
6.3.2	Słupy	74
6.3.3	Stężenia	74
6.3.4	Znakowanie	74
6.3.5	Cięcie i gięcie	74
6.3.6	Otworowanie	74
6.3.7	Scalanie i montaż próbny	75
6.3.8	Styki warsztatowe	75
6.3.9	Styki montażowe	75
6.3.10	Tolerancja wymiarowa	75
6.3.11	Transport	75
6.3.12	Pokrycie dachu	76
6.3.13	Stolarka okienna i drzwiowa	76
6.3.14	Montaż konstrukcji na placu budowy	76
6.4	Uwagi, zastrzeżenia i klauzule	80
7.	Obliczenia konstrukcyjne wiaty paliwowej	81
7.1	Podstawa opracowania	81
7.2	Zastosowane materiały	81
7.3	Metody obliczeń konstrukcji	82
7.4	Uwagi dotyczące posadowienia i lokalizacji budynku	82
7.5	Zestawienie obciążeń	82
7.5.1	Ciężar własny	82
7.5.2	Obciążenia stałe od wykończenia dachu pawilonu handlowego	82
7.5.3	Obciążenia zmienne	83
7.6	Wyniki obliczeń statycznie – wytrzymałościowych	85
7.6.1	Konstrukcja stalowa	85
7.6.2	Konstrukcja żelbetowa	107

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

1. Rzut fundamentów K-1
2. Rzut płyty fundamentowej K-2
3. Rzut parteru K-3
4. Rzut konstrukcji dachu K-4
5. Rzut konstrukcji attyki K-5
6. Przekrój A-A K-6
7. Przekrój 1-1 K-7

8. Przekrój 2-2 K-8
9. Przekrój w osi 'A' K-9
10. Przekrój w osi 'B' i 'C' K-10
11. Przekrój w osi 'D' K-11
12. Przekrój w osi 'E' K-12
13. Przekrój w osi 'F' K-13
14. Stopy fundamentowe S.f. – 1, S.f. – 2, S.f. – 3, W-1
15. Kratownica K-1 W-2
16. Kratownica K-2 W-3
17. Kratownica K-3 W-4
18. Kratownica K-4 W-5
19. Kratownica K-5 W-6
20. Rzut fundamentów KK-1
21. Rzut konstrukcji sufitu KK-2
22. Rzut konstrukcji dachu KK-3
23. Przekrój 1-1 KK-4
24. Przekrój A-A KK-5
25. Stopy fundamentowe S.f. – 1 WW-1
26. Słup S-1 WW-2
27. Belka B-1 WW-3
28. Belka B-2 WW-4
29. Belka B-3 WW-5
30. Belka B-4 WW-6
31. Kratownica KK – 1 WW-7
32. Kratownica KK – 2 WW-8
33. Kratownica KK – 3 WW-9
34. Kratownica KK – 4 WW-10
35. Kratownica KK – 5 WW-11
36. Kratownica KK – 6 WW-12
37. Płyta fundamentowa pod zbiorniki KKK-1

1. Oświadczenie projektanta

2. Kopia uprawnień projektanta

**Łódzka Okręgowa
Izba Inżynierów Budownictwa**
91-425 Łódź, ul. Północna 39
tel. (0-42) 632-97-39, fax (0-42) 630-56-39
NIP 14-5 9 10 000 REGON 473043690

Łódź, dnia 12 czerwca 2017 r.

**Łódzka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna**

OKK/2730/750/17
sygn. akt. KK/D/7131-2/3266/17

DECYZJA

Na podstawie art. 104 Ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jedn.: Dz. U. z 2016 r., poz. 23 z późn. zm.*) w związku z art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 Ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (*tekst jedn.: Dz. U. z 2016 r., poz. 1725*), art. 12 ust. 1, ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 3, art. 13 ust. 1, 2, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 pkt 5 Ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jedn. Dz. U. z 2016 r., poz. 290 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 z wynikiem pozytywnym

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
stwierdza, że**

Pani Agnieszka Katarzyna Czarnek

magister inżynier
kierunek budownictwo

urodzona dnia 7 sierpnia 1990 r. w Turku

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny LOD/3266/PWBKb/17

**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 Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Łodzi, w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
dr inż. Ryszard Mes

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Wiktor Jakubowski

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Tomasz Kluska



Pani Agnieszka Czarnek jest upoważniona do:

- 1) projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego w odniesieniu do konstrukcji obiektu, zgodnie z art. 14 ust. 3 pkt 5 Prawa budowlanego i § 12 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
- 2) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji obiektu, zgodnie z art. 14 ust. 3 pkt 5 Prawa budowlanego i § 12 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
- 3) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi w odniesieniu do architektury obiektu, zgodnie z § 12 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
- 4) sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, zgodnie z § 10 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju;
- 5) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzorowania i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów oraz do wykonywania nadzoru inwestorskiego, zgodnie z art. 13 ust. 3 Prawa budowlanego;
- 6) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, zgodnie z art. 13 ust. 4 Prawa budowlanego.

Skład Orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:

Przewodniczący Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
dr inż. Ryszard Mes

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Wiktor Jakubowski

Członek Składu Orzekającego OKK ŁOIIB
mgr inż. Tomasz Kluska



Otrzymują:

1. Agnieszka Czarnek
Kłocko 77 F
98-200 Sieradz;
2. Rada Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa;
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego;
4. a/a.

3. Przynależność do izby budowlanej projektanta



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:
ŁOD-XU5-ALD-XKB *

Pani Agnieszka Katarzyna CZARNEK-KACZMAREK o numerze ewidencyjnym ŁOD/BO/0229/17
adres zamieszkania ul. Wilcza 1, 98-200 Sieradz
jest członkiem Łódzkiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-11-01 do 2024-10-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-10-26 roku przez:

Piotr Parkitny, Zastępca Przewodniczącego Rady Łódzkiej 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.



4. Opis techniczny konstrukcji pawilonu handlowego

4.1 Dane ogólne

Na zlecenie inwestora projektuje się budowę stacji paliw płynnych i gazu wraz z niezbędną infrastrukturą. W ramach opracowania projektuje się budynek, który wzniesiony zostanie na planie prostokąta. Budynek hali zaprojektowano w konstrukcji stalowej obudowanej płytami warstwowymi ściennymi i dachowymi z rdzeniem poliuretanowym. Budynek stacji jednokondygnacyjny z dachem jednospadowym o kącie nachylenia połaci dachowej 2%.

4.2 Opis techniczny – konstrukcja żelbetowa

4.2.1 Fundamenty

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012 r, w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U.z, poz 463) oraz odkrywki na terenie planowej budowy ustalono pierwszą kategorię geotechniczną gruntów oraz proste warunki gruntowe dla projektowanego obiektu.

Na podstawie makroskopowego rozpoznania gruntu oraz po przeprowadzeniu obliczeń przyjęto maksymalny jednostkowy opór gruntu równy $q_{fn}=150$ [kPa].

$$\sigma = N/L \times B < q_{fn}$$

N – max siła działająca na grunt

L – długość fundamentu

B – szerokość fundamentu

Zakres projektowanych robót fundamentowych:

Przed przystąpieniem do robót fundamentowych należy wstępnie wytyczyć obrys projektowanego budynku oraz nanieść tzw. „poziom roboczego zera budynku”. W obszarze tym zebrać warstwę humusu oraz gruntu nośnego do poziomu około -90 [cm], w miejscach występowania fundamentów należy zebrać grunt do poziomu -160 [cm] poniżej projektowanego tzw. „zera” budynku. Grunt należy zbierać warstwami o niewielkiej

miąższości, odkładając tymczasowo na działce inwestora „segregując” poszczególne rodzaje gruntu co umożliwi jego dalsze wykorzystanie. W miarę postępu robót budowlanych i stwierdzeniu, iż składowanego gruntu nie będzie już można wykorzystać, nadmiar gruntu można usunąć z placu budowy. Roboty ziemne zaleca się prowadzić przy użyciu ciężkiego sprzętu, ale należy zwrócić uwagę na istniejącą infrastrukturę techniczną działki (zapoznać się z mapą). Roboty ziemne w zbliżeniu do infrastruktury podziemnej należy prowadzić ręcznie, zwracając uwagę, żeby nie podkopać istniejących obiektów.

W przygotowanych wykopach należy wykonać warstwę chudego betonu o grubości około 10 [cm], a następnie można ułożyć projektowane fundamenty prefabrykowane.

- **Stopy fundamentowe**

W obiekcie zaprojektowano stopy żelbetowe z betonu C25/30, W8 zbrojone stalą B500SP wykonane na budowie. Stopy żelbetowe zbroić dołem prętami #12 co 15 [cm] w obu kierunkach oraz górą #12 co 15 [cm] w obu kierunkach. Stopy fundamentowe posadowić na głębokości – 1,334 [m] poniżej projektowanego zera budynku na 10-cio centymetrowej warstwie chudego betonu. Układ poszczególnych fundamentów pokazano na rysunkach powyższego opracowania oraz obliczeniach statycznie - wytrzymałościowych.

UWAGA:

Prowadząc roboty ziemne należy zwracać uwagę na warunki pogodowe ponieważ nie wolno dopuścić do zbytniego nawodnienia przygotowanych wykopów fundamentowych. Grunt nawodniony należy poddać wymianie zagęszczając go w odpowiedni sposób. **Przy wysokim stanie wody gruntowej należy zastosować igłofiltry, by obniżyć poziom wody dla prac konstrukcyjnych i inżynierskich wymagających wykopów sięgających poniżej naturalnego poziomu wód gruntowych.**

- **Belki podwalinowe**

W obiekcie zaprojektowano żelbetowe belki podwalinowe gr. 18 [cm] i wysokości 60 [cm] z betonu C25/30, W8 zbrojone stalą B500SP. Belki podwalinowe zbroić podłużnie prętami #8 oraz #12 co 20[cm] zaś poprzecznie prętami #6 co 20 [cm].

4.2.2 Słupy, rdzenie i kominki żelbetowe

W budynku zaprojektowano kominki żelbetowe monolityczne betonowane w szalunku na placu budowy. Elementy żelbetowe wykonać z betonu C25/30, W8 zbrojone stalą B500SP.

Rdzenie żelbetowe zbroić prętami Ø12, strzemiona Ø6. Kominki żelbetowe wykonać zgodnie z rysunkami technicznymi oraz wykonawczymi. Jako zbrojenie główne użyć prętów ze stali B500SP, a na strzemiona prętów ze stali B500SP. Układ oraz schemat zbrojenia rdzeni i kominków pokazano na rysunkach zawartych w opracowaniu.

4.3 Opis techniczny – konstrukcja stalowa

4.3.1 Ściany budynku

Ściany zaprojektowano z płyty warstwowej gr. 12 [cm], np. BALEXTHERM z rdzeniem PUR. Płyty warstwowe mocowane są przy pomocy łączników samowiercących. W przypadku łączników samowiercących zawsze korzysta się z nowego ostrza wierzącego, gdyż łącznik jest przeznaczony do jednorazowego zastosowania, co ma wpływ na trwałość połączenia. Łączniki są wykonane z hartowanej stali węglowej zabezpieczonej powierzchniowo przed korozją. Wszystkie łączniki są wyposażone w podkładki z wulkanizowanym EPDM, co gwarantuje szczelność i trwałość połączenia. W przypadku podłoża stalowego (grubość > 12[mm]) lub podłoża drewnianego - zaleca się specjalne łączniki samogwintujące z odpowiednio ukształtowanym zarysem gwintu roboczego. Przed przystąpieniem do montażu wskazana jest weryfikacja konstrukcji nośnej pod względem dokładności wykonania i zgodności z projektem obiektu.

Płyty warstwowe zabezpieczone są przed zabrudzeniem i uszkodzeniem folią ochronną, która jest nakładana na okładziny w trakcie procesu produkcyjnego. Zaleca się zdjęcie folii ochronnej z okładzin, które będą stroną wewnętrzną w obiekcie, przed zamocowaniem ich do konstrukcji. Natomiast folię ochronną z okładzin zewnętrznych należy usunąć najpóźniej w terminie 1 miesiąca od wyprodukowania płyt. Pozwoli to na uniknięcie trwałego związania folii z lakierem ochronnym okładzin i zabrudzenia lakieru podczas zdejmowania folii.

Do wkręcania łączników należy używać specjalistycznych elektronarzędzi. Wkrętarki powinny być wyposażone w odpowiednią głowicę do prowadzenia długich łączników oraz w ogranicznik głębokości osadzania. Dzięki temu zostaje zapewniona poprawność prowadzonego montażu, tzn. utrzymane położenie prostopadle łącznika względem płyty, zminimalizowane ryzyko uszkodzenia powierzchni płyty oraz zapewnienie szczelności mocowania. Dopuszcza się uniwersalne wkrętarki ze zwykłymi, krótkimi głowicami.

Jednakże tego typu narzędzia powinny być wyposażone w ogranicznik głębokości osadzania łączników.

Zaleca się stosowanie urządzeń akumulatorowych ze zmienną regulacją obrotów oraz momentu obrotowego.

Wszystkie uszkodzenia powłok powstałe w trakcie przemieszczania lub montażu należy zamalować farbą zaprawkową. Konserwacja płyt warstwowych polega na regularnym przeprowadzaniu przeglądu i zabezpieczaniu ewentualnych uszkodzeń. Podczas kontroli należy zwrócić uwagę na odkryte krawędzie oraz złącza.

4.3.2 Dźwigary

Nad budynkiem pawilonu handlowego zaprojektowano dach o konstrukcji kratownicowej stalowej ze stali klasy S355 zaś konstrukcję dachu myjni wykonano z profili IPE270, ze stali klasy S235. Układ oraz schemat dźwigarów pokazano na rysunkach zawartych w opracowaniu.

4.3.3 Słupy

Słupy nośne ram pośrednich zaprojektowano z profili o przekroju HEA140 ze stali klasy S235 w części pawilonu handlowego, oraz w części myjni słupy nośne zaprojektowano z profili o przekroju RK140x140x6 ze stali klasy S235. Słupy ram szczytowych wykonać z profili RP140x80x4, RK100x100x3 oraz RP100x50x3 ze stali klasy S235. Układ oraz schemat słupów pokazano na rysunkach zawartych w opracowaniu.

4.3.4 Stężenia

Stężenie konstrukcji budynku w płaszczyźnie dachu przewidziano z prętów Ø12 z wykorzystaniem jako słupków tężników o przekroju RK40x40x3 ze stali klasy S355, przewidziano również stężenie pionowe w ścianach bocznych. Stężenia ścian bocznych wykonane z prętów okrągłych Ø12 w układzie X sprężane śrubami rzymskimi. Stal stężeń S355.

4.3.5 Znakowanie

Przy wytwarzaniu elementów złożeniowych należy zadbać o oznaczenie każdego elementu scaleniowego na każdym etapie wykonywania produkcji. Gotowe elementy złożeniowe powinny zostać opisane w sposób trwały np. przy pomocy tabliczek jakościowych, umożliwiając identyfikację podczas kontroli oraz montażu. Znakowanie powinno być zgodne z p. 6.2 i 9.6.2 Normy PN-EN 1090-2.

4.3.6 Cięcie i gięcie

Cięcie elementów należy wykonywać piłami lub termicznie w sposób zautomatyzowany. Elementy gięte należy formować plastycznie zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1090-2 p. 6.5. Nie dopuszcza się kucia stali na zimno.

4.3.7 Otworowanie

Otworki do złączy skręcanych należy wykonywać przez wiercenie. Krawędzie należy ogratować.

4.3.8 Scalanie i montaż próbny

Produkowane elementy powinny być składowane w sposób zapewniający utrzymanie odpowiednich tolerancji wymiarowych. Podczas wstępnego montażu należy przewidzieć odpowiednie podpory, dodatkowe ściągi, stężenia montażowe oraz odpowiedni sprzęt. Naprowadzanie otworów nie powinno powodować ich owalizacji większej niż 0,5 mm.

4.3.9 Styki warsztatowe

Styki warsztatowe należy wykonać zgodnie z rysunkami zestawczymi oraz montażowymi. Złącza spawane podlegają 100% kontroli badań VT.

4.3.10 Styki montażowe

Zaleca się, aby poszczególne elementy wysyłkowe wykonywać z pojedynczych odcinków blach lub profili walcowanych. Jeżeli ze względów na długości handlowe materiał

podstawowy będzie wymagał połączeń poza projektowych, wówczas należy uzyskać akceptację projektanta na wykonanie połączeń i wykonać następujące badania NDT: 100% VT oraz badania dodatkowe których zakres określa tablica 24 normy PN-EN 1090-2. Po spawaniu należy sprawdzić zgodność z odpowiednim poziomem jakości i akceptacji oraz wymaganą klasą wykonania na podstawie badań nieniszczących zgodnie z tablicą 24 normy PN-EN 1090-2 oraz ewentualnymi dodatkowymi badaniami wyznaczonymi przez projektanta. Elementy łączone podlegają ocenie prostoliniowości zgodnie z p2.1.17 normy PN-EN 1090-2 spełniając założone tolerancje wymiarowe.

4.3.11 Tolerancja wymiarowa

Zgodnie z PN-EN 1090-2 p.11, załącznik D

4.3.12 Transport

Elementy należy transportować w sposób zgodny z charakterystyką pracy elementu.

4.3.13 Pokrycie dachu

Pokrycie dachu wykonać z blachy trapezowej TR93 mocowanej do dźwigarów dachowych za pomocą łączników samowiercących oraz ocieplić wełną mineralną grubości 25 [cm].

Dokładne wytyczne montażowe, obróbki blacharskie, technologię składowania oraz transportu należy dobrać indywidualnie wg wytycznych wybranego producenta.

4.3.14 Stolarka okienna i drzwiowa

W budynku zaprojektowano stolarkę okienną PCW dopuszcza się jednak inny rodzaj materiału z którego wykonana zostanie wmontowana stolarka. W pozostawionych otworach osadzić okna z profili PCW minimum 5-komorowych. Współczynnik przenikania ciepła dla okna winien być nie wyższy niż $U=0,9\text{W/m}^2\text{K}$.

W oknach stosować okucia obwiedniowe z możliwością czterostopniowego uchyłu. Okna powinny posiadać funkcję rozszczelnienia (mikrowentylacja).

We wszystkich pomieszczeniach typu pomieszczenie socjalne należy stosować nawiewniki w górnej części okna lub w otworze okiennym.

W przypadku zastosowania okien charakteryzujących się współczynnikiem infiltracji „a” mniejszym niż $0,3\text{m}^3/(\text{mhdaPa}^{2/3})$ należy stosować nawiewniki w górnej części okna, lub w otworze okiennym.

Wymiary stolarki pobrać z natury.

4.3.15 Montaż konstrukcji na placu budowy

- Rozładunek konstrukcji

Przed rozpoczęciem montażu (rozładunek traktujemy, jako pierwszy etap) należy sprawdzić, czy są spełnione wymagania techniczne dotyczące bezpieczeństwa robót, uwzględniając przy tym następujące czynniki:

- a) ustawienie i pracę dźwigów stacjonarnych oraz ich wyposażenia;
- b) drogi dojazdowe na budowę i na placu budowy;
- c) warunki gruntowe wpływające na bezpieczeństwo ruchu i robót na budowie;
- d) prawdopodobne osiadanie podpór konstrukcji;
- e) instalacje podziemne, linie napowietrzne i przeszkody budowlane;
- f) ograniczenia wymiarów i ciężaru elementów, które mają być dostarczane na budowę;
- g) warunki środowiskowe i klimatyczne na placu budowy i w jego otoczeniu;
- h) szczegóły (właściwości) konstrukcji w bezpośrednim sąsiedztwie robót.

Przed rozpoczęciem rozładunku należy sprawdzić:

- a) poprawność załadunku tzn. czy elementy zostały prawidłowo podparte i zabezpieczone przed przesuwaniem lub uszkodzeniem. W przypadku stwierdzenia niezgodności należy powiadomić dział logistyki, który przekaze informację do firmy transportowej celem uniknięcia takiej sytuacji w przyszłości;
- b) uszkodzenia transportowe tzn. czy w wyniku nieprawidłowego załadunku lub transportu nie doszło do uszkodzenia lub odkształcenia elementu. Jeżeli stwierdzono wyżej wymienione, to należy sfotografować elementy jeszcze na samochodzie, a po rozładunku i dokładnych oględzinach przygotować zgłoszenie reklamacyjne z dokładnym opisem uszkodzeń i sposobem ich usunięcia, aby uniknąć takiej sytuacji w przyszłości.

Rozładunek konstrukcji odbywa się w obecności kierownika robót. Pracownik fizyczny podczepiający konstrukcję musi mieć uprawnienia hakowego i być poinformowany przez kierownika robót o złożoności konstrukcji i związanymi z tym procedurami rozładunku. Jeżeli istnieją, uchwyty montażowe w konstrukcji to należy ich używać podczas rozładunku. Jeżeli ze względu na wiotkość, ponadnormatywną długość elementów, rozładunek przy użyciu pasów lub łańcuchów mógłby spowodować odkształcenia plastyczne należy stosować uzgodnione z kierownikiem robót środki zaradcze np. rozładunek z użyciem trawersy lub przy użyciu dwóch dźwigów itp.

- Składowanie konstrukcji

Konstrukcję składa się w wyznaczonym na placu budowy miejscu. Bezpośrednio przy miejscu montażu lub na placu składowym, jeżeli montaż odbywa się w późniejszym terminie. Podparcie składowanej konstrukcji musi być wykonane w taki sposób, aby uniemożliwić jej przewrócenie i stworzenie ryzyka utraty zdrowia i życia ludzi pracujących w jej pobliżu. Podparcie musi ponadto zapewniać brak możliwości odkształcenia plastycznego konstrukcji. Jeżeli konstrukcja nie jest montowana na bieżąco, należy ją ustawić tak, aby nie dopuścić do gromadzenia się w niej wody, lodu i innych zanieczyszczeń mogących uszkodzić lub obniżyć trwałość zabezpieczenia antykorozyjnego.

- Montaż konstrukcji

Montaż konstrukcji stalowej odbywa się w obecności kierownika robót zgodnie z projektem montażowym. Przed rozpoczęciem montażu należy sprawdzić poprawność osadzenia kotew potwierdzoną operatem geodezyjnym. W przypadku niespełnienia wymaganych tolerancji, montaż można kontynuować na podstawie procedury naprawczej (rewizji projektu) zaakceptowanej przez projektanta.

Montaż konstrukcji należy rozpoczynać od ustawiania konstrukcji w polu stężonym. Niwelacje wysokościową i w planie słupów wykonuje się przy użyciu pakietu podkładek stalowych.

Po wstępnym zmontowaniu konstrukcji (w zależności od rozmiaru obiektu może to być kilka pól lub cała konstrukcja), należy potwierdzić poprawność jej zmontowania operatem geodezyjnym. Jako tolerancje montażu należy przyjąć, tolerancje podstawowe oraz funkcjonalne w klasie 1 wg PN-EN 1090-2. Po weryfikacji poprawności montażu można rozpocząć docelowe skręcanie i sprężanie konstrukcji.

- Połączenia skręcane

Do połączeń montażowych należy używać klasy śrub, które podane są w projekcie montażowym. Dostarczone na budowę wyroby śrubowe należy zidentyfikować na podstawie specyfikacji wysyłkowej, a następnie sprawdzić, czy oznaczenia na śrubach i nakrętkach oraz kształt podkładek odpowiadają wyrobom odpowiedniej klasy. Należy zwrócić przy tym uwagę na właściwy stan wyrobów (korozja, zanieczyszczenia lub uszkodzenia mechaniczne), a także na właściwe ich składowanie. Wyroby zardzewiałe, zanieczyszczone lub uszkodzone mechanicznie nie mogą być stosowane do montażu.

W połączeniach sprężanych część wystająca gwintu, mierzona od lica nakrętki do końca trzpienia powinna mieć długość nie mniejszą niż jedna podziałka gwintu. W połączeniach niesprężanych, między płaszczyzną docisku nakrętki a niegwintowaną częścią trzpienia powinien pozostać, co najmniej jeden pełny zwój gwintu (oprócz wybiegu gwintu).

DOKRĘCANIE ŚRUB W POŁĄCZENIACH NIESPRĘŻANYCH

Łączone elementy należy dociągać tak, by ściśle do siebie przylegały. W celu lepszego dopasowania można stosować przekładki. Gdy w połączeniach blach i poszycia o grubości $t \geq 4$ mm lub kształtowników o grubości ścianek ≥ 8 mm pełny docisk części nie jest wymagany, to na krawędziach można pozostawić szczeliny do 4 mm, o ile uzyskano docisk w środkowej strefie połączenia.

Każdy zestaw śrubowy w połączeniu powinien być doprowadzony przynajmniej do stanu odpowiadającego ścisłemu przyleganiu części, z zachowaniem odpowiedniej ostrożności, by nie zniszczyć śrub. Proces dokręcania śrub w grupie rozpoczyna się od śrub w strefie największej sztywności połączenia, a następnie przechodzi się stopniowo do stref coraz mniejszej sztywności. Aby osiągnąć stan ścisłego przylegania części w połączeniu, może być konieczny więcej niż jeden cykl dokręcania.

Strefą największej sztywności w połączeniach zakładkowych dwuteowników jest na ogół środek grupy śrub, a w połączeniach doczołowych dwuteowników – otoczenie pasów.

Finalną kontrolę połączeń mechanicznych powinien wykonać kierownik robót zgodnie z punktem 12.5 i wymaganiami z punktu 8.3 normy PN-EN 1090-2. Wszystkie połączenia niesprężane sprawdza się wizualnie po osadzeniu łączników i lokalnym dopasowaniu konstrukcji.

Jeżeli projekt montażu nie mówi inaczej, to podczas montażu oraz kontroli wykonanych połączeń należy uwzględnić, że:

- a) klucze dynamometryczne stosowane podczas montażu posiadają dokładność $\pm 4 \%$ według PN-EN ISO 6789. Kontrolę klucza wykonuje się zgodnie z PN-EN ISO 6789 oraz po każdym incydencie, który wystąpił podczas ich używania (znaczne uderzenie, upadek, przeciążenie itp.). Klucze muszą posiadać ważny certyfikat kalibracji/świadectwo wzorcowania;
- b) klucz dynamometryczny stosowany do kontroli został starannie wykalibrowany oraz posiada dokładność $\pm 4 \%$;
- c) kontrola zostanie wykonana pomiędzy 12h i 72h po zakończeniu docelowego dokręcania śrub w danej podgrupie;
- d) celem kontroli zestawów śrubowych jest sprawdzenie, czy wartość momentu niezbędna do zainicjowania obrotu wynosi co najmniej $1,05 \cdot M$;
- e) zestaw śrubowy, w którym nakrętka po przyłożeniu momentu kontrolnego obróciła się więcej niż o 15° , uznaje się za niedokręcony ($< 100 \%$) i należy dokręcić do wartości 100% wymaganego momentu;
- f) kontroli podlega 100% połączeń.

- Obróbki blacharskie

Wszystkie obróbki blacharskie wykonać z blachy stalowej powlekanej w kolorze białym lub szarym. Alternatywnie inne kolory harmonizujące z kolorem dachu. Rynny $\varnothing 150$ i rury spustowe $\varnothing 100$ ze stali w kolorze szarym. Alternatywnie inne kolory harmonizujące z kolorem dachu i obróbek blacharskich.

Parapety zewnętrzne – z blachy powlekanej.

4.4 Uwagi, zastrzeżenia i klauzule

- W przypadku powstania wątpliwości czy niejasności dotyczących wykonywania projektowanych powyższym opracowaniem robót na przedmiotowym budynku należy zwrócić się do autora niniejszego opracowania w celu wyjaśnienia.
- Przed przystąpieniem do robót remontowych należy wykonać stosowną dokumentację techniczną oraz uzyskać niezbędne decyzje administracyjne.

- Przed przystąpieniem do robót budowlanych należy zobowiązać przyszłego wykonawcę do opracowania szczegółowej wewnętrznej instrukcji prowadzenia robót.
- Wszelkie roboty budowlane należy prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie.
- Na podstawie rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 27 sierpnia 2002r. 151 poz. 1256 podczas realizacji robót remontowych kierownik zobowiązany jest do opracowania tzw. „planu BIOZ”.
- Opracowanie niniejsze stanowi własność intelektualną autorów opracowania i nie może być publikowane w całości lub w części bez zgody autorów i bez uzgodnienia z nimi formy i treści takiej publikacji. Nie można opracowania wykorzystać do innych celów niż określony w opracowaniu .
- Powyższe opracowanie i zawarte w nim treści nie zwalniają potencjalnych wykonawców robót od szczegółowego zapoznania się z kartami technicznymi poszczególnych produktów i stosownymi Aprobatami Technicznymi oraz zaleceniami producenta systemu a także od przestrzegania wymogów Prawa Budowlanego, zasad sztuki budowlanej i przepisów BHP.

UWAGA!!! Podane w powyższym opracowaniu rozwiązania wskazujące konkretny produkt lub system są jedynie rozwiązaniami przykładowymi wskazującymi konieczne do osiągnięcia parametry techniczne zastosowanego systemu. Dopuszcza się zastosowanie innych równoważnych rozwiązań z zastosowaniem produktów dowolnego producenta pod warunkiem osiągnięcia parametrów technicznych lepszych bądź też co najmniej równych jak parametry proponowanego systemu

5. Obliczenia konstrukcyjne pawilonu handlowego

5.1 Podstawa opracowania

- Projekt architektoniczny
 - Aktualne normy, przepisy oraz literatura techniczna
- PN-EN 1990:2004 /Ap1 Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje
- Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy,

	ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
PN-EN 1991-1-3:2005	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje Część 1-3: Oddziaływania ogólne - obciążenie śniegiem
PN-EN 1991-1-4:2008	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje Część 1-3: Oddziaływania ogólne - oddziaływania wiatru
PN-EN 1992-1-1:2008	Eurokod2: Projektowanie konstrukcji z betonu Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
PN-EN 1993-1-1:2008	Eurokod3: Projektowanie konstrukcji stalowych Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków
PN-EN 1997-1:2008	Eurokod7: Projektowanie geotechniczne Część 1: Zasady ogólne
PN-EN 1090 - 1	Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcji
PN-EN 1090 - 2	Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych

5.2 Zastosowane materiały

Beton:	C25/30
Beton podkładowy:	C8/10
Stal żebrowana:	B500SP oraz B500A
Stal profilowa:	S235 oraz S355
Stal płatwi:	S350GD
Spoiny wykonać elektrodami ER146 lub EA146 lub metodą MAG135	

5.3 Metody obliczeń konstrukcji

Obliczenia przeprowadzono metodą stanów granicznych (sprawdzony został stan graniczny nośności oraz stan graniczny użytkowania).

5.4 Uwagi dotyczące posadowienia i lokalizacji budynku

Lokalizacja budynku:

- II strefa obciążenia śniegiem (do 300 m n.p.m.)

- I strefa obciążenia wiatrem (do 300 m n.p.m.)

Posadowienie budynku oraz poziom wody gruntowej wg opinii geotechnicznej.

5.5 Zestawienie obciążeń

5.5.1 Ciężar własny

Ciężar własny płyt, belek i słupów zostanie uwzględniony bezpośrednio w obliczeniach analitycznych oraz w programie komputerowym

5.5.2 Obciążenia stałe od wykończenia dachu pawilonu handlowego

Tab. 1 Zebranie obciążenia od wykończenia dachu na $1m^2$

Rodzaj warstwy	Ciężar właściwy [kN/m^3]	Grubość [cm]	Obciążenie [kN/m^2]
Papa wierzchniego krycia termozgrzewalna	— —	— —	0,15
Papa podkładowa samoprzylepna	— —	— —	0,15
Wełna mineralna	— —	25	0,36
Papa paroizolacyjna samoprzylepna	— —	— —	0,15
Blacha trapezowa powlekana TR93	— —	9,3	0,15
Dźwigar stalowy	Automatycznie uwzględnione w programie komputerowym		
Sufit podwieszany kasetonowy systemu G-K	— —	— —	0,30
Suma:			1,26

5.5.3 Obciążenia stałe od wykończenia dachu myjni

Tab. 1 Zebranie obciążenia od wykończenia dachu na $1m^2$

Rodzaj warstwy	Ciężar właściwy [kN/m^3]	Grubość [cm]	Obciążenie [kN/m^2]
----------------	---------------------------------	---------------------	----------------------------

Papa wierzchniego krycia termozgrzewalna	— —	— —	0,15
Papa podkładowa samoprzylepna	— —	— —	0,15
Wełna mineralna	— —	25	0,36
Papa paroizolacyjna samoprzylepna	— —	— —	0,15
Blacha trapezowa powlekana TR93	— —	9,3	0,15
Dźwigar stalowy	Automatycznie uwzględnione w programie komputerowym		
Suma:			0,96

5.5.4 Obciążenia zmienne

A. Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1

Kategoria H obciążonej powierzchni - dachy bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw - zalecana wartość obciążenia $0,4 \text{ kN/m}^2$

B. Obciążenie od śniegu wg PN-EN 1991-1-3

Połąć dachu obciążonego równomiernie:

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:

- Strefa obciążenia śniegiem II:

$$A = 150 \text{ m n. p. m.} \Rightarrow s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa

- Współczynnik ekspozycji:

$$c_e = 1,0 \Rightarrow \text{teren normalny}$$

- Współczynnik termiczny:

$$c_e = 1,0$$

- Współczynnik kształtu dachu:

kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = \text{do } 30^\circ$

$$\mu_1 = 0,8$$

Sytuacja wyjątkowa nie będzie rozważana

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu * c_e * c_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

C. Oddziaływanie wiatru wg PN-EN 1991-1-4 - pawilon stacji wraz z myjnią

- dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 17,7 \text{ m}; d = 15,0 \text{ m}; h = 4,9 \text{ m}$
- kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 2\%$
- wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
- strefa obciążenia wiatrem I: $A = 150 \text{ m n.p.m.} \Rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$
- współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,0$
- bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 22 = 22 \text{ m/s}$
- wysokość odniesienia: $z_e = h = 4,8 \text{ m}$
- kategoria terenu II
- współczynnik chropowatości:

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,01}{0,05} \right)^{0,07} = 0,17$$

$$c_r(z) = 0,17 * \ln \left(\frac{4,9}{0,01} \right) = 1,05$$

- współczynnik rzeźby terenu: $c_0(z_e) = 1,0$
- średnia prędkość wiatru:

$$v_m(z_e) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 1,05 * 1,0 * 22 = 23,1 \text{ m/s}$$

- współczynnik turbulencji: $k_1 = 1,0$
- intensywność turbulencji:

$$I_v(z_e) = \frac{k_1}{c_0(z_e) * \ln \left(\frac{z_e}{z_0} \right)} = \frac{1,0}{1,0 * \ln \left(\frac{4,9}{0,01} \right)} = 0,16$$

- gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z) = (1 + 7I_v(z)) * 0,5\rho * v_m^2(z) = (1 + 7 * 0,16) * 0,5 * 1,25 * 23,1^2$$

$$q_p(z) = 707 \text{ N/m}^2 = 0,71 \text{ kN/m}^2$$

- współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,0$

Ciśnienie wiatru wywierane na powierzchnie zewnętrzną

$$w_e(z) = q_p(z) * c_{pe}$$

Ciśnienie wiatru wywierane na powierzchnie wewnętrzną

$$w_i(z) = q_p(z) * c_{pi}$$

$$w_i(z) = \begin{cases} 0,71 * 0,2 = 0,14 \\ 0,71 * (-0,3) = -0,22 \end{cases}$$

5.6 Wyniki obliczeń statyczno – wytrzymałościowych

5.6.1 Konstrukcja stalowa

A. Dźwigar

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 127 dźwigar myjnia_127 **PUNKT:** 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.42 L = 3.12 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 49 SGN/41=1*1.15 + 2*1.15 + 4*1.50 (1+2)*1.15+4*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) fy = 235.00 MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 270

h=27.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=13.5 cm	Ay=31.41 cm ²	Az=22.09 cm ²	Ax=45.90 cm ²
tw=0.7 cm	Iy=5790.00 cm ⁴	Iz=420.00 cm ⁴	Ix=16.40 cm ⁴
tf=1.0 cm	Wply=484.00 cm ³	Wplz=96.95 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{i,Ed} = 0.10 kN	My,Ed = 67.69 kN*m	Mz,Ed = -0.00 kN*m	Vy,Ed = -0.00 kN
N _{c,Rd} = 1078.65 kN	My,Ed,max = 69.27 kN*m	Mz,Ed,max = -0.00 kN*m	Vy,c,Rd = 426.11 kN
N _{b,Rd} = 587.46 kN	My,c,Rd = 113.74 kN*m	Mz,c,Rd = 22.78 kN*m	Vz,Ed = 5.67 kN
	MN _{y,Rd} = 113.74 kN*m	MN _{z,Rd} = 22.78 kN*m	Vz,c,Rd = 299.75 kN
	Mb,Rd = 98.90 kN*m		

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	Mcr = 205.67 kN*m	Krzywa,LT - b	XLT = 0.85
Lcr,upp=3.08 m	Lam_LT = 0.74	fi,LT = 0.77	XLT,mod = 0.87

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 7.38 m	Lam_y = 0.70
Lcr,y = 7.38 m	Xy = 0.85
Lamy = 65.72	kzy = 1.00



względem osi z:

Lz = 7.38 m	Lam_z = 1.08
Lcr,z = 3.08 m	Xz = 0.54
Lamz = 101.84	kzz = 0.90

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.60 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.35 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\Lambda_{b,y} = 65.72 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 101.84 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.70 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.63 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.70 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/250.00 = 3.0 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 6 Wiatr Y+ 22 m/s (f=1.00) Symulacja

$$u_z = 2.6 \text{ cm} < u_{z,max} = L/250.00 = 3.0 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 69 SGU:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 (1+2+4)*1.00

$$u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/250.00 = 3.0 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1*6

$$u_{inst,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/250.00 = 3.0 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1*4



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

Profil poprawny !!!

B. Kratownica

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 32 pas górny_32
4.89 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.50 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 49 SGN/41=1*1.15 + 2*1.15 + 4*1.50 (1+2)*1.15+4*1.50

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 120

$$h=12.0 \text{ cm}$$

$$gM0=1.00$$

$$gM1=1.00$$

$$b=6.4 \text{ cm}$$

$$A_y=9.09 \text{ cm}^2$$

$$A_z=6.30 \text{ cm}^2$$

$$A_x=13.20 \text{ cm}^2$$

$$t_w=0.4 \text{ cm}$$

$$I_y=318.00 \text{ cm}^4$$

$$I_z=27.70 \text{ cm}^4$$

$$I_x=1.74 \text{ cm}^4$$

$$t_f=0.6 \text{ cm}$$

$$W_{ply}=60.73 \text{ cm}^3$$

$$W_{plz}=13.58 \text{ cm}^3$$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 122.39 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -1.89 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = -0.00 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = 0.00 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 468.60 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -6.56 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed,max} = -0.00 \text{ kN*m}$	$V_{y,c,Rd} = 186.32 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 237.41 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 21.56 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 4.82 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = -11.09 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 19.77 \text{ kN*m}$	$MN_{z,Rd} = 4.82 \text{ kN*m}$	$V_{z,c,Rd} = 129.03 \text{ kN}$
	$Mb,Rd = 14.90 \text{ kN*m}$		

KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$	$M_{cr} = 19.94 \text{ kN*m}$	Krzywa,LT - b	$XLT = 0.68$
$L_{cr,low} = 2.40 \text{ m}$	$\lambda_{m,LT} = 1.04$	$f_{i,LT} = 1.01$	$XLT_{mod} = 0.69$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y:

$L_y = 9.78 \text{ m}$	$\lambda_{m,y} = 0.64$
$L_{cr,y} = 2.40 \text{ m}$	$X_y = 0.87$
$\lambda_{my} = 48.91$	$k_{zy} = 0.92$



względem osi z:

$L_z = 9.78 \text{ m}$	$\lambda_{m,z} = 1.15$
$L_{cr,z} = 1.27 \text{ m}$	$X_z = 0.51$
$\lambda_{mz} = 87.78$	$k_{zz} = 1.55$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.26 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.10 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.31} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.09 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{m,y} = 48.91 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 87.78 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.44 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.75 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.92 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/250.00 = 3.9 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 67 \text{ SGU:CHR}/9 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.00 + 4 \cdot 0.50$$

$$(1+2+8) \cdot 1.00 + 4 \cdot 0.50$$

$$u_z = 1.2 \text{ cm} < u_{z,max} = L/250.00 = 3.9 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 69 \text{ SGU:CHR}/11 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 + (1+2+4) \cdot 1.00$$

$$u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/250.00 = 3.9 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 0.5 \cdot 4 + 1 \cdot 8$$

$$u_{inst,z} = 0.3 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/250.00 = 3.9 \text{ cm} \quad \text{Zweryfikowano}$$

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 1 \cdot 4$$



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

Profil poprawny !!!**OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów

GRUPA:**PRĘT:** 17 pas dolny_17
0.12 m**PUNKT:** 1**WSPÓŁRZĘDNA:** $x = 0.01 L =$ **OBCIĄŻENIA:**Decydujący przypadek obciążenia: $52 \text{ SGN}/44 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 7 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$
 $(1+2) \cdot 1.15 + 7 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$ **MATERIAŁ:**S 355 (S 355) $f_y = 355.00 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 120**

$h=12.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=6.4 \text{ cm}$	$A_y=9.09 \text{ cm}^2$	$A_z=6.30 \text{ cm}^2$	$A_x=13.20 \text{ cm}^2$
$t_w=0.4 \text{ cm}$	$I_y=318.00 \text{ cm}^4$	$I_z=27.70 \text{ cm}^4$	$I_x=1.74 \text{ cm}^4$
$t_f=0.6 \text{ cm}$	$W_{ply}=60.73 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=13.58 \text{ cm}^3$	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 11.30 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 5.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -0.01 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 468.60 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 5.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,c,Rd} = 186.32 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 79.43 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 21.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 4.82 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = -4.85 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 21.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 4.82 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 129.03 \text{ kN}$
	$Mb,Rd = 20.58 \text{ kN}\cdot\text{m}$		

KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$	$M_{cr} = 67.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Krzywa,LT - b	$XLT = 0.93$
$L_{cr,upp} = 1.17 \text{ m}$	$Lam_{LT} = 0.56$	$f_{i,LT} = 0.65$	$XLT,mod = 0.95$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y:

$Ly = 9.78 \text{ m}$	$Lam_y = 0.31$
$L_{cr,y} = 1.17 \text{ m}$	$X_y = 0.97$
$Lam_y = 23.84$	$kzy = 0.98$



względem osi z:

$Lz = 9.78 \text{ m}$	$Lam_z = 2.25$
$L_{cr,z} = 2.49 \text{ m}$	$X_z = 0.17$
$Lam_z = 171.89$	$kzz = 1.08$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.25 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{b,y} = 23.84 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 171.89 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$
 $M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.26 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.26 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.40 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):** $u_y = 0.8 \text{ cm} < u_{y,max} = L/250.00 = 3.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 63 SGU:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 4*0.50
(1+2+6)*1.00+4*0.50

uz = 1.1 cm < uz max = L/250.00 = 3.9 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 69 SGU:CHR/11=1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00 (1+2+4)*1.00

u inst,y = 0.7 cm < u inst,max,y = L/250.00 = 3.9 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 0.5*4 + 1*6

u inst,z = 0.3 cm < u inst,max,z = L/250.00 = 3.9 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1*4



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 23 krzyżulce_23
0.81 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.50 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 49 SGN/41=1*1.15 + 2*1.15 + 4*1.50 (1+2)*1.15+4*1.50

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) fy = 355.00 MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 60x60x3

h=6.0 cm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=6.0 cm

Ay=3.37 cm²

Az=3.37 cm²

Ax=6.74 cm²

tw=0.3 cm

Iy=36.20 cm⁴

Iz=36.20 cm⁴

Ix=55.56 cm⁴

tf=0.3 cm

Wply=13.95 cm³

Wplz=13.95 cm³

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 70.56 kN

My,Ed = 0.01 kN*m

Nc,Rd = 239.27 kN

My,Ed,max = 0.01 kN*m

Nb,Rd = 173.81 kN

My,c,Rd = 4.95 kN*m

MN,y,Rd = 4.55 kN*m

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 1.61 m

Lam_y = 0.91

Lcr,y = 1.61 m

Xy = 0.73

Lamy = 69.64

kyy = 1.16



względem osi z:

Lz = 1.61 m

Lam_z = 0.91

Lcr,z = 1.61 m

Xz = 0.73

Lamz = 69.64

kzy = 0.00

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

N,Ed/Nc,Rd = 0.29 < 1.00 (6.2.4.(1))

My,Ed/My,c,Rd = 0.00 < 1.00 (6.2.5.(1))

My,Ed/MN,y,Rd = 0.00 < 1.00 (6.2.9.1.(2))

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{y} = 69.64 < \Lambda_{y,max} = 210.00$ $\Lambda_{z} = 69.64 < \Lambda_{z,max} = 210.00$ STABILNY
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.41 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.41 < 1.00$ (6.3.3.(4))

Profil poprawny !!!**OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 27 krzyżulce_27
0.79 m**PUNKT:** 2**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.50 L =**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 49 SGN/41=1*1.15 + 2*1.15 + 4*1.50 (1+2)*1.15+4*1.50

MATERIAŁ:S 355 (S 355) $f_y = 355.00$ MPa**PARAMETRY PRZESZKROJU: RK 40x40x3**

h=4.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=4.0 cm	Ay=2.17 cm ²	Az=2.17 cm ²	Ax=4.34 cm ²
tw=0.3 cm	Iy=9.78 cm ⁴	Iz=9.78 cm ⁴	Ix=15.20 cm ⁴
tf=0.3 cm	Wply=5.72 cm ³	Wplz=5.72 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 23.20$ kN	$M_{y,Ed} = 0.01$ kN*m
$N_{c,Rd} = 154.07$ kN	$M_{y,Ed,max} = 0.01$ kN*m
$N_{b,Rd} = 66.01$ kN	$M_{y,c,Rd} = 2.03$ kN*m
	$MN_{y,Rd} = 2.03$ kN*m

KLASA PRZESKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

$L_y = 1.58$ m	$\Lambda_{y,y} = 1.38$
$L_{cr,y} = 1.58$ m	$X_y = 0.43$
$\Lambda_{my} = 105.35$	$k_{yy} = 1.15$



względem osi z:

$L_z = 1.58$ m	$\Lambda_{z,z} = 1.38$
$L_{cr,z} = 1.58$ m	$X_z = 0.43$
$\Lambda_{mz} = 105.35$	$k_{zy} = 0.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.15 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.5.(1))
 $M_{y,Ed}/MN_{y,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_y = 105.35 < \Lambda_{y,max} = 210.00$ $\Lambda_z = 105.35 < \Lambda_{z,max} = 210.00$ STABILNY
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.36 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) = 0.35 < 1.00$ (6.3.3.(4))

Profil poprawny !!!

C. Słupy

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 15 słup pawilon_15
1.81 m

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.38 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $53 \text{ SGN}/45 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 8 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$
 $(1+2) \cdot 1.15 + 8 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZĘKROJU: HEA 140

$h=13.3 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=14.0 \text{ cm}$	$A_y=26.34 \text{ cm}^2$	$A_z=10.11 \text{ cm}^2$	$A_x=31.40 \text{ cm}^2$
$t_w=0.5 \text{ cm}$	$I_y=1030.00 \text{ cm}^4$	$I_z=389.00 \text{ cm}^4$	$I_x=8.16 \text{ cm}^4$
$t_f=0.9 \text{ cm}$	$W_{ply}=173.50 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=84.85 \text{ cm}^3$	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 64.46 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 1.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.06 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = 0.03 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 737.90 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 5.92 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 0.11 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 357.37 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 395.90 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 40.77 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 19.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 3.02 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 40.77 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 19.94 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 137.14 \text{ kN}$
	$Mb,Rd = 40.77 \text{ kN}\cdot\text{m}$		$Tt,Ed = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			KLASA PRZĘKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$	$M_{cr} = 229.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Krzywa,LT - b	$XL T = 0.99$
$L_{cr,upp} = 2.38 \text{ m}$	$\lambda_{m_LT} = 0.42$	$\phi_{LT} = 0.57$	$XL T_{mod} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 4.75 \text{ m}$	$\lambda_{m_y} = 0.62$
$L_{cr,y} = 3.32 \text{ m}$	$X_y = 0.83$
$\lambda_{my} = 58.05$	$k_{zy} = 0.97$



względem osi z:

$L_z = 4.75 \text{ m}$	$\lambda_{m_z} = 1.01$
$L_{cr,z} = 3.32 \text{ m}$	$X_z = 0.54$
$\lambda_{mz} = 94.47$	$k_{zz} = 1.11$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$\begin{aligned} N_{Ed}/N_{c,Rd} &= 0.09 < 1.00 \quad (6.2.4.(1)) \\ M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} &= 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2)) \\ M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} &= 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2)) \\ (M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 &= 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6)) \\ V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} &= 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7) \\ V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} &= 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7) \end{aligned}$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{y,Ed} = 58.05 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z,Ed} = 94.47 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.15 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.25 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.31 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY): Nie analizowano



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

$$v_x = 0.3 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 3.2 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 65 SGU:CHR/7=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 + 4*0.50
(1+2+7)*1.00+4*0.50

$$v_y = 0.1 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 3.2 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 67 SGU:CHR/9=1*1.00 + 2*1.00 + 8*1.00 + 4*0.50
(1+2+8)*1.00+4*0.50

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 123 słup myjnia_123

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L =

0.00 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 33 SGN/25=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50 + 4*0.75
(1+2)*1.15+5*1.50+4*0.75

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 140x140x6

$$h=14.0 \text{ cm}$$

$$g_{M0}=1.00$$

$$g_{M1}=1.00$$

$$b=14.0 \text{ cm}$$

$$A_y=15.90 \text{ cm}^2$$

$$A_z=15.90 \text{ cm}^2$$

$$A_x=31.80 \text{ cm}^2$$

$$t_w=0.6 \text{ cm}$$

$$I_y=944.00 \text{ cm}^4$$

$$I_z=944.00 \text{ cm}^4$$

$$I_x=1443.66 \text{ cm}^4$$

$$t_f=0.6 \text{ cm}$$

$$W_{ply}=155.33 \text{ cm}^3$$

$$W_{plz}=155.33 \text{ cm}^3$$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$$N_{Ed} = 37.92 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = -8.71 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed} = 0.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,Ed} = 0.12 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = 747.30 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed,max} = -8.71 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed,max} = 0.57 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,c,Rd} = 215.73 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 541.22 \text{ kN}$$

$$M_{y,c,Rd} = 36.50 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,c,Rd} = 36.50 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,Ed} = 4.77 \text{ kN}$$

$$M_{N,y,Rd} = 36.50 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{N,z,Rd} = 36.50 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,c,Rd} = 215.73 \text{ kN}$$

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 4.68 \text{ m}$ $\lambda_{m_y} = 0.91$
 $L_{cr,y} = 4.68 \text{ m}$ $X_y = 0.72$
 $\lambda_{my} = 85.90$ $k_{yy} = 0.95$



względem osi z:

$L_z = 4.68 \text{ m}$ $\lambda_{m_z} = 0.91$
 $L_{cr,z} = 4.68 \text{ m}$ $X_z = 0.72$
 $\lambda_{mz} = 85.90$ $k_{yz} = 0.57$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.05 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.24 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.02 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.66} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.66} = 0.09 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6.(1))
 $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.02 < 1.00$ (6.2.6.(1))

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{m,y} = 85.90 < \lambda_{m,max} = 210.00$ $\lambda_{m,z} = 85.90 < \lambda_{m,max} = 210.00$ STABILNY
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/\gamma_{M1}) = 0.30 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/\gamma_{M1}) = 0.22 < 1.00$ (6.3.3.(4))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY): Nie analizowano



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

$v_x = 1.3 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 3.1 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 5 Wiatr X+ 22 m/s (f=1.00) Symulacja
 $v_y = 1.0 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 3.1 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 63 SGU:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 4*0.50
(1+2+6)*1.00+4*0.50

Profil poprawny !!!

D. Zadaszenie

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 220 Belka_220
0.00 m

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 51 SGN/43=1*1.15 + 2*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50
(1+2)*1.15+6*0.90+4*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RP 100x50x4

h=10.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=5.0 cm	Ay=3.73 cm ²	Az=7.47 cm ²	Ax=11.20 cm ²
tw=0.4 cm	Iy=140.00 cm ⁴	Iz=46.20 cm ⁴	Ix=109.87 cm ⁴
tf=0.4 cm	Wply=34.10 cm ³	Wplz=20.93 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 0.04 kN	My _{Ed} = -2.39 kN*m	Mz _{Ed} = 0.01 kN*m	Vy _{Ed} = 0.01 kN
Nc,Rd = 263.20 kN	My _{Ed,max} = -2.39 kN*m	Mz _{Ed,max} = 0.01 kN*m	Vy _{c,Rd} = 50.65 kN
Nb,Rd = 263.20 kN	My _{c,Rd} = 8.01 kN*m	Mz _{c,Rd} = 4.92 kN*m	Vz _{Ed} = 5.15 kN
	MN _{y,Rd} = 8.01 kN*m	MN _{z,Rd} = 4.92 kN*m	Vz _{c,Rd} = 101.31 kN
	Mb,Rd = 8.01 kN*m		

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	Mcr = 356.72 kN*m	Krzywa _{LT} - d	XLT = 1.00
Lcr,low=0.85 m	Lam_LT = 0.15	fi _{LT} = 0.41	XLT _{mod} = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$$k_{yy} = 0.90$$



względem osi z:

$$k_{yz} = 0.54$$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.30 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.66} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.66} = 0.13 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.05 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.30 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.27 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.16 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 0.4 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 67 \text{ SGU:CHR/9} = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.00 + 4 \cdot 0.50$$

$$(1+2+8) \cdot 1.00 + 4 \cdot 0.50$$

$$u_z = 0.0 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 0.4 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 71 \text{ SGU:CHR/13} = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 6 \cdot 0.60 + 4 \cdot 1.00$$

$$(1+2+4) \cdot 1.00 + 6 \cdot 0.60$$



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

Profil poprawny !!!

E. Połączenie fundamentowe – słup HEA140



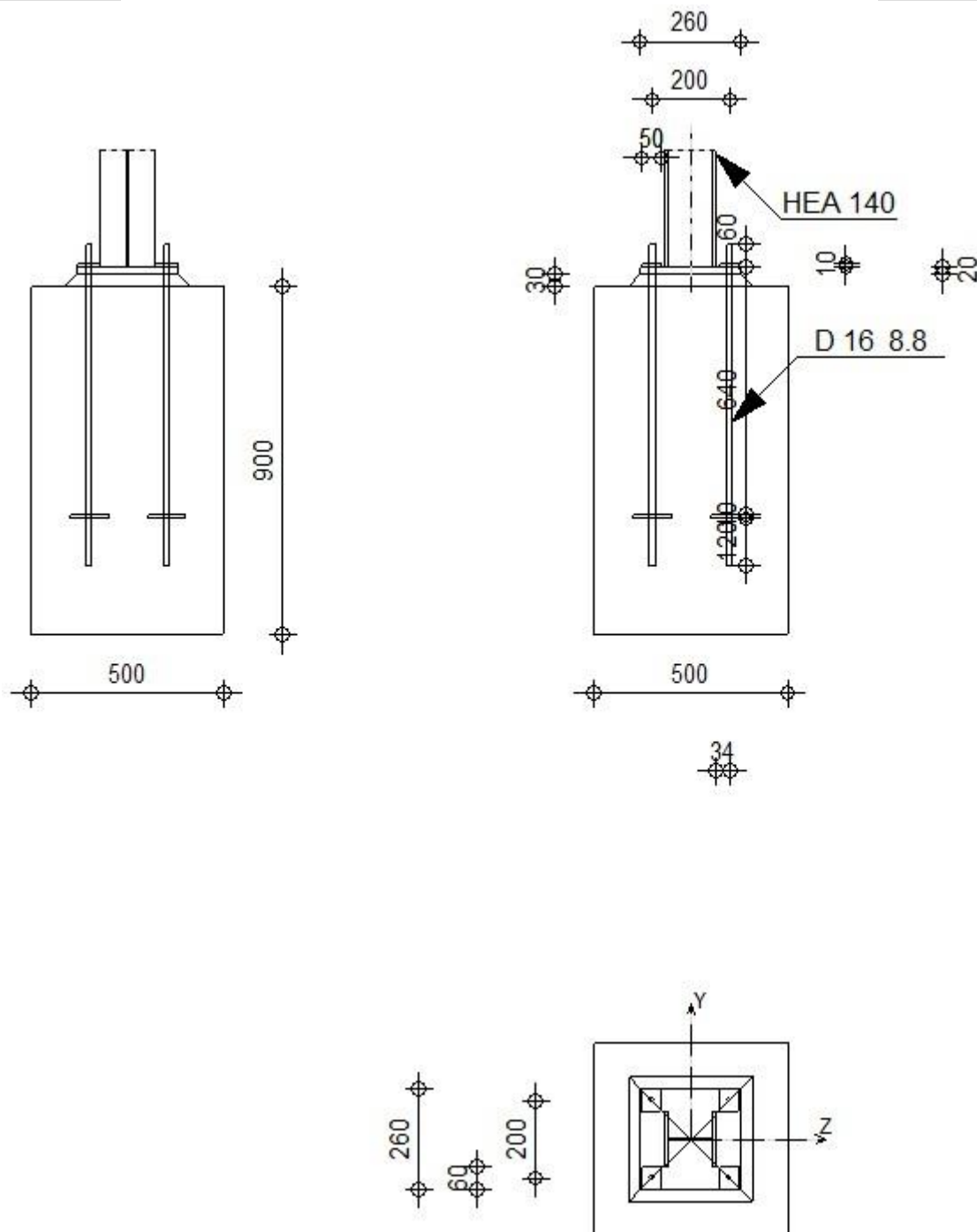
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2022

Obliczenia stóp słupów utwardzonych

Eurocode 3: PN-EN 1993-1-8:2006/NA:2011 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete



Proporcja
0,74



Ogólne

Nr połączenia: 1

Nazwa połączenia: Stopa zamocowana

Węzeł konstrukcji: 18

Nr połączenia: 1
Pręty konstrukcji: 15

Geometria

Słup

Profil: HEA 140

Nr pręta: 15

$L_c = 4,75$ [m] Długość słupa
 $a = 0,0$ [Deg] Kąt nachylenia
 $h_c = 133$ [mm] Wysokość przekroju słupa
 $b_{fc} = 140$ [mm] Szerokość przekroju słupa
 $t_{wc} = 6$ [mm] Grubość środnika przekroju słupa
 $t_{fc} = 8$ [mm] Grubość półki przekroju słupa
 $r_c = 12$ [mm] Promień zaokrąglenia przekroju słupa
 $A_c = 31,40$ [cm²] Pole przekroju słupa
 $I_{yc} = 1030,00$ [cm⁴] Moment bezwładności przekroju słupa

Materiał: S 235

$f_{yc} = 235,00$ [MPa] Wytrzymałość
 $f_{uc} = 360,00$ [MPa] Granica wytrzymałości materiału

Podstawa stopy słupa

$l_{pd} = 260$ [mm] Długość
 $b_{pd} = 260$ [mm] Szerokość
 $t_{pd} = 20$ [mm] Grubość

Materiał: S 235

$f_{ypd} = 235,00$ [MPa] Wytrzymałość
 $f_{upd} = 360,00$ [MPa] Granica wytrzymałości materiału

Zakotwienie

Płaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

Klasa = 8.8 Klasa kotew
 $f_{yb} = 640,00$ [MPa] Granica plastyczności materiału śruby
 $f_{ub} = 800,00$ [MPa] Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie
 $d = 16$ [mm] Średnica śruby
 $A_s = 1,57$ [cm²] Powierzchnia przekroju czynnego śruby
 $A_v = 2,01$ [cm²] Powierzchnia przekroju śruby
 $n_H = 2$ Ilość kolumn śrub
 $n_V = 2$ Ilość rzędów śrub

Rozstaw poziomy $e_{Hi} = 200$ [mm]

Rozstaw pionowy $e_{Vi} = 200$ [mm]

Wymiary kotew

$L_1 = 60$ [mm]
 $L_2 = 640$ [mm]
 $L_3 = 120$ [mm]

Płytki oporowe

$d = 100$ [mm] Średnica
 $t_p = 10$ [mm] Grubość

d =	100	[mm]	Średnica	
Materiał:	S 235			
f _y =	235,00	[MPa]	Wytrzymałość	
Podkładka				
l _{wd} =	50	[mm]	Długość	
b _{wd} =	60	[mm]	Szerokość	
t _{wd} =	10	[mm]	Grubość	
Współczynniki materiałowe				
g _{M0} =	1,00		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	
g _{M2} =	1,25		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	
g _C =	1,50		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	
Stopa fundamentowa				
L =	500	[mm]	Długość stopy	
B =	500	[mm]	Szerokość stopy	
H =	900	[mm]	Wysokość stopy	
Beton				
Klasa	C25/30			
f _{ck} =	25,00	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie	
Warstwa wyrównawcza				
t _g =	30	[mm]	Grubość warstwy wyrównawczej (podsypki)	
f _{ck,g} =	12,00	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie	
C _{f,d} =	0,30		Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem	
Spoiny				
a _p =	3	[mm]	Płyta główna stopy słupa	
Obciążenia				
Przypadek:	7: Wiatr X- 22 m/s (f =1.00) Symulacja			
N _{j,Ed} =	4,38	[kN]	Siła osiowa	
V _{j,Ed,y} =	0,31	[kN]	Siła ścinająca	
V _{j,Ed,z} =	2,82	[kN]	Siła ścinająca	
M _{j,Ed,y} =	-3,33	[kN*m]	Moment zginający	
M _{j,Ed,z} =	0,02	[kN*m]	Moment zginający	
Rezultaty				
Strefa ściskana				
ŚCISKANIE BETONU				
f _{cd} =	16,67	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
f _j =	21,37	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na docisk pod płytą podstawy	[6.2.5.(7)]
$c = t_p \cdot \ddot{O}(f_{yp}/(3 \cdot f_j \cdot g_{M0}))$				
c =	38	[mm]	Dodatkowa szerokość docisku	[6.2.5.(4)]
b _{eff} =	85	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
l _{eff} =	217	[mm]	Długość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
A _{c0} =	184,29	[cm ²]	Powierzchnia kontaktu płyty podstawy z fundamentem	EN 1992-1:[6.7.(3)]
A _{c1} =	1276,31	[cm ²]	Maksymalne obliczeniowe pole rozkładu obciążenia	EN 1992-1:[6.7.(3)]

$$F_{rd,u} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \ddot{O}(A_{c1}/A_{c0}) \leq 3 \cdot A_{c0} \cdot f_{cd}$$

$$F_{rd,u} = 808,30 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu na docisk} \quad \text{EN 1992-1-1:[6.7.(3)]}$$

$$b_j = 0,67 \quad \text{Współczynnik redukcyjny przy ściskaniu} \quad [6.2.5.(7)]$$

$$f_{jd} = b_j \cdot F_{rd,u} / (b_{eff} \cdot l_{eff})$$

$$f_{jd} = 29,24 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Wytrzymałość obliczeniowa na docisk} \quad [6.2.5.(7)]$$

$$A_{c,y} = 184,29 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Pole powierzchni docisku przy zginaniu My} \quad [6.2.8.3.(1)]$$

$$A_{c,z} = 184,29 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Pole powierzchni docisku przy zginaniu Mz} \quad [6.2.8.3.(1)]$$

$$F_{c,Rd,i} = A_{c,i} \cdot f_{jd}$$

$$F_{c,Rd,y} = 538,87 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu na docisk przy zginaniu My} \quad [6.2.8.3.(1)]$$

$$F_{c,Rd,z} = 538,87 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu na docisk przy zginaniu Mz} \quad [6.2.8.3.(1)]$$

PÓŁKA I ŚRODNIK SŁUPA PRZY ŚCISKANIU

$$CL = 1,00 \quad \text{Klasa przekroju} \quad \text{EN 1993-1-1:[5.5.2]}$$

$$W_{pl,y} = 173,50 \quad [\text{cm}^3] \quad \text{Wskaźnik plastyczny przekroju} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]}$$

$$M_{c,Rd,y} = 40,77 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5]}$$

$$h_{f,y} = 124 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość między środkami ciężkości pól} \quad [6.2.6.7.(1)]$$

$$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$$

$$F_{c,fc,Rd,y} = 327,48 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność ściskanej półki i środka} \quad [6.2.6.7.(1)]$$

$$W_{pl,z} = 84,85 \quad [\text{cm}^3] \quad \text{Wskaźnik plastyczny przekroju} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]}$$

$$M_{c,Rd,z} = 19,94 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5]}$$

$$h_{f,z} = 108 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość między środkami ciężkości pól} \quad [6.2.6.7.(1)]$$

$$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$$

$$F_{c,fc,Rd,z} = 184,12 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność ściskanej półki i środka} \quad [6.2.6.7.(1)]$$

NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ŚCISKANEJ

$$F_{C,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$$

$$F_{C,Rd,y} = 327,48 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie ściskanej} \quad [6.2.8.3]$$

$$F_{C,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$$

$$F_{C,Rd,z} = 184,12 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie ściskanej} \quad [6.2.8.3]$$

Strefa rozciągana

ZERWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ

$$A_b = 1,57 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Czynne pole powierzchni śruby} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

$$f_{ub} = 800,00 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

$$\text{Beta} = 0,85 \quad \text{Współczynnik redukcyjny nośności śruby} \quad [3.6.1.(3)]$$

$$F_{t,Rd,s1} = \text{beta} \cdot 0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_b / g_{M2}$$

$$F_{t,Rd,s1} = 76,87 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność śruby na zerwanie} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

$$g_{Ms} = 1,20 \quad \text{Częściowy współczynnik bezpieczeństwa} \quad \text{CEB [3.2.3.2]}$$

$$f_{yb} = 640,00 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Granica plastyczności materiału śruby} \quad \text{CEB [9.2.2]}$$

$$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} \cdot A_b / g_{Ms}$$

$$F_{t,Rd,s2} = 83,73 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność śruby na zerwanie} \quad \text{CEB [9.2.2]}$$

$$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$$

$$F_{t,Rd,s} = 76,87 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność śruby na zerwanie}$$

WYRWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ Z BETONU

$$f_{ck} = 25,00 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie} \quad \text{EN 1992-1-1:[3.1.2]}$$

$$A_h = 76,53 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Pole docisku płytki kotwiącej} \quad \text{CEB [15.1.2.3]}$$

$$p_k = 187,50 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Wytrzymałość charakterystyczna betonu przy wyrwaniu} \quad \text{CEB [15.1.2.3]}$$

WYRWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ Z BETONU

$f_{ck} =$	25,00	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie	EN 1992-1:[3.1.2]
$g_{Mp} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,p} = p_k \cdot A_h / g_{Mp}$				
$F_{t,Rd,p} =$	265,73	[kN]	Nośność obl. ze względu na wyrywanie	CEB [9.2.3]

WYŁAMANIE STOŻKA BETONU

$h_{ef} =$	100	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.4]
$N_{Rk,C}^0 = 9.0[N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5}$				
$N_{Rk,C}^0 =$	45,00	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.2.4]
$s_{cr,N} =$	300	[mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.4]
$c_{cr,N} =$	150	[mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.4]
$A_{c,N0} =$	900,00	[cm ²]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]
$A_{c,N} =$	750,00	[cm ²]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]
$y_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$				
$y_{A,N} =$	0,83		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.4]
$c =$	150	[mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.4]
$y_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$				
$y_{s,N} =$	1,00		Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.4]
$y_{ec,N} =$	1,00		Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach	CEB [9.2.4]
$y_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$				
$y_{re,N} =$	1,00		Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu	CEB [9.2.4]
$y_{ucr,N} =$	1,00		Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu	CEB [9.2.4]
$g_{Mc} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,C}^0 \cdot y_{A,N} \cdot y_{s,N} \cdot y_{ec,N} \cdot y_{re,N} \cdot y_{ucr,N} / g_{Mc}$				

$F_{t,Rd,c} =$	17,36	[kN]	Nośność obliczeniowa kotwi na wyłamanie stożka betonu	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
----------------	-------	------	---	-----------------------

ROZSADZANIE BETONU

$h_{ef} =$	610	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.5]
$N_{Rk,C}^0 = 9.0[N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5}$				
$N_{Rk,C}^0 =$	677,96	[kN]	Nośność obl. ze względu na wyrywanie	CEB [9.2.5]
$s_{cr,N} =$	1220	[mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.5]
$c_{cr,N} =$	610	[mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.5]
$A_{c,N0} =$	14884,00	[cm ²]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
$A_{c,N} =$	1250,00	[cm ²]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
$y_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$				
$y_{A,N} =$	0,08		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.5]
$c =$	150	[mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.5]
$y_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$				
$y_{s,N} =$	0,77		Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.5]
$y_{ec,N} =$	1,00		Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach	CEB [9.2.5]
$y_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$				
$y_{re,N} =$	1,00		Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu	CEB [9.2.5]
$y_{ucr,N} =$	1,00		Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu	CEB [9.2.5]

$$y_{h,N} = (h/(2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$$

$$y_{h,N} = 0,82 \quad \text{Wsp. zależny od wysokości fundamentu} \quad \text{CEB [9.2.5]}$$

$$g_{M,sp} = 2,16 \quad \text{Częściowy współczynnik bezpieczeństwa} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c} \cdot y_{A,N} \cdot y_{s,N} \cdot y_{ec,N} \cdot y_{re,N} \cdot y_{ucr,N} \cdot y_{h,N} / g_{M,sp}$$

$$F_{t,Rd,sp} = 16,65 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność obliczeniowa kotwi na rozsadzanie betonu} \quad \text{CEB [9.2.5]}$$

NOŚNOŚĆ KOTWI NA ROZCIĄGANIE

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$$

$$F_{t,Rd} = 16,65 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność kotwi na rozciąganie}$$

ZGINANIE PŁYTY PODSTAWY

Zginanie momentem $M_{i,Ed,y}$

$$l_{eff,1} = 130 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 1} \quad [6.2.6.5]$$

$$l_{eff,2} = 130 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2} \quad [6.2.6.5]$$

$$m = 45 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość śruby od krawędzi usztywniającej} \quad [6.2.6.5]$$

$$M_{pl,1,Rd} = 3,06 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$M_{pl,2,Rd} = 3,06 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,1,Rd} = 272,15 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,2,Rd} = 86,15 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,3,Rd} = 33,30 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

$$F_{t,pl,Rd,y} = 33,30 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty przy rozciąganiu} \quad [6.2.4]$$

Zginanie momentem $M_{i,Ed,z}$

$$l_{eff,1} = 130 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 1} \quad [6.2.6.5]$$

$$l_{eff,2} = 130 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2} \quad [6.2.6.5]$$

$$m = 45 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość śruby od krawędzi usztywniającej} \quad [6.2.6.5]$$

$$M_{pl,1,Rd} = 3,06 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$M_{pl,2,Rd} = 3,06 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,1,Rd} = 272,15 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,2,Rd} = 86,15 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,3,Rd} = 33,30 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

$$F_{t,pl,Rd,z} = 33,30 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty przy rozciąganiu} \quad [6.2.4]$$

NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ROZCIĄGANIEJ

$$N_{j,Rd} = 66,61 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy przy rozciąganiu osiowym} \quad [6.2.8.3]$$

$$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$$

$$F_{T,Rd,y} = 33,30 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie rozciąganej} \quad [6.2.8.3]$$

$$F_{T,Rd,z} = F_{t,pl,Rd,z}$$

$$F_{T,Rd,z} = 33,30 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie rozciąganej} \quad [6.2.8.3]$$

Kontrola nośności połączenia

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad (6.24)$		0,07 < 1,00	zweryfikowano	(0,07)
$e_y =$	760	[mm]	Mimośród siły osiowej	[6.2.8.3]
$z_{c,y} =$	62	[mm]	Ramię działania siły $F_{C,Rd,y}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,y} =$	100	[mm]	Ramię działania siły $F_{T,Rd,y}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,y} =$	4,99	[kN·m]	Nośność połączenia na zginanie	[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0 \quad (6.23)$		0,67 < 1,00	zweryfikowano	(0,67)

$e_z =$	6	[mm]	Mimośród siły osiowej	[6.2.8.3]
$z_{c,z} =$	54	[mm]	Ramię działania siły $F_{C,Rd,z}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} =$	100	[mm]	Ramię działania siły $F_{T,Rd,z}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} =$	0,35	[kN*m]	Nośność połączenia na zginanie	[6.2.8.3]
<hr/>				
$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)	0,07 < 1,00		zweryfikowano	(0,07)
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,74 < 1,00		zweryfikowano	(0,74)

Ścinanie

DOCISK ŚRUBY KOTWIĄCEJ DO PŁYTY PODSTAWY

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$a_{d,y} =$	0,56	Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$a_{b,y} =$	0,56	Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$	[Tablica 3.4]
$k_{1,y} =$	2,50	Wsp. położenia śrub prostopadłe do kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} * a_{b,y} * f_{up} * d * t_p / g_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,y} =$	128,00	[kN]	Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy [6.2.2.(7)]

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$a_{d,z} =$	0,56	Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$a_{b,z} =$	0,56	Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$	[Tablica 3.4]
$k_{1,z} =$	2,50	Wsp. położenia śrub prostopadłe do kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} * a_{b,z} * f_{up} * d * t_p / g_{M2}$			
$F_{1,vb,Rd,z} =$	128,00	[kN]	Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy [6.2.2.(7)]

ŚCIECIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ

$a_b =$	0,25	Wsp. do obliczeń nośności $F_{2,vb,Rd}$	[6.2.2.(7)]
$A_{vb} =$	2,01	[cm ²]	Powierzchnia przekroju śruby [6.2.2.(7)]
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie [6.2.2.(7)]
$g_{M2} =$	1,25		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa [6.2.2.(7)]
$F_{2,vb,Rd} = a_b * f_{ub} * A_{vb} / g_{M2}$			
$F_{2,vb,Rd} =$	31,91	[kN]	Nośność śruby na ściecie - bez efektu dźwigni [6.2.2.(7)]
$a_M =$	2,00	Wsp. zależny od zamocowania kotwi w fundamencie	CEB [9.3.2.2]
$M_{Rk,s} =$	0,33	[kN*m]	Nośność charakterystyczna kotwi na zginanie CEB [9.3.2.2]
$l_{sm} =$	48	[mm]	Długość ramienia dźwigni CEB [9.3.2.2]
$g_{Ms} =$	1,20		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa CEB [3.2.3.2]
$F_{v,Rd,sm} = a_M * M_{Rk,s} / (l_{sm} * g_{Ms})$			
$F_{v,Rd,sm} =$	11,62	[kN]	Nośność śruby na ściecie - z efektem dźwigni CEB [9.3.1]

WYWAŻANIE STOŻKA BETONU

$N_{Rk,c} =$	37,50	[kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie CEB [9.2.4]
$k_3 =$	2,00	Wsp. zależny długości zakotwienia	CEB [9.3.3]
$g_{Mc} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,cp} = k_3 * N_{Rk,c} / g_{Mc}$			
$F_{v,Rd,cp} =$	34,72	[kN]	Nośność betonu na wyważanie CEB [9.3.1]

ZNISZCZENIE KRAWĘDZI BETONU

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 =$	43,71	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi CEB [9.3.4.(a)]
$y_{A,V,y} =$	0,67		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi CEB [9.3.4]

$V_{Rk,c,y}^0 =$	43,71	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$y_{h,V,y} =$	1,00		Wsp. zależny od grubości fundamentu	CEB [9.3.4.(c)]
$y_{s,V,y} =$	0,90		Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej	CEB [9.3.4.(d)]
$y_{ec,V,y} =$	1,00		Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie	CEB [9.3.4.(e)]
$y_{a,V,y} =$	1,00		Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej	CEB [9.3.4.(f)]
$y_{ucr,V,y} =$	1,00		Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu	CEB [9.3.4.(g)]
$g_{Mc} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 * y_{A,V,y} * y_{h,V,y} * y_{s,V,y} * y_{ec,V,y} * y_{a,V,y} * y_{ucr,V,y} / g_{Mc}$				
$F_{v,Rd,c,y} =$	12,14	[kN]	Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi	CEB [9.3.1]
Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$				
$V_{Rk,c,z}^0 =$	43,71	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$y_{A,V,z} =$	0,67		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.3.4]
$y_{h,V,z} =$	1,00		Wsp. zależny od grubości fundamentu	CEB [9.3.4.(c)]
$y_{s,V,z} =$	0,90		Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej	CEB [9.3.4.(d)]
$y_{ec,V,z} =$	1,00		Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie	CEB [9.3.4.(e)]
$y_{a,V,z} =$	1,00		Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej	CEB [9.3.4.(f)]
$y_{ucr,V,z} =$	1,00		Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu	CEB [9.3.4.(g)]
$g_{Mc} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^0 * y_{A,V,z} * y_{h,V,z} * y_{s,V,z} * y_{ec,V,z} * y_{a,V,z} * y_{ucr,V,z} / g_{Mc}$				
$F_{v,Rd,c,z} =$	12,14	[kN]	Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi	CEB [9.3.1]
POŚLIZG STOPY				
$C_{f,d} =$	0,30		Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed} =$	0,00	[kN]	Siła ściskająca	[6.2.2.(6)]
$F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$				
$F_{f,Rd} =$	0,00	[kN]	Nośność na poślizg	[6.2.2.(6)]
KONTROLA ŚCINANIA				
$V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$				
$V_{j,Rd,y} =$	46,47	[kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$		0,01 < 1,00	zweryfikowano	(0,01)
$V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$				
$V_{j,Rd,z} =$	46,47	[kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$		0,06 < 1,00	zweryfikowano	(0,06)
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$		0,07 < 1,00	zweryfikowano	(0,07)
Spoiny między słupem i płytą podstawy				
$s_{\perp} =$	24,38	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$t_{\perp} =$	24,38	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$t_{yII} =$	0,19	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$t_{zII} =$	4,05	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$b_w =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]
$s_{\perp} / (0.9 * f_u / g_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)		0,09 < 1,00	zweryfikowano	(0,09)
$\ddot{O}(s_{\perp}^2 + 3.0 (t_{yII}^2 + t_{\perp}^2)) / (f_u / (b_w * g_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)		0,14 < 1,00	zweryfikowano	(0,14)
$\ddot{O}(s_{\perp}^2 + 3.0 (t_{zII}^2 + t_{\perp}^2)) / (f_u / (b_w * g_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)		0,11 < 1,00	zweryfikowano	(0,11)
Sztywność połączenia				

Zginanie momentem $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} =$	85	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	217	[mm]	Długość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c \cdot \ddot{O}(b_{eff} \cdot l_{eff}) / (1.275 \cdot E)$				
$k_{13,y} =$	16	[mm]	Wsp. sztywności ściskanego betonu	[Tablica 6.11]
$l_{eff} =$	130	[mm]	Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2	[6.2.6.5]
$m =$	45	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.425 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,y} =$	5	[mm]	Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu	[Tablica 6.11]
$L_b =$	196	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	[Tablica 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,y} =$	1	[mm]	Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie	[Tablica 6.11]
$l_{0,y} =$	0,88		Smukłość słupa	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	4930,17	[kN*m]	Początkowa sztywność obrotowa	[Tablica 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	13661,05	[kN*m]	Sztywność połączenia sztywnego	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$ PÓŁ-SZTYWNE				[5.2.2.5.(2)]

Zginanie momentem $M_{j,Ed,z}$

$k_{13,z} = E_c \cdot \ddot{O}(A_{c,z}) / (1.275 \cdot E)$				
$k_{13,z} =$	16	[mm]	Wsp. sztywności ściskanego betonu	[Tablica 6.11]
$l_{eff} =$	130	[mm]	Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2	[6.2.6.5]
$m =$	45	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$k_{15,z} = 0.425 \cdot l_{eff}^3 \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,z} =$	5	[mm]	Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu	[Tablica 6.11]
$L_b =$	196	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	[Tablica 6.11]
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,z} =$	1	[mm]	Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie	[Tablica 6.11]
$l_{0,z} =$	1,44		Smukłość słupa	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,z} =$	4263,67	[kN*m]	Początkowa sztywność obrotowa	[6.3.1.(4)]
$S_{j,rig,z} =$	5159,37	[kN*m]	Sztywność połączenia sztywnego	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,z} < S_{j,rig,z}$ PÓŁ-SZTYWNE				[5.2.2.5.(2)]

Najśłabszy komponent:

FUNDAMENT NA ROZSADZANIE BETONU

Połączenie zgodne z normą

Proporcja

0,74

F. Połączenie fundamentowe – słup RK 140x140x6



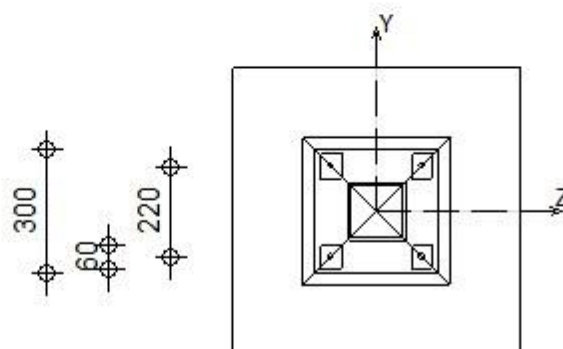
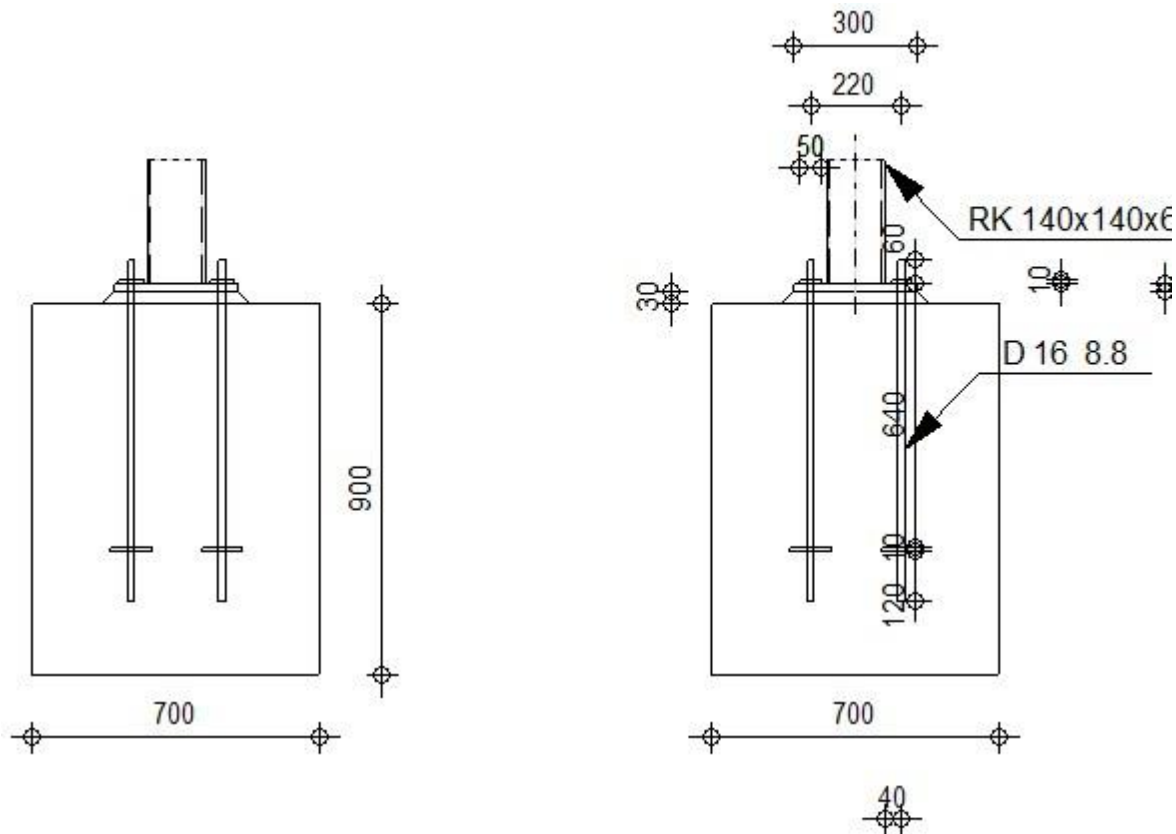
Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2022

Obliczenia stóp słupów utwierdzonych

Eurocode 3: PN-EN 1993-1-8:2006/NA:2011 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete



Proporcja
0,70



Ogólne

Nr połączenia: 2

Nazwa połączenia: Stopa zamocowana

Węzeł konstrukcji: 118

Nr połączenia: 2
Pręty konstrukcji: 123

Geometria

Słup

Profil: RK 140x140x6

Nr pręta: 123

$L_c = 4,68$ [m] Długość słupa
 $a = 0,0$ [Deg] Kąt nachylenia
 $h_c = 140$ [mm] Wysokość przekroju słupa
 $b_{fc} = 140$ [mm] Szerokość przekroju słupa
 $t_{wc} = 6$ [mm] Grubość środnika przekroju słupa
 $t_{fc} = 6$ [mm] Grubość półki przekroju słupa
 $r_c = 6$ [mm] Promień zaokrąglenia przekroju słupa
 $A_c = 31,80$ [cm²] Pole przekroju słupa
 $I_{yc} = 944,00$ [cm⁴] Moment bezwładności przekroju słupa

Materiał: S 235

$f_{yc} = 235,00$ [MPa] Wytrzymałość
 $f_{uc} = 360,00$ [MPa] Granica wytrzymałości materiału

Podstawa stopy słupa

$l_{pd} = 300$ [mm] Długość
 $b_{pd} = 300$ [mm] Szerokość
 $t_{pd} = 20$ [mm] Grubość

Materiał: S 235

$f_{ypd} = 235,00$ [MPa] Wytrzymałość
 $f_{upd} = 360,00$ [MPa] Granica wytrzymałości materiału

Zakotwienie

Płaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

Klasa = 8.8 Klasa kotew
 $f_{yb} = 640,00$ [MPa] Granica plastyczności materiału śruby
 $f_{ub} = 800,00$ [MPa] Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie
 $d = 16$ [mm] Średnica śruby
 $A_s = 1,57$ [cm²] Powierzchnia przekroju czynnego śruby
 $A_v = 2,01$ [cm²] Powierzchnia przekroju śruby
 $n_H = 2$ Ilość kolumn śrub
 $n_V = 2$ Ilość rzędów śrub

Rozstaw poziomy $e_{Hi} = 220$ [mm]

Rozstaw pionowy $e_{Vi} = 220$ [mm]

Wymiary kotew

$L_1 = 60$ [mm]
 $L_2 = 640$ [mm]
 $L_3 = 120$ [mm]

Płytki oporowe

$d = 100$ [mm] Średnica
 $t_p = 10$ [mm] Grubość

d =	100	[mm]	Średnica	
Materiał:	S 235			
f _y =	235,00	[MPa]	Wytrzymałość	
Podkładka				
l _{wd} =	50	[mm]	Długość	
b _{wd} =	60	[mm]	Szerokość	
t _{wd} =	10	[mm]	Grubość	
Współczynniki materiałowe				
g _{M0} =	1,00		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	
g _{M2} =	1,25		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	
g _C =	1,50		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	
Stopa fundamentowa				
L =	700	[mm]	Długość stopy	
B =	700	[mm]	Szerokość stopy	
H =	900	[mm]	Wysokość stopy	
Beton				
Klasa	C25/30			
f _{ck} =	25,00	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie	
Warstwa wyrównawcza				
t _g =	30	[mm]	Grubość warstwy wyrównawczej (podsypki)	
f _{ck,g} =	12,00	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie	
C _{f,d} =	0,30		Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem	
Spoiny				
a _p =	4	[mm]	Płyta główna stopy słupa	
Obciążenia				
Przypadek:	42: SGN/34=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50 (1+2)*1.00+5*1.50			
N _{j,Ed} =	-26,18	[kN]	Siła osiowa	
V _{j,Ed,y} =	-0,12	[kN]	Siła ścinająca	
V _{j,Ed,z} =	-4,77	[kN]	Siła ścinająca	
M _{j,Ed,y} =	8,71	[kN*m]	Moment zginający	
M _{j,Ed,z} =	-0,57	[kN*m]	Moment zginający	
Rezultaty				
Strefa ściskana				
ŚCISKANIE BETONU				
f _{cd} =	16,67	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	EN 1992-1:[3.1.6.(1)]
f _j =	25,93	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na docisk pod płytą podstawy	[6.2.5.(7)]
c = t _p ⋅ Ö(f _{yp} /(3*f _j *g _{M0}))				
c =	35	[mm]	Dodatkowa szerokość docisku	[6.2.5.(4)]
b _{eff} =	76	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
l _{eff} =	210	[mm]	Długość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
A _{c0} =	158,26	[cm ²]	Powierzchnia kontaktu płyty podstawy z fundamentem	EN 1992-1:[6.7.(3)]
A _{c1} =	1424,30	[cm ²]	Maksymalne obliczeniowe pole rozkładu obciążenia	EN 1992-1:[6.7.(3)]

$$F_{rd,u} = A_{c0} * f_{cd} * \ddot{O}(A_{c1}/A_{c0}) \leq 3 * A_{c0} * f_{cd}$$

$$F_{rd,u} = 791,28 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu na docisk} \quad \text{EN 1992-1-1:[6.7.(3)]}$$

$$b_j = 0,67 \quad \text{Współczynnik redukcyjny przy ściskaniu} \quad [6.2.5.(7)]$$

$$f_{jd} = b_j * F_{rd,u} / (b_{eff} * l_{eff})$$

$$f_{jd} = 33,33 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Wytrzymałość obliczeniowa na docisk} \quad [6.2.5.(7)]$$

$$A_{c,n} = 404,84 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Pole powierzchni docisku przy ściskaniu} \quad [6.2.8.2.(1)]$$

$$A_{c,y} = 158,26 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Pole powierzchni docisku przy zginaniu My} \quad [6.2.8.3.(1)]$$

$$A_{c,z} = 158,26 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Pole powierzchni docisku przy zginaniu Mz} \quad [6.2.8.3.(1)]$$

$$F_{c,Rd,i} = A_{c,i} * f_{jd}$$

$$F_{c,Rd,n} = 1349,45 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu na docisk przy ściskaniu} \quad [6.2.8.2.(1)]$$

$$F_{c,Rd,y} = 527,52 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu na docisk przy zginaniu My} \quad [6.2.8.3.(1)]$$

$$F_{c,Rd,z} = 527,52 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu na docisk przy zginaniu Mz} \quad [6.2.8.3.(1)]$$

PÓŁKA I ŚRODNIK SŁUPA PRZY ŚCISKANIU

$$CL = 1,00 \quad \text{Klasa przekroju} \quad \text{EN 1993-1-1:[5.5.2]}$$

$$W_{pl,y} = 155,33 \quad [\text{cm}^3] \quad \text{Wskaźnik plastyczny przekroju} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]}$$

$$M_{c,Rd,y} = 36,50 \quad [\text{kN*m}] \quad \text{Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5]}$$

$$h_{f,y} = 134 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość między środkami ciężkości pólek} \quad [6.2.6.7.(1)]$$

$$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$$

$$F_{c,fc,Rd,y} = 272,40 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność ściskanej półki i środника} \quad [6.2.6.7.(1)]$$

$$W_{pl,z} = 155,33 \quad [\text{cm}^3] \quad \text{Wskaźnik plastyczny przekroju} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]}$$

$$M_{c,Rd,z} = 36,50 \quad [\text{kN*m}] \quad \text{Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu} \quad \text{EN1993-1-1:[6.2.5]}$$

$$h_{f,z} = 134 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość między środkami ciężkości pólek} \quad [6.2.6.7.(1)]$$

$$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$$

$$F_{c,fc,Rd,z} = 272,40 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność ściskanej półki i środnika} \quad [6.2.6.7.(1)]$$

NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ŚCISKANEJ

$$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$$

$$N_{j,Rd} = 1349,45 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy przy ściskaniu osiowym} \quad [6.2.8.2.(1)]$$

$$F_{C,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$$

$$F_{C,Rd,y} = 272,40 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie ściskanej} \quad [6.2.8.3]$$

$$F_{C,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$$

$$F_{C,Rd,z} = 272,40 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie ściskanej} \quad [6.2.8.3]$$

Strefa rozciągana

ZERWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ

$$A_b = 1,57 \quad [\text{cm}^2] \quad \text{Czynne pole powierzchni śruby} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

$$f_{ub} = 800,00 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

$$\text{Beta} = 0,85 \quad \text{Współczynnik redukcyjny nośności śruby} \quad [3.6.1.(3)]$$

$$F_{t,Rd,s1} = \text{beta} * 0,9 * f_{ub} * A_b / g_{M2}$$

$$F_{t,Rd,s1} = 76,87 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność śruby na zerwanie} \quad [\text{Tablica 3.4}]$$

$$g_{Ms} = 1,20 \quad \text{Częściowy współczynnik bezpieczeństwa} \quad \text{CEB [3.2.3.2]}$$

$$f_{yb} = 640,00 \quad [\text{MPa}] \quad \text{Granica plastyczności materiału śruby} \quad \text{CEB [9.2.2]}$$

$$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} * A_b / g_{Ms}$$

$$F_{t,Rd,s2} = 83,73 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność śruby na zerwanie} \quad \text{CEB [9.2.2]}$$

$$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$$

$$F_{t,Rd,s} = 76,87 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność śruby na zerwanie}$$

WYRWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ Z BETONU

$f_{ck} =$	25,00	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie	EN 1992-1:[3.1.2]
$A_h =$	76,53	[cm ²]	Pole docisku płytki kotwiącej	CEB [15.1.2.3]
$p_k =$	187,50	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu przy wrywaniu	CEB [15.1.2.3]
$g_{Mp} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]

$$F_{t,Rd,p} = p_k \cdot A_h / g_{Mp}$$

$F_{t,Rd,p} =$	265,73	[kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie	CEB [9.2.3]
----------------	--------	------	-------------------------------------	-------------

WYŁAMANIE STOŻKA BETONU

$h_{ef} =$	160	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.4]
------------	-----	------	-----------------------------------	-------------

$$N_{Rk,c}^0 = 9.0 [N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5}$$

$N_{Rk,c}^0 =$	91,07	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.2.4]
----------------	-------	------	---------------------------------	-------------

$s_{cr,N} =$	480	[mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.4]
--------------	-----	------	-----------------------------------	-------------

$c_{cr,N} =$	240	[mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.4]
--------------	-----	------	--	-------------

$A_{c,N0} =$	2304,00	[cm ²]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]
--------------	---------	--------------------	------------------------------------	-------------

$A_{c,N} =$	1680,00	[cm ²]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]
-------------	---------	--------------------	-------------------------------------	-------------

$$y_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$$

$y_{A,N} =$	0,73		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.4]
-------------	------	--	---	-------------

$c =$	240	[mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.4]
-------	-----	------	---------------------------------------	-------------

$$y_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$$

$y_{s,N} =$	1,00		Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.4]
-------------	------	--	---	-------------

$y_{ec,N} =$	1,00		Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach	CEB [9.2.4]
--------------	------	--	--	-------------

$$y_{re,N} = 0.5 + h_{ef} [mm] / 200 \leq 1.0$$

$y_{re,N} =$	1,00		Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu	CEB [9.2.4]
--------------	------	--	---	-------------

$y_{ucr,N} =$	1,00		Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu	CEB [9.2.4]
---------------	------	--	---	-------------

$g_{Mc} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
------------	------	--	---------------------------------------	---------------

$$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot y_{A,N} \cdot y_{s,N} \cdot y_{ec,N} \cdot y_{re,N} \cdot y_{ucr,N} / g_{Mc}$$

$F_{t,Rd,c} =$	30,74	[kN]	Nośność obliczeniowa kotwi na wyłamanie stożka betonu	EN 1992-1:[8.4.2.(2)]
----------------	-------	------	---	-----------------------

ROZSADZANIE BETONU

$h_{ef} =$	610	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.5]
------------	-----	------	-----------------------------------	-------------

$$N_{Rk,c}^0 = 9.0 [N^{0.5}/mm^{0.5}] \cdot f_{ck}^{0.5} \cdot h_{ef}^{1.5}$$

$N_{Rk,c}^0 =$	677,96	[kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie	CEB [9.2.5]
----------------	--------	------	-------------------------------------	-------------

$s_{cr,N} =$	1220	[mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.5]
--------------	------	------	-----------------------------------	-------------

$c_{cr,N} =$	610	[mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.5]
--------------	-----	------	--	-------------

$A_{c,N0} =$	14884,00	[cm ²]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
--------------	----------	--------------------	------------------------------------	-------------

$A_{c,N} =$	2450,00	[cm ²]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
-------------	---------	--------------------	-------------------------------------	-------------

$$y_{A,N} = A_{c,N} / A_{c,N0}$$

$y_{A,N} =$	0,16		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.5]
-------------	------	--	---	-------------

$c =$	240	[mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.5]
-------	-----	------	---------------------------------------	-------------

$$y_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1.0$$

$y_{s,N} =$	0,82		Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.5]
-------------	------	--	---	-------------

$y_{ec,N} =$	1,00		Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach	CEB [9.2.5]
--------------	------	--	--	-------------

$$y_{re,N} = 0.5 + h_{ef} [mm] / 200 \leq 1.0$$

$y_{re,N} =$	1,00		Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu	CEB [9.2.5]
--------------	------	--	---	-------------

$y_{ucr,N} =$	1,00		Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu	CEB [9.2.5]
---------------	------	--	---	-------------

$$y_{h,N} = (h/(2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$$

$$y_{h,N} = 0,82 \quad \text{Wsp. zależny od wysokości fundamentu} \quad \text{CEB [9.2.5]}$$

$$g_{M,sp} = 2,16 \quad \text{Częściowy współczynnik bezpieczeństwa} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c} \cdot y_{A,N} \cdot y_{s,N} \cdot y_{ec,N} \cdot y_{re,N} \cdot y_{ucr,N} \cdot y_{h,N} / g_{M,sp}$$

$$F_{t,Rd,sp} = 34,51 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność obliczeniowa kotwi na rozsadzanie betonu} \quad \text{CEB [9.2.5]}$$

NOŚNOŚĆ KOTWI NA ROZCIĄGANIE

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$$

$$F_{t,Rd} = 30,74 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność kotwi na rozciąganie}$$

ZGINANIE PŁYTY PODSTAWY

Zginanie momentem $M_{i,Ed,y}$

$$l_{eff,1} = 150 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 1} \quad [6.2.6.5]$$

$$l_{eff,2} = 150 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2} \quad [6.2.6.5]$$

$$m = 57 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość śruby od krawędzi usztywniającej} \quad [6.2.6.5]$$

$$M_{pl,1,Rd} = 3,52 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$M_{pl,2,Rd} = 3,52 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,1,Rd} = 249,26 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,2,Rd} = 93,06 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,3,Rd} = 61,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

$$F_{t,pl,Rd,y} = 61,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty przy rozciąganiu} \quad [6.2.4]$$

Zginanie momentem $M_{i,Ed,z}$

$$l_{eff,1} = 150 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 1} \quad [6.2.6.5]$$

$$l_{eff,2} = 150 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2} \quad [6.2.6.5]$$

$$m = 57 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość śruby od krawędzi usztywniającej} \quad [6.2.6.5]$$

$$M_{pl,1,Rd} = 3,52 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$M_{pl,2,Rd} = 3,52 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,1,Rd} = 249,26 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,2,Rd} = 93,06 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,3,Rd} = 61,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

$$F_{t,pl,Rd,z} = 61,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty przy rozciąganiu} \quad [6.2.4]$$

NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ROZCIĄGANEJ

$$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$$

$$F_{T,Rd,y} = 61,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie rozciąganej} \quad [6.2.8.3]$$

$$F_{T,Rd,z} = F_{t,pl,Rd,z}$$

$$F_{T,Rd,z} = 61,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie rozciąganej} \quad [6.2.8.3]$$

Kontrola nośności połączenia

$$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad (6.24) \quad 0,02 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,02)$$

$$e_y = 333 \quad [\text{mm}] \quad \text{Mimośród siły osiowej} \quad [6.2.8.3]$$

$$z_{c,y} = 67 \quad [\text{mm}] \quad \text{Ramię działania siły } F_{C,Rd,y} \quad [6.2.8.1.(2)]$$

$$z_{t,y} = 110 \quad [\text{mm}] \quad \text{Ramię działania siły } F_{T,Rd,y} \quad [6.2.8.1.(3)]$$

$$M_{j,Rd,y} = 13,63 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność połączenia na zginanie} \quad [6.2.8.3]$$

$$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0 \quad (6.23) \quad 0,64 < 1,00 \quad \text{zweryfikowano} \quad (0,64)$$

$e_z =$	22	[mm]	Mimośród siły osiowej	[6.2.8.3]
$z_{c,z} =$	67	[mm]	Ramię działania siły $F_{C,Rd,z}$	[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} =$	110	[mm]	Ramię działania siły $F_{T,Rd,z}$	[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} =$	8,95	[kN*m]	Nośność połączenia na zginanie	[6.2.8.3]
<hr/>				
$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)			0,06 < 1,00	zweryfikowano (0,06)
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$			0,70 < 1,00	zweryfikowano (0,70)

Ścinanie

DOCISK ŚRUBY KOTWIĄCEJ DO PŁYTY PODSTAWY

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$a_{d,y} =$	0,74		Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$a_{b,y} =$	0,74		Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$	[Tablica 3.4]
$k_{1,y} =$	2,50		Wsp. położenia śrub prostopadle do kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} * a_{b,y} * f_{up} * d * t_p / g_{M2}$				
$F_{1,vb,Rd,y} =$	170,67	[kN]	Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy	[6.2.2.(7)]

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$a_{d,z} =$	0,74		Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$a_{b,z} =$	0,74		Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$	[Tablica 3.4]
$k_{1,z} =$	2,50		Wsp. położenia śrub prostopadle do kierunku ścinania	[Tablica 3.4]
$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} * a_{b,z} * f_{up} * d * t_p / g_{M2}$				
$F_{1,vb,Rd,z} =$	170,67	[kN]	Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy	[6.2.2.(7)]

ŚCIĘCIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ

$a_b =$	0,25		Wsp. do obliczeń nośności $F_{2,vb,Rd}$	[6.2.2.(7)]
$A_{vb} =$	2,01	[cm ²]	Powierzchnia przekroju śruby	[6.2.2.(7)]
$f_{ub} =$	800,00	[MPa]	Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie	[6.2.2.(7)]
$g_{M2} =$	1,25		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	[6.2.2.(7)]
$F_{2,vb,Rd} = a_b * f_{ub} * A_{vb} / g_{M2}$				
$F_{2,vb,Rd} =$	31,91	[kN]	Nośność śruby na ściecie - bez efektu dźwigni	[6.2.2.(7)]
$a_M =$	2,00		Wsp. zależny od zamocowania kotwi w fundamencie	CEB [9.3.2.2]
$M_{Rk,s} =$	0,33	[kN*m]	Nośność charakterystyczna kotwi na zginanie	CEB [9.3.2.2]
$l_{sm} =$	48	[mm]	Długość ramienia dźwigni	CEB [9.3.2.2]
$g_{Ms} =$	1,20		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.2]
$F_{v,Rd,sm} = a_M * M_{Rk,s} / (l_{sm} * g_{Ms})$				
$F_{v,Rd,sm} =$	11,31	[kN]	Nośność śruby na ściecie - z efektem dźwigni	CEB [9.3.1]

WYWAŻANIE STOŻKA BETONU

$N_{Rk,c} =$	66,41	[kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie	CEB [9.2.4]
$k_3 =$	2,00		Wsp. zależny długości zakotwienia	CEB [9.3.3]
$g_{Mc} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{v,Rd,cp} = k_3 * N_{Rk,c} / g_{Mc}$				
$F_{v,Rd,cp} =$	61,49	[kN]	Nośność betonu na wyważanie	CEB [9.3.1]

ZNISZCZENIE KRAWĘDZI BETONU

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 =$	88,46	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$y_{A,V,y} =$	0,67		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.3.4]
$y_{h,V,y} =$	1,00		Wsp. zależny od grubości fundamentu	CEB [9.3.4.(c)]

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$V_{Rk,c,y}^0 =$	88,46	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$y_{s,V,y} =$	0,90		Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej	CEB [9.3.4.(d)]
$y_{ec,V,y} =$	1,00		Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie	CEB [9.3.4.(e)]
$y_{a,V,y} =$	1,00		Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej	CEB [9.3.4.(f)]
$y_{ucr,V,y} =$	1,00		Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu	CEB [9.3.4.(g)]
$g_{Mc} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 * y_{A,V,y} * y_{h,V,y} * y_{s,V,y} * y_{ec,V,y} * y_{a,V,y} * y_{ucr,V,y} / g_{Mc}$$

$F_{v,Rd,c,y} =$	24,57	[kN]	Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi	CEB [9.3.1]
------------------	-------	------	---	-------------

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$V_{Rk,c,z}^0 =$	88,46	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.3.4.(a)]
$y_{A,V,z} =$	0,67		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.3.4]
$y_{h,V,z} =$	1,00		Wsp. zależny od grubości fundamentu	CEB [9.3.4.(c)]
$y_{s,V,z} =$	0,90		Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej	CEB [9.3.4.(d)]
$y_{ec,V,z} =$	1,00		Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie	CEB [9.3.4.(e)]
$y_{a,V,z} =$	1,00		Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej	CEB [9.3.4.(f)]
$y_{ucr,V,z} =$	1,00		Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu	CEB [9.3.4.(g)]
$g_{Mc} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]

$$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^0 * y_{A,V,z} * y_{h,V,z} * y_{s,V,z} * y_{ec,V,z} * y_{a,V,z} * y_{ucr,V,z} / g_{Mc}$$

$F_{v,Rd,c,z} =$	24,57	[kN]	Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi	CEB [9.3.1]
------------------	-------	------	---	-------------

POŚLIZG STOPY

$C_{f,d} =$	0,30		Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem	[6.2.2.(6)]
$N_{c,Ed} =$	26,18	[kN]	Siła ściskająca	[6.2.2.(6)]
$F_{f,Rd} = C_{f,d} * N_{c,Ed}$				
$F_{f,Rd} =$	7,85	[kN]	Nośność na poślizg	[6.2.2.(6)]

KONTROLA ŚCINANIA

$$V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$$

$V_{j,Rd,y} =$	53,08	[kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
----------------	-------	------	--------------------------------	-------------

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$	0,00 < 1,00	zweryfikowano	(0,00)
------------------------------------	-------------	---------------	--------

$$V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$$

$V_{j,Rd,z} =$	53,08	[kN]	Nośność połączenia na ścinanie	CEB [9.3.1]
----------------	-------	------	--------------------------------	-------------

$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,09 < 1,00	zweryfikowano	(0,09)
------------------------------------	-------------	---------------	--------

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,09 < 1,00	zweryfikowano	(0,09)
--	-------------	---------------	--------

Spoiny między słupem i płytą podstawy

$s_{\perp} =$	69,76	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$t_{\perp} =$	69,76	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$t_{yII} =$	-0,11	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$t_{zII} =$	-4,26	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$b_W =$	0,80		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]

$s_{\perp} / (0.9 * f_u / g_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)	0,27 < 1,00	zweryfikowano	(0,27)
---	-------------	---------------	--------

$\check{O}(s_{\perp}^2 + 3.0 (t_{yII}^2 + t_{\perp}^2)) / (f_u / (b_W * g_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,39 < 1,00	zweryfikowano	(0,39)
--	-------------	---------------	--------

$\check{O}(s_{\perp}^2 + 3.0 (t_{zII}^2 + t_{\perp}^2)) / (f_u / (b_W * g_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,34 < 1,00	zweryfikowano	(0,34)
--	-------------	---------------	--------

Sztywność połączenia**Zginanie momentem $M_{j,Ed,y}$**

$b_{eff} =$	76	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	210	[mm]	Długość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$k_{13,y} = E_c \cdot \ddot{O}(b_{eff} \cdot l_{eff}) / (1.275 \cdot E)$				
$k_{13,y} =$	15	[mm]	Wsp. sztywności ściskanego betonu	[Tablica 6.11]
$l_{eff} =$	150	[mm]	Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2	[6.2.6.5]
$m =$	57	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$k_{15,y} = 0.850 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,y} =$	6	[mm]	Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu	[Tablica 6.11]
$L_b =$	196	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	[Tablica 6.11]
$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,y} =$	1	[mm]	Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie	[Tablica 6.11]
$l_{0,y} =$	0,91		Smukłość słupa	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,y} =$	7684,45	[kN*m]	Początkowa sztywność obrotowa	[Tablica 6.12]
$S_{j,rig,y} =$	12707,69	[kN*m]	Sztywność połączenia sztywnego	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$ PÓŁ-SZTYWNE				[5.2.2.5.(2)]
Zginanie momentem $M_{j,Ed,z}$				
$k_{13,z} = E_c \cdot \ddot{O}(A_{c,z}) / (1.275 \cdot E)$				
$k_{13,z} =$	15	[mm]	Wsp. sztywności ściskanego betonu	[Tablica 6.11]
$l_{eff} =$	150	[mm]	Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2	[6.2.6.5]
$m =$	57	[mm]	Odległość śruby od krawędzi usztywniającej	[6.2.6.5]
$k_{15,z} = 0.850 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3 / (m^3)$				
$k_{15,z} =$	6	[mm]	Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu	[Tablica 6.11]
$L_b =$	196	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	[Tablica 6.11]
$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$				
$k_{16,z} =$	1	[mm]	Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie	[Tablica 6.11]
$l_{0,z} =$	0,91		Smukłość słupa	[5.2.2.5.(2)]
$S_{j,ini,z} =$	27460,61	[kN*m]	Początkowa sztywność obrotowa	[6.3.1.(4)]
$S_{j,rig,z} =$	12707,69	[kN*m]	Sztywność połączenia sztywnego	[5.2.2.5]
$S_{j,ini,z} > S_{j,rig,z}$ SZTYWNE				[5.2.2.5.(2)]
Najsłabszy komponent:				
FUNDAMENT NA WYRYWANIE STOŻKA BETONU				

Połączenie zgodne z normą

Proporcja

0,70

5.6.2 Konstrukcja żelbetowa

A. Stopa fundamentowa S.F. 1 – 165 x 165 cm

1 Stopa fundamentowa: Fundament118
elementów: 10

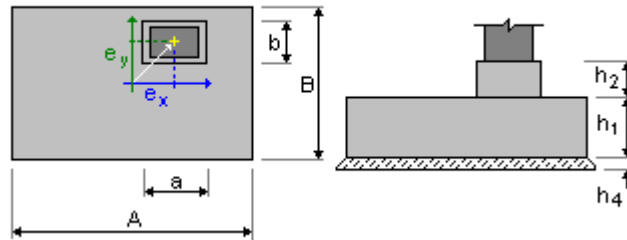
Liczba identycznych

1.1 Dane podstawowe

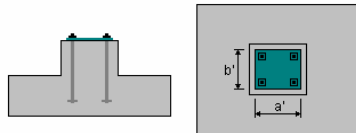
1.1.1 Założenia

- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-EN 1997-1:2008/A1:2014-05
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016-10
- Dobór kształtu : bez ograniczeń

1.1.2 Geometria:



$A = 1,65 \text{ (m)}$ $a = 0,40 \text{ (m)}$
 $B = 1,65 \text{ (m)}$ $b = 0,40 \text{ (m)}$
 $h1 = 0,40 \text{ (m)}$ $e_x = 0,00 \text{ (m)}$
 $h2 = 0,50 \text{ (m)}$ $e_y = 0,00 \text{ (m)}$
 $h4 = 0,10 \text{ (m)}$



$a' = 30,0 \text{ (cm)}$
 $b' = 30,0 \text{ (cm)}$
 $c_{nom1} = 6,0 \text{ (cm)}$
 $c_{nom2} = 6,0 \text{ (cm)}$
 Odchylki otuliny: $C_{dev} = 1,0 \text{ (cm)}$, $C_{dur} = 0,0 \text{ (cm)}$

1.1.3 Materiały

- Beton : C25/30; wytrzymałość charakterystyczna = 25,00 MPa
ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m³)
prostokątny rozkład naprężeń [3.1.7(3)]
- Zbrojenie podłużne : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa
Klasa ciągliwości: C
gałąź pozioma wykresu naprężenie-odkształcenie
- Zbrojenie poprzeczne : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa
- Dodatkowe zbrojenie: : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa

1.2 Wymiarowanie geotechniczne

1.2.1 Założenia

- Współczynnik redukujący kohezję: 0,00
- Poślizg z uwzględnieniem parcia gruntu: dla kierunków X i Y
- Podejście obliczeniowe: 2
 $A1 + M1 + R2$
 $\gamma\phi' = 1,00$

$\gamma_{c'} = 1,00$
 $\gamma_{cu} = 1,00$
 $\gamma_{qu} = 1,00$
 $\gamma_{\gamma} = 1,00$
 $\gamma_{R,v} = 1,40$
 $\gamma_{R,h} = 1,10$

1.2.2 Grunt:

Poziom gruntu:	$N_1 = 0,00$ (m)	
Poziom trzonu słupa:	$N_a = 0,00$ (m)	
Minimalny poziom posadowienia:	$N_f = -0,50$ (m)	
Poziom wody:	$N_{maks} = 0,00$ (m)	$N_{min} = 0,00$ (m)

1. Piasek średni

- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Miąższość: 1.30 (m)
- Ciężar objętościowy: 1835.49 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 31.1 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)

2. Piasek gliniasty

- Poziom gruntu: -1.30 (m)
- Miąższość: 1.10 (m)
- Ciężar objętościowy: 2192.39 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 16.4 (Deg)
- Kohezja: 0.02 (MPa)

3. Piasek średni

- Poziom gruntu: -2.40 (m)
- Miąższość: 1.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 1835.49 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 31.1 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)

1.2.3 Stany graniczne

Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca

4*0.75 N=38,63 Mx=0,05 My=8,58 Fx=4,75 Fy=-0,69

SGN : SGN/25=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50 +

Współczynniki obciążeniowe:

1.35 * ciężar fundamentu

1.35 * ciężar gruntu

1.00 * wypór wody

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 46,86 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 85,49 (kN) Mx = 0,67 (kN*m) My = 12,85 (kN*m)

Metoda obliczeń naprężenia dopuszczalnego: Półempiryczna - limit naprężeń

Mimośród działania obciążenia:

|eB| = 0,15 (m) |eL| = 0,01 (m)

Wymiary zastępcze fundamentu:

$$B' = B - 2|e_B| = 1,35 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 1,63 \text{ (m)}$$

$$q_u = 0,30 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,29 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 0,90 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1,00$$

$$q'_0 = 0,01 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p \cdot (p_{le}^*) + q'_0 = 0,30 \text{ (MPa)}$$

Napężenie w gruncie:

$$q_{ref} = 0,05 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Współczynnik bezpieczeństwa: } q_{lim} / q_{ref} = 4,332 > 1$$

Odrywanie

Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca

$$N=26,89 \text{ Mx}=0,05 \text{ My}=8,58 \text{ Fx}=4,75 \text{ Fy}=-0,54$$

Współczynniki obciążeniowe:

$$1,00 \cdot \text{ciężar gruntu}$$

$$1,35 \cdot \text{wypór wody}$$

Powierzchnia kontaktu:

$$s_{lim} = 0,17$$

$$\text{SGN : } SGN/34 = 1 \cdot 1,00 + 2 \cdot 1,00 + 5 \cdot 1,50$$

$$1,00 \cdot \text{ciężar fundamentu}$$

$$s = 0,15$$

Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca

$$N=21,71 \text{ Mx}=-0,33 \text{ My}=-4,75 \text{ Fx}=-2,79 \text{ Fy}=1,59$$

Współczynniki obciążeniowe:

$$1,00 \cdot \text{ciężar gruntu}$$

$$1,35 \cdot \text{wypór wody}$$

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:

$$G_r = 41,62 \text{ (kN)}$$

Obciążenie wymiarujące:

$$N_r = 63,33 \text{ (kN)} \quad M_x = -2,40 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_y = -8,38 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

Wymiary zastępcze fundamentu:

$$A_- = 1,75 \text{ (m)}$$

$$B_- = 1,75 \text{ (m)}$$

Powierzchnia poślizgu:

$$3,06 \text{ (m}^2\text{)}$$

Współczynnik tarcia fundament - grunt: $\tan(\delta_d) = 0,25$

Kohezja: $c_u = 0,02 \text{ (MPa)}$

Uwzględnione parcie gruntu:

$$H_x = -2,79 \text{ (kN)} \quad H_y = 1,59 \text{ (kN)}$$

$$P_{px} = 0,00 \text{ (kN)} \quad P_{py} = 0,00 \text{ (kN)}$$

$$P_{ax} = 0,00 \text{ (kN)} \quad P_{ay} = 0,00 \text{ (kN)}$$

Wartość siły poślizgu $H_d = 0,00 \text{ (kN)}$

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:

- na poziomie posadowienia:

$$R_d = 22,08 \text{ (kN)}$$

- w gruncie: $R_d = 11,31 \text{ (kN)}$

Stateczność na przesunięcie:

$$\infty$$

Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe

Kombinacja wymiarująca

$$8 \cdot 0,60 + 4 \cdot 1,00 \text{ N}=40,32 \text{ Mx}=0,12 \text{ My}=-1,83 \text{ Fx}=-1,06 \text{ Fy}=-1,13$$

Współczynniki obciążeniowe:

$$1,00 \cdot \text{ciężar gruntu}$$

$$1,00 \cdot \text{wypór wody}$$

$$\text{SGU : } SGU:CHR/15 = 1 \cdot 1,00 + 2 \cdot 1,00 +$$

$$1,00 \cdot \text{ciężar fundamentu}$$

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 31,74 \text{ (kN)}$
 Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego: $q = 0,03 \text{ (MPa)}$
 Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 1,50 \text{ (m)}$
 Naprężenie na poziomie z:
 - dodatkowe: $\sigma_{zd} = 0,01 \text{ (MPa)}$
 - wywołane ciężarem gruntu: $\sigma_{z\gamma} = 0,03 \text{ (MPa)}$
 Osiadanie:
 - pierwotne $s' = 0,0 \text{ (cm)}$
 - wtórne $s'' = 0,0 \text{ (cm)}$
 - CAŁKOWITE $S = 0,0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$
 Współczynnik bezpieczeństwa: $150.5 > 1$

Różnica osiadań

Kombinacja wymiarująca **SGU : $SGU:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.50$** $N=32,82$ $M_x=0,03$ $M_y=5,72$ $F_x=3,16$ $F_y=-0,54$
 Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu
 1.00 * ciężar gruntu
 1.00 * wypór wody
 Różnica osiadań: $S = 0,1 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$
 Współczynnik bezpieczeństwa: $87.89 > 1$

Obrót

Wokół osi OX
 Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/36=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.50$**
 $N=21,71$ $M_x=-0,33$ $M_y=-4,75$ $F_x=-2,79$ $F_y=1,59$
 Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu
 1.00 * ciężar gruntu
 1.35 * wypór wody
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 27,73 \text{ (kN)}$
 Obciążenie wymiarujące:
 Nr = 49,44 (kN) $M_x = -1,76 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -7,26 \text{ (kN*m)}$
 Moment stabilizujący: $M_{stab} = 40,79 \text{ (kN*m)}$
 Moment obracający: $M_{renv} = 1,76 \text{ (kN*m)}$
 Stateczność na obrót: $23.15 > 1$

Wokół osi OY
 Kombinacja wymiarująca: **SGN : $SGN/34=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50$**
 $N=26,89$ $M_x=0,05$ $M_y=8,58$ $F_x=4,75$ $F_y=-0,54$
 Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu
 1.00 * ciężar gruntu
 1.35 * wypór wody
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 27,73 \text{ (kN)}$
 Obciążenie wymiarujące:
 Nr = 54,61 (kN) $M_x = 0,54 \text{ (kN*m)}$ $M_y = 12,85 \text{ (kN*m)}$
 Moment stabilizujący: $M_{stab} = 45,06 \text{ (kN*m)}$
 Moment obracający: $M_{renv} = 12,85 \text{ (kN*m)}$
 Stateczność na obrót: $3.506 > 1$

1.3 Wymiarowanie żelbetowe

1.3.1 Założenia

- Środowisko : XC2
- Klasa konstrukcji : S4

1.3.2 Analiza przebicia i ścinania

Przebiecie

Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/25=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50 + 4*0.75$**
 $N=38,63$ $M_x=0,05$ $M_y=8,58$ $F_x=4,75$ $F_y=-0,69$
Współczynniki obciążeniowe: **1.35 * ciężar fundamentu**
 1.35 * ciężar gruntu
 1.00 * wypór wody
Obciążenie wymiarujące:
 $N_r = 85,49$ (kN) $M_x = 0,67$ (kN*m) $M_y = 12,85$ (kN*m)
Długość obwodu krytycznego: $3,26$ (m)
Siła przebijająca: $27,30$ (kN)
Wysokość użyteczna przekroju: $h_{eff} = 0,33$ (m)
Stopień zbrojenia: $\rho = 0,14$ %
Naprężenie ścinające: $0,05$ (MPa)
Dopuszczalne naprężenie ścinające: $1,04$ (MPa)
Współczynnik bezpieczeństwa: $22.23 > 1$

1.3.3 Zbrojenie teoretyczne

Stopa:

dolne:

SGN : $SGN/25=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50 + 4*0.75$ $N=38,63$ $M_x=0,05$ $M_y=8,58$ $F_x=4,75$ $F_y=-0,69$
 $M_y = 10,51$ (kN*m) $A_{sx} = 4,46$ (cm²/m)

SGN : $SGN/45=1*1.15 + 2*1.15 + 8*0.90 + 4*1.50$ $N=49,89$ $M_x=0,18$ $M_y=-2,74$ $F_x=-1,60$ $F_y=-1,57$

$M_x = 7,91$ (kN*m) $A_{sy} = 4,46$ (cm²/m)

$A_{s \text{ min}} = 4,46$ (cm²/m)

górne:

SGN : $SGN/34=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50$ $N=26,89$ $M_x=0,05$ $M_y=8,58$ $F_x=4,75$ $F_y=-0,54$
 $M_y = -0,77$ (kN*m) $A'_{sx} = 4,46$ (cm²/m)
 $A'_{sy} = 0,00$ (cm²/m)

$A_{s \text{ min}} = 4,46$ (cm²/m)

Trzon słupa:

Zbrojenie podłużne $A = 3,20$ (cm²) $A_{\text{min}} = 3,20$ (cm²)
 $A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$
 $A_{sx} = 1,25$ (cm²) $A_{sy} = 0,35$ (cm²)

1.3.4 Zbrojenie rzeczywiste

Stopa:

Dolne:

Wzdłuż osi X:

7 A-IIIIN (B500SP) 12 $l = 1,53$ (m) $e = 1*-0,71 + 6*0,24$

Wzdłuż osi Y:

7 A-IIIIN (B500SP) 12 $l = 1,53$ (m) $e = 1*-0,71 + 6*0,24$

Górne:

Wzdłuż osi X:

7 A-IIIN (B500SP) 12 $l = 1,53 \text{ (m)}$ $e = 1^* - 0,71 + 6^* 0,24$
Wzdłuż osi Y:
6 A-IIIN (B500SP) 12 $l = 1,53 \text{ (m)}$ $e = 1^* - 0,62 + 5^* 0,25$

Trzon Zbrojenie podłużne

Wzdłuż osi Y:

6 A-IIIN (B500SP) 12 $l = 0,90 \text{ (m)}$ $e = 1^* - 0,13 + 2^* 0,13$

Zbrojenie poprzeczne

5 A-IIIN (B500SP) 8 $l = 1,22 \text{ (m)}$ $e = 1^* 0,25 + 2^* 0,20 + 2^* 0,09$

2 Ilościowe zestawienie materiałów:

- Objętość betonu $= 1,17 \text{ (m}^3\text{)}$
- Powierzchnia deskowania $= 3,44 \text{ (m}^2\text{)}$
- Stal A-IIIN (B500SP)
 - Ciężar całkowity $= 43,88 \text{ (kG)}$
 - Gęstość $= 37,54 \text{ (kG/m}^3\text{)}$
 - Średnia średnica $= 11,5 \text{ (mm)}$
 - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Liczba identycznych elementów:
8	1,22	5
12	0,90	6
12	1,53	27

B. Stopa fundamentowa S.F. 1 – 190 x 165 cm

1 Stopa fundamentowa: Fundament54-116 elementów: 3

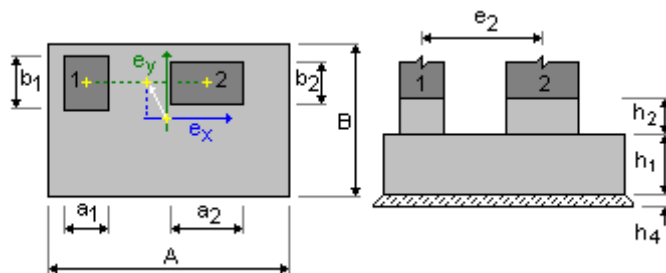
Liczba identycznych

1.1 Dane podstawowe

1.1.1 Założenia

- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-EN 1997-1:2008/A1:2014-05
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016-10
- Dobór kształtu : bez ograniczeń

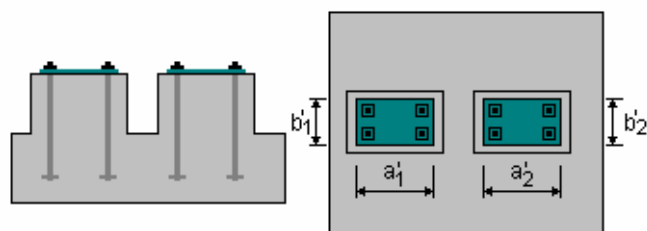
1.1.2 Geometria:



$A = 1,90 \text{ (m)}$	$a1 = 0,20 \text{ (m)}$	$a2 = 0,20 \text{ (m)}$
$B = 1,65 \text{ (m)}$	$b1 = 0,40 \text{ (m)}$	$b2 = 0,40 \text{ (m)}$
$h1 = 0,40 \text{ (m)}$	$e2 = 0,22 \text{ (m)}$	

$$h_2 = 0,50 \text{ (m)} \quad e_x = 0,00 \text{ (m)} \quad e_y = 0,00 \text{ (m)}$$

$$h_4 = 0,10 \text{ (m)}$$



$$a_1' = 20,0 \text{ (cm)} \quad a_2' = 20,0 \text{ (cm)}$$

$$b_1' = 20,0 \text{ (cm)} \quad b_2' = 20,0 \text{ (cm)}$$

$$c_{nom1} = 6,0 \text{ (cm)}$$

$$c_{nom2} = 6,0 \text{ (cm)}$$

Odchyłki otuliny: $C_{dev} = 1,0 \text{ (cm)}$, $C_{dur} = 0,0 \text{ (cm)}$

1.1.3 Materiały

- Beton : C25/30; wytrzymałość charakterystyczna = 25,00 MPa
ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m³)
prostokątny rozkład naprężeń [3.1.7(3)]
- Zbrojenie podłużne : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa
Klasa ciągliwości: C
gałąź pozioma wykresu naprężenie-odkształcenie
- Zbrojenie poprzeczne : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa
- Dodatkowe zbrojenie: : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa

1.2 Wymiarowanie geotechniczne

1.2.1 Założenia

- Współczynnik redukujący kohezję: 0,00
- Poślizg z uwzględnieniem parcia gruntu: dla kierunków X i Y
- Podejście obliczeniowe: 2
A1 + M1 + R2
 $\gamma_{\phi'} = 1,00$
 $\gamma_{c'} = 1,00$
 $\gamma_{cu} = 1,00$
 $\gamma_{qu} = 1,00$
 $\gamma_{\gamma} = 1,00$
 $\gamma_{R,v} = 1,40$
 $\gamma_{R,h} = 1,10$

1.2.2 Grunt:

Poziom gruntu: $N_1 = 0,00 \text{ (m)}$

Poziom trzonu słupa: $N_a = -0,10 \text{ (m)}$

Minimalny poziom posadowienia: $N_f = -0,50 \text{ (m)}$

Poziom wody: $N_{maks} = -2,10 \text{ (m)}$ $N_{min} = 0,00 \text{ (m)}$

1. Piasek średni

- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Miąższość: 1.30 (m)
- Ciężar objętościowy: 1835.49 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 31.1 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)

2. Piasek gliniasty

- Poziom gruntu: -1.30 (m)
- Miąższość: 1.10 (m)
- Ciężar objętościowy: 2192.39 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 16.4 (Deg)
- Kohezja: 0.02 (MPa)

3. Piasek średni

- Poziom gruntu: -2.40 (m)
- Miąższość: 1.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 1835.49 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 31.1 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)

1.2.3 Stany graniczne

Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodnie

Kombinacja wymiarująca

4*1.50 N=93,34 Mx=-0,25 My=2,87 Fx=2,50 Fy=2,15

Współczynniki obciążeniowe:

1.35 * ciężar gruntu

1.00 * wypór wody

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:

Gr = 58,42 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 151,75 (kN)

Mx = -2,18 (kN*m)

My = 5,11 (kN*m)

SGN : SGN/45=1*1.15 + 2*1.15 + 8*0.90 +

1.35 * ciężar fundamentu

Metoda obliczeń naprężenia dopuszczalnego: Półempiryczna - limit naprężeń

Mimośród działania obciążenia:

|eB| = 0,01 (m) |eL| = 0,03 (m)

Wymiary zastępcze fundamentu:

B' = B - 2|eB| = 1,62 (m)

L' = L - 2|eL| = 1,83 (m)

qu = 0.30 (MPa)

ple* = 0,29 (MPa)

De = Dmin - d = 1,00 (m)

kp = 1,00

q'0 = 0,01 (MPa)

qu = kp * (ple*) + q'0 = 0,30 (MPa)

Naprężenie w gruncie:

qref = 0.06 (MPa)

Współczynnik bezpieczeństwa: qlim / qref = 3.82 > 1

Odrywanie

Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca
N=50,63 Mx=-0,39 My=2,94 Fx=1,42 Fy=2,84

Współczynniki obciążeniowe:

1.00 * ciężar gruntu

1.35 * wypór wody

Powierzchnia kontaktu:

$s_{lim} = 0,17$

$$SGN : SGN/40 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.50$$

1.00 * ciężar fundamentu

$$s = 0,05$$

Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca
N=42,88 Mx=0,44 My=1,70 Fx=1,40 Fy=-3,02

Współczynniki obciążeniowe:

1.00 * ciężar gruntu

1.35 * wypór wody

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:

$$Gr = 46,89 \text{ (kN)}$$

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 89,77 (kN) Mx = 4,07 (kN*m)

My = 3,38 (kN*m)

Wymiary zastępcze fundamentu:

A_ = 1,98 (m)

B_ = 1,73 (m)

Powierzchnia poślizgu:

3,41 (m²)

Współczynnik tarcia fundament - grunt: $\tan(\delta_d) = 0,25$

Kohezja: cu = 0.02 (MPa)

Uwzględnione parcie gruntu:

Hx = 1,40 (kN) Hy = -3,02 (kN)

Ppx = 0,00 (kN) Ppy = 0,00 (kN)

Pax = 0,00 (kN) Pay = 0,00 (kN)

Wartość siły poślizgu Hd = 0,00 (kN)

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:

- na poziomie posadowienia:

$$Rd = 34,92 \text{ (kN)}$$

- w gruncie: Rd = 17,88 (kN)

Stateczność na przesunięcie:

∞

Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe

Kombinacja wymiarująca
4*1.00 N=76,40 Mx=-0,01 My=1,16 Fx=2,00 Fy=0,40

Współczynniki obciążeniowe:

1.00 * ciężar gruntu

1.00 * wypór wody

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:

$$Gr = 64,85 \text{ (kN)}$$

Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego:

$$q = 0,05 \text{ (MPa)}$$

Miękkość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: z = 2,23 (m)

Naprężenie na poziomie z:

- dodatkowe: $\sigma_{zd} = 0,01 \text{ (MPa)}$

- wywołane ciężarem gruntu:

$$\sigma_{z\gamma} = 0,05 \text{ (MPa)}$$

Osiadanie:

- pierwotne s' = 0,1 (cm)

- wtórne s'' = 0,0 (cm)

- CAŁKOWITE S = 0,1 (cm) < S_{adm} = 5,0 (cm)

Współczynnik bezpieczeństwa:

$$74.27 > 1$$

Różnica osiadań

Kombinacja wymiarująca **SGU : SGU:CHR/8=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00 N=51,40 Mx=0,02 My=3,41 Fx=2,43 Fy=0,01**
Współczynniki obciążeniowe: **1.00 * ciężar fundamentu**
1.00 * ciężar gruntu
1.00 * wypór wody
Różnica osiadań: $S = 0,0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$
Współczynnik bezpieczeństwa: $129.4 > 1$

Obrót

Wokół osi OX
Kombinacja wymiarująca **SGN : SGN/36=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.50**
N=42,88 Mx=0,44 My=1,70 Fx=1,40 Fy=-3,02
Współczynniki obciążeniowe: **1.00 * ciężar fundamentu**
1.00 * ciężar gruntu
1.35 * wypór wody
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 35,30 \text{ (kN)}$
Obciążenie wymiarujące:
 $N_r = 78,18 \text{ (kN)}$ $M_x = 3,16 \text{ (kN*m)}$ $M_y = 2,96 \text{ (kN*m)}$
Moment stabilizujący: $M_{stab} = 64,50 \text{ (kN*m)}$
Moment obracający: $M_{renv} = 3,16 \text{ (kN*m)}$
Stateczność na obrót: $20.4 > 1$

Wokół osi OY
Kombinacja wymiarująca: **SGN : SGN/38=1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.50**
N=49,99 Mx=0,03 My=4,77 Fx=2,93 Fy=-0,06
Współczynniki obciążeniowe: **1.00 * ciężar fundamentu**
1.00 * ciężar gruntu
1.35 * wypór wody
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 35,30 \text{ (kN)}$
Obciążenie wymiarujące:
 $N_r = 85,29 \text{ (kN)}$ $M_x = 0,08 \text{ (kN*m)}$ $M_y = 7,41 \text{ (kN*m)}$
Moment stabilizujący: $M_{stab} = 81,03 \text{ (kN*m)}$
Moment obracający: $M_{renv} = 7,41 \text{ (kN*m)}$
Stateczność na obrót: $10.93 > 1$

1.3 Wymiarowanie żelbetowe

1.3.1 Założenia

- Środowisko : XC2
- Klasa konstrukcji : S4

1.3.2 Analiza przebiecia i ścinania

Przebiecie

Kombinacja wymiarująca **SGN : SGN/45=1*1.15 + 2*1.15 + 8*0.90 + 4*1.50**
N=93,34 Mx=-0,25 My=2,87 Fx=2,50 Fy=2,15
Współczynniki obciążeniowe: **1.35 * ciężar fundamentu**
1.35 * ciężar gruntu
1.00 * wypór wody
Obciążenie wymiarujące:
 $N_r = 180,89 \text{ (kN)}$ $M_x = -2,18 \text{ (kN*m)}$ $M_y = 5,11 \text{ (kN*m)}$
Długość obwodu krytycznego: $2,86 \text{ (m)}$
Siła przebijająca: $75,44 \text{ (kN)}$
Wysokość użyteczna przekroju: $h_{eff} = 0,33 \text{ (m)}$
Stopień zbrojenia: $\rho = 0.14 \%$

Napężenie ścinające:	0,11 (MPa)
Dopuszczalne napężenie ścinające:	1,04 (MPa)
Współczynnik bezpieczeństwa:	9.285 > 1

1.3.3 Zbrojenie teoretyczne

Stopa:

dolne:

$$\text{SGN} : \text{SGN}/42 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 5 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50 \quad N = 92,97 \quad M_x = -0,04 \quad M_y = -2,47 \quad F_x = 1,46 \quad F_y = 0,71$$

$$M_y = 21,14 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A_{sx} = 4,46 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$\text{SGN} : \text{SGN}/45 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 8 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50 \quad N = 93,34 \quad M_x = -0,25 \quad M_y = 2,87 \quad F_x = 2,50 \quad F_y = 2,15$$

$$M_x = 14,15 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A_{sy} = 4,46 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 4,46 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

górne:

$$A'_{sx} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A'_{sy} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,00 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Trzon słupa: 1

$$\text{Zbrojenie podłużne} \quad A = 1,95 \text{ (cm}^2) \quad A_{\text{min}} = 1,60 \text{ (cm}^2)$$

$$A = 2 \cdot (A_{sx1} + A_{sy1})$$

$$A_{sx1} = 0,88 \text{ (cm}^2) \quad A_{sy1} = 0,09 \text{ (cm}^2)$$

Trzon słupa: 2

$$\text{Zbrojenie podłużne} \quad A = 1,90 \text{ (cm}^2) \quad A_{\text{min}} = 1,60 \text{ (cm}^2)$$

$$A = 2 \cdot (A_{sx2} + A_{sy2})$$

$$A_{sx2} = 0,83 \text{ (cm}^2) \quad A_{sy2} = 0,12 \text{ (cm}^2)$$

1.3.4 Zbrojenie rzeczywiste

Stopa:

Dolne:

Wzdłuż osi X:

$$7 \text{ A-IIIN (B500SP) } 12 \quad l = 1,78 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot -0,71 + 6 \cdot 0,24$$

Wzdłuż osi Y:

$$8 \text{ A-IIIN (B500SP) } 12 \quad l = 1,53 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot -0,83 + 7 \cdot 0,24$$

Trzon

Trzon słupa: 1

Zbrojenie podłużne

Wzdłuż osi Y:

$$4 \text{ A-IIIN (B500SP) } 12 \quad l = 0,90 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot -0,13 + 1 \cdot 0,25$$

Zbrojenie poprzeczne

$$5 \text{ A-IIIN (B500SP) } 8 \quad l = 0,82 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,20 + 2 \cdot 0,09$$

Trzon słupa: 2

Zbrojenie podłużne

Wzdłuż osi Y:

$$4 \text{ A-IIIN (B500SP) } 12 \quad l = 0,90 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot -0,13 + 1 \cdot 0,25$$

Zbrojenie poprzeczne

5 A-IIIN (B500SP) 8

 $l = 0,82 \text{ (m)}$ $e = 1 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,20 + 2 \cdot 0,09$ **2 Ilościowe zestawienie materiałów:**

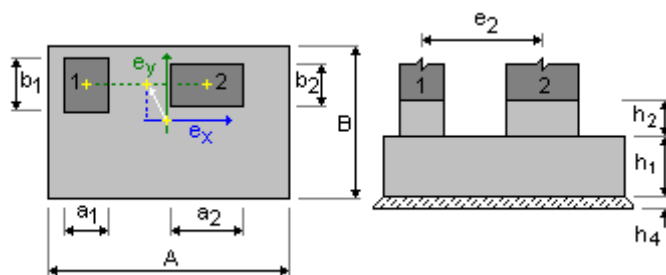
- Objętość betonu = 1,33 (m³)
- Powierzchnia deskowania = 4,04 (m²)
- Stal A-IIIN (B500SP)
 - Ciężar całkowity = 31,55 (kG)
 - Gęstość = 23,65 (kG/m³)
 - Średnia średnica = 11,2 (mm)
 - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Liczba identycznych elementów:
8	0,82	10
12	0,90	8
12	1,53	8
12	1,78	7

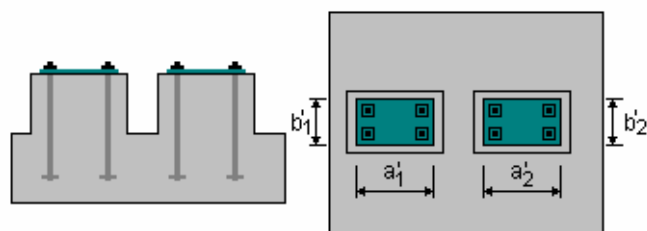
C. Stopa fundamentowa S.F. 1 – 165 x 165 cm

1 Stopa fundamentowa: Fundament124
elementów: 1**Liczba identycznych****1.1 Dane podstawowe****1.1.1 Założenia**

- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-EN 1997-1:2008/A1:2014-05
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016-10
- Dobór kształtu : bez ograniczeń

1.1.2 Geometria:

$A = 1,65 \text{ (m)}$	$a1 = 0,20 \text{ (m)}$	$a2 = 0,20 \text{ (m)}$
$B = 1,65 \text{ (m)}$	$b1 = 0,40 \text{ (m)}$	$b2 = 0,40 \text{ (m)}$
$h1 = 0,40 \text{ (m)}$	$e2 = 0,22 \text{ (m)}$	
$h2 = 0,50 \text{ (m)}$	$e_x = 0,00 \text{ (m)}$	$e_y = 0,00 \text{ (m)}$
$h4 = 0,10 \text{ (m)}$		



$$\begin{array}{ll} a1' = 20,0 \text{ (cm)} & a2' = 20,0 \text{ (cm)} \\ b1' = 20,0 \text{ (cm)} & b2' = 20,0 \text{ (cm)} \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} c_{nom1} = 6,0 \text{ (cm)} \\ c_{nom2} = 6,0 \text{ (cm)} \\ \text{Odchyłki otuliny: } C_{dev} = 1,0 \text{ (cm)}, C_{dur} = 0,0 \text{ (cm)} \end{array}$$

1.1.3 Materiały

- Beton : C25/30; wytrzymałość charakterystyczna = 25,00 MPa
ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m³)
prostokątny rozkład naprężeń [3.1.7(3)]
- Zbrojenie podłużne : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa
Klasa ciągliwości: C
gałąź pozioma wykresu naprężenie-odkształcenie
- Zbrojenie poprzeczne : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa
- Dodatkowe zbrojenie: : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa

1.2 Wymiarowanie geotechniczne

1.2.1 Założenia

- Współczynnik redukujący kohezję: 0,00
- Poślizg z uwzględnieniem parcia gruntu: dla kierunków X i Y
- Podejście obliczeniowe: 2
A1 + M1 + R2
 $\gamma_{\phi'} = 1,00$
 $\gamma_{c'} = 1,00$
 $\gamma_{cu} = 1,00$
 $\gamma_{qu} = 1,00$
 $\gamma_{\gamma} = 1,00$
 $\gamma_{R,v} = 1,40$
 $\gamma_{R,h} = 1,10$

1.2.2 Grunt:

Poziom gruntu:	N_1	= 0,00 (m)	
Poziom trzonu słupa:	N_a	= -0,10 (m)	
Minimalny poziom posadowienia:	N_f	= -0,50 (m)	
Poziom wody:	N_{maks}	= -2,10 (m)	$N_{min} = 0,00 \text{ (m)}$

1. Piasek średni

- Poziom gruntu: 0.00 (m)

- Miąższość: 1.30 (m)
- Ciężar objętościowy: 1835.49 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 31.1 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)

2. Piasek gliniasty

- Poziom gruntu: -1.30 (m)
- Miąższość: 1.10 (m)
- Ciężar objętościowy: 2192.39 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 16.4 (Deg)
- Kohezja: 0.02 (MPa)

3. Piasek średni

- Poziom gruntu: -2.40 (m)
- Miąższość: 1.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 1835.49 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 31.1 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)

1.2.3 Stany graniczne

Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
 Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/31=1*1.15 + 2*1.15 + 8*1.50 + 4*0.75$** **N=6,43 Mx=1,22 My=-2,47 Fx=-0,39 Fy=-0,99**
 Współczynniki obciążeniowe: **1.35 * ciężar fundamentu**
1.35 * ciężar gruntu
1.00 * wypór wody
 Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: **Gr = 50,78 (kN)**
 Obciążenie wymiarujące:
Nr = 57,22 (kN) Mx = 2,11 (kN*m) My = -2,82 (kN*m)

Metoda obliczeń naprężenia dopuszczalnego: Półempiryczna - limit naprężeń

Mimośród działania obciążenia:
 $|e_B| = 0,05$ (m) $|e_L| = 0,04$ (m)
 Wymiary zastępcze fundamentu:
 $B' = B - 2|e_B| = 1,55$ (m)
 $L' = L - 2|e_L| = 1,58$ (m)

$$q_u = 0.30 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,29 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1,00 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1,00$$

$$q'_0 = 0,01 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,30 \text{ (MPa)}$$

Naprężenie w gruncie: $q_{ref} = 0.03$ (MPa)
 Współczynnik bezpieczeństwa: $q_{lim} / q_{ref} = 7.763 > 1$

Odrywanie

Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca
N=4,97 Mx=1,22 My=-2,31 Fx=-0,39 Fy=-0,99

Współczynniki obciążeniowe:

1.00 * ciężar gruntu

1.35 * wypór wody

Powierzchnia kontaktu:

$s_{lim} = 0,17$

$$SGN : SGN/40 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.50$$

1.00 * ciężar fundamentu

$$s = 0,08$$

Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca
N=4,97 Mx=1,22 My=-2,31 Fx=-0,39 Fy=-0,99

Współczynniki obciążeniowe:

1.00 * ciężar gruntu

1.35 * wypór wody

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:

$$Gr = 40,75 \text{ (kN)}$$

Obciążenie wymiarujące:

$$Nr = 45,73 \text{ (kN)} \quad Mx = 2,41 \text{ (kN*m)}$$

$$My = -2,78 \text{ (kN*m)}$$

Wymiary zastępcze fundamentu:

$$A_ = 1,73 \text{ (m)}$$

$$B_ = 1,73 \text{ (m)}$$

Powierzchnia poślizgu:

$$2,98 \text{ (m}^2\text{)}$$

Współczynnik tarcia fundament - grunt: $\tan(\delta d) = 0,25$

Kohezja: $c_u = 0,02 \text{ (MPa)}$

Uwzględnione parcie gruntu:

$$Hx = -0,39 \text{ (kN)} \quad Hy = -0,99 \text{ (kN)}$$

$$Ppx = 0,00 \text{ (kN)} \quad Ppy = 0,00 \text{ (kN)}$$

$$Pax = 0,00 \text{ (kN)} \quad Pay = 0,00 \text{ (kN)}$$

Wartość siły poślizgu $Hd = 0,00 \text{ (kN)}$

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:

- na poziomie posadowienia:

$$Rd = 15,90 \text{ (kN)}$$

- w gruncie: $Rd = 8,14 \text{ (kN)}$

Stateczność na przesunięcie:

$$\infty$$

Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca
4*1.00 N=6,29 Mx=-0,00 My=-0,69 Fx=0,00 Fy=0,00

Współczynniki obciążeniowe:

1.00 * ciężar gruntu

1.00 * wypór wody

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu:

$$Gr = 56,35 \text{ (kN)}$$

Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego:

$$q = 0,02 \text{ (MPa)}$$

Mięszość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 0,30 \text{ (m)}$

Naprężenie na poziomie z:

- dodatkowe: $\sigma_{zd} = 0,00 \text{ (MPa)}$

- wywołane ciężarem gruntu:

$$\sigma_{z\gamma} = 0,02 \text{ (MPa)}$$

Osiadanie:

- pierwotne $s' = 0,0 \text{ (cm)}$

- wtórne $s'' = 0,0 \text{ (cm)}$

- CAŁKOWITE $S = 0,0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$

Współczynnik bezpieczeństwa:

$$2071 > 1$$

Różnica osiadań

Kombinacja wymiarująca
6*1.00 + 4*0.50 N=5,61 Mx=-0,41 My=-1,47 Fx=-0,19 Fy=0,25

$$SGU : SGU:CHR/5 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 +$$

Współczynniki obciążeniowe: $1.00 \cdot \text{ciężar fundamentu}$
 $1.00 \cdot \text{ciężar gruntu}$
 $1.00 \cdot \text{wypór wody}$
Różnica osiadań: $S = 0,0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5,0 \text{ (cm)}$
Współczynnik bezpieczeństwa: $680.8 > 1$

Obrót

Wokół osi OX

Kombinacja wymiarująca $SGN : SGN/40 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.50$
 $N=4,97 \text{ Mx}=1,22 \text{ My}=-2,31 \text{ Fx}=-0,39 \text{ Fy}=-0,99$

Współczynniki obciążeniowe: $1.00 \cdot \text{ciężar fundamentu}$
 $1.00 \cdot \text{ciężar gruntu}$
 $1.35 \cdot \text{wypór wody}$

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 30,63 \text{ (kN)}$

Obciążenie wymiarujące:

$Nr = 35,61 \text{ (kN)}$ $Mx = 2,11 \text{ (kN*m)}$ $My = -2,66 \text{ (kN*m)}$

Moment stabilizujący: $M_{stab} = 29,38 \text{ (kN*m)}$

Moment obracający: $M_{renv} = 2,11 \text{ (kN*m)}$

Stateczność na obrót: $13.92 > 1$

Wokół osi OY

Kombinacja wymiarująca: $SGN : SGN/31 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 8 \cdot 1.50 +$
 $4 \cdot 0.75 \text{ N}=6,43 \text{ Mx}=1,22 \text{ My}=-2,47 \text{ Fx}=-0,39 \text{ Fy}=-0,99$

Współczynniki obciążeniowe: $1.00 \cdot \text{ciężar fundamentu}$
 $1.00 \cdot \text{ciężar gruntu}$
 $1.35 \cdot \text{wypór wody}$

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 30,63 \text{ (kN)}$

Obciążenie wymiarujące:

$Nr = 37,07 \text{ (kN)}$ $Mx = 2,11 \text{ (kN*m)}$ $My = -2,82 \text{ (kN*m)}$

Moment stabilizujący: $M_{stab} = 30,58 \text{ (kN*m)}$

Moment obracający: $M_{renv} = 2,82 \text{ (kN*m)}$

Stateczność na obrót: $10.84 > 1$

1.3 Wymiarowanie żelbetowe

1.3.1 Założenia

- Środowisko : XC2
- Klasa konstrukcji : S4

1.3.2 Analiza przebiecia i ścinania

Przebiecie

Kombinacja wymiarująca $SGN : SGN/31 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 8 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75$
 $N=6,43 \text{ Mx}=1,22 \text{ My}=-2,47 \text{ Fx}=-0,39 \text{ Fy}=-0,99$

Współczynniki obciążeniowe: $1.35 \cdot \text{ciężar fundamentu}$
 $1.35 \cdot \text{ciężar gruntu}$
 $1.00 \cdot \text{wypór wody}$

Obciążenie wymiarujące:

$Nr = 82,51 \text{ (kN)}$ $Mx = 2,11 \text{ (kN*m)}$ $My = -2,82 \text{ (kN*m)}$

Długość obwodu krytycznego: $2,44 \text{ (m)}$

Siła przebijająca: $5,62 \text{ (kN)}$

Wysokość użyteczna przekroju: $heff = 0,33 \text{ (m)}$

Stopień zbrojenia: $\rho = 0.14 \%$

Naprężenie ścinające: $0,02 \text{ (MPa)}$

Dopuszczalne naprężenie ścinające: $1,38 \text{ (MPa)}$

Współczynnik bezpieczeństwa:

$$62.5 > 1$$

1.3.3 Zbrojenie teoretyczne

Stopa:

dolne:

$$\text{SGN : } \text{SGN}/25 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 5 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75 \quad N = 6,57 \quad M_x = -0,10 \quad M_y = 1,69 \quad F_x = 0,53 \quad F_y = 0,14$$
$$M_y = 2,44 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A_{sx} = 4,46 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$\text{SGN : } \text{SGN}/31 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 8 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75 \quad N = 6,43 \quad M_x = 1,22 \quad M_y = -2,47 \quad F_x = -0,39 \quad F_y = -0,99$$
$$M_x = 1,77 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A_{sy} = 4,46 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 4,46 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

górne:

$$\text{SGN : } \text{SGN}/40 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.50 \quad N = 4,97 \quad M_x = 1,22 \quad M_y = -2,31 \quad F_x = -0,39 \quad F_y = -0,99$$
$$M_y = -0,23 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A'_{sx} = 4,46 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$\text{SGN : } \text{SGN}/40 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.50 \quad N = 4,97 \quad M_x = 1,22 \quad M_y = -2,31 \quad F_x = -0,39 \quad F_y = -0,99$$
$$M_x = -0,02 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \quad A'_{sy} = 4,46 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 4,46 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Trzon słupa: 1

$$\text{Zbrojenie podłużne} \quad A = 1,60 \text{ (cm}^2) \quad A_{\text{min}} = 1,60 \text{ (cm}^2)$$

$$A = 2 \cdot (A_{sx1} + A_{sy1})$$

$$A_{sx1} = 0,53 \text{ (cm}^2) \quad A_{sy1} = 0,27 \text{ (cm}^2)$$

Trzon słupa: 2

$$\text{Zbrojenie podłużne} \quad A = 1,60 \text{ (cm}^2) \quad A_{\text{min}} = 1,60 \text{ (cm}^2)$$

$$A = 2 \cdot (A_{sx2} + A_{sy2})$$

$$A_{sx2} = 0,30 \text{ (cm}^2) \quad A_{sy2} = 0,50 \text{ (cm}^2)$$

1.3.4 Zbrojenie rzeczywiste

Stopa:

Dolne:

Wzdłuż osi X:

$$7 \text{ A-IIIIN (B500SP) } 12 \quad l = 1,53 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot -0,71 + 6 \cdot 0,24$$

Wzdłuż osi Y:

$$7 \text{ A-IIIIN (B500SP) } 12 \quad l = 1,53 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot -0,71 + 6 \cdot 0,24$$

Górne:

Wzdłuż osi X:

$$7 \text{ A-IIIIN (B500SP) } 12 \quad l = 1,53 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot -0,71 + 6 \cdot 0,24$$

Wzdłuż osi Y:

$$7 \text{ A-IIIIN (B500SP) } 12 \quad l = 1,53 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot -0,71 + 6 \cdot 0,24$$

Trzon

Trzon słupa: 1

Zbrojenie podłużne

Wzdłuż osi Y:

$$4 \text{ A-IIIIN (B500SP) } 12 \quad l = 0,90 \text{ (m)} \quad e = 1 \cdot -0,13 + 1 \cdot 0,25$$

Zbrojenie poprzeczne

5 A-IIIN (B500SP) 8 $l = 0,82 \text{ (m)}$ $e = 1*0,25 + 2*0,20 + 2*0,09$

Trzon słupa: 2
Zbrojenie podłużne

Wzdłuż osi Y:

4 A-IIIN (B500SP) 12 $l = 0,90 \text{ (m)}$ $e = 1*-0,13 + 1*0,25$

Zbrojenie poprzeczne

5 A-IIIN (B500SP) 8 $l = 0,82 \text{ (m)}$ $e = 1*0,25 + 2*0,20 + 2*0,09$

2 Ilościowe zestawienie materiałów:

- Objętość betonu $= 1,17 \text{ (m}^3\text{)}$
- Powierzchnia deskowania $= 3,84 \text{ (m}^2\text{)}$
- Stal A-IIIN (B500SP)
 - Ciężar całkowity $= 47,66 \text{ (kG)}$
 - Gęstość $= 40,77 \text{ (kG/m}^3\text{)}$
 - Średnia średnica $= 11,4 \text{ (mm)}$
 - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Liczba identycznych elementów:
8	0,82	10
12	0,90	8
12	1,53	28

6. Opis techniczny konstrukcji wiaty paliwowej

6.1 Dane ogólne

Na zlecenie inwestora projektuje się budowę stacji paliw płynnych i gazu wraz z niezbędną infrastrukturą. W ramach opracowania projektuje się budynek, który wzniesiony zostanie na planie prostokąta. Budynek hali zaprojektowano w konstrukcji stalowej obudowanej płytami warstwowymi ściennymi i dachowymi z rdzeniem poliuretanowym. Budynek stacji jednokondygnacyjny z dachem jednospadowym o kącie nachylenia połaci dachowej 2%.

6.2 Opis techniczny – konstrukcja żelbetowa

6.2.1 Fundamenty

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012 r, w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U.z, poz 463) oraz odkrywki na terenie planowej budowy ustalono pierwszą kategorię geotechniczną gruntów oraz proste warunki gruntowe dla projektowanego obiektu.

Na podstawie makroskopowego rozpoznania gruntu oraz po przeprowadzeniu obliczeń przyjęto maksymalny jednostkowy opór gruntu równy $q_{fm}=150$ [kPa].

$$\sigma = N/L \times B < q_{fn}$$

N – max siła działająca na grunt

L – długość fundamentu

B – szerokość fundamentu

Zakres projektowanych robót fundamentowych:

Przed przystąpieniem do robót fundamentowych należy wstępnie wytyczyć obrys projektowanego budynku oraz nanieść tzw. „poziom roboczego zera budynku”. W obszarze tym zebrać warstwę humusu oraz gruntu nośnego do poziomu około -90 [cm], w miejscach występowania fundamentów należy zebrać grunt do poziomu -160 [cm] poniżej

projektowanego tzw. „zera” budynku. Grunt należy zbierać warstwami o niewielkiej miąższości, odkładając tymczasowo na działce inwestora „segregując” poszczególne rodzaje gruntu co umożliwi jego dalsze wykorzystanie. W miarę postępu robót budowlanych i stwierdzeniu, iż składowanego gruntu nie będzie już można wykorzystać, nadmiar gruntu można usunąć z placu budowy. Roboty ziemne zaleca się prowadzić przy użyciu ciężkiego sprzętu, ale należy zwrócić uwagę na istniejącą infrastrukturę techniczną działki (zapoznać się z mapą). Roboty ziemne w zbliżeniu do infrastruktury podziemnej należy prowadzić ręcznie, zwracając uwagę, żeby nie podkopać istniejących obiektów.

W przygotowanych wykopach należy wykonać warstwę chudego betonu o grubości około 10 [cm], a następnie można ułożyć projektowane fundamenty prefabrykowane.

- **Stopy fundamentowe**

W obiekcie zaprojektowano stopy żelbetowe z betonu C35/45, W8 zbrojone stalą B500SP wykonane na budowie. Stopy żelbetowe zbroić dołem prętami #12 co 15 [cm] w obu kierunkach oraz górą #12 co 15 [cm] w obu kierunkach. Stopy fundamentowe posadzić na głębokości – 1,25 [m] poniżej projektowanego zera budynku na 20-sto centymetrowej warstwie chudego betonu. Układ poszczególnych fundamentów pokazano na rysunkach powyższego opracowania oraz obliczeniach statyczno - wytrzymałościowych.

UWAGA:

Prowadząc roboty ziemne należy zwracać uwagę na warunki pogodowe ponieważ nie wolno dopuścić do zbytniego nawodnienia przygotowanych wykopów fundamentowych. Grunt nawodniony należy poddać wymianie zagęszczając go w odpowiedni sposób. **Przy wysokim stanie wody gruntowej należy zastosować igłofiltry, by obniżyć poziom wody dla prac konstrukcyjnych i inżynierskich wymagających wykopów sięgających poniżej naturalnego poziomu wód gruntowych.**

6.2.2 Słupy, rdzenie i kominki żelbetowe

W budynku zaprojektowano kominki żelbetowe monolityczne betonowane w szalunku na placu budowy. Elementy żelbetowe wykonać z betonu C35/45, W8 zbrojone stalą B500SP. Rdzenie żelbetowe zbroić prętami Ø12, strzemiona Ø8. Kominki żelbetowe wykonać zgodnie z rysunkami technicznymi oraz wykonawczymi. Jako zbrojenie główne użyć prętów ze stali B500SP, a na strzemiona prętów ze stali B500SP. Układ oraz schemat zbrojenia rdzeni i kominków pokazano na rysunkach zawartych w opracowaniu.

6.3 Opis techniczny – konstrukcja stalowa

6.3.1 Dźwigary

Nad budynkiem wiaty paliwowej zaprojektowano dach o konstrukcji stalowej ze stali klasy S355. Układ oraz schemat dźwigarów pokazano na rysunkach zawartych w opracowaniu w rysunkach technicznych oraz wykonawczych.

6.3.2 Słupy

Słupy nośne zaprojektowano z profili o przekroju HEA360 ze stali klasy S355. Układ oraz schemat słupów pokazano na rysunkach zawartych w opracowaniu.

6.3.3 Stężenia

Stężenie konstrukcji budynku w płaszczyźnie dachu przewidziano z prętów Ø20 ze stali klasy S355 w układzie X sprzężane śrubami rzymskimi. Stal stężeń S355.

6.3.4 Znakowanie

Przy wytwarzaniu elementów złożeniowych należy zadbać o oznaczenie każdego elementu scaleniowego na każdym etapie wykonywania produkcji. Gotowe elementy złożeniowe powinny zostać opisane w sposób trwały np. przy pomocy tabliczek jakościowych, umożliwiając identyfikację podczas kontroli oraz montażu. Znakowanie powinno być zgodne z p. 6.2 i 9.6.2 Normy PN-EN 1090-2.

6.3.5 Cięcie i gięcie

Cięcie elementów należy wykonywać piłami lub termicznie w sposób zautomatyzowany. Elementy gięte należy formować plastycznie zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1090-2 p. 6.5. Nie dopuszcza się kucia stali na zimno.

6.3.6 Otworowanie

Otwory do złączy skręcanych należy wykonywać przez wiercenie. Krawędzie należy ograć.

6.3.7 Scalanie i montaż próbny

Produkowane elementy powinny być składowane w sposób zapewniający utrzymanie odpowiednich tolerancji wymiarowych. Podczas wstępnego montażu należy przewidzieć odpowiednie podpory, dodatkowe ściągi, stężenia montażowe oraz odpowiedni sprzęt. Naprowadzanie otworów nie powinno powodować ich owalizacji większej niż 0,5 mm.

6.3.8 Styki warsztatowe

Styki warsztatowe należy wykonać zgodnie z rysunkami zestawczymi oraz montażowymi. Złącza spawane podlegają 100% kontroli badań VT.

6.3.9 Styki montażowe

Zaleca się, aby poszczególne elementy wysyłkowe wykonywać z pojedynczych odcinków blach lub profili walcowanych. Jeżeli ze względów na długości handlowe materiał podstawowy będzie wymagał połączeń poza projektowych, wówczas należy uzyskać akceptację projektanta na wykonanie połączeń i wykonać następujące badania NDT: 100% VT oraz badania dodatkowe których zakres określa tablica 24 normy PN-EN 1090-2. Po spawaniu należy sprawdzić zgodność z odpowiednim poziomem jakości i akceptacji oraz wymaganą klasą wykonania na podstawie badań nieniszczących zgodnie z tablicą 24 normy PN-EN 1090-2 oraz ewentualnymi dodatkowymi badaniami wyznaczonymi przez projektanta. Elementy łączone podlegają ocenie prostoliniowości zgodnie z p2.1.17 normy PN-EN 1090-2 spełniając założone tolerancje wymiarowe.

6.3.10 Tolerancja wymiarowa

Zgodnie z PN-EN 1090-2 p.11, załącznik D

6.3.11 Transport

Elementy należy transportować w sposób zgodny z charakterystyką pracy elementu.

6.3.12 Pokrycie dachu

Pokrycie dachu wykonać z blachy trapezowej TR93 mocowanej do dźwigarów dachowych za pomocą łączników samowiercących oraz ocieplić wełną mineralną grubości 25 [cm].

Dokładne wytyczne montażowe, obróbki blacharskie, technologię składowania oraz transportu należy dobrać indywidualnie wg wytycznych wybranego producenta.

6.3.13 Stolarka okienna i drzwiowa

W budynku zaprojektowano stolarkę okienną PCW dopuszcza się jednak inny rodzaj materiału z którego wykonana zostanie wmontowana stolarka. W pozostawionych otworach osadzić okna z profili PCW minimum 5-komorowych. Współczynnik przenikania ciepła dla okna winien być nie wyższy niż $U=0,9\text{W/m}^2\text{K}$.

W oknach stosować okucia obwiedniowe z możliwością czterostopniowego uchyłu. Okna powinny posiadać funkcję rozszczelnienia (mikrowentylacja).

We wszystkich pomieszczeniach typu pomieszczenie socjalne należy stosować nawiewniki w górnej części okna lub w otworze okiennym.

W przypadku zastosowania okien charakteryzujących się współczynnikiem infiltracji „a” mniejszym niż $0,3\text{m}^3/(\text{mhdaPa}^2/3)$ należy stosować nawiewniki w górnej części okna, lub w otworze okiennym.

Wymiary stolarki pobrać z natury.

6.3.14 Montaż konstrukcji na placu budowy

- Rozładunek konstrukcji

Przed rozpoczęciem montażu (rozładunek traktujemy, jako pierwszy etap) należy sprawdzić, czy są spełnione wymagania techniczne dotyczące bezpieczeństwa robót, uwzględniając przy tym następujące czynniki:

- i) ustawienie i pracę dźwigów stacjonarnych oraz ich wyposażenia;
- j) drogi dojazdowe na budowę i na placu budowy;
- k) warunki gruntowe wpływające na bezpieczeństwo ruchu i robót na budowie;
- l) prawdopodobne osiadanie podpór konstrukcji;
- m) instalacje podziemne, linie napowietrzne i przeszkody budowlane;

- n) ograniczenia wymiarów i ciężaru elementów, które mają być dostarczane na budowę;
- o) warunki środowiskowe i klimatyczne na placu budowy i w jego otoczeniu;
- p) szczegóły (właściwości) konstrukcji w bezpośrednim sąsiedztwie robót.

Przed rozpoczęciem rozładunku należy sprawdzić:

- c) poprawność załadunku tzn. czy elementy zostały prawidłowo podparte i zabezpieczone przed przesuwaniem lub uszkodzeniem. W przypadku stwierdzenia niezgodności należy powiadomić dział logistyki, który przekaze informację do firmy transportowej celem uniknięcia takiej sytuacji w przyszłości;
- d) uszkodzenia transportowe tzn. czy w wyniku nieprawidłowego załadunku lub transportu nie doszło do uszkodzenia lub odkształcenia elementu. Jeżeli stwierdzono wyżej wymienione, to należy sfotografować elementy jeszcze na samochodzie, a po rozładunku i dokładnych oględzinach przygotować zgłoszenie reklamacyjne z dokładnym opisem uszkodzeń i sposobem ich usunięcia, aby uniknąć takiej sytuacji w przyszłości.

Rozładunek konstrukcji odbywa się w obecności kierownika robót. Pracownik fizyczny podczepiający konstrukcję musi mieć uprawnienia hakowego i być poinformowany przez kierownika robót o złożoności konstrukcji i związanymi z tym procedurami rozładunku. Jeżeli istnieją, uchwyty montażowe w konstrukcji to należy ich używać podczas rozładunku. Jeżeli ze względu na wiotkość, ponadnormatywną długość elementów, rozładunek przy użyciu pasów lub łańcuchów mógłby spowodować odkształcenia plastyczne należy stosować uzgodnione z kierownikiem robót środki zaradcze np. rozładunek z użyciem trawersy lub przy użyciu dwóch dźwigów itp.

- Składowanie konstrukcji

Konstrukcję składa się w wyznaczonym na placu budowy miejscu. Bezpośrednio przy miejscu montażu lub na placu składowym, jeżeli montaż odbywa się w późniejszym terminie. Podparcie składowanej konstrukcji musi być wykonane w taki sposób, aby uniemożliwić jej przewrócenie i stworzenie ryzyka utraty zdrowia i życia ludzi pracujących w jej pobliżu. Podparcie musi ponadto zapewniać brak możliwości odkształcenia plastycznego konstrukcji. Jeżeli konstrukcja nie jest montowana na bieżąco, należy ją ustawić tak, aby nie dopuścić do gromadzenia się w niej wody, lodu i innych zanieczyszczeń mogących uszkodzić lub obniżyć trwałość zabezpieczenia antykorozyjnego.

- Montaż konstrukcji

Montaż konstrukcji stalowej odbywa się w obecności kierownika robót zgodnie z projektem montażowym. Przed rozpoczęciem montażu należy sprawdzić poprawność osadzenia kotew potwierdzoną operatem geodezyjnym. W przypadku niespełnienia wymaganych tolerancji, montaż można kontynuować na podstawie procedury naprawczej (rewizji projektu) zaakceptowanej przez projektanta.

Montaż konstrukcji należy rozpoczynać od ustawiania konstrukcji w polu stężonym. Niwelacje wysokościową i w planie słupów wykonuje się przy użyciu pakietu podkładek stalowych.

Po wstępnym zmontowaniu konstrukcji (w zależności od rozmiaru obiektu może to być kilka pól lub cała konstrukcja), należy potwierdzić poprawność jej zmontowania operatem geodezyjnym. Jako tolerancje montażu należy przyjąć, tolerancje podstawowe oraz funkcjonalne w klasie 1 wg PN-EN 1090-2. Po weryfikacji poprawności montażu można rozpocząć docelowe skręcanie i sprężanie konstrukcji.

- Połączenia skręcane

Do połączeń montażowych należy używać klasy śrub, które podane są w projekcie montażowym. Dostarczone na budowę wyroby śrubowe należy zidentyfikować na podstawie specyfikacji wysyłkowej, a następnie sprawdzić, czy oznaczenia na śrubach i nakrętkach oraz kształt podkładek odpowiadają wyrobom odpowiedniej klasy. Należy zwrócić przy tym uwagę na właściwy stan wyrobów (korozja, zanieczyszczenia lub uszkodzenia mechaniczne), a także na właściwe ich składowanie. Wyroby zardzewiałe, zanieczyszczone lub uszkodzone mechanicznie nie mogą być stosowane do montażu.

W połączeniach sprężanych część wystająca gwintu, mierzona od lica nakrętki do końca trzpienia powinna mieć długość nie mniejszą niż jedna podziałka gwintu. W połączeniach niesprężanych, między płaszczyzną docisku nakrętki a niegwintowaną częścią trzpienia powinien pozostać, co najmniej jeden pełny zwój gwintu (oprócz wybiegu gwintu).

DOKRĘCANIE ŚRUB W POŁĄCZENIACH NIESPRĘŻANYCH

Łączone elementy należy dociągać tak, by ściśle do siebie przylegały. W celu lepszego dopasowania można stosować przekładki. Gdy w połączeniach blach i poszycia o grubości $t \geq 4$ mm lub kształtowników o grubości ścianek ≥ 8 mm pełny docisk części nie jest wymagany, to na krawędziach można pozostawić szczeliny do 4 mm, o ile uzyskano docisk w środkowej strefie połączenia.

Każdy zestaw śrubowy w połączeniu powinien być doprowadzony przynajmniej do stanu odpowiadającego ścisłemu przyleganiu części, z zachowaniem odpowiedniej ostrożności, by nie zniszczyć śrub. Proces dokręcania śrub w grupie rozpoczyna się od śrub w strefie największej sztywności połączenia, a następnie przechodzi się stopniowo do stref coraz mniejszej sztywności. Aby osiągnąć stan ścisłego przylegania części w połączeniu, może być konieczny więcej niż jeden cykl dokręcania.

Strefą największej sztywności w połączeniach zakładkowych dwuteowników jest na ogół środek grupy śrub, a w połączeniach doczołowych dwuteowników – otoczenie pasów.

Finalną kontrolę połączeń mechanicznych powinien wykonać kierownik robót zgodnie z punktem 12.5 i wymaganiami z punktu 8.3 normy PN-EN 1090-2. Wszystkie połączenia niesprężane sprawdza się wizualnie po osadzeniu łączników i lokalnym dopasowaniu konstrukcji.

Jeżeli projekt montażu nie mówi inaczej, to podczas montażu oraz kontroli wykonanych połączeń należy uwzględnić, że:

- g) klucze dynamometryczne stosowane podczas montażu posiadają dokładność $\pm 4 \%$ według PN-EN ISO 6789. Kontrolę klucza wykonuje się zgodnie z PN-EN ISO 6789 oraz po każdym incydencie, który wystąpił podczas ich używania (znaczne uderzenie, upadek, przeciążenie itp.). Klucze muszą posiadać ważny certyfikat kalibracji/świadectwo wzorcowania;
- h) klucz dynamometryczny stosowany do kontroli został starannie wykalibrowany oraz posiada dokładność $\pm 4 \%$;
- i) kontrola zostanie wykonana pomiędzy 12h i 72h po zakończeniu docelowego dokręcania śrub w danej podgrupie;
- j) celem kontroli zestawów śrubowych jest sprawdzenie, czy wartość momentu niezbędna do zainicjowania obrotu wynosi co najmniej $1,05 \cdot M$;
- k) zestaw śrubowy, w którym nakrętka po przyłożeniu momentu kontrolnego obróciła się więcej niż o 15° , uznaje się za niedokręcony ($< 100 \%$) i należy dokręcić do wartości 100% wymaganego momentu;
- l) kontroli podlega 100% połączeń.

- Obróbki blacharskie

Wszystkie obróbki blacharskie wykonać z blachy stalowej powlekanej w kolorze białym lub szarym. Alternatywnie inne kolory harmonizujące z kolorem dachu.

Rynny Ø 150 i rury spustowe Ø 100 ze stali w kolorze szarym. Alternatywnie inne kolory harmonizujące z kolorem dachu i obróbek blacharskich.

Parapety zewnętrzne – z blachy powlekanej.

6.4 Uwagi, zastrzeżenia i klauzule

- W przypadku powstania wątpliwości czy niejasności dotyczących wykonywania projektowanych powyższym opracowaniem robót na przedmiotowym budynku należy zwrócić się do autora niniejszego opracowania w celu wyjaśnienia.
- Przed przystąpieniem do robót remontowych należy wykonać stosowną dokumentację techniczną oraz uzyskać niezbędne decyzje administracyjne.
- Przed przystąpieniem do robót budowlanych należy zobowiązać przyszłego wykonawcę do opracowania szczegółowej wewnętrznej instrukcji prowadzenia robót.
- Wszelkie roboty budowlane należy prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie.
- Na podstawie rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 27 sierpnia 2002r. 151 poz. 1256 podczas realizacji robót remontowych kierownik zobowiązany jest do opracowania tzw. „planu BIOZ”.
- Opracowanie niniejsze stanowi własność intelektualną autorów opracowania i nie może być publikowane w całości lub w części bez zgody autorów i bez uzgodnienia z nimi formy i treści takiej publikacji. Nie można opracowania wykorzystać do innych celów niż określony w opracowaniu .
- Powyższe opracowanie i zawarte w nim treści nie zwalniają potencjalnych wykonawców robót od szczegółowego zapoznania się z kartami technicznymi poszczególnych produktów i stosownymi Aprobatami Technicznymi oraz zaleceniami producenta systemu a także od przestrzegania wymogów Prawa Budowlanego, zasad sztuki budowlanej i przepisów BHP.

UWAGA!!! Podane w powyższym opracowaniu rozwiązania wskazujące konkretny produkt lub system są jedynie rozwiązaniami przykładowymi wskazującymi konieczne do osiągnięcia parametry techniczne zastosowanego systemu. Dopuszcza się

zastosowanie innych równoważnych rozwiązań z zastosowaniem produktów dowolnego producenta pod warunkiem osiągnięcia parametrów technicznych lepszych bądź też co najmniej równych jak parametry proponowanego systemu

7. Obliczenia konstrukcyjne wiaty paliwowej

7.1 Podstawa opracowania

- Projekt architektoniczny
 - Aktualne normy, przepisy oraz literatura techniczna
- | | |
|----------------------|---|
| PN-EN 1990:2004 /Ap1 | Eurokod 0: Podstawy projektowania konstrukcji |
| PN-EN 1991-1-1:2004 | Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje
Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach |
| PN-EN 1991-1-3:2005 | Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje
Część 1-3: Oddziaływania ogólne - obciążenie śniegiem |
| PN-EN 1991-1-4:2008 | Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje
Część 1-3: Oddziaływania ogólne - oddziaływania wiatru |
| PN-EN 1992-1-1:2008 | Eurokod2: Projektowanie konstrukcji z betonu
Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków |
| PN-EN 1993-1-1:2008 | Eurokod3: Projektowanie konstrukcji stalowych
Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków |
| PN-EN 1997-1:2008 | Eurokod7: Projektowanie geotechniczne
Część 1: Zasady ogólne |
| PN-EN 1090 - 1 | Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych
Część 1: Zasady oceny zgodności elementów konstrukcji |
| PN-EN 1090 - 2 | Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych
Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych |

7.2 Zastosowane materiały

Beton:	C35/45
Beton podkładowy:	C8/10
Stal żebrowana:	B500SP oraz B500A
Stal profilowa:	S235 oraz S355

Stal płatwi: S350GD

Spoiny wykonać elektrodami ER146 lub EA146 lub metodą MAG135

7.3 Metody obliczeń konstrukcji

Obliczenia przeprowadzono metodą stanów granicznych (sprawdzony został stan graniczny nośności oraz stan graniczny użytkowania).

7.4 Uwagi dotyczące posadowienia i lokalizacji budynku

Lokalizacja budynku województwo łódzkie:

- II strefa obciążenia śniegiem (do 300 m n.p.m.)
- I strefa obciążenia wiatrem (do 300 m n.p.m.)

W obliczeniach założono, że budynek posadowiony będzie na gruntach spoistych glina piaszczysta - stopień plastyczności $I_L = 0,99$

Przyjęto, że poziom wody gruntowej znajduje się poniżej poziomu posadowienia fundamentów budynku.

7.5 Zestawienie obciążeń

7.5.1 Ciężar własny

Ciężar własny płyt, belek i słupów zostanie uwzględniony bezpośrednio w obliczeniach analitycznych oraz w programie komputerowym

7.5.2 Obciążenia stałe od wykończenia dachu pawilonu handlowego

Tab. 1 Zebranie obciążenia od wykończenia dachu na $1m^2$

Rodzaj warstwy	Ciężar właściwy [kN/m ³]	Grubość [cm]	Obciążenie [kN/m ²]
Obudowa górna i dolna	— —	— —	0,55
Blenda po krawędzi	— —	— —	0,55

Suma:	--
-------	----

7.5.3 Obciążenia zmienne

D. Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1

Kategoria H obciążonej powierzchni - dachy bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw - zalecana wartość obciążenia $0,4 \text{ kN/m}^2$

E. Obciążenie od śniegu wg PN-EN 1991-1-3

Połąć dachu obciążonego równomiernie:

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu:

- Strefa obciążenia śniegiem II:

$$A = 150 \text{ m n. p. m.} \Rightarrow s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa

- Współczynnik ekspozycji:

$$c_e = 1,0 \Rightarrow \text{teren normalny}$$

- Współczynnik termiczny:

$$c_e = 1,0$$

- Współczynnik kształtu dachu:

kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = \text{do } 30^\circ$

$$\mu_1 = 0,8$$

Sytuacja wyjątkowa nie będzie rozważana

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu * c_e * c_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

F. Oddziaływanie wiatru wg PN-EN 1991-1-4 - wiatra paliwowa

- dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 18,3 \text{ m}; d = 10,0 \text{ m}; h = 5,5 \text{ m}$

- kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 2^\circ$

- wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:

- strefa obciążenia wiatrem I: $A = 150 \text{ m n. p. m.} \Rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

- współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$

- współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,0$

- bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 22 = 22 \text{ m/s}$

- wysokość odniesienia: $z_e = h = 5,5 \text{ m}$

- kategoria terenu II

- współczynnik chropowatości:

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,01}{0,05} \right)^{0,07} = 0,17$$

$$c_r(z) = 0,17 * \ln \left(\frac{5,5}{0,01} \right) = 1,07$$

- współczynnik rzeźby terenu: $c_0(z_e) = 1,0$

- średnia prędkość wiatru:

$$v_m(z_e) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 1,07 * 1,0 * 22 = 23,6 \text{ m/s}$$

- współczynnik turbulencji: $k_1 = 1,0$

- intensywność turbulencji:

$$I_v(z_e) = \frac{k_1}{c_0(z_e) * \ln \left(\frac{z_e}{z_0} \right)} = \frac{1,0}{1,0 * \ln \left(\frac{5,5}{0,01} \right)} = 0,16$$

- gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

- wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z) = (1 + 7I_v(z)) * 0,5\rho * v_m^2(z) = (1 + 7 * 0,16) * 0,5 * 1,25 * 23,6^2$$

$$q_p(z) = 738 \text{ N/m}^2 = 0,74 \text{ kN/m}^2$$

- współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,0$

Ciśnienie wiatru wywierane na powierzchnie zewnętrzną

$$w_e(z) = q_p(z) * c_{pe}$$

Ciśnienie wiatru wywierane na powierzchnie wewnętrzną

$$w_i(z) = q_p(z) * c_{pi}$$

$$w_i(z) = \begin{cases} 0,74 * 0,2 = 0,15 \\ 0,74 * (-0,3) = -0,22 \end{cases}$$

	$C_{p,net} \text{ (max)}$	$C_{p,net} (\varphi = 0)$	$C_{p,net} (\varphi = 1)$
Pole A	0,37	-0,44	-1,11
Pole B	1,33	-0,96	-1,33

Pole C	0,81	-1,04	-1,63
--------	------	-------	-------

7.6 Wyniki obliczeń statyczno – wytrzymałościowych

7.6.1 Konstrukcja stalowa

A. Dźwigar

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: *PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 12 dźwigar_12
4.50 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 45 SGN/35=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50 + 4*0.75
(1+2)*1.15+6*1.50+4*0.75

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 300

h=30.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=15.0 cm	Ay=36.15 cm ²	Az=25.67 cm ²	Ax=53.80 cm ²
tw=0.7 cm	Iy=8360.00 cm ⁴	Iz=604.00 cm ⁴	Ix=20.70 cm ⁴
tf=1.1 cm	Wply=628.36 cm ³	Wplz=125.22 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 11.61 kN	My _{Ed} = -156.36 kN*m	Mz _{Ed} = -0.12 kN*m	Vy _{Ed} = 0.03 kN
N _{c,Rd} = 1909.90 kN	My _{Ed,max} = -156.36 kN*m		Mz _{Ed,max} = -0.12 kN*m
	Vy _{c,Rd} = 740.92 kN		
Nb _{Rd} = 501.59 kN	My _{c,Rd} = 223.07 kN*m	Mz _{c,Rd} = 44.45 kN*m	Vz _{Ed} = -35.82 kN
	MN _{y,Rd} = 223.07 kN*m	MN _{z,Rd} = 44.45 kN*m	Vz _{c,Rd} = 526.12 kN
	Mb _{Rd} = 168.90 kN*m		

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	Mcr = 254.55 kN*m	Krzywa _{LT} - b	XLT = 0.74
L _{cr,low} = 4.50 m	Lam _{LT} = 0.94	fi _{LT} = 0.92	XLT _{mod} = 0.76

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 4.50 m	Lam _y = 0.47
L _{cr,y} = 4.50 m	Xy = 0.93
Lamy = 36.10	kzy = 1.00



względem osi z:

Lz = 4.50 m	Lam _z = 1.76
L _{cr,z} = 4.50 m	Xz = 0.26
Lamz = 134.30	kzz = 0.93

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.70 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^1 = 0.49 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.07 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\Lambda_{b,y} = 36.10 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 134.30 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.93 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.84 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.95 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/250.00 = 1.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 6 fi max Y

$$u_z = 0.8 \text{ cm} < u_{z,max} = L/250.00 = 1.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 85 SGU:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 4*0.50
(1+2+6)*1.00+4*0.50

$$u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/250.00 = 1.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 0.5*4 + 1*6

$$u_{inst,z} = 0.5 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/250.00 = 1.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1*9



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 10 dźwigar_10
0.00 m

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 43 SGN/33=1*1.15 + 2*1.15 + 5*1.50 + 4*0.75
(1+2)*1.15+5*1.50+4*0.75

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 330

$$h=33.0 \text{ cm}$$

$$g_{M0}=1.00$$

$$g_{M1}=1.00$$

$$b=16.0 \text{ cm}$$

$$A_y=42.28 \text{ cm}^2$$

$$A_z=30.80 \text{ cm}^2$$

$$A_x=62.60 \text{ cm}^2$$

$$t_w=0.8 \text{ cm}$$

$$I_y=11770.00 \text{ cm}^4$$

$$I_z=788.00 \text{ cm}^4$$

$$I_x=28.80 \text{ cm}^4$$

$$t_f=1.1 \text{ cm}$$

$$W_{ply}=804.33 \text{ cm}^3$$

$$W_{plz}=153.68 \text{ cm}^3$$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = -2.78 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -129.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = -0.47 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -1.62 \text{ kN}$
$N_{t,Rd} = 2222.30 \text{ kN}$	$M_{y,pl,Rd} = 285.54 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,pl,Rd} = 54.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 865.11 \text{ kN}$
	$M_{y,c,Rd} = 285.54 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 54.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 59.03 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 285.54 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 54.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 630.68 \text{ kN}$
	$Mb,Rd = 285.54 \text{ kN}\cdot\text{m}$		$Tt,Ed = -0.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$	$M_{cr} = 7594.49 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Krzywa,LT - c	$XLT = 1.00$
$L_{cr,low} = 0.63 \text{ m}$	$\lambda_{m,LT} = 0.19$	$f_{i,LT} = 0.46$	$XLT_{mod} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.3.(1))
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.45 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^2 = 0.21 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.09 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})\cdot gM0) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3})\cdot gM0) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.45 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.1 \text{ cm} < u_{y,max} = L/250.00 = 1.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 83 SGU:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.50
 $(1+2+5)*1.00+4*0.50$
 $u_z = 0.2 \text{ cm} < u_{z,max} = L/250.00 = 1.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 83 SGU:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.50
 $(1+2+5)*1.00+4*0.50$
 $u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/250.00 = 1.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 0.5*4 + 1*5
 $u_{inst,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/250.00 = 1.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 1*10

**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja prętów**GRUPA:****PRĘT:** 6 dzwigar_6
2.00 m**PUNKT:** 1**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.50 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $68 \text{ SGN}/58 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 5 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$
 $(1+2) \cdot 1.15 + 5 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.00 \text{ MPa}$

**PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 340**

$h=33.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=30.0 \text{ cm}$	$A_y=109.91 \text{ cm}^2$	$A_z=44.48 \text{ cm}^2$	$A_x=133.00 \text{ cm}^2$
$t_w=0.9 \text{ cm}$	$I_y=27690.00 \text{ cm}^4$	$I_z=7440.00 \text{ cm}^4$	$I_x=128.00 \text{ cm}^4$
$t_f=1.7 \text{ cm}$	$W_{ply}=1850.47 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=755.95 \text{ cm}^3$	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = -1.60 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -275.58 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = -3.17 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -1.46 \text{ kN}$
$N_{t,Rd} = 4721.50 \text{ kN}$	$M_{y,pl,Rd} = 656.92 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,pl,Rd} = 268.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 2144.71 \text{ kN}$
	$M_{y,c,Rd} = 656.92 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 268.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 86.55 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 656.92 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 268.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 886.69 \text{ kN}$
	$Mb,Rd = 656.92 \text{ kN}\cdot\text{m}$		$Tt,Ed = 1.86 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$	$M_{cr} = 298391.77 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Krzywa,LT - b	$XLT = 1.00$
$L_{cr,low} = 0.29 \text{ m}$	$\lambda_{m,LT} = 0.05$	$\phi_{LT} = 0.44$	$XLT_{mod} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.3.(1))
 $M_{y,Ed}/MN_{y,Rd} = 0.42 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $M_{z,Ed}/MN_{z,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(M_{y,Ed}/MN_{y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/MN_{z,Rd})^{1.00} = 0.19 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.10 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.12 < 1.00$ (6.2.6)
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.07 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.42 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y,max} = L/250.00 = 1.6 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 7 fi 0 X

$u_z = 0.6 \text{ cm} < u_{z,max} = L/250.00 = 1.6 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $96 \text{ SGU:CHR}/16 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 5 \cdot 0.60 + 4 \cdot 1.00$
 $(1+2+4) \cdot 1.00 + 5 \cdot 0.60$

$u_{inst,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/250.00 = 1.6 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1*7

$u_{inst,z} = 0.3 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/250.00 = 1.6 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1*4 + 0.6*5



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 16 dzwigar_16
0.00 m

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $68 \text{ SGN}/58 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 5 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$
 $(1+2) \cdot 1.15 + 5 \cdot 0.90 + 4 \cdot 1.50$

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 220

h=22.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=11.0 cm	Ay=22.92 cm ²	Az=15.91 cm ²	Ax=33.40 cm ²
tw=0.6 cm	Iy=2770.00 cm ⁴	Iz=205.00 cm ⁴	Ix=9.10 cm ⁴
tf=0.9 cm	Wply=285.41 cm ³	Wplz=58.11 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = -1.35 kN	My _{Ed} = -38.33 kN*m	Mz _{Ed} = 0.07 kN*m	Vy _{Ed} = -0.03 kN
Nt _{Rd} = 1185.70 kN	My _{pl,Rd} = 101.32 kN*m	Mz _{pl,Rd} = 20.63 kN*m	Vy _{T,Rd} = 465.78 kN
	My _{c,Rd} = 101.32 kN*m	Mz _{c,Rd} = 20.63 kN*m	Vz _{Ed} = 21.07 kN
	MN _{y,Rd} = 101.32 kN*m	MN _{z,Rd} = 20.63 kN*m	Vz _{T,Rd} = 324.32 kN
	Mb _{Rd} = 101.32 kN*m		Tt _{Ed} = 0.04 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	Mcr = 5737.17 kN*m	Krzywa _{LT} - b	XLT = 1.00
Lcr,low = 0.29 m	Lam_LT = 0.13	fi _{LT} = 0.46	XLT _{mod} = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.3.(1))
 $My_{Ed}/MN_{y,Rd} = 0.38 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $Mz_{Ed}/MN_{z,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(My_{Ed}/MN_{y,Rd})^{2.00} + (Mz_{Ed}/MN_{z,Rd})^{1.00} = 0.15 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $Vy_{Ed}/Vy_{T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $Vz_{Ed}/Vz_{T,Rd} = 0.06 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.02 < 1.00$ (6.2.6)
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.01 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$My_{Ed}/Mb_{Rd} = 0.38 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \max} = L/250.00 = 2.0 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 83 SGU:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.50
(1+2+5)*1.00+4*0.50

$u_z = 0.3 \text{ cm} < u_{z \max} = L/250.00 = 2.0 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 83 SGU:CHR/3=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00 + 4*0.50
(1+2+5)*1.00+4*0.50

$u_{\text{inst},y} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{inst},\max,y} = L/250.00 = 2.0 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 0.5*4 + 1*5

$u_{\text{inst},z} = 0.2 \text{ cm} < u_{\text{inst},\max,z} = L/250.00 = 2.0 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 0.5*4 + 1*5



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY): Nie analizowano

Profil poprawny !!!

B. Słup

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 2 Słup_2
0.00 m

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 45 SGN/35=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50 + 4*0.75
(1+2)*1.15+6*1.50+4*0.75

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.00 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 360

h=35.0 cm

$gM0=1.00$

$gM1=1.00$

b=30.0 cm

$A_y=116.90 \text{ cm}^2$

$A_z=49.20 \text{ cm}^2$

$A_x=143.00 \text{ cm}^2$

tw=1.0 cm

$I_y=33090.00 \text{ cm}^4$

$I_z=7890.00 \text{ cm}^4$

$I_x=149.00 \text{ cm}^4$

tf=1.8 cm

$W_{ply}=2088.47 \text{ cm}^3$

$W_{plz}=802.28 \text{ cm}^3$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 241.34 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = -135.71 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed} = 32.54 \text{ kN*m}$

$V_{y,Ed} = 18.09 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} = 5076.50 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,\max} = -135.71 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed,\max} = -65.15 \text{ kN*m}$

$V_{y,T,Rd} = 2395.95 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 2886.48 \text{ kN}$

$M_{y,c,Rd} = 741.41 \text{ kN*m}$

$M_{z,c,Rd} = 284.81 \text{ kN*m}$

$V_{z,Ed} = 24.02 \text{ kN}$

$M_{N,y,Rd} = 741.41 \text{ kN*m}$

$M_{N,z,Rd} = 284.81 \text{ kN*m}$

$V_{z,T,Rd} = 1008.39 \text{ kN}$

$T_{t,Ed} = -0.00 \text{ kN*m}$

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 5.40 \text{ m}$ $\lambda_{m_y} = 0.46$
 $L_{cr,y} = 5.40 \text{ m}$ $X_y = 0.90$
 $\lambda_{my} = 35.50$ $k_{zy} = 0.55$



względem osi z:

$L_z = 5.40 \text{ m}$ $\lambda_{m_z} = 0.95$
 $L_{cr,z} = 5.40 \text{ m}$ $X_z = 0.57$
 $\lambda_{mz} = 72.70$ $k_{zz} = 1.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.05 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.18 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.11 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.15 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $\tau_{xy,Ed}/(\tau_{fy}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)
 $\tau_{xz,Ed}/(\tau_{fz}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{m,y} = 35.50 < \lambda_{m,max} = 210.00$ $\lambda_{m,z} = 72.70 < \lambda_{m,max} = 210.00$ STABILNY
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.36 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.41 < 1.00$ (6.3.3.(4))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia (UKŁAD LOKALNY): Nie analizowano



Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):

$v_x = 1.0 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 3.6 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 9 fi 1 X
 $v_y = 1.3 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 3.6 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 6 fi max Y

Profil poprawny !!!

C. Kratownica

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 28 pas górny i dolny_28 **PUNKT:** 3
4.50 m

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.25 L =$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $45 \text{ SGN}/35 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75$
 $(1+2) \cdot 1.15 + 6 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.75$

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00 \text{ MPa}$

**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 50x50x5**

h=5.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=5.0 cm	Ay=4.37 cm ²	Az=4.37 cm ²	Ax=8.73 cm ²
tw=0.5 cm	Iy=28.90 cm ⁴	Iz=28.90 cm ⁴	Ix=45.56 cm ⁴
tf=0.5 cm	Wply=13.70 cm ³	Wplz=13.70 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 109.38 kN	My _{Ed} = -0.35 kN*m	Mz _{Ed} = -1.23 kN*m	Vy _{Ed} = 1.39 kN
N _{c,Rd} = 205.16 kN	My _{Ed,max} = -0.35 kN*m	Mz _{Ed,max} = -1.23 kN*m	Vy _{T,Rd} = 57.96 kN
N _{b,Rd} = 197.95 kN	My _{c,Rd} = 3.22 kN*m	Mz _{c,Rd} = 3.22 kN*m	Vz _{Ed} = -0.84 kN
	MN _{y,Rd} = 1.91 kN*m	MN _{z,Rd} = 1.91 kN*m	Vz _{T,Rd} = 57.96 kN
			Tt _{Ed} = -0.06 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

Ly = 18.30 m	Lam_y = 0.34
Lcr,y = 0.58 m	Xy = 0.97
Lamy = 31.88	kzy = 0.58



względem osi z:

Lz = 3.50 m	Lam_z = 0.35
Lcr,z = 0.60 m	Xz = 0.96
Lamz = 33.11	kzz = 0.98

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.53 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.19 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.64 < 1.00$ (6.2.9.1.(2))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.45} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{2.45} = 0.35 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.02 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $\tau_{xy,Ed}/(\tau_{fy}/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.02 < 1.00$ (6.2.6)
 $\tau_{xz,Ed}/(\tau_{fz}/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.02 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{y} = 31.88 < \lambda_{y,max} = 210.00$ $\lambda_{z} = 33.11 < \lambda_{z,max} = 210.00$ STABILNY
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.88 < 1.00$
 (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.99 < 1.00$
 (6.3.3.(4))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE**Ugięcia (UKŁAD LOKALNY):**

$u_y = 1.5 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 9.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 85 SGU:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 4*0.50
 (1+2+6)*1.00+4*0.50
 $u_z = 4.2 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 9.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 85 SGU:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 4*0.50
 (1+2+6)*1.00+4*0.50
 $u_{inst,y} = 1.5 \text{ cm} < u_{inst,max,y} = L/200.00 = 9.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 0.5*4 + 1*6
 $u_{inst,z} = 2.9 \text{ cm} < u_{inst,max,z} = L/200.00 = 9.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 0.5*4 + 1*6

**Przemieszczenia (UKŁAD GLOBALNY):** Nie analizowano

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 63 Pręt_63
0.79 m

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 64 SGN/54=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.50 (1+2)*1.00+9*1.50

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 40x40x4

h=4.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=4.0 cm	Ay=2.79 cm ²	Az=2.79 cm ²	Ax=5.59 cm ²
tw=0.4 cm	Iy=11.80 cm ⁴	Iz=11.80 cm ⁴	Ix=18.66 cm ⁴
tf=0.4 cm	Wply=7.01 cm ³	Wplz=7.01 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 5.66 kN	My _{Ed} = 0.00 kN*m	Mz _{Ed} = 0.60 kN*m	Vy _{Ed} = -0.36 kN
Nc,Rd = 131.36 kN	My _{Ed,max} = -0.02 kN*m	Mz _{Ed,max} = 0.60 kN*m	Vy,T,Rd = 36.67 kN
Nb,Rd = 117.85 kN	My,c,Rd = 1.65 kN*m	Mz,c,Rd = 1.65 kN*m	Vz _{Ed} = -0.03 kN
	MN _{y,Rd} = 1.65 kN*m	MN _{z,Rd} = 1.65 kN*m	Vz,T,Rd = 36.67 kN
			Tt _{Ed} = 0.05 kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 0.79 m	Lam_y = 0.58
Lcr,y = 0.79 m	Xy = 0.90
Lamy = 54.55	kzy = 0.55



względem osi z:

Lz = 0.79 m	Lam_z = 0.58
Lcr,z = 0.79 m	Xz = 0.90
Lamz = 54.55	kzz = 0.92

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$\begin{aligned} N_{Ed}/N_{c,Rd} &= 0.04 < 1.00 \quad (6.2.4.(1)) \\ My_{Ed}/MN_{y,Rd} &= 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2)) \\ Mz_{Ed}/MN_{z,Rd} &= 0.36 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2)) \\ (My_{Ed}/MN_{y,Rd})^{1.66} + (Mz_{Ed}/MN_{z,Rd})^{1.66} &= 0.18 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6)) \\ Vy_{Ed}/Vy_{T,Rd} &= 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7) \\ Vz_{Ed}/Vz_{T,Rd} &= 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7) \\ \tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) &= 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6) \\ \tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot gM0) &= 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6) \end{aligned}$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\begin{aligned} \lambda_{bda,y} &= 54.55 < \lambda_{bda,max} = 210.00 \quad \lambda_{bda,z} = 54.55 < \lambda_{bda,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY} \\ N_{Ed}/(Xy \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot My_{Ed,max}/(XLT \cdot My_{Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot Mz_{Ed,max}/(Mz_{Rk}/gM1) &= 0.26 < 1.00 \quad (6.3.3.(4)) \end{aligned}$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.38 < 1.00$$

(6.3.3.(4))

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 42 Pręt_42
0.00 m

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L =

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 45 SGN/35=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50 + 4*0.75
(1+2)*1.15+6*1.50+4*0.75

MATERIAŁ:

S 235 (S 235) $f_y = 235.00$ MPa



PARAMETRY PRZESZCZĄTU: RK 50x50x5

h=5.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=5.0 cm	Ay=4.37 cm ²	Az=4.37 cm ²	Ax=8.73 cm ²
tw=0.5 cm	Iy=28.90 cm ⁴	Iz=28.90 cm ⁴	Ix=45.56 cm ⁴
tf=0.5 cm	Wply=13.70 cm ³	Wplz=13.70 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 26.86 kN	M _{y,Ed} = -0.05 kN*m	M _{z,Ed} = -0.10 kN*m	V _{y,Ed} = -0.50 kN
N _{c,Rd} = 205.16 kN	M _{y,Ed,max} = 0.08 kN*m	M _{z,Ed,max} = 0.12 kN*m	V _{y,T,Rd} = 59.22 kN
N _{b,Rd} = 200.89 kN	M _{y,c,Rd} = 3.22 kN*m	M _{z,c,Rd} = 3.22 kN*m	V _{z,Ed} = 0.26 kN
	MN _{y,Rd} = 3.22 kN*m	MN _{z,Rd} = 3.22 kN*m	V _{z,T,Rd} = 59.22 kN
			Tt _{Ed} = 0.00 kN*m
			KLASA PRZESZCZĄTU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

L _y = 0.50 m	Lam _y = 0.29
L _{cr,y} = 0.50 m	X _y = 0.98
Lam _y = 27.48	k _{zy} = 0.55



względem osi z:

L _z = 0.50 m	Lam _z = 0.29
L _{cr,z} = 0.50 m	X _z = 0.98
Lam _z = 27.48	k _{zz} = 0.91

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.13 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.69} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.69} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$



$$\tau_{xy,Ed}/(\sqrt{3} \cdot f_y/g_{M0}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

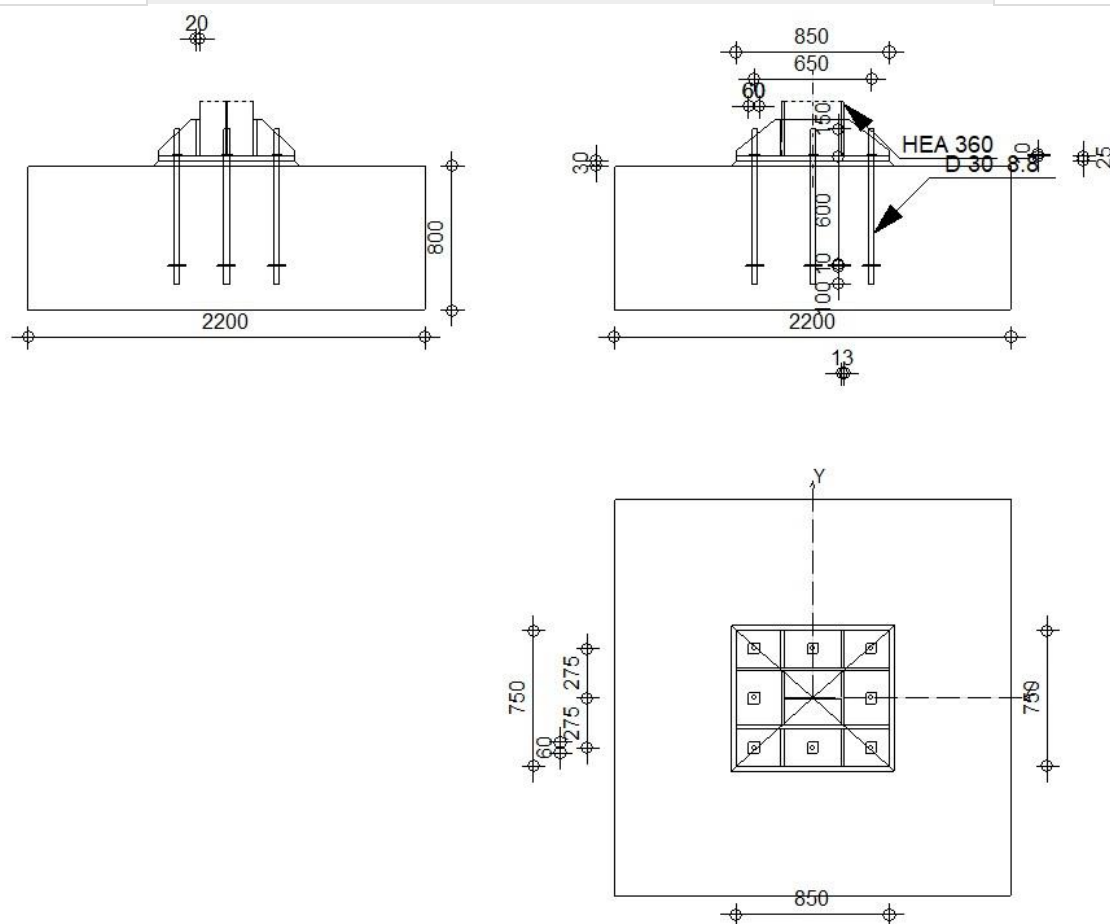
$$\tau_{xz,Ed}/(\sqrt{3} \cdot f_y/g_{M0}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\Lambda_{y} = 27.48 < \Lambda_{y,max} = 210.00$ $\Lambda_{z} = 27.48 < \Lambda_{z,max} = 210.00$ STABILNY
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/\gamma_{M1}) = 0.18 < 1.00$
 (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/\gamma_{M1}) = 0.18 < 1.00$
 (6.3.3.(4))

Profil poprawny !!!**D. Połączenie fundamentowe**

	Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2022	 Proporcja 0,84
	Obliczenia stóp słupów utwierdzonych	
	Eurocode 3: PN-EN 1993-1-8:2006/NA:2011 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete	

**Ogólne**

Nr połączenia: 1
 Nazwa połączenia: Stopa zamocowana
 Węzeł konstrukcji: 3

Nr połączenia: 1

Pręty konstrukcji: 2

Geometria

Słup

Profil: HEA 360

Nr pręta: 2

$L_c =$	5,40	[m]	Długość słupa
$\alpha =$	0,0	[Deg]	Kąt nachylenia
$h_c =$	350	[mm]	Wysokość przekroju słupa
$b_{fc} =$	300	[mm]	Szerokość przekroju słupa
$t_{wc} =$	10	[mm]	Grubość środnika przekroju słupa
$t_{fc} =$	18	[mm]	Grubość półki przekroju słupa
$r_c =$	27	[mm]	Promień zaokrąglenia przekroju słupa
$A_c =$	143,00	[cm ²]	Pole przekroju słupa
$I_{yc} =$	33090,00	[cm ⁴]	Moment bezwładności przekroju słupa

Materiał: S 355

$f_{yc} =$ 355,00 [MPa] Wytrzymałość

$f_{uc} =$ 470,00 [MPa] Granica wytrzymałości materiału

Podstawa stopy słupa

$l_{pd} =$	850	[mm]	Długość
$b_{pd} =$	750	[mm]	Szerokość
$t_{pd} =$	25	[mm]	Grubość

Materiał: S 355

$f_{ypd} =$ 355,00 [MPa] Wytrzymałość

$f_{upd} =$ 470,00 [MPa] Granica wytrzymałości materiału

Zakotwienie

Płaszczyzna ścinania przechodzi przez NIEGWINTOWANĄ część śruby

Klasa = 8.8

Klasa kotew

$f_{yb} =$ 640,00 [MPa] Granica plastyczności materiału śruby

$f_{ub} =$ 800,00 [MPa] Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie

$d =$ 30 [mm] Średnica śruby

$A_s =$ 5,61 [cm²] Powierzchnia przekroju czynnego śruby

$A_v =$ 7,07 [cm²] Powierzchnia przekroju śruby

$n_H =$ 3 Ilość kolumn śrub

$n_V =$ 3 Ilość rzędów śrub

Rozstaw poziomy e_{Hi} = 325 [mm]

Rozstaw pionowy e_{Vi} = 275 [mm]

Wymiary kotew

L_1 = 150 [mm]

L_2 = 600 [mm]

L_3 = 100 [mm]

Płytki oporowa

d = 100 [mm] Średnica

t_p = 10 [mm] Grubość

Materiał: S 235

f_y = 235,00 [MPa] Wytrzymałość

Podkładka

l_{wd} = 60 [mm] Długość

b_{wd} = 60 [mm] Szerokość

t_{wd} = 10 [mm] Grubość

Żebro

l_s = 850 [mm] Długość

w_s = 750 [mm] Szerokość

h_s = 200 [mm] Wysokość

t_s = 20 [mm] Grubość

d_1 = 30 [mm] Wycięcie

d_2 = 30 [mm] Wycięcie

Współczynniki materiałowe

γ_{M0} = 1,00 Częściowy współczynnik bezpieczeństwa

γ_{M2} = 1,25 Częściowy współczynnik bezpieczeństwa

γ_C = 1,50 Częściowy współczynnik bezpieczeństwa

Stopa fundamentowa

L = 2200 [mm] Długość stopy

B = 2200 [mm] Szerokość stopy

H = 800 [mm] Wysokość stopy

Beton

Klasa C35/45

f_{ck} = 35,00 [MPa] Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie

Warstwa wyrównawcza

t_g = 30 [mm] Grubość warstwy wyrównawczej (podsypki)

$f_{ck,g}$ = 12,00 [MPa] Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie

$t_g =$	30	[mm]	Grubość warstwy wyrównawczej (podsypki)
$C_{f,d} =$	0,30		Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem

Spoiny

$a_p =$	7	[mm]	Płyta główna stopy słupa
$a_s =$	7	[mm]	Żebra

Obciążenia

Przypadek: 66: $SGN/56=1*1.00 + 2*1.00 + 10*1.50 (1+2)*1.00+10*1.50$

$N_{j,Ed} =$	79,83	[kN]	Siła osiowa
$V_{j,Ed,y} =$	3,27	[kN]	Siła ścinająca
$V_{j,Ed,z} =$	-24,02	[kN]	Siła ścinająca
$M_{j,Ed,y} =$	135,71	[kN*m]	Moment zginający
$M_{j,Ed,z} =$	5,88	[kN*m]	Moment zginający

Rezultaty

Strefa ściskana

ŚCISKANIE BETONU

$f_{cd} =$	23,3 3	[MPa]]	Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	EN 1992-1: [3.1.6.(1)]
$f_j =$	31,1 6	[MPa]]	Wytrzymałość obliczeniowa na docisk pod płytą podstawy	[6.2.5.(7)]
$c = t_p \sqrt{(f_{yp}/(3*f_j*\gamma_{M0}))}$				
$c =$	49	[mm]	Dodatkowa szerokość docisku	[6.2.5.(4)]
$b_{eff} =$	115	[mm]	Szerokość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$l_{eff} =$	397	[mm]	Długość efektywna strefy docisku pod półką	[6.2.5.(3)]
$A_{c0} =$	456,83	[cm ²]	Powierzchnia kontaktu płyty podstawy z fundamentem	EN 1992-1: [6.7.(3)]
$A_{c1} =$	4111,46	[cm ²]	Maksymalne obliczeniowe pole rozkładu obciążenia	EN 1992-1: [6.7.(3)]
$F_{rdu} = A_{c0}*f_{cd}*\sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3*A_{c0}*f_{cd}$				
$F_{rdu} =$	3197,80	[kN]	Nośność betonu na docisk	EN 1992-1: [6.7.(3)]
$\beta_j =$	0,67		Współczynnik redukcyjny przy ściskaniu	[6.2.5.(7)]
$f_{jd} = \beta_j * F_{rdu} / (b_{eff} * l_{eff})$				
$f_{jd} =$	46,67	[MPa]	Wytrzymałość obliczeniowa na docisk	[6.2.5.(7)]
$A_{c,y} =$	1344,37	[cm ²]	Pole powierzchni docisku przy zginaniu M_y	[6.2.8.3.(1)]
$A_{c,z} =$	1365,33	[cm ²]	Pole powierzchni docisku przy zginaniu M_z	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,i} = A_{c,i} * f_{jd}$				
$F_{c,Rd,y} =$	6273,73	[kN]	Nośność betonu na docisk przy zginaniu M_y	[6.2.8.3.(1)]
$F_{c,Rd,z} =$	6371,55	[kN]	Nośność betonu na docisk przy zginaniu M_z	[6.2.8.3.(1)]

PÓŁKA I ŚRODNIK SŁUPA PRZY ŚCISKANIU

CL =	3,00		Klasa przekroju	EN 1993-1-1:[5.5.2]
W _{el,y} =	6647,11	[cm ³]	Wskaźnik sprężysty przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
M _{c,Rd,y} =	2359,72	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]
h _{f,y} =	444	[mm]	Odległość między środkami ciężkości pól	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,y} = M_{c,Rd,y} / h_{f,y}$				
F _{c,fc,Rd,y} =	5320,01	[kN]	Nośność ściskanej półki i środka	[6.2.6.7.(1)]
W _{el,z} =	5475,92	[cm ³]	Wskaźnik sprężysty przekroju	EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
M _{c,Rd,z} =	1943,95	[kN*m]	Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu	EN1993-1-1:[6.2.5]
h _{f,z} =	394	[mm]	Odległość między środkami ciężkości pól	[6.2.6.7.(1)]
$F_{c,fc,Rd,z} = M_{c,Rd,z} / h_{f,z}$				
F _{c,fc,Rd,z} =	4939,02	[kN]	Nośność ściskanej półki i środka	[6.2.6.7.(1)]

NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ŚCISKANEJ

$F_{C,Rd,y} = \min(F_{C,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$				
F _{C,Rd,y} =	5320,01	[kN]	Nośność stopy w strefie ściskanej	[6.2.8.3]
$F_{C,Rd,z} = \min(F_{C,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$				
F _{C,Rd,z} =	4939,02	[kN]	Nośność stopy w strefie ściskanej	[6.2.8.3]

Strefa rozciągana

ZERWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ

A _b =	5,61	[cm ²]	Czynne pole powierzchni śruby	[Tablica 3.4]
f _{ub} =	800,00	[MPa]	Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie	[Tablica 3.4]
Beta =	0,85		Współczynnik redukcyjny nośności śruby	[3.6.1.(3)]
$F_{t,Rd,s1} = \beta \cdot 0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_b / \gamma_{M2}$				
F _{t,Rd,s1} =	274,67	[kN]	Nośność śruby na zerwanie	[Tablica 3.4]
γ _{Ms} =	1,20		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.2]
f _{yb} =	640,00	[MPa]	Granica plastyczności materiału śruby	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s2} = f_{yb} \cdot A_b / \gamma_{Ms}$				
F _{t,Rd,s2} =	299,20	[kN]	Nośność śruby na zerwanie	CEB [9.2.2]
$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$				
F _{t,Rd,s} =	274,67	[kN]	Nośność śruby na zerwanie	

WYRWANIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ Z BETONU

f _{ck} =	35,00	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie	EN 1992-1:[3.1.2]
A _h =	71,47	[cm ²]	Pole docisku płytki kotwiącej	CEB [15.1.2.3]
p _k =	262,50	[MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna betonu przy wyrwaniu	CEB [15.1.2.3]
γ _{Mp} =	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,p} = p_k \cdot A_h / \gamma_{Mp}$				
F _{t,Rd,p} =	248,16	[kN]	Nośność obl. ze względu na wyrwanie	CEB [9.2.3]

WYŁAMANIE STOŻKA BETONU

$h_{ef} =$	550	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.4]
$N_{Rk,c}^0 = 9.0[N^{0.5}/mm^{0.5}] * f_{ck}^{0.5} * h_{ef}^{1.5}$				
$N_{Rk,c}^0 =$	686,78	[kN]	Nośność charakterystyczna kotwi	CEB [9.2.4]
$s_{cr,N} =$	1650	[mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.4]
$c_{cr,N} =$	825	[mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.4]
$A_{c,N0} =$	27225,00	[cm ²]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]
$A_{c,N} =$	11733,33	[cm ²]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.4]
$\psi_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$				
$\psi_{A,N} =$	0,43		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.4]
$c =$	775	[mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.4]
$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N} \leq 1.0$				
$\psi_{s,N} =$	0,98		Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.4]
$\psi_{ec,N} =$	1,00		Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach	CEB [9.2.4]
$\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$				
$\psi_{re,N} =$	1,00		Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu	CEB [9.2.4]
$\psi_{ucr,N} =$	1,00		Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu	CEB [9.2.4]
$\gamma_{Mc} =$	2,16		Częściowy współczynnik bezpieczeństwa	CEB [3.2.3.1]
$F_{t,Rd,c} = N_{Rk,c}^0 * \psi_{A,N} * \psi_{s,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ucr,N} / \gamma_{Mc}$				
$F_{t,Rd,c} =$	134,5	[kN]	Nośność obliczeniowa kotwi na wyłamanie stożka	EN 1992-1: [8.4.2.(2)]
	4		betonu	

ROZSADZANIE BETONU

$h_{ef} =$	570	[mm]	Długość efektywna śruby kotwiącej	CEB [9.2.5]
$N_{Rk,c}^0 = 9.0[N^{0.5}/mm^{0.5}] * f_{ck}^{0.5} * h_{ef}^{1.5}$				
$N_{Rk,c}^0 =$	724,58	[kN]	Nośność obl. ze względu na wrywanie	CEB [9.2.5]
$s_{cr,N} =$	1140	[mm]	Krytyczna szerokość stożka betonu	CEB [9.2.5]
$c_{cr,N} =$	570	[mm]	Krytyczna odległość od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.5]
$A_{c,N0} =$	12996,00	[cm ²]	Maksymalne pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
$A_{c,N} =$	6422,00	[cm ²]	Rzeczywiste pole powierzchni stożka	CEB [9.2.5]
$\psi_{A,N} = A_{c,N}/A_{c,N0}$				
$\psi_{A,N} =$	0,49		Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi	CEB [9.2.5]
$c =$	570	[mm]	Minimalna odległość kotwi od krawędzi	CEB [9.2.5]
$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 * c / c_{cr,N} \leq 1.0$				
$\psi_{s,N} =$	1,00		Wsp. zależny od odległości kotwi od krawędzi fundamentu	CEB [9.2.5]
$\psi_{ec,N} =$	1,00		Wsp. zależny od rozkładu sił rozciągających w kotwiach	CEB [9.2.5]
$\psi_{re,N} = 0.5 + h_{ef}[mm]/200 \leq 1.0$				
$\psi_{re,N} =$	1,00		Wsp. zależny od zagęszczenia zbrojenia fundamentu	CEB [9.2.5]
$\psi_{ucr,N} =$	1,00		Wsp. zależny stopnia zarysowania betonu	CEB [9.2.5]

$$\psi_{h,N} = (h/(2 \cdot h_{ef}))^{2/3} \leq 1.2$$

$$\psi_{h,N} = 0,79 \quad \text{Wsp. zależny od wysokości fundamentu} \quad \text{CEB [9.2.5]}$$

$$\gamma_{M,sp} = 2,16 \quad \text{Częściowy współczynnik bezpieczeństwa} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{t,Rd,sp} = N_{Rk,c} \cdot \psi_{A,N} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ucr,N} \cdot \psi_{h,N} / \gamma_{M,sp}$$

$$F_{t,Rd,sp} = 130,90 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność obliczeniowa kotwi na rozsadzanie betonu} \quad \text{CEB [9.2.5]}$$

NOŚNOŚĆ KOTWI NA ROZCIĄGANIE

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$$

$$F_{t,Rd} = 130,90 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność kotwi na rozciąganie}$$

ZGINANIE PŁYTY PODSTAWY

Zginanie momentem $M_{j,Ed,y}$

$$l_{eff,1} = 568 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 1} \quad [6.2.6.5]$$

$$l_{eff,2} = 568 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2} \quad [6.2.6.5]$$

$$m = 142 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość śruby od krawędzi usztywniającej} \quad [6.2.6.5]$$

$$M_{pl,1,Rd} = 31,52 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$M_{pl,2,Rd} = 31,52 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,1,Rd} = 887,50 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,2,Rd} = 415,40 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,3,Rd} = 392,71 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{t,pl,Rd,y} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

$$F_{t,pl,Rd,y} = 392,71 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty przy rozciąganiu} \quad [6.2.4]$$

Zginanie momentem $M_{j,Ed,z}$

$$l_{eff,1} = 60 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 1} \quad [6.2.6.5]$$

$$l_{eff,2} = 60 \quad [\text{mm}] \quad \text{Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2} \quad [6.2.6.5]$$

$$m = 15 \quad [\text{mm}] \quad \text{Odległość śruby od krawędzi usztywniającej} \quad [6.2.6.5]$$

$$M_{pl,1,Rd} = 3,33 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$M_{pl,2,Rd} = 3,33 \quad [\text{kN} \cdot \text{m}] \quad \text{Nośność plastyczna płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,1,Rd} = 887,50 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 1 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,2,Rd} = 415,40 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 2 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{T,3,Rd} = 392,71 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty dla 3 postaci zniszczenia} \quad [6.2.4]$$

$$F_{t,pl,Rd,z} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

$$F_{t,pl,Rd,z} = 392,71 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność płyty przy rozciąganiu} \quad [6.2.4]$$

NOŚNOŚCI STOPY W STREFIE ROZCIĄGANEJ

$$N_{j,Rd} = 1047,23 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy przy rozciąganiu osiowym} \quad [6.2.8.3]$$

$$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$$

$$F_{T,Rd,y} = 392,71 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie rozciąganej} \quad [6.2.8.3]$$

$$F_{T,Rd,z} = F_{t,pl,Rd,z}$$

$$F_{T,Rd,z} = 392,71 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność stopy w strefie rozciąganej} \quad [6.2.8.3]$$

Kontrola nośności połączenia

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$ (6.24)	0,08 < 1,00	zweryfikowano	(0,08)
$e_y = 1700$ [mm]	Mimośród siły osiowej		[6.2.8.3]
$z_{c,y} = 222$ [mm]	Ramię działania siły $F_{C,Rd,y}$		[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,y} = 325$ [mm]	Ramię działania siły $F_{T,Rd,y}$		[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,y} = 189,95$ [kN*m]	Nośność połączenia na zginanie		[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0$ (6.23)	0,71 < 1,00	zweryfikowano	(0,71)
$e_z = 74$ [mm]	Mimośród siły osiowej		[6.2.8.3]
$z_{c,z} = 197$ [mm]	Ramię działania siły $F_{C,Rd,z}$		[6.2.8.1.(2)]
$z_{t,z} = 275$ [mm]	Ramię działania siły $F_{T,Rd,z}$		[6.2.8.1.(3)]
$M_{j,Rd,z} = 45,65$ [kN*m]	Nośność połączenia na zginanie		[6.2.8.3]
$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$ (6.23)	0,13 < 1,00	zweryfikowano	(0,13)
$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,84 < 1,00	zweryfikowano	(0,84)

Ścinanie

DOCISK ŚRUBY KOTWIĄCEJ DO PŁYTY PODSTAWY

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$\alpha_{d,y} = 1,04$ Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania [Tablica 3.4]

$\alpha_{b,y} = 1,00$ Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$ [Tablica 3.4]

$k_{1,y} = 2,50$ Wsp. położenia śrub prostopadle do kierunku ścinania [Tablica 3.4]

$$F_{1,vb,Rd,y} = k_{1,y} \cdot \alpha_{b,y} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$$

$F_{1,vb,Rd,y} = 705,00$ [kN] Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy [6.2.2.(7)]

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$\alpha_{d,z} = 1,04$ Wsp. położenia śrub w kierunku ścinania [Tablica 3.4]

$\alpha_{b,z} = 1,00$ Wsp. do obliczeń nośności $F_{1,vb,Rd}$ [Tablica 3.4]

$k_{1,z} = 2,50$ Wsp. położenia śrub prostopadle do kierunku ścinania [Tablica 3.4]

$$F_{1,vb,Rd,z} = k_{1,z} \cdot \alpha_{b,z} \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p / \gamma_{M2}$$

$F_{1,vb,Rd,z} = 705,00$ [kN] Nośność śruby kotwiącej na docisk do płyty podstawy [6.2.2.(7)]

ŚCIĘCIE ŚRUBY KOTWIĄCEJ

$\alpha_b = 0,25$ Wsp. do obliczeń nośności $F_{2,vb,Rd}$ [6.2.2.(7)]

$A_{vb} = 7,07$ [cm²] Powierzchnia przekroju śruby [6.2.2.(7)]

$f_{ub} = 800,00$ [MPa] Wytrzymałość materiału śruby na rozciąganie [6.2.2.(7)]

$\gamma_{M2} = 1,25$ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa [6.2.2.(7)]

$$F_{2,vb,Rd} = \alpha_b \cdot f_{ub} \cdot A_{vb} / \gamma_{M2}$$

$F_{2,vb,Rd} = 112,19$ [kN] Nośność śruby na ściecie - bez efektu dźwigni [6.2.2.(7)]

$\alpha_M = 2,00$ Wsp. zależny od zamocowania kotwi w fundamencie CEB [9.3.2.2]

$M_{Rk,s} = 1,69$ [kN*m] Nośność charakterystyczna kotwi na zginanie CEB [9.3.2.2]

$l_{sm} = 58$ [mm] Długość ramienia dźwigni CEB [9.3.2.2]

$\gamma_{Ms} = 1,20$ Częściowy współczynnik bezpieczeństwa CEB [3.2.3.2]

$$F_{v,Rd,sm} = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / (l_{sm} \cdot \gamma_{Ms})$$

$$F_{v,Rd,sm} = 49,00 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność śruby na ścięcie - z efektem dźwigni} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

WYWAŻANIE STOŻKA BETONU

$$N_{Rk,c} = 290,61 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność obl. ze względu na wyrywanie} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$k_3 = 2,00 \quad \text{Wsp. zależny długości zakotwienia} \quad \text{CEB [9.3.3]}$$

$$\gamma_{Mc} = 2,16 \quad \text{Częściowy współczynnik bezpieczeństwa} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{v,Rd,cp} = k_3 \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$$

$$F_{v,Rd,cp} = 269,08 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu na wyważanie} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

ZNISZCZENIE KRAWĘDZI BETONU

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,y}$

$$V_{Rk,c,y}^0 = 901,16 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność charakterystyczna kotwi} \quad \text{CEB [9.3.4.(a)]}$$

$$\psi_{A,V,y} = 0,40 \quad \text{Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi} \quad \text{CEB [9.3.4]}$$

$$\psi_{h,V,y} = 1,16 \quad \text{Wsp. zależny od grubości fundamentu} \quad \text{CEB [9.3.4.(c)]}$$

$$\psi_{s,V,y} = 0,89 \quad \text{Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej} \quad \text{CEB [9.3.4.(d)]}$$

$$\psi_{ec,V,y} = 1,00 \quad \text{Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie} \quad \text{CEB [9.3.4.(e)]}$$

$$\psi_{\alpha,V,y} = 1,00 \quad \text{Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej} \quad \text{CEB [9.3.4.(f)]}$$

$$\psi_{ucr,V,y} = 1,00 \quad \text{Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu} \quad \text{CEB [9.3.4.(g)]}$$

$$\gamma_{Mc} = 2,16 \quad \text{Częściowy współczynnik bezpieczeństwa} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{v,Rd,c,y} = V_{Rk,c,y}^0 \cdot \psi_{A,V,y} \cdot \psi_{h,V,y} \cdot \psi_{s,V,y} \cdot \psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{\alpha,V,y} \cdot \psi_{ucr,V,y} / \gamma_{Mc}$$

$$F_{v,Rd,c,y} = 173,44 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

Ścinanie siłą $V_{j,Ed,z}$

$$V_{Rk,c,z}^0 = 820,49 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność charakterystyczna kotwi} \quad \text{CEB [9.3.4.(a)]}$$

$$\psi_{A,V,z} = 0,49 \quad \text{Wsp. zależny od rozstawu kotwi i odległości od krawędzi} \quad \text{CEB [9.3.4]}$$

$$\psi_{h,V,z} = 1,13 \quad \text{Wsp. zależny od grubości fundamentu} \quad \text{CEB [9.3.4.(c)]}$$

$$\psi_{s,V,z} = 0,91 \quad \text{Wsp. wpływu krawędzi równoległych do siły ścinającej} \quad \text{CEB [9.3.4.(d)]}$$

$$\psi_{ec,V,z} = 1,00 \quad \text{Wsp nierównomierności rozkładu siły ścinającej na kotwie} \quad \text{CEB [9.3.4.(e)]}$$

$$\psi_{\alpha,V,z} = 1,00 \quad \text{Wsp zależny od kąta działania siły ścinającej} \quad \text{CEB [9.3.4.(f)]}$$

$$\psi_{ucr,V,z} = 1,00 \quad \text{Wsp zależny od sposobu zbrojenia krawędzi fundamentu} \quad \text{CEB [9.3.4.(g)]}$$

$$\gamma_{Mc} = 2,16 \quad \text{Częściowy współczynnik bezpieczeństwa} \quad \text{CEB [3.2.3.1]}$$

$$F_{v,Rd,c,z} = V_{Rk,c,z}^0 \cdot \psi_{A,V,z} \cdot \psi_{h,V,z} \cdot \psi_{s,V,z} \cdot \psi_{ec,V,z} \cdot \psi_{\alpha,V,z} \cdot \psi_{ucr,V,z} / \gamma_{Mc}$$

$$F_{v,Rd,c,z} = 191,82 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność betonu ze wzgl. na zniszczenie krawędzi} \quad \text{CEB [9.3.1]}$$

POŚLIZG STOPY

$$C_{f,d} = 0,30 \quad \text{Wsp. tarcia między płytą podstawy a betonem} \quad [6.2.2.(6)]$$

$$N_{c,Ed} = 0,00 \quad [\text{kN}] \quad \text{Siła ściskająca} \quad [6.2.2.(6)]$$

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} \cdot N_{c,Ed}$$

$$F_{f,Rd} = 0,00 \quad [\text{kN}] \quad \text{Nośność na poślizg} \quad [6.2.2.(6)]$$

KONTROLA ŚCINANIA

$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$			
$V_{j,Rd,y} =$	392,03	[kN]	Nośność połączenia na ścinanie CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$	0,01	< 1,00	zweryfikowano (0,01)
$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$			
$V_{j,Rd,z} =$	392,03	[kN]	Nośność połączenia na ścinanie CEB [9.3.1]
$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,06	< 1,00	zweryfikowano (0,06)
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	0,07	< 1,00	zweryfikowano (0,07)

Kontrola żeber

Płyta trapezowa równoległa do środka słupa

$M_1 =$	21,56	[kN*m]	Moment zginający żebro	
$Q_1 =$	143,74	[kN]	Siła ścinająca żebro	
$z_s =$	46	[mm]	Położenie osi obojętnej (od podstawy płyty)	
$I_s =$	4930,64	[cm ⁴]	Moment bezwładności żebra	
$\sigma_d =$	9,25	[MPa]	Naprężenie normalne na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_g =$	78,21	[MPa]	Naprężenie normalne w górnych włóknach	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\tau =$	35,93	[MPa]	Naprężenie styczne w żebrze	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_z =$	62,92	[MPa]	Naprężenie zastępcze na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp}/\gamma_{M0}) \leq 1.0$ (6.1)				0,22 < 1,00 zweryfikowano (0,22)

Żebro prostopadłe do środka (na przedłużeniu półek słupa słupa)

$M_1 =$	7,04	[kN*m]	Moment zginający żebro	
$Q_1 =$	67,08	[kN]	Siła ścinająca żebro	
$z_s =$	43	[mm]	Położenie osi obojętnej (od podstawy płyty)	
$I_s =$	5066,56	[cm ⁴]	Moment bezwładności żebra	
$\sigma_d =$	2,54	[MPa]	Naprężenie normalne na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_g =$	25,26	[MPa]	Naprężenie normalne w górnych włóknach	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\tau =$	16,77	[MPa]	Naprężenie styczne w żebrze	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\sigma_z =$	29,16	[MPa]	Naprężenie zastępcze na styku żebra i płyty	EN 1993-1-1:[6.2.1.(5)]
$\max(\sigma_g, \tau / (0.58), \sigma_z) / (f_{yp}/\gamma_{M0}) \leq 1.0$ (6.1)				0,08 < 1,00 zweryfikowano (0,08)

Spoiny między słupem i płytą podstawy

$\sigma_{\perp} =$	10,63	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	10,63	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{yII} =$	0,16	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$\tau_{zII} =$	-0,85	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe do $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,90		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]
$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)				0,03 < 1,00 zweryfikowano (0,03)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2)) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$ (4.1)				0,05 < 1,00 zweryfikowano (0,05)

$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)	0,03 < 1,00	zweryfikowano	(0,03)
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	0,04 < 1,00	zweryfikowano	(0,04)

Spoiny pionowe żeber

Płyta trapezowa równoległa do środniczka słupa

$\sigma_{\perp} =$	0,00	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	0,00	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	51,33	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	0,00	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,90		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]
$\max (\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)				
	0,21 < 1,00	zweryfikowano		(0,21)

Żebro prostopadłe do środniczka (na przedłużeniu półek słupa słupa)

$\sigma_{\perp} =$	53,36	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	53,36	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	23,96	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	114,51	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,90		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]
$\max (\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)				
	0,27 < 1,00	zweryfikowano		(0,27)

Spoiny poziome żeber

Płyta trapezowa równoległa do środniczka słupa

$\sigma_{\perp} =$	29,04	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	29,04	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	65,84	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	127,97	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,90		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]
$\max (\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)				
	0,31 < 1,00	zweryfikowano		(0,31)

Żebro prostopadłe do środniczka (na przedłużeniu półek słupa słupa)

$\sigma_{\perp} =$	16,53	[MPa]	Naprężenie normalne w spoinie	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	16,53	[MPa]	Naprężenie styczne prostopadłe	[4.5.3.(7)]
$\tau_{II} =$	30,07	[MPa]	Naprężenie styczne równoległe	[4.5.3.(7)]
$\sigma_z =$	61,68	[MPa]	Sumaryczne naprężenie zastępcze	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,90		Współczynnik zależny od wytrzymałości	[4.5.3.(7)]
$\max (\sigma_{\perp}, \tau_{II} \cdot \sqrt{3}, \sigma_z) / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)				
	0,15 < 1,00	zweryfikowano		(0,15)

Sztywność połączenia

Zginanie momentem $M_{j,Ed,y}$

$b_{eff} = 115$ [mm] Szerokość efektywna strefy docisku pod półką [6.2.5.(3)]

$l_{eff} = 397$ [mm] Długość efektywna strefy docisku pod półką [6.2.5.(3)]

$$k_{13,y} = E_c \sqrt{(b_{eff} \cdot l_{eff}) / (1.275 \cdot E)}$$

$k_{13,y} = 27$ [mm] Wsp. sztywności ściskanego betonu [Tablica 6.11]

$l_{eff} = 568$ [mm] Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2 [6.2.6.5]

$m = 142$ [mm] Odległość śruby od krawędzi usztywniającej [6.2.6.5]

$$k_{15,y} = 0.425 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3 / (m^3)$$

$k_{15,y} = 3$ [mm] Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu [Tablica 6.11]

$L_b = 320$ [mm] Długość efektywna śruby kotwiącej [Tablica 6.11]

$$k_{16,y} = 1.6 \cdot A_b / L_b$$

$k_{16,y} = 3$ [mm] Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie [Tablica 6.11]

$\lambda_{0,y} = 0,46$ Smukłość słupa [5.2.2.5.(2)]

$S_{j,ini,y} = 60386,53$ [kN*m] Początkowa sztywność obrotowa [Tablica 6.12]

$S_{j,rig,y} = 386050,00$ [kN*m] Sztywność połączenia sztywnego [5.2.2.5]

$S_{j,ini,y} < S_{j,rig,y}$ PÓŁ-SZTYWNE [5.2.2.5.(2)]

Zginanie momentem $M_{j,Ed,z}$

$$k_{13,z} = E_c \sqrt{(A_{c,z}) / (1.275 \cdot E)}$$

$k_{13,z} = 47$ [mm] Wsp. sztywności ściskanego betonu [Tablica 6.11]

$l_{eff} = 60$ [mm] Długość efektywna pojedynczego rzędu śrub w trybie 2 [6.2.6.5]

$m = 15$ [mm] Odległość śruby od krawędzi usztywniającej [6.2.6.5]

$$k_{15,z} = 0.425 \cdot l_{eff} \cdot t_p^3 / (m^3)$$

$k_{15,z} = 118$ [mm] Wsp. sztywności płyty podstawy przy rozciąganiu [Tablica 6.11]

$L_b = 320$ [mm] Długość efektywna śruby kotwiącej [Tablica 6.11]

$$k_{16,z} = 1.6 \cdot A_b / L_b$$

$k_{16,z} = 3$ [mm] Wsp. sztywności kotwi na rozciąganie [Tablica 6.11]

$\lambda_{0,z} = 0,95$ Smukłość słupa [5.2.2.5.(2)]

$S_{j,ini,z} = 87026,07$ [kN*m] Początkowa sztywność obrotowa [6.3.1.(4)]

$S_{j,rig,z} = 92050,00$ [kN*m] Sztywność połączenia sztywnego [5.2.2.5]

$S_{j,ini,z} < S_{j,rig,z}$ PÓŁ-SZTYWNE [5.2.2.5.(2)]

Najśłabszy komponent:

FUNDAMENT NA ROZSADZANIE BETONU

Połączenie zgodne z normą

Proporcja 0,84

7.6.2 Konstrukcja żelbetowa

A. Stopa fundamentowa S.f. – 1

1 Stopa fundamentowa: Fundament1 identycznych elementów: 1

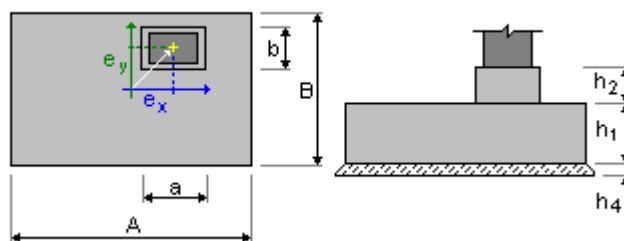
Liczba

1.1 Dane podstawowe

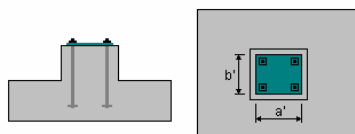
1.1.1 Założenia

- Obliczenia geotechniczne wg normy : PN-EN 1997-1:2008/A1:2014-05
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016-10
- Dobór kształtu : bez ograniczeń

1.1.2 Geometria:



A	= 3,00 (m)	a	= 1,00 (m)
B	= 4,50 (m)	b	= 1,00 (m)
h ₁	= 0,50 (m)	e _x	= 0,00 (m)
h ₂	= 0,30 (m)	e _y	= 0,00 (m)
h ₄	= 0,20 (m)		



a'	= 64,0 (cm)
b'	= 75,0 (cm)
c _{nom1}	= 6,0 (cm)
c _{nom2}	= 6,0 (cm)
Odchyłki otuliny: C _{dev} = 1,0(cm), C _{dur} = 0,0(cm)	

1.1.3 Materiały

- Beton : C25/30; wytrzymałość charakterystyczna =
25,00 MPa
ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m³)
prostokątny rozkład naprężeń [3.1.7(3)]
- Zbrojenie podłużne : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość
charakterystyczna = 500,00 MPa
Klasa ciągliwości: C
gałąź pozioma wykresu naprężenie-
odkształcenie

- Zbrojenie poprzeczne : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa
- Dodatkowe zbrojenie: : typ A-IIIN (B500SP) wytrzymałość charakterystyczna = 500,00 MPa

1.2 Wymiarowanie geotechniczne

1.2.1 Założenia

- Współczynnik redukujący kohezję: 0,00
 - Poślizg z uwzględnieniem parcia gruntu: dla kierunków X i Y
 - Podejście obliczeniowe: 2
A1 + M1 + R2
- $\gamma_{\phi'}$ = 1,00
 $\gamma_{c'}$ = 1,00
 γ_{cu} = 1,00
 γ_{qu} = 1,00
 γ_{γ} = 1,00
 $\gamma_{R,v}$ = 1,40
 $\gamma_{R,h}$ = 1,10

1.2.2 Grunt:

Poziom gruntu:	N_1	= 0,00 (m)	
Poziom trzonu słupa:	N_a	= -0,45 (m)	
Minimalny poziom posadowienia:	N_f	= -0,50 (m)	
Poziom wody:	N_{maks}	= -2,20 (m)	N_{min} = 0,00 (m)

1. Piasek średni

- Poziom gruntu: 0.00 (m)
- Miąższość: 1.20 (m)
- Ciężar objętościowy: 1835.49 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 31.1 (Deg)
- Kohezja: 0.00 (MPa)

2. Pospółka gliniasta

- Poziom gruntu: -1.20 (m)
- Miąższość: 1.10 (m)
- Ciężar objętościowy: 2243.38 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 19.2 (Deg)
- Kohezja: 0.03 (MPa)

3. Piasek gliniasty

- Poziom gruntu: -2.30 (m)
- Miąższość: 1.00 (m)
- Ciężar objętościowy: 2192.39 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2702.25 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 16.4 (Deg)
- Kohezja: 0.02 (MPa)

1.2.3 Stany graniczne

Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne
Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/35=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50 + 4*0.75$** **$N=241,34$ $M_x=-135,68$ $M_y=-32,54$ $F_x=-18,09$ $F_y=24,02$**
Współczynniki obciążeniowe: **1.35** * ciężar fundamentu
1.35 * ciężar gruntu
1.00 * wypór wody
Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 307,84$ (kN)
Obciążenie wymiarujące:
 $N_r = 549,17$ (kN) $M_x = -154,90$ (kN*m) $M_y = -47,02$ (kN*m)

naprężeń

Metoda obliczeń naprężenia dopuszczalnego: Półempiryczna - limit

Mimośród działania obciążenia:
 $|e_B| = 0,09$ (m) $|e_L| = 0,28$ (m)
Wymiary zastępcze fundamentu:
 $B' = B - 2|e_B| = 2,83$ (m)
 $L' = L - 2|e_L| = 3,94$ (m)
 $q_u = 0,30$ (MPa)
 $p_{le}^* = 0,27$ (MPa)
 $D_e = D_{min} - d = 1,25$ (m)
 $k_p = 0,88$
 $q'_{o} = 0,01$ (MPa)
 $q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_{o} = 0,25$ (MPa)
Naprężenie w gruncie: $q_{ref} = 0,06$ (MPa)
Współczynnik bezpieczeństwa: $q_{lim} / q_{ref} = 2,875 > 1$

Odrywanie

Odrywanie w SGN
Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/56=1*1.00 + 2*1.00 + 10*1.50$**
 $N=-79,83$ $M_x=-135,68$ $M_y=5,88$ $F_x=3,27$ $F_y=24,02$
Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu
1.00 * ciężar gruntu
1.35 * wypór wody
Powierzchnia kontaktu: $s = 0,33$
 $s_{lim} = 0,33$

Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/56=1*1.00 + 2*1.00 + 10*1.50$**
 $N=-79,83$ $M_x=-135,68$ $M_y=5,88$ $F_x=3,27$ $F_y=24,02$
Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu
1.00 * ciężar gruntu
1.35 * wypór wody
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 412,00$ (kN)
Obciążenie wymiarujące:
 $N_r = 332,17$ (kN) $M_x = -180,11$ (kN*m) $M_y = 11,93$ (kN*m)
Wymiary zastępcze fundamentu: $A_ = 3,26$ (m) $B_ = 4,76$ (m)

Powierzchnia poślizgu: 15,54 (m²)
Współczynnik tarcia fundament - grunt: $\tan(\delta_d) = 0,25$
Kohezja: $c_u = 0.02$ (MPa)
Uwzględnione parcie gruntu:
 $H_x = 3,27$ (kN) $H_y = 24,02$ (kN)
 $P_{px} = 0,00$ (kN) $P_{py} = 0,00$ (kN)
 $P_{ax} = 0,00$ (kN) $P_{ay} = 0,00$ (kN)
Wartość siły poślizgu $H_d = 0,00$ (kN)
Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:
- na poziomie posadowienia: $R_d = 29,26$ (kN)
- w gruncie: $R_d = 24,26$ (kN)
Stateczność na przesunięcie: ∞

Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: warstwowe
Kombinacja wymiarująca **SGU : SGU:CHR/16=1*1.00 + 2*1.00 + 5*0.60 + 4*1.00 N=193,88 Mx=-0,00 My=0,75 Fx=-3,56 Fy=0,00**
Współczynniki obciążeniowe: 1.00 * ciężar fundamentu
1.00 * ciężar gruntu
1.00 * wypór wody
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 341,69$ (kN)
Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego: $q = 0,04$ (MPa)
Miąższość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 1,80$ (m)
Naprężenie na poziomie z:
- dodatkowe: $\sigma_{zd} = 0,01$ (MPa)
- wywołane ciężarem gruntu: $\sigma_{z\gamma} = 0,06$ (MPa)
Osiadanie:
- pierwotne $s' = 0,1$ (cm)
- wtórne $s'' = 0,0$ (cm)
- CAŁKOWITE $S = 0,1$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$ (cm)
Współczynnik bezpieczeństwa: $90.07 > 1$

Różnica osiadań

Kombinacja wymiarująca **SGU : SGU:CHR/5=1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 4*0.50 N=182,42 Mx=-90,45 My=-23,52 Fx=-13,07 Fy=16,01**
Współczynniki obciążeniowe: 1.00 * ciężar fundamentu
1.00 * ciężar gruntu
1.00 * wypór wody
Różnica osiadań: $S = 0,1$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$ (cm)
Współczynnik bezpieczeństwa: $62.21 > 1$

Obrót

Wokół osi OX
Kombinacja wymiarująca **SGN : SGN/56=1*1.00 + 2*1.00 + 10*1.50**
N=-79,83 Mx=-135,68 My=5,88 Fx=3,27 Fy=24,02
Współczynniki obciążeniowe: 1.00 * ciężar fundamentu
1.00 * ciężar gruntu
1.35 * wypór wody
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 185,90$ (kN)
Obciążenie wymiarujące:
 $N_r = 106,07$ (kN) $M_x = -154,90$ (kN*m) $M_y = 8,50$ (kN*m)
Moment stabilizujący: $M_{stab} = 418,28$ (kN*m)
Moment obracający: $M_{renv} = 334,52$ (kN*m)
Stateczność na obrót: $1.25 > 1$

Wokół osi OY

Kombinacja wymiarująca: **SGN : $SGN/54=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.50$**
 $N=-72,81$ $M_x=-0,01$ $M_y=52,35$ $F_x=19,16$ $F_y=0,00$
Współczynniki obciążeniowe: **1.00 * ciężar fundamentu**
 1.00 * ciężar gruntu
 1.35 * wypór wody
Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 185,90$ (kN)
Obciążenie wymiarujące:
 $N_r = 113,09$ (kN) $M_x = -0,02$ (kN*m) $M_y = 67,68$ (kN*m)
Moment stabilizujący: $M_{stab} = 278,86$ (kN*m)
Moment obracający: $M_{renv} = 176,90$ (kN*m)
Stateczność na obrót: $1.576 > 1$

1.3 Wymiarowanie żelbetowe

1.3.1 Założenia

- Środowisko : XC2
- Klasa konstrukcji : S4

1.3.2 Analiza przebiecia i ścinania

Ścinanie

Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/35=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50 + 4*0.75$**
 $N=241,34$ $M_x=-135,68$ $M_y=-32,54$ $F_x=-18,09$ $F_y=24,02$
Współczynniki obciążeniowe: **1.35 * ciężar fundamentu**
 1.35 * ciężar gruntu
 1.00 * wypór wody
Obciążenie wymiarujące:
 $N_r = 702,62$ (kN) $M_x = -154,90$ (kN*m) $M_y = -47,02$ (kN*m)
Długość obwodu krytycznego: $3,00$ (m)
Siła ścinająca: $76,90$ (kN)
Wysokość użyteczna przekroju: $h_{eff} = 0,43$ (m)
Powierzchnia ścinania: $A = 1,29$ (m²)
Stopień zbrojenia: $\rho = 0.14$ %
Naprężenie ścinające: $0,06$ (MPa)
Dopuszczalne naprężenie ścinające: $0,32$ (MPa)
Współczynnik bezpieczeństwa: $5.445 > 1$

1.3.3 Zbrojenie teoretyczne

Stopa:

dolne:

SGN : $SGN/59=1*1.15 + 2*1.15 + 6*0.90 + 4*1.50$ $N=256,03$ $M_x=-81,41$ $M_y=-27,10$
 $F_x=-15,06$ $F_y=14,41$
 $M_y = 67,85$ (kN*m) $A_{sx} = 5,81$ (cm²/m)

SGN : $SGN/35=1*1.15 + 2*1.15 + 6*1.50 + 4*0.75$ $N=241,34$ $M_x=-135,68$ $M_y=-32,54$
 $F_x=-18,09$ $F_y=24,02$
 $M_x = 153,39$ (kN*m) $A_{sy} = 5,81$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 5,81$ (cm²/m)

górne:

$F_y=0,00$ SGN : $SGN/54=1*1.00 + 2*1.00 + 9*1.50$ N=-72,81 Mx=-0,01 My=52,35 Fx=19,16
 $M_y = -39,70$ (kN*m) $A'_{sx} = 6,99$ (cm²/m)

$F_y=24,02$ SGN : $SGN/56=1*1.00 + 2*1.00 + 10*1.50$ N=-79,83 Mx=-135,68 My=5,88 Fx=3,27
 $M_x = -94,48$ (kN*m) $A'_{sy} = 6,99$ (cm²/m)
 $A_{s\ min} = 6,99$ (cm²/m)

Trzon słupa:
 Zbrojenie podłużne A = 20,00 (cm²) A_{min} = 20,00 (cm²)
 A = 2 * (Asx + Asy)
 Asx = 2,38 (cm²) Asy = 7,62 (cm²)

1.3.4 Zbrojenie rzeczywiste

Stopa:

Dolne:

Wzdłuż osi X:

24 A-IIIN (B500SP) 12 l = 2,88 (m) e = 1*-2,06 + 23*0,18

Wzdłuż osi Y:

16 A-IIIN (B500SP) 12 l = 4,38 (m) e = 1*-1,34 + 15*0,18

Górne:

Wzdłuż osi X:

28 A-IIIN (B500SP) 12 l = 2,88 (m) e = 1*-2,02 + 27*0,15

Wzdłuż osi Y:

19 A-IIIN (B500SP) 12 l = 4,38 (m) e = 1*-1,34 + 18*0,15

Trzon

Zbrojenie podłużne

Wzdłuż osi X:

7 A-IIIN (B500SP) 12 l = 3,11 (m) e = 1*-0,41 + 6*0,14

Wzdłuż osi Y:

3 A-IIIN (B500SP) 12 l = 3,15 (m) e = 1*-0,41 + 2*0,41

Zbrojenie poprzeczne

5 A-IIIN (B500SP) 8 l = 3,62 (m) e = 1*0,11 + 2*0,20 + 2*0,09

2 Ilościowe zestawienie materiałów:

- Objętość betonu = 7,05 (m³)
- Powierzchnia deskowania = 8,70 (m²)
- Stal A-IIIN (B500SP)
 - Ciężar całkowity = 304,01 (kG)
 - Gęstość = 43,12 (kG/m³)
 - Średnia średnica = 11,8 (mm)
 - Zestawienie według średnic:

Średnica	Długość (m)	Liczba identycznych elementów:
8	3,62	5
12	2,88	52

12	3,11	7
12	3,15	3
12	4,38	35