

PROJEKT BUDOWLANY

PROJEKT HALI MAGAZYNOWEJ

Adres: 15-113 Białystok, ul. Gen. Wł. Andersa 40 F

Obiekt: BUDYNEK HALI MAGAZYNOWEJ (obiekt nr 48)
WRAZ Z ZAGOSPODAROWANIEM TERENU

Inwestor: PUHP "LECH" Sp. z o.o.
ul. Kombatantów 4; Białystok 15-110

Branża: KONSTRUKCJA

Projektant: mgr inż. Karol Pieńkowski
PDL/0004/PBKb/18

Sprawdzający: mgr. inż. Piotr Michał Puchowski
PDL/0081/PBKb/18

Białystok, 8 październik 2020

SPIS ZAWARTOŚCI

SPIS ZAWARTOŚCI	K1
OPIS TECHNICZNY	K4
1. OPIS OGÓLNY	K4
1.1. Podstawa opracowania	K4
1.1.1. Podstawa merytoryczna	K4
1.1.2. Normy, normatywy i wykorzystane materiały	K4
1.2. Przedmiot opracowania	K4
1.2.1. Charakterystyka obiektu	K4
1.2.2. Klasyfikacja obiektu	K5
1.2.2.1. Kategoria geotechniczna	K5
1.2.2.2. Niezawodność obiektu budowlanego	K5
1.2.2.3. Klasa wykonania konstrukcji stalowej	K5
2. OPIS SZCZEGÓŁOWY	K5
2.1. Posadowienie obiektu	K5
2.1.1. Opinia geotechniczna (warunki gruntowo-wodne)	K5
2.1.2. Ochrona podłoża gruntowego	K5
2.1.3. Prace ziemne	K6
2.1.4. Fundamenty	K6
2.2. Konstrukcja stalowa	K7
2.2.1. Słupy główne, słup pośredni	K7
2.2.2. Słupy narożne, słupy szczytowe	K7
2.2.3. Dźwigary kratowe	K7
2.2.4. Tężniki dachowe	K7
2.2.5. Rygle szczytowe	K7
2.2.6. Płatwie	K7
2.2.7. Stężenia prętowe	K8
2.2.8. Oryglowanie ścian	K8
2.3. Obudowa	K8
2.3.1. Obudowa ścienna	K8
2.3.2. Obudowa dachowa	K8
2.4. Zabezpieczenia	K8
2.4.1. Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne	K8
2.4.2. Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej	K8
2.5. Specyfikacja wykonania konstrukcji żelbetowej	K9
2.6. Specyfikacja wykonania konstrukcji stalowej	K9
2.7. Instrukcja postępowania z ponadnormatywnymi opadami śniegu	K9
2.8. Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia	K9
3. OBLICZENIA STATYCZNE	K10
3.1. Założenia dotyczące obliczeń	K10
3.1.1. Podstawa obliczeń	K10
3.1.2. Kategoria projektowanego okresu użytkowania	K10
3.1.3. Metoda obliczeń	K10
3.2. Przyjęte obciążenia	K10
3.2.1. Ciężar własny, obciążenia stałe	K10
3.2.1.1. Obciążenie dachu	K10
3.2.1.2. Obciążenie ścian	K10
3.2.2. Obciążenia użytkowe	K10
3.2.2.1. Obciążenie dachu	K10
3.2.3. Obciążenie śniegiem	K10
3.2.4. Oddziaływania wiatru	K11

3.3. Podstawowe wyniki obliczeń.....	K12
3.3.1. Wymiarowanie najbardziej wyężonych elementów konstrukcji stalowej	K12
3.3.1.1. Słupy.....	K12
3.3.1.2. Elementy dźwigarów kratowych.....	K18
3.3.2. Wymiarowanie wybranych elementów żelbetowych	K21
3.3.2.1. Stopa fundamentowa SF.1	K21
3.3.2.2. Stopa funamentowa SF.1*	K25
CZĘŚĆ RYSUNKOWA	K29
4. WYKAZ RYSUNKÓW	K29
5. RYSUNKI	K29

OPIS TECHNICZNY

1. Opis ogólny

1.1. Podstawa opracowania

1.1.1. Podstawa merytoryczna

- opracowanie architektoniczne;
- uzgodnienia szczegółowe z przedstawicielami Inwestora;

1.1.2. Normy, normatywy i wykorzystane materiały

- [1.] PN-EN 1990:2004 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.
- [2.] PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- [3.] PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.
- [4.] PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- [5.] PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [6.] PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [7.] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [8.] PN-EN 13670:2011 Wykonywanie konstrukcji z betonu.
- [9.] PN-EN 1090-2+A1:2012 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.
- [10.] Pozostałe obowiązujące normy i przepisy.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest konstrukcja obiektu – hali magazynowej.

1.2.1. Charakterystyka obiektu

Halę zaprojektowano, jako obiekt jednonawowy, jednokondygnacyjny, w schemacie statycznym ramy portalowej stalowej przegubowo opartej na fundamentach, ze słupami pełnościennymi i dźwigarem kratowym. Wymiary osiowe w rzucie: ~24m długości oraz ~12,0m szerokości. Dach jednospadowy o wysokości ~8,40m i nachyleniu połaci 10%. Sztywność przestrzenną obiektu zapewniają zamocowane połączenie dźwigarów kratowych ze słupami oraz stężenia z prętów wiotkich tworzące układy usztywniające z innymi elementami konstrukcji (tężniki, rygle) .

Obudowę ścienną w układzie poziomym (w strefie opierzenia w układzie pionowym oraz dachową opartą na płatwiach, stanowi płyta warstwowa.

1.2.2. Klasyfikacja obiektu

1.2.2.1. Kategoria geotechniczna

Dla prostych warunków gruntowych pod projektowanym obiektem (przyjęte w związku z wykonaniem obiektu na nasypie budowlanym o zadanych parametrach) przyjęto pierwszą kategorię geotechniczną.

1.2.2.2. Niezawodność obiektu budowlanego

Przyjęto klasę konsekwencji zniszczenia lub nieprawidłowego działania konstrukcji CC2 na podstawie Tablicy B1 oraz klasę niezawodności RC2 na podstawie Tablicy B2 normy PN-EN 1990:2004. W oparciu o klasę niezawodności przyjęto:

- poziom nadzoru przy projektowaniu DSL 2 (nadzór normalny) na podstawie Tablicy B4;
- poziom inspekcji w trakcie wykonania IL2 (inspekcja normalna) na podstawie Tablicy B5;

1.2.2.3. Klasa wykonania konstrukcji stalowej

Dla omawianego obiektu ustalono klasę wykonania EXC2 na podstawie Załącznika B normy PN-EN 1090-2+A1:2012 w oparciu o przyjętą klasę konsekwencji CC2, kategorię użytkowania SC1 oraz kategorię produkcji PC2.

2. Opis szczegółowy

2.1. Posadowienie obiektu

2.1.1. Opinia geotechniczna (warunki gruntowo-wodne)

Dla przedmiotowej inwestycji nie przeprowadzono badań geotechnicznych podłoża. Z opracowań archiwalnych (kwiecień 2013) wynika, iż w strefie posadowienia niniejszego budynku występowała warstwa piasków drobnych średniozagęszczonych przykrytych warstwą nasypów niebudowlanych. W ramach budowy obiektów Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Komunalnych w Białymstoku usunięto warstwy niebudowlane i wykonano nasyp budowlany o wysokości w przedmiotowej strefie 2,5-3m. W ramach niniejszej inwestycji wymagana będzie rozbudowa nasypu w rzucie. W związku z powyższym przyjmuje się do obliczeń grunt w postaci piasku drobnego o $I_D=0,4$, na którego parametrach ustalono gabaryty fundamentów, oraz brak wody gruntowej w poziomie posadowienia – warunki gruntowe proste, pierwsza kategoria geotechniczna. W przypadku, gdy podczas wykonywania wykopu w istniejącym nasypie budowlanym napotkane zostaną inne warunki od założonych, należy skontaktować się z autorem opracowania.

2.1.2. Ochrona podłoża gruntowego

Przy wykonywaniu posadowień bezpośrednich należy przewidzieć środki zabezpieczające przed:

- rozmoczeniem, wysuszeniem lub przemarznięciem podłoża fundamentów w czasie wykonywania robót budowlanych;

- zalaniem wykopu fundamentowego przez wody gruntowe, powierzchniowe lub opadowe;
- korozyjnym działaniem wód gruntowych, opadowych i technologicznych na materiały i konstrukcje podziemnej części obiektu i na urządzenia podziemne, a także wód technologicznych na grunty podłoża.

2.1.3. Prace ziemne

Większość prac ziemnych prowadzona będzie w wykopie otwartym, ze skarpami oraz poprzez nawożenie i zagęszczanie warstw nasypu budowlanego. Prace, w szczególności realizację nasypu budowlanego, należy prowadzić pod nadzorem i wg wytycznych uprawnionego geotechnika.

W przypadku natrafienia w poziomie posadowienia na humus, nasypy niebudowlane, grunty spoiste w stanie miękkoplastycznym/plastycznym lub grunty organiczne należy je wybrać i zastąpić warstwą nasypu budowlanego o optymalnej wilgotności, zagęszczając do wskaźnika min. $I_s = 0,97$ lub chudym betonem.

Niedopuszczalne jest prowadzenie robót w gruntach niespoistych nawodnionych (poniżej zwierciadła wody gruntowej), gdyż w tych okolicznościach występuje zagrożenie zjawiskiem kurzawki.

Po wykonaniu konstrukcji poniżej powierzchni terenu, zasypki wykonać gruntem dobrze zagęszczalnym, o optymalnej wilgotności, zagęszczając do wskaźnika min. $I_s = 0,97$.

Podane w projekcie warstwy posadzki należy poddać weryfikacji na etapie realizacji obiektu, po ustaleniu docelowych obciążeń.

Nasyp wykonać z gruntów dobrze zagęszczalnych (żwir, pospółki, piaski) warstwami o grubości dostosowanej do urządzeń i maszyn wykonujących pracę. Zalecanymi parametrami gruntu w nasypie są: wskaźnik zagęszczenia $I_s \geq 0,97$, wilgotność optymalna, wtórny moduł odkształcenia $E_2 \geq 120 \text{ MPa}$, wskaźnik odkształcenia $I_0 \leq 2,5$, wskaźnik różnoziarnistości $C_u > 4$ (dla piasków $C_u > 6$), wskaźnik krzywizny uziarnienia $C_c = 1 \text{ do } 3$, współczynnik filtracji $k \geq 10^{-5} \text{ m/s}$. Przed wykonaniem nasypu zdjąć warstwę humusu, gruntów organicznych i nasypów niebudowlanych z istniejącego nasypu. Wyklucza się dopuszczenie do wystąpienia gruntów innych niż niespoiste piaszczyste na styku nasypu istniejącego i realizowanego. Po wykonaniu nasypu zabezpieczyć skarpe przed erozją i niszczeniem (np. geosyntetykami). Wodę opadową z dachu hali odprowadzić poza strefę skarpy nasypu np. prefabrykowanymi korytami celem ograniczenia niszczącego wpływu wody płynącej na skarpe nasypu. Na etapie projektu wykonawczego zaleca się analizę dokumentacji istniejącego nasypu budowlanego celem potwierdzenia jego zdatności do posadowienia przedmiotowego obiektu. W trakcie realizacji zaleca się prowadzenie geodezyjnych pomiarów osiadań realizowanego nasypu oraz istniejącego nasypu w strefie sąsiadującej nawierzchni asfaltowej. Nie dopuszcza się prowadzenia robót ziemnych przy budowie nasypu w warunkach zimowych.

2.1.4. Fundamenty

Fundamenty konstrukcji obiektu zaprojektowano, jako stopy żelbetowe pod słupy. Elementy posadowienia zaprojektowano z betonu C25/30, zbrojone prętami o średnicy $\phi 6$ oraz $\phi 12$ ze stali

B500SP. Wymiary i poziomy posadowienia fundamentów przedstawiono w części rysunkowej. Szczegółowe zbrojenie zostanie przedstawione na etapie projektu wykonawczego. Elementy fundamentów wzajemnie się przenikające należy wylewać jednocześnie. Otulina zbrojenia w płytach stóp fundamentowych 5cm, w trzonach 3cm, o ile na rysunkach nie wskazano inaczej. Pod każdym fundamentem należy wykonać wylewkę z betonu podkładowego klasy C8/10 (B10) grubości min.10cm. Przed przystąpieniem do montażu konstrukcji budynku należy uprzednio obsypać i zagęścić grunt wokół fundamentów zgodnie z pkt. „Prace ziemne”. Po montażu konstrukcji stalowej wykonać podlewki montażowe pod podstawami słupów stalowych, a następnie przestrzenie między podwalinami w strefach trzonów stóp fundamentowych wypełnić betonem. Zabezpieczenia i izolacje wg projektu architektonicznego.

2.2. Konstrukcja stalowa

2.2.1. Słupy główne, słup pośredni

Słupy zaprojektowano z profili gorącowalcowanych IPE200 ze stali klasy S355J2, jako oparte na fundamentach przegubowo (słup pośredni w schemacie wspornika zamocowany do fundamentu), mocowane przy użyciu chemicznych kotew wklejanych M16 kl.8.8. W przypadku słupa pośredniego mocowanie poprzez tradycyjną kotew betonowaną w trzonie stopy fundamentowej.

2.2.2. Słupy narożne, słupy szczytowe

Słupy narożne oraz szczytowe zaprojektowano z profili zamkniętych odpowiednio RK100x4 S235JR oraz RK160x5 S355J2, jako oparte na fundamentach przegubowo, mocowane przy użyciu chemicznych kotew wklejanych M16 kl.8.8.

2.2.3. Dźwigary kratowe

Dźwigary zaprojektowano z profili zamkniętych (RP100x50x4 – pasy; RK50x4 – skratowanie) ze stali klasy S355J2, jako połączone w poziomie pasa górnego i dolnego sztywno ze słupami przy użyciu pakietu śrub kl.8.8. Stabilizację z płaszczyzny dźwigarów stanowią płatwie zimnogięte oraz tężniki dachowe połączone przegubowo z wiązarami.

2.2.4. Tężniki dachowe

Tężniki dachowe zaprojektowano z profili zamkniętych (RK90x3, RK70x3, RK40x3) ze stali klasy S235JR, jako połączone przegubowo w poziomie pasa górnego i dolnego z dźwigarami przy użyciu pakietu śrub kl.8.8.

2.2.5. Rygle szczytowe

Rygle szczytowe zaprojektowano z profili zamkniętych RK100x4 S235JR, jako zamocowane do słupów narożnych i wolnopodparte na słupach szczytowych, mocowane przy użyciu pakietu śrub M16 kl.8.8.

2.2.6. Płatwie

Płatwie dachowe zaprojektowano w układzie belki ciągłej wieloprzęsłowej wolnopodpartej na dźwigarach dachowych i ryglach szczytowych. Płatwiom pośrednim dobrano przekrój

Z180x68/60x(1,5/2,0) firmy Pruszyński ze stali S350GD. Płatwie stabilizowane płytą warstwową i tężnikami z prętów okrągłych $\phi 10\text{mm}$ ze stali klasy S235JR mocowanych przegubowo przy pomocy pakietu śrub M12 kl.8.8. Płatwie okapowe z profilu zamkniętego RK90x3 ze stali klasy S235JR.

2.2.7. Stężenia prętowe

Zaprojektowano stężenia wiotkie w układzie „X”, w płaszczyźnie dachu oraz ścian podłużnych i szczytowych, z pręta okrągłego $\phi 16/ \phi 20$ ze stali klasy S355J2 napinane śrubami rzymskimi. Stężenia mocowane są przegubowo do konstrukcji i przenoszą jedynie siły rozciągające.

2.2.8. Oryglowanie ścian

Zaprojektowano ryglówkę ścienną, jako oryglowanie pod obudowę płytą warstwową oraz podkonstrukcję stolarki okiennej i bramowej. Elementy z profilu zamkniętego RK 70x3, RK90x3 oraz RK100x4 mocowane przegubowo do konstrukcji głównej przy użyciu śrub kl.8.8. Stal profilowa S235JR.

2.3. Obudowa

2.3.1. Obudowa ścienna

Obudowę ścienną stanowi płyta warstwowa z rdzeniem z pianki PIR o grubości 60mm. Od poziomu ~6m projektuje się opierzenie z płyty warstwowej w układzie pionowym. Transport, składowanie oraz montaż ściśle wg instrukcji/wytycznych producenta. Płyty warstwowe mocować w układzie jednoprzęsłowym o rozpiętości przęsła <450cm.

2.3.2. Obudowa dachowa

Obudowę dachową stanowi płyta warstwowa dachowa z rdzeniem z pianki PIR o grubości 60mm układana w układzie wieloprzęsłowym na płatwiach. Transport, składowanie oraz montaż ściśle wg instrukcji/wytycznych producenta.

2.4. Zabezpieczenia

2.4.1. Izolacje przeciwwilgociowe i przeciwwodne

Zgodnie z zapisami opracowania architektonicznego.

2.4.2. Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej

Zgodnie z rozeznaniem technicznym środowisko określono, jako średnio agresywne (kategoria korozyjności środowiska C3). Przyjętą kategorią okresu trwałości jest kategoria M – średni okres trwałości.

Projektuje się zabezpieczenie konstrukcji stalowej poprzez cynkowanie zanurzeniowe wg normy PN-EN ISO 1461:2011 oraz F.6.3 normy PN-EN 1090-2+A1:2012.

Sposób przygotowania elementów wg wytycznych zakładu cynkowniczego oraz norm PN-EN ISO 8501 i PN-EN 1090-2+A1:2012.

Alternatywnie dopuszcza się zabezpieczenie poprzez malowanie zestawem farb zgodnie z wytycznymi producenta dla powyższych warunków środowiskowych.

2.5. Specyfikacja wykonania konstrukcji żelbetowej

Wykonanie konstrukcji żelbetowej zgodnie z postanowieniami normy PN-EN 13670:2011 wraz z normami w niej powołanymi oraz wg pkt. „Fundamenty” niniejszego opisu.

2.6. Specyfikacja wykonania konstrukcji stalowej

Wykonanie konstrukcji stalowej zgodnie z postanowieniami normy PN-EN 1090-2+A1:2012 (w szczególności zgodnie z Tabl.A.3) wraz z normami w niej powołanymi oraz wg pkt. „Konstrukcja stalowa” niniejszego opisu i w oparciu o rysunkową część opracowania.

2.7. Instrukcja postępowania z ponadnormatywnymi opadami śniegu

1. Nie dopuszcza się zalegania śniegu sypkiego (kilka godz. lub dni po opadach) o gr. warstwy większej niż 64cm. Gdy wartość ta może być przekroczona należy podjąć akcję odśnieżania i bez zwłoki usunąć jego nadmiar.

2. W przypadku zalegania śniegu zlodowaciałego i sypkiego – należy pomierzyć grubości obu warstw (w metrach). Grubość warstwy zlodowaciałej przemnożyć przez $7,0\text{kN/m}^3$, zaś warstwy sypkiej przez $2,0\text{kN/m}^3$. Gdy suma wartości obu ciężarów osiągnie $1,28\text{ kN/m}^2$ – usunąć nadmiar śniegu.

Grubość warstwy samego lodu powyżej 14cm jest niedopuszczalna.

Zaleca się nie dopuszczać do zalodzenia dachu, gdyż usuwanie lodu jest bardzo uciążliwe i może prowadzić do uszkodzeń pokrycia dachu.

3. Należy nie dopuszczać do zalegania nadmiaru śniegu w strefach przyattykowych i przy wysokich ścianach, przy świetlikach itp. (obszary worków śnieżnych). W strefach tych może dochodzić do nadmiernego zlodowacenia nie usuwanego śniegu, co trudno kontrolować, dlatego zaleca się nie dopuszczać w nich grubszej warstwy śniegu sypkiego niż 64cm, a śniegu zlodowaciałego, stosownie mniej patrz wskazówka pkt. 2.

4. Duże zagrożenie może pochodzić od „mokrego śniegu” co ma miejsce z reguły na początku wiosny (miesiące luty-maj). Gdyby na dachu zalegała wtedy dopuszczalna warstwa śniegu sypkiego, czyli 64cm i został on szybko nawodniony przez padający deszcz (ciężar „mokrego śniegu” może osiągnąć ciężar $4,0\text{kN/m}^3$), mogłoby to doprowadzić do katastrofy budowlanej.

Grubość warstwy „mokrego śniegu” powyżej 32cm jest niedopuszczalna.

2.8. Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia zawarte są w opracowaniu BiOZ.

UWAGA: Wszystkie prace budowlane należy prowadzić zgodnie ze „Specyfikacjami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych”, sztuką budowlaną oraz warunkami BHP i aktualnym stanem wiedzy technicznej, jakie obowiązują w budownictwie.

Białystok, październik 2020

Projektant:

Sprawdzający:

3. Obliczenia statyczne

3.1. Założenia dotyczące obliczeń

3.1.1. Podstawa obliczeń

Projektowanie przeprowadzono zgodnie z normą PN-EN 1990:2004.

3.1.2. Kategoria projektowanego okresu użytkowania

Przyjęto kategorię 4 na podstawie PN-EN 1990:2004. Orientacyjny projektowy okres użytkowania dla kategorii 4 wynosi 50 lat.

3.1.3. Metoda obliczeń

Obliczenia przeprowadzono na modelu przestrzennym metodami opartymi na metodzie przemieszczeń, przyjmując elementy prętowe, jako reprezentatywne.

3.2. Przyjęte obciążenia

3.2.1. Ciężar własny, obciążenia stałe

Ciężar własny elementów konstrukcyjnych został uwzględniony automatycznie w programie obliczeniowym.

3.2.1.1. Obciążenie dachu

Lp.	Rodzaj obciążenia	Wartość charakterystyczna	Współczynnik obciążenia
		[kN/m ²]	
1.	Płyta warstwowa PIR 60	0,10	1,35

3.2.1.2. Obciążenie ścian

Lp.	Rodzaj obciążenia	Wartość charakterystyczna	Współczynnik obciążenia
		[kN/m ²]	
2.	Płyta warstwowa PIR 60	0,10	1,35

3.2.2. Obciążenia użytkowe

3.2.2.1. Obciążenie dachu

Lp.	Rodzaj obciążenia	Wartość charakterystyczna	Współczynnik obciążenia
		[kN/m ²]	
3.	Zastępcze obciążenie eksploatacyjne hali	0,10	1,50

3.2.3. Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wyznaczono wg normy PN-EN 1991-3:2005.

Charakterystyka oddziaływania:

- strefa obciążenia śniegiem gruntu: **4**;
- wysokość nad poziomem morza: **A < 300m**;

- wartość charakterystycznego obciążenia śniegiem gruntu: $s_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$;
- typ dachu: **jednospadowy**;
- kąt spadku dachu ~ spadek dachu: $\alpha = 5,7^\circ$;
- współczynnik kształtu dachu: $\mu_1 = 0,8$;
- współczynnik ekspozycji: $C_e = 1,0$;
- współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$;
- obciążenie śniegiem dachu: $s = 1,28 \text{ kN/m}^2$;

Lp.	Rodzaj obciążenia	Wartość charakterystyczna	Współczynnik obciążenia
		[kN/m ²]	
4.	Obciążenie śniegiem dachu	1,28	1,50

3.2.4. Oddziaływania wiatru

Charakterystyka oddziaływania:

- strefa obciążenia wiatrem: **1**;
- wysokość nad poziomem morza: **$A < 300 \text{ m}$** ;
- wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru: $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$;
- wartość podstawowa ciśnienia prędkości wiatru: $q_{b,0} = 0,30 \text{ kN/m}^2$;
- kategoria terenu: **III**;
- wysokość odniesienia: **$z = 8,5 \text{ m}$** ;
- współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$;
- współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,0$;
- współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z) = 1,0$;
- bazowa prędkość wiatru: $v_b = 22 \text{ m/s}$;
- współczynnik chropowatości: $c_r(z) = 0,776$;
- współczynnik ekspozycji: $c_e(z) = 1,82$;
- średnia prędkość wiatru: $v_m(z) = 17,1 \text{ m/s}$;
- współczynnik terenu: $k_r = 0,215$;
- współczynnik turbulencji: $k_t = 1,0$;
- intensywność turbulencji na wys. z: $I_v(z) = 0,278$;
- szczytowe ciśnienie prędkości wiatru: $q_p(z) = 0,551 \text{ kN/m}^2$;

Współczynniki ciśnienia zgodnie z normą PN-EN 1991-4:2008 dla obiektów z dachami jednospadowymi.

3.3. Podstawowe wyniki obliczeń

3.3.1. Wymiarowanie najbardziej wytężonych elementów konstrukcji stalowej

3.3.1.1. Słupy

PRĘT: 107 107_SG_A

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.06 L = 0.400 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $109 \text{ SGN}/96 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.90 = 1 \cdot 1.15 + (2+3) \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.90$

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.0 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 200

$h=20.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=10.0 \text{ cm}$	$A_y=19.6 \text{ cm}^2$	$A_z=14.0 \text{ cm}^2$	$A_x=28.5 \text{ cm}^2$
$t_w=0.6 \text{ cm}$	$I_y=1940.0 \text{ cm}^4$	$I_z=142.0 \text{ cm}^4$	$I_x=7.0 \text{ cm}^4$
$t_f=0.9 \text{ cm}$	$W_{ply}=220.6 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=44.6 \text{ cm}^3$	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 61.99 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -2.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 2.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = 1.19 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 1011.75 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -8.42 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 2.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,c,Rd} = 401.64 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 176.03 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 78.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 15.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = -4.83 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 78.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{z,Rd} = 15.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 287.27 \text{ kN}$
	$Mb,Rd = 61.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$		

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 97.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Krzywa,LT - b	$XLT = 0.76$
$L_{cr,low} = 3.050 \text{ m}$	$\lambda_{m_LT} = 0.89$	$\phi_{LT} = 0.88$	$XLT_{mod} = 0.78$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 7.200 \text{ m}$	$\lambda_{m_y} = 2.28$
$L_{cr,y} = 14.400 \text{ m}$	$X_y = 0.17$
$\lambda_{my} = 174.54$	$k_{yy} = 1.15$



względem osi z:

$L_z = 3.050 \text{ m}$	$\lambda_{m_z} = 1.79$
$L_{cr,z} = 3.050 \text{ m}$	$X_z = 0.25$
$\lambda_{mz} = 136.64$	$k_{yz} = 0.72$

wyboczenie skrętne:

Krzywa,T=b	$\alpha_T = 0.34$
$L_T = 3.050 \text{ m}$	$\phi_T = 1.06$
$N_{cr,T} = 1171.00 \text{ kN}$	$X_T = 0.64$
$\lambda_{m_T} = 2.28$	$Nb,T,Rd = 649.73 \text{ kN}$

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=b	$\alpha_{TF} = 0.34$
$N_{cr,y} = 193.91 \text{ kN}$	$\phi_{TF} = 1.06$
$N_{cr,TF} = 1171.00 \text{ kN}$	$X_{TF} = 0.64$
$\lambda_{m_TF} = 0.93$	$Nb,TF,Rd = 649.73 \text{ kN}$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$
$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.18 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$
$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$
$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{m,y} = 174.54 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 136.64 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$
$$N_{Ed}/\min(Nb,Rd,Nb,T,Rd,Nb,TF,Rd) = 0.35 < 1.00 \quad (6.3.1)$$
$$M_{y,Ed,max}/Mb,Rd = 0.14 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$
$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(Mz,Rk/gM1) = 0.64 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$
$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(Mz,Rk/gM1) = 0.59 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.9 \text{ cm} < u_{y \max} = L/200.00 = 3.6 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $148 \text{ SGU}/21 = 1 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00 \quad (1+4) \cdot 1.00$

$u_z = 1.0 \text{ cm} < u_{z \max} = L/200.00 = 3.6 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $143 \text{ SGU}/16 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50 + 6 \cdot 1.00 \quad (1+2+6) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50$



Przemieszczenia

$v_x = 0.9 \text{ cm} < v_{x \max} = L/150.00 = 4.8 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $139 \text{ SGU}/12 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50 + 4 \cdot 1.00 \quad (1+2+4) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50$

$v_y = 2.7 \text{ cm} < v_{y \max} = L/150.00 = 4.8 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $152 \text{ SGU}/25 = 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 \quad (1+6) \cdot 1.00$

Profil poprawny !!!

PRĘT: 34 34__SG_B

PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.02 L = 0.150 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $110 \text{ SGN}/97 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 1.50 + 5 \cdot 0.90 \quad 1 \cdot 1.15 + (2+3) \cdot 1.50 + 5 \cdot 0.90$

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.0 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 200

$h = 20.0 \text{ cm}$

$gM0 = 1.00$

$gM1 = 1.00$

$b = 10.0 \text{ cm}$

$A_y = 19.6 \text{ cm}^2$

$A_z = 14.0 \text{ cm}^2$

$A_x = 28.5 \text{ cm}^2$

$t_w = 0.6 \text{ cm}$

$I_y = 1940.0 \text{ cm}^4$

$I_z = 142.0 \text{ cm}^4$

$I_x = 7.0 \text{ cm}^4$

$t_f = 0.9 \text{ cm}$

$W_{ply} = 220.6 \text{ cm}^3$

$W_{plz} = 44.6 \text{ cm}^3$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 80.42 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = -0.53 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{z,Ed} = -0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{y,Ed} = 0.05 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} = 1011.75 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,max} = -7.31 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{z,Ed,max} = 0.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{y,c,Rd} = 401.64 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 160.56 \text{ kN}$

$M_{y,c,Rd} = 78.33 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{z,c,Rd} = 15.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{z,Ed} = -3.52 \text{ kN}$

$MN_{y,Rd} = 78.33 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$MN_{z,Rd} = 15.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{z,c,Rd} = 287.27 \text{ kN}$

$Mb,Rd = 61.31 \text{ kN} \cdot \text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 0.00$

$M_{cr} = 97.80 \text{ kN} \cdot \text{m}$

Krzywa,LT - b

$XL_T = 0.76$

$L_{cr,low} = 3.050 \text{ m}$

$\lambda_{m,LT} = 0.89$

$\eta_{i,LT} = 0.88$

$XL_{T,mod} = 0.78$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 8.400 \text{ m}$

$\lambda_{m,y} = 2.40$

$L_{cr,y} = 15.120 \text{ m}$

$X_y = 0.16$

$\lambda_{my} = 183.26$

$\chi_{yy} = 1.26$



względem osi z:

$L_z = 3.050 \text{ m}$

$\lambda_{m,z} = 1.79$

$L_{cr,z} = 3.050 \text{ m}$

$X_z = 0.25$

$\lambda_{mz} = 136.64$

$\chi_{yz} = 0.78$

wyboczenie skrętne:

Krzywa,T=b

$\alpha_T = 0.34$

$L_T = 3.050 \text{ m}$

$\eta_T = 1.06$

$N_{cr,T} = 1171.00 \text{ kN}$

$X_T = 0.64$

$\lambda_{m,T} = 2.40$

$Nb,T,Rd = 649.73 \text{ kN}$

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=b

$\alpha_{TF} = 0.34$

$N_{cr,y} = 175.88 \text{ kN}$

$\eta_{TF} = 1.06$

$N_{cr,TF} = 1171.00 \text{ kN}$

$X_{TF} = 0.64$

$\lambda_{m,TF} = 0.93$

$Nb,TF,Rd = 649.73 \text{ kN}$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$

$(M_{y,Ed}/MN_{y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/MN_{z,Rd})^{1.00} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$

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

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\Lambda_{b,y} = 183.26 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \Lambda_{b,z} = 136.64 < \Lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.50 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.12 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.68 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.48 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$$u_y = 0.7 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 4.2 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 139 \text{ SGU}/12 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50 + 4 \cdot 1.00 \quad (1+2+4) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50$$

$$u_z = 1.4 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 4.2 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 152 \text{ SGU}/25 = 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 \quad (1+6) \cdot 1.00$$



Przemieszczenia

$$v_x = 0.9 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 5.6 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 139 \text{ SGU}/12 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50 + 4 \cdot 1.00 \quad (1+2+4) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50$$

$$v_y = 3.1 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 5.6 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 143 \text{ SGU}/16 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50 + 6 \cdot 1.00 \quad (1+2+6) \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50$$

Profil poprawny !!!

PRĘT: 430 430_SP

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.00 L = 0.000 m

OBCIĄŻENIA:

$$\text{Decydujący przypadek obciążenia: } 82 \text{ SGN}/69 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75 + 7 \cdot 1.50 \quad 1 \cdot 1.15 + (2+7) \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75$$

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.0 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 200

$$h = 20.0 \text{ cm}$$

$$gM0 = 1.00$$

$$gM1 = 1.00$$

$$b = 10.0 \text{ cm}$$

$$A_y = 19.6 \text{ cm}^2$$

$$A_z = 14.0 \text{ cm}^2$$

$$A_x = 28.5 \text{ cm}^2$$

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

$$I_y = 1940.0 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 142.0 \text{ cm}^4$$

$$I_x = 7.0 \text{ cm}^4$$

$$t_f = 0.9 \text{ cm}$$

$$W_{ply} = 220.6 \text{ cm}^3$$

$$W_{plz} = 44.6 \text{ cm}^3$$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$$N_{Ed} = 5.55 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 25.95 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed} = 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,Ed} = 0.00 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rd} = 1011.75 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed,max} = 25.95 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed,max} = 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,T,Rd} = 401.64 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} = 169.30 \text{ kN}$$

$$M_{y,c,Rd} = 78.33 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,c,Rd} = 15.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,Ed} = -9.91 \text{ kN}$$

$$M_{N,y,Rd} = 78.33 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{N,z,Rd} = 15.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{z,T,Rd} = 287.27 \text{ kN}$$

$$M_{b,Rd} = 57.62 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_{t,Ed} = 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$$z = 0.00$$

$$M_{cr} = 83.20 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Krzywa, LT - b

$$XLT = 0.72$$

$$L_{cr,upp} = 3.450 \text{ m}$$

$$\Lambda_{m,LT} = 0.97$$

$$f_{i,LT} = 0.95$$

$$XLT,mod = 0.74$$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$$L_y = 7.351 \text{ m}$$

$$\Lambda_{m,y} = 2.33$$

$$L_{cr,y} = 14.701 \text{ m}$$

$$X_y = 0.17$$

$$\Lambda_{m,y} = 178.19$$

$$k_{zy} = 1.00$$



względem osi z:

$$L_z = 3.450 \text{ m}$$

$$\Lambda_{m,z} = 2.02$$

$$L_{cr,z} = 3.450 \text{ m}$$

$$X_z = 0.21$$

$$\Lambda_{m,z} = 154.56$$

$$k_{zz} = 0.93$$

wyboczenie skrętne:

Krzywa, T=b
Lt=3.450 m
Ncr, T=1084.26 kN
Lam_T=2.33
alfa, T=0.34
fi, T=1.10
X, T=0.62
Nb, T, Rd=626.00 kN

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa, TF=b
Ncr, y=186.04 kN
Ncr, TF=1084.26 kN
Lam_TF=0.97
alfa, TF=0.34
fi, TF=1.10
X, TF=0.62
Nb, TF, Rd=626.00 kN

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.11 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.03 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot g_{M0}) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot g_{M0}) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{b,y} = 178.19 < \lambda_{b,max} = 210.00$ $\lambda_{b,z} = 154.56 < \lambda_{b,max} = 210.00$ STABILNY
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.03 < 1.00$ (6.3.1)
 $M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.45 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))
 $N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.45 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.48 < 1.00$ (6.3.3.(4))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.3 \text{ cm} < u_{y,max} = L/200.00 = 3.7 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 148 SGU/21=1*1.00 + 4*1.00 (1+4)*1.00

$u_z = 0.5 \text{ cm} < u_{z,max} = L/200.00 = 3.7 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 152 SGU/25=1*1.00 + 6*1.00 (1+6)*1.00



Przemieszczenia

$v_x = 0.9 \text{ cm} < v_{x,max} = L/150.00 = 4.9 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 139 SGU/12=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50 + 4*1.00 (1+2+4)*1.00+3*0.50

$v_y = 3.9 \text{ cm} < v_{y,max} = L/150.00 = 4.9 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 145 SGU/18=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50 + 7*1.00 (1+2+7)*1.00+3*0.50

Profil poprawny !!!

PRĘT: 151 151__SN

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.05 L = 0.400 m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 80 SGN/67=1*1.15 + 2*1.50 + 3*0.75 + 6*1.50 1*1.15+(2+6)*1.50+3*0.75

MATERIAŁ:

S 235 $f_y = 235.0 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 100x100x4

h=10.0 cm	$g_{M0}=1.00$	$g_{M1}=1.00$	
b=10.0 cm	$A_y=7.6 \text{ cm}^2$	$A_z=7.6 \text{ cm}^2$	$A_x=15.2 \text{ cm}^2$
tw=0.4 cm	$I_y=232.0 \text{ cm}^4$	$I_z=232.0 \text{ cm}^4$	$I_x=353.9 \text{ cm}^4$
tf=0.4 cm	$W_{ply}=54.4 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=53.3 \text{ cm}^3$	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 5.19 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 9.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = -0.81 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = 1.85 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 357.20 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 9.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 3.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,c,Rd} = 103.11 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 164.67 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 12.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 12.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = -1.17 \text{ kN}$
	$M_{N,y,Rd} = 12.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{N,z,Rd} = 12.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 103.11 \text{ kN}$
	$M_{b,Rd} = 12.78 \text{ kN}\cdot\text{m}$		

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 0.00$ $M_{cr} = 639.59 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $Krzyw\alpha, LT - d$ $XLT = 1.00$
 $L_{cr, upp} = 3.450 \text{ m}$ $Lam_{LT} = 0.14$ $f_{i, LT} = 0.41$ $XLT, mod = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 4.200 \text{ m}$ $Lam_y = 1.14$
 $L_{cr, y} = 4.200 \text{ m}$ $X_y = 0.46$
 $Lam_y = 107.50$ $k_{yy} = 0.92$



względem osi z:

$L_z = 3.450 \text{ m}$ $Lam_z = 0.94$
 $L_{cr, z} = 3.450 \text{ m}$ $X_z = 0.58$
 $Lam_z = 88.31$ $k_{yz} = 0.55$

wyboczenie skrętne:

$Krzyw\alpha, T=c$ $\alpha, T=0.49$
 $L_t = 3.450 \text{ m}$ $f_{i, T}=0.47$
 $N_{cr, T}=93853.27 \text{ kN}$ $X, T=1.00$
 $Lam_T = 1.14$ $Nb, T, Rd=357.20 \text{ kN}$

wyboczenie giętno-skrętne

$Krzyw\alpha, TF=c$ $\alpha, TF=0.49$
 $N_{cr, y}=272.59 \text{ kN}$ $f_{i, TF}=0.47$
 $N_{cr, TF}=93853.27 \text{ kN}$ $X, TF=1.00$
 $Lam_{TF}=0.06$ $Nb, TF, Rd=357.20 \text{ kN}$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N, Ed/Nc, Rd = 0.01 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $(M_y, Ed/MN, y, Rd)^{1.66} + (M_z, Ed/MN, z, Rd)^{1.66} = 0.66 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_y, Ed/Vy, c, Rd = 0.02 < 1.00$ (6.2.6.(1))
 $V_z, Ed/Vz, c, Rd = 0.01 < 1.00$ (6.2.6.(1))

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$Lambda, y = 107.50 < Lambda, max = 210.00$ $Lambda, z = 88.31 < Lambda, max = 210.00$ STABILNY
 $N, Ed/Min(Nb, Rd, Nb, T, Rd, Nb, TF, Rd) = 0.03 < 1.00$ (6.3.1)
 $M_y, Ed, max/Mb, Rd = 0.77 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))
 $N, Ed/(X_y \cdot N, Rk/gM1) + k_{yy} \cdot M_y, Ed, max/(XLT \cdot M_y, Rk/gM1) + k_{yz} \cdot M_z, Ed, max/(M_z, Rk/gM1) = 0.88 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N, Ed/(X_z \cdot N, Rk/gM1) + k_{zy} \cdot M_y, Ed, max/(XLT \cdot M_y, Rk/gM1) + k_{zz} \cdot M_z, Ed, max/(M_z, Rk/gM1) = 0.68 < 1.00$ (6.3.3.(4))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_y = 0.4 \text{ cm} < u_y \text{ max} = L/200.00 = 4.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $150 \text{ SGU}/23 = 1 \cdot 1.00 + 5 \cdot 1.00$ (1+5)*1.00

$u_z = 1.8 \text{ cm} < u_z \text{ max} = L/200.00 = 4.2 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $152 \text{ SGU}/25 = 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00$ (1+6)*1.00



Przemieszczenia

$v_x = 0.9 \text{ cm} < v_x \text{ max} = L/150.00 = 5.6 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $141 \text{ SGU}/14 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50 + 5 \cdot 1.00$ (1+2+5)*1.00+3*0.50

$v_y = 1.7 \text{ cm} < v_y \text{ max} = L/150.00 = 5.6 \text{ cm}$ Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: $152 \text{ SGU}/25 = 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00$ (1+6)*1.00

Profil poprawny !!!

PRĘT: 189 189_SS

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.05 L = 0.400 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $80 \text{ SGN}/67 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75 + 6 \cdot 1.50$ $1 \cdot 1.15 + (2+6) \cdot 1.50 + 3 \cdot 0.75$

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.0 \text{ MPa}$



PARAMETRY PRZEKROJU: RK 160x160x5

$h = 16.0 \text{ cm}$ $gM0 = 1.00$ $gM1 = 1.00$
 $b = 16.0 \text{ cm}$ $A_y = 15.4 \text{ cm}^2$ $A_z = 15.4 \text{ cm}^2$ $A_x = 30.7 \text{ cm}^2$

tw=0.5 cm	Iy=1225.0 cm ⁴	Iz=1225.0 cm ⁴	Ix=1861.9 cm ⁴
tf=0.5 cm	Wply=178.0 cm ³	Wplz=175.2 cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N _{Ed} = 57.37 kN	My _{Ed} = -3.59 kN*m	Mz _{Ed} = -18.62 kN*m	Vy _{Ed} = -6.28 kN
Nc,Rd = 1089.85 kN	My _{Ed,max} = -17.99 kN*m		Mz _{Ed,max} = -18.62 kN*m
	Vy,c,Rd = 314.61 kN		
Nb,Rd = 317.73 kN	My,c,Rd = 63.19 kN*m	Mz,c,Rd = 62.18 kN*m	Vz _{Ed} = -8.73 kN
	MN _{y,Rd} = 63.19 kN*m	MN _{z,Rd} = 62.18 kN*m	Vz,c,Rd = 314.61 kN
	Mb,Rd = 63.19 kN*m		

KLASA PRZEKROJU = 2



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 0.00	Mcr = 1666.60 kN*m	Krzywa,LT - d	XLT = 1.00
Lcr,low=4.200 m	Lam_LT = 0.19	fi,LT = 0.44	XLT,mod = 1.00

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 7.600 m	Lam_y = 1.57
Lcr,y = 7.600 m	Xy = 0.29
Lamy = 120.31	kyy = 1.03



względem osi z:

Lz = 4.200 m	Lam_z = 0.87
Lcr,z = 4.200 m	Xz = 0.62
Lamz = 66.49	kyz = 0.57

wyboczenie skrętne:

Krzywa,T=c	alfa,T=0.49
Lt=4.200 m	fi,T=0.47
Ncr,T=188705.90 kN	X,T=1.00
Lam_T=1.57	Nb,T,Rd=1089.85 kN

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa,TF=c	alfa,TF=0.49
Ncr,y=439.57 kN	fi,TF=0.47
Ncr,TF=188705.90 kN	X,TF=1.00
Lam_TF=0.08	Nb,TF,Rd=1089.85 kN

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.05 < 1.00 (6.2.4.(1))
 (My_{Ed}/MN_{y,Rd})^{1.67} + (Mz_{Ed}/MN_{z,Rd})^{1.67} = 0.14 < 1.00 (6.2.9.1.(6))
 Vy_{Ed}/Vy_{c,Rd} = 0.02 < 1.00 (6.2.6.(1))
 Vz_{Ed}/Vz_{c,Rd} = 0.03 < 1.00 (6.2.6.(1))

Kontrola stateczności globalnej pręta:

Lambda_y = 120.31 < Lambda_{max} = 210.00 Lambda_z = 66.49 < Lambda_{max} = 210.00 STABILNY
 N_{Ed}/Min(Nb,Rd,Nb,T,Rd,Nb,TF,Rd) = 0.18 < 1.00 (6.3.1)
 My_{Ed,max}/Mb,Rd = 0.28 < 1.00 (6.3.2.1.(1))
 N_{Ed}/(Xy*N_{Rk}/gM1) + kyy*My_{Ed,max}/(XLT*My_{Rk}/gM1) + kyz*Mz_{Ed,max}/(Mz_{Rk}/gM1) = 0.64 < 1.00 (6.3.3.(4))
 N_{Ed}/(Xz*N_{Rk}/gM1) + kzy*My_{Ed,max}/(XLT*My_{Rk}/gM1) + kzz*Mz_{Ed,max}/(Mz_{Rk}/gM1) = 0.55 < 1.00 (6.3.3.(4))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

uy = 0.5 cm < uy max = L/200.00 = 3.8 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 152 SGU/25=1*1.00 + 6*1.00 (1+6)*1.00

uz = 3.3 cm < uz max = L/200.00 = 3.8 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 145 SGU/18=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50 + 7*1.00 (1+2+7)*1.00+3*0.50



Przemieszczenia

vx = 1.2 cm < vx max = L/150.00 = 5.1 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 141 SGU/14=1*1.00 + 2*1.00 + 3*0.50 + 5*1.00 (1+2+5)*1.00+3*0.50

vy = 1.7 cm < vy max = L/150.00 = 5.1 cm Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 152 SGU/25=1*1.00 + 6*1.00 (1+6)*1.00

Profil poprawny !!!

3.3.1.2. Elementy dźwigarów kratowych

PRĘT: 288 288_PG

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 1.00$ $L = 0.020$ m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: $108 \text{ SGN}/95 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 1.50 \cdot 1 \cdot 1.15 + (2+3) \cdot 1.50$

MATERIAŁ:

S 355 (S 355) $f_y = 355.0$ MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: RP 100x50x4

$h=10.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=5.0$ cm	$A_y=3.7$ cm ²	$A_z=7.5$ cm ²	$A_x=11.2$ cm ²
$tw=0.4$ cm	$I_y=140.0$ cm ⁴	$I_z=46.2$ cm ⁴	$I_x=109.9$ cm ⁴
$tf=0.4$ cm	$W_{ply}=35.2$ cm ³	$W_{plz}=21.9$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{,Ed} = 8.35$ kN	$M_{y,Ed} = -0.00$ kN*m	$M_{z,Ed} = 1.74$ kN*m	$V_{y,Ed} = -64.02$ kN
$N_{c,Rd} = 397.60$ kN	$M_{y,Ed,max} = -0.00$ kN*m	$M_{z,Ed,max} = 1.74$ kN*m	$V_{y,T,Rd} = 76.52$ kN
$N_{b,Rd} = 214.81$ kN	$M_{y,c,Rd} = 12.50$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 7.77$ kN*m	$V_{z,Ed} = 0.01$ kN
	$MN_{,y,Rd} = 12.50$ kN*m	$Mz_{,V,Rd} = 6.97$ kN*m	$V_{z,T,Rd} = 153.03$ kN
			$Tt_{,Ed} = -0.00$ kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 3.000$ m	$\lambda_{m,y} = 1.00$
$L_{cr,y} = 2.700$ m	$X_y = 0.54$
$\lambda_{m,y} = 76.37$	$k_{zy} = 0.56$



względem osi z:

$L_z = 0.020$ m	$\lambda_{m,z} = 0.01$
$L_{cr,z} = 0.018$ m	$X_z = 1.00$
$\lambda_{m,z} = 0.89$	$k_{zz} = 0.90$

wyoboczenie skrętne:

Krzywa, T=c	$\alpha_T = 0.49$
$L_t = 0.020$ m	$\phi_T = 0.46$
$N_{cr,T} = 232013.05$ kN	$X_T = 1.00$
$\lambda_{m,T} = 1.00$	$N_{b,T,Rd} = 397.60$ kN

wyoboczenie giętno-skrętne

Krzywa, TF=c	$\alpha_{TF} = 0.49$
$N_{cr,y} = 398.03$ kN	$\phi_{TF} = 0.46$
$N_{cr,TF} = 232013.05$ kN	$X_{TF} = 1.00$
$\lambda_{m,TF} = 0.04$	$N_{b,TF,Rd} = 397.60$ kN

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{,Ed}/N_{c,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} + M_{z,Ed}/M_{z,V,Rd} = 0.25 < 1.00 \quad (6.2.8)$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.66} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.66} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.84 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{m,y} = 76.37 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \lambda_{m,z} = 0.89 < \lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{,Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.04 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$N_{,Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.16 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{,Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.22 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil poprawny !!!

OBCIĄŻENIA:Decydujący przypadek obciążenia: $105 \text{ SGN}/92 = 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.50 \quad 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.50$ **MATERIAŁ:**S 355 (S 355) $f_y = 355.0 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZEKROJU: RP 100x50x4**

$h = 10.0 \text{ cm}$	$gM0 = 1.00$	$gM1 = 1.00$	
$b = 5.0 \text{ cm}$	$A_y = 3.7 \text{ cm}^2$	$A_z = 7.5 \text{ cm}^2$	$A_x = 11.2 \text{ cm}^2$
$t_w = 0.4 \text{ cm}$	$I_y = 140.0 \text{ cm}^4$	$I_z = 46.2 \text{ cm}^4$	$I_x = 109.9 \text{ cm}^4$
$t_f = 0.4 \text{ cm}$	$W_{ply} = 35.2 \text{ cm}^3$	$W_{plz} = 21.9 \text{ cm}^3$	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 41.86 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -0.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.05 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{y,Ed} = 0.07 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 397.60 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -0.68 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 0.05 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 76.13 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 78.08 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 12.50 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 7.77 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{z,Ed} = 0.28 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 12.50 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$MN_{z,Rd} = 7.77 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 152.26 \text{ kN}$
	$Mb,Rd = 12.50 \text{ kN} \cdot \text{m}$		$T_{t,Ed} = 0.04 \text{ kN} \cdot \text{m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 0.00$	$M_{cr} = 278.70 \text{ kN} \cdot \text{m}$	Krzywa, LT - d	$X_{LT} = 1.00$
$L_{cr,low} = 1.500 \text{ m}$	$\lambda_{LT} = 0.21$	$\phi_{LT} = 0.45$	$X_{LT,mod} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y:

$L_y = 6.000 \text{ m}$	$\lambda_{my} = 2.00$
$L_{cr,y} = 5.400 \text{ m}$	$X_y = 0.20$
$\lambda_{my} = 152.74$	$\phi_y = 1.29$



względem osi z:

$L_z = 1.500 \text{ m}$	$\lambda_{mz} = 0.87$
$L_{cr,z} = 1.350 \text{ m}$	$X_z = 0.62$
$\lambda_{mz} = 66.47$	$\phi_z = 0.60$

wyboczenie skrętne:

Krzywa, T=c	$\alpha_T = 0.49$
$L_T = 1.500 \text{ m}$	$\phi_T = 0.48$
$N_{cr,T} = 53701.81 \text{ kN}$	$X_T = 1.00$
$\lambda_{T,T} = 2.00$	$Nb,T,Rd = 397.60 \text{ kN}$

wyboczenie giętno-skrętne

Krzywa, TF=c	$\alpha_{TF} = 0.49$
$N_{cr,y} = 99.51 \text{ kN}$	$\phi_{TF} = 0.48$
$N_{cr,TF} = 53701.81 \text{ kN}$	$X_{TF} = 1.00$
$\lambda_{TF} = 0.09$	$Nb,TF,Rd = 397.60 \text{ kN}$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.11 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.68} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.68} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{my} = 152.74 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{mz} = 66.47 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/\min(Nb,Rd,Nb,T,Rd,Nb,TF,Rd) = 0.54 < 1.00 \quad (6.3.1)$$

$$M_{y,Ed,max}/Mb,Rd = 0.05 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + \phi_y \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + \phi_z \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.61 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + \phi_z \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + \phi_z \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.22 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

Profil poprawny !!!

PRĘT: 347 347_PD_3

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.00$ $L = 0.000$ m**OBCIĄŻENIA:**Decydujący przypadek obciążenia: $109 \text{ SGN}/96 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.90$ $1 \cdot 1.15 + (2+3) \cdot 1.50 + 4 \cdot 0.90$ **MATERIAŁ:**S 355 (S 355) $f_y = 355.0$ MPa**PARAMETRY PRZEKROJU: RP 100x50x4**

$h=10.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=5.0$ cm	$A_y=3.7$ cm ²	$A_z=7.5$ cm ²	$A_x=11.2$ cm ²
$t_w=0.4$ cm	$I_y=140.0$ cm ⁴	$I_z=46.2$ cm ⁴	$I_x=109.9$ cm ⁴
$t_f=0.4$ cm	$W_{ply}=35.2$ cm ³	$W_{plz}=21.9$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = -96.90$ kN	$M_{y,Ed} = -0.01$ kN*m	$M_{z,Ed} = -0.17$ kN*m	$V_{y,Ed} = -0.01$ kN
$N_{t,Rd} = 397.60$ kN	$M_{y,pl,Rd} = 12.50$ kN*m	$M_{z,pl,Rd} = 7.77$ kN*m	$V_{y,T,Rd} = 76.17$ kN
	$M_{y,c,Rd} = 12.50$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 7.77$ kN*m	$V_{z,Ed} = 0.02$ kN
	$MN_{y,Rd} = 12.50$ kN*m	$MN_{z,Rd} = 6.86$ kN*m	$V_{z,T,Rd} = 152.34$ kN
			$T_{t,Ed} = 0.03$ kN*m
			KLASA PRZEKROJU = 1

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

względem osi y:



względem osi z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.24 < 1.00$ (6.2.3.(1))
 $(M_{y,Ed}/MN_{y,Rd})^{1.78} + (M_{z,Ed}/MN_{z,Rd})^{1.78} = 0.00 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (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)

Profil poprawny !!!

PRĘT: 74 74_SK

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 1.00$ $L = 1.850$ m**OBCIĄŻENIA:**Decydujący przypadek obciążenia: $108 \text{ SGN}/95 = 1 \cdot 1.15 + 2 \cdot 1.50 + 3 \cdot 1.50$ $1 \cdot 1.15 + (2+3) \cdot 1.50$ **MATERIAŁ:**S 355 (S 355) $f_y = 355.0$ MPa**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 50x50x4**

$h=5.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=5.0$ cm	$A_y=3.6$ cm ²	$A_z=3.6$ cm ²	$A_x=7.2$ cm ²
$t_w=0.4$ cm	$I_y=25.0$ cm ⁴	$I_z=25.0$ cm ⁴	$I_x=38.9$ cm ⁴
$t_f=0.4$ cm	$W_{ply}=12.3$ cm ³	$W_{plz}=11.7$ cm ³	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 68.98$ kN	$M_{y,Ed} = -0.28$ kN*m	$M_{z,Ed} = 0.00$ kN*m	$V_{y,Ed} = -0.00$ kN
$N_{c,Rd} = 255.25$ kN	$M_{y,Ed,max} = -0.28$ kN*m	$M_{z,Ed,max} = -0.00$ kN*m	$V_{y,T,Rd} = 73.67$ kN
$N_{b,Rd} = 99.41$ kN	$M_{y,c,Rd} = 4.37$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 4.16$ kN*m	$V_{z,Ed} = -0.30$ kN

$MN_{y,Rd} = 4.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $Mb_{Rd} = 4.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$MN_{z,Rd} = 3.90 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{z,T,Rd} = 73.67 \text{ kN}$
 $T_{t,Ed} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 0.00$ $M_{cr} = 187.24 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $Krzywa_{LT} - d$ $X_{LT} = 1.00$
 $L_{cr,low} = 1.850 \text{ m}$ $\lambda_{m,LT} = 0.15$ $\phi_{LT} = 0.41$ $X_{LT,mod} = 1.00$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 1.850 \text{ m}$ $\lambda_{m,y} = 1.30$
 $L_{cr,y} = 1.850 \text{ m}$ $\chi_y = 0.39$
 $\lambda_{m,y} = 99.21$ $\chi_y = 1.40$



względem osi z:

$L_z = 1.850 \text{ m}$ $\lambda_{m,z} = 1.30$
 $L_{cr,z} = 1.850 \text{ m}$ $\chi_z = 0.39$
 $\lambda_{m,z} = 99.21$ $\chi_z = 0.84$

wyoboczenie skrętne:

$Krzywa_{T=c}$ $\alpha_T = 0.49$
 $L_t = 1.850 \text{ m}$ $\phi_T = 0.47$
 $N_{cr,T} = 45676.72 \text{ kN}$ $\chi_T = 1.00$
 $\lambda_{m,T} = 1.30$ $N_{b,T,Rd} = 255.25 \text{ kN}$

wyoboczenie giętno-skrętne

$Krzywa_{TF=c}$ $\alpha_{TF} = 0.49$
 $N_{cr,y} = 151.40 \text{ kN}$ $\phi_{TF} = 0.47$
 $N_{cr,TF} = 45676.72 \text{ kN}$ $\chi_{TF} = 1.00$
 $\lambda_{m,TF} = 0.07$ $N_{b,TF,Rd} = 255.25 \text{ kN}$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.27 < 1.00$ (6.2.4.(1))
 $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.81} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.81} = 0.01 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM_0)) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM_0)) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{m,y} = 99.21 < \lambda_{m,max} = 210.00$ $\lambda_{m,z} = 99.21 < \lambda_{m,max} = 210.00$ **STABILNY**
 $N_{Ed}/\min(N_{b,Rd}, N_{b,T,Rd}, N_{b,TF,Rd}) = 0.69 < 1.00$ (6.3.1)
 $M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.06 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))
 $N_{Ed}/(\chi_y \cdot N_{Rk}/gM_1) + \chi_y \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + \chi_z \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.78 < 1.00$ (6.3.3.(4))
 $N_{Ed}/(\chi_z \cdot N_{Rk}/gM_1) + \chi_z \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + \chi_z \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.75 < 1.00$ (6.3.3.(4))

Profil poprawny !!!

3.3.2. Wymiarowanie wybranych elementów żelbetowych

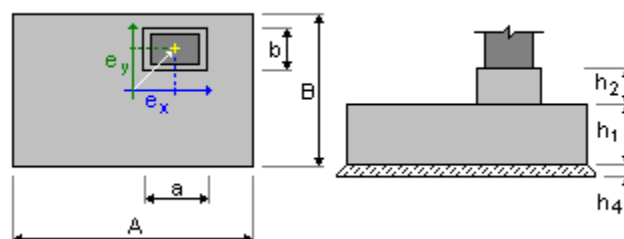
3.3.2.1. Stopa fundamentowa SF.1

Dane podstawowe

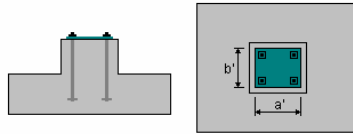
Założenia

- Obliczenia geotechniczne wg normy : EN 1997-1:2008
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008
- Dobór kształtu : bez ograniczeń

Geometria:



A	= 1,500 (m)	a	= 0,400 (m)
B	= 1,500 (m)	b	= 0,400 (m)
h1	= 0,400 (m)	e _x	= 0,000 (m)
h2	= 0,500 (m)	e _y	= 0,000 (m)
h4	= 0,100 (m)		



a'	= 20,0 (cm)
b'	= 20,0 (cm)
c _{nom1}	= 6,0 (cm)
c _{nom2}	= 4,0 (cm)
Odchyłki otuliny: C _{dev} = 1,0(cm), C _{dur} = 0,0(cm)	

Materiały

- Beton : C25/30; wytrzymałość charakterystyczna = 25,0 MPa
ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m³)
prostokątny rozkład naprężeń [3.1.7(3)]
- Zbrojenie podłużne : typ B500C wytrzymałość
charakterystyczna = 500,0 MPa
Klasa ciągliwości: C
gałąź pozioma wykresu naprężenie-odkształcenie
- Zbrojenie poprzeczne : typ B500C wytrzymałość
charakterystyczna = 500,0 MPa
- Dodatkowe zbrojenie: : typ B500C wytrzymałość
charakterystyczna = 500,0 MPa

Wymiarowanie geotechniczne

Założenia

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

Grunt:

Poziom gruntu:	N ₁	= -0,100 (m)
Poziom trzonu słupa:	N _a	= -0,300 (m)
Minimalny poziom posadowienia:	N _f	= -1,300 (m)

Piasek drobny

- Poziom gruntu: -0.100 (m)
- Ciężar objętościowy: 1650.00 (kG/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: 2650.00 (kG/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: 29.70 (Deg)
- Kohezja: 0.0 (MPa)

Stany graniczne

Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca

SGN : $SGN/96 = 1*1.15 + 2*1.50 + 3*1.50 + 4*0.90$

N=56,09 Fx=-7,26 Fy=-5,01

Współczynniki obciążeniowe: 1.35 * ciężar fundamentu

1.35 * ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: Gr = 64,41 (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$$N_r = 120,50 \text{ (kN)} \quad M_x = 4,51 \text{ (kN*m)} \quad M_y = -6,54 \text{ (kN*m)}$$

Mimośród działania obciążenia:

$$e_B = -0,054 \text{ (m)} \quad e_L = -0,037 \text{ (m)}$$

Wymiary zastępcze fundamentu:

$$B' = B - 2|e_B| = 1,391 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 1,500 \text{ (m)}$$

Głębokość posadowienia: $D_{min} = 1,100 \text{ (m)}$

Metoda obliczeń naprężenia dopuszczalnego: Półempiryczna - limit naprężeń

$$q_u = 0,3 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0,3 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 1,100 \text{ (m)}$$

$$k_p = 1,00$$

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

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,3 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Naprężenie w gruncie: } q_{ref} = 0,1 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Współczynnik bezpieczeństwa: } q_{lim} / q_{ref} = 2,927 > 1$$

Odrywanie

Odrywanie w SGN

$$12,18 \text{ Fy} = -6,69$$

Kombinacja wymiarująca

$$\text{SGN : } SGN/88 = 1 * 1,00 + 4 * 1,50 \text{ N} = -19,90 \text{ Fx} = -$$

Współczynniki obciążeniowe:

$$1,00 * \text{ciężar fundamentu}$$

$$1,00 * \text{ciężar gruntu}$$

Powierzchnia kontaktu:

$$s = 0,30$$

$$s_{lim} = 0,33$$

Przesunięcie

$$12,18 \text{ Fy} = -6,69$$

Kombinacja wymiarująca

$$\text{SGN : } SGN/88 = 1 * 1,00 + 4 * 1,50 \text{ N} = -19,90 \text{ Fx} = -$$

Współczynniki obciążeniowe:

$$1,00 * \text{ciężar fundamentu}$$

$$1,00 * \text{ciężar gruntu}$$

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 47,71 \text{ (kN)}$

Obciążenie wymiarujące:

$$N_r = 27,81 \text{ (kN)} \quad M_x = 6,02 \text{ (kN*m)} \quad M_y = -10,96 \text{ (kN*m)}$$

Wymiary zastępcze fundamentu: $A_- = 1,500 \text{ (m)}$ $B_- = 1,500 \text{ (m)}$

Powierzchnia poślizgu: $1,412 \text{ (m}^2\text{)}$

Współczynnik tarcia fundament - grunt: $\tan(\delta_d) = 0,45$

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

Uwzględnione parcie gruntu:

$$H_x = -12,18 \text{ (kN)} \quad H_y = -6,69 \text{ (kN)}$$

$$P_{px} = 12,95 \text{ (kN)} \quad P_{py} = 12,95 \text{ (kN)}$$

$$P_{ax} = -1,47 \text{ (kN)} \quad P_{ay} = -1,47 \text{ (kN)}$$

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

Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:

$$\text{- na poziomie posadowienia: } R_d = 11,31 \text{ (kN)}$$

Stateczność na przesunięcie: ∞

Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

$$N = 56,19 \text{ Fx} = 0,06 \text{ Fy} = -2,96$$

Kombinacja wymiarująca

$$\text{SGU : } SGU/29 = 1 * 1,00 + 2 * 1,00 + 3 * 1,00 + 4 * 0,60$$

Współczynniki obciążeniowe:

$$1,00 * \text{ciężar fundamentu}$$

$$1,00 * \text{ciężar gruntu}$$

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 47,71 \text{ (kN)}$

Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego: $q = 0,0 \text{ (MPa)}$

Miękkość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 2,250 \text{ (m)}$

Naprężenie na poziomie z:

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

$$\text{- wywołane ciężarem gruntu: } \sigma_{z\gamma} = 0,1 \text{ (MPa)}$$

Osiadanie:

$$\text{- pierwotne } s' = 0,1 \text{ (cm)}$$

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

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

Współczynnik bezpieczeństwa: $83,52 > 1$

Różnica osiadań
 Kombinacja wymiarująca **SGU : $SGU/29=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 4*0.60$**
N=43,06 Fx=-4,72 Fy=-2,11
 Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu
1.00 * ciężar gruntu
 Różnica osiadań: **S = 0,0 (cm) < S_{adm} = 5,0 (cm)**
 Współczynnik bezpieczeństwa: **129.4 > 1**

Obrót
Wokół osi OX
 Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/88=1*1.00 + 4*1.50$ N=-19,90 Fx=-**
12,18 Fy=-6,69
 Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu
1.00 * ciężar gruntu
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: **Gr = 47,71 (kN)**
 Obciążenie wymiarujące:
Nr = 27,81 (kN) Mx = 6,02 (kN*m) My = -10,96 (kN*m)
 Moment stabilizujący: **M_{stab} = 35,78 (kN*m)**
 Moment obracający: **M_{renv} = 20,95 (kN*m)**
 Stateczność na obrót: **1.708 > 1**

Wokół osi OY
 Kombinacja wymiarująca: **SGN : $SGN/88=1*1.00 + 4*1.50$ N=-19,90 Fx=-**
12,18 Fy=-6,69
 Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu
1.00 * ciężar gruntu
 Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: **Gr = 47,71 (kN)**
 Obciążenie wymiarujące:
Nr = 27,81 (kN) Mx = 6,02 (kN*m) My = -10,96 (kN*m)
 Moment stabilizujący: **M_{stab} = 35,78 (kN*m)**
 Moment obracający: **M_{renv} = 25,89 (kN*m)**
 Stateczność na obrót: **1.382 > 1**

Wymiarowanie żelbetowe

Założenia

- Środowisko : XC2
- Klasa konstrukcji : S4

Analiza przebiecia i ścinania

Przebiecie

Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/87=1*1.00 + 3*0.75 + 4*1.50$ N=8,50 Fx=-**
12,14 Fy=-7,13
 Współczynniki obciążeniowe: **1.35** * ciężar fundamentu
1.35 * ciężar gruntu

Obciążenie wymiarujące:
Nr = 72,91 (kN) Mx = 6,42 (kN*m) My = -10,93 (kN*m)
 Długość obwodu krytycznego: **3,673 (m)**
 Siła przebijająca: **4,62 (kN)**
 Wysokość użyteczna przekroju **h_{eff} = 0,330 (m)**
 Stopień zbrojenia: **ρ = 0.14 %**
 Naprężenie ścinające: **0,1 (MPa)**
 Dopuszczalne naprężenie ścinające: **0,8 (MPa)**
 Współczynnik bezpieczeństwa: **7.385 > 1**

Zbrojenie teoretyczne

Stopa:

dolne:

SGN : $SGN/96=1*1.15 + 2*1.50 + 3*1.50 + 4*0.90$ N=80,00 Fx=0,08 Fy=-4,40
My = 9,99 (kN*m) A_{sx} = 4,46 (cm²/m)

SGN : $SGN/96=1*1.15 + 2*1.50 + 3*1.50 + 4*0.90$ N=80,00 Fx=0,08 Fy=-4,40
Mx = 11,40 (kN*m) A_{sy} = 4,46 (cm²/m)

A_{s min} = 4,46 (cm²/m)

górne:

SGN : $SGN/88=1*1.00 + 4*1.50$ N=-19,90 Fx=-12,18 Fy=-6,69
My = -6,28 (kN*m) A'_{sx} = 6,05 (cm²/m)

SGN : $SGN/88=1*1.00 + 4*1.50$ N=-19,90 Fx=-12,18 Fy=-6,69

$$M_x = -4,53 \text{ (kN*m)} \quad A'_{sy} = 6,05 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

$$A_{s \text{ min}} = 6,05 \text{ (cm}^2\text{/m)}$$

Trzon słupa:

Zbrojenie podłużne	A	= 3,20 (cm ²)	A _{min}	= 3,20 (cm ²)
	A	= 2 * (Asx + Asy)		
	Asx	= 0,88 (cm ²)	Asy	= 0,72 (cm ²)

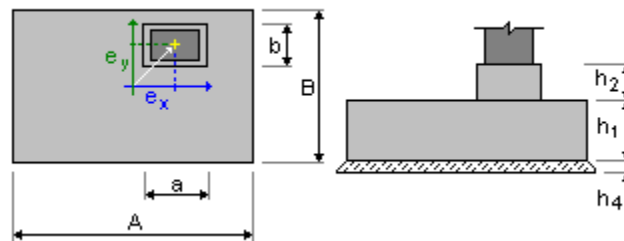
3.3.2.2. Stopa fundamentowa SF.1*

Dane podstawowe

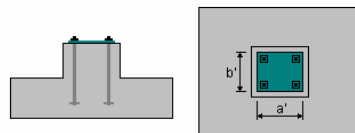
Założenia

- Obliczenia geotechniczne wg normy : EN 1997-1:2008
- Obliczenia żelbetu wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008
- Dobór kształtu : bez ograniczeń
- Ograniczenie sąsiednim fundamentem :
w kierunku osi y : od góry Dy ≤ 40,0 (cm)

Geometria:



A	= 1,500 (m)	a	= 0,400 (m)
B	= 1,500 (m)	b	= 0,400 (m)
h1	= 0,400 (m)	ex	= 0,000 (m)
h2	= 0,500 (m)	ey	= 0,350 (m)
h4	= 0,100 (m)		



a'	= 20,0 (cm)
b'	= 20,0 (cm)
Cnom1	= 6,0 (cm)
Cnom2	= 4,0 (cm)
Odchyłki otuliny: Cdev = 1,0(cm), Cdur = 0,0(cm)	

Materiały

- Beton : C25/30; wytrzymałość charakterystyczna = 25,0 MPa
ciężar objętościowy = 2501,36 (kG/m³)
prostokątny rozkład naprężeń [3.1.7(3)]
- Zbrojenie podłużne : typ B500C wytrzymałość charakterystyczna = 500,0 MPa
Klasa ciągliwości: C
gałąź pozioma wykresu naprężenie-odkształcenie
- Zbrojenie poprzeczne : typ B500C wytrzymałość charakterystyczna = 500,0 MPa
- Dodatkowe zbrojenie: : typ B500C wytrzymałość charakterystyczna = 500,0 MPa

Wymiarowanie geotechniczne

Założenia

- Współczynnik redukujący kohezję: 0,00
- Poślizg z uwzględnieniem parcia gruntu: dla kierunków X i Y
- Podejście obliczeniowe: 2
A1 + M1 + R2

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

Grunt:

Poziom gruntu: $N_1 = -0,100$ (m)
 Poziom trzonu słupa: $N_a = -0,300$ (m)
 Minimalny poziom posadowienia: $N_f = -1,300$ (m)

Piasek drobny

- Poziom gruntu: $-0,100$ (m)
- Ciężar objętościowy: $1650,00$ (kg/m³)
- Ciężar właściwy szkieletu: $2650,00$ (kg/m³)
- Kąt tarcia wewnętrznego: $29,70$ (Deg)
- Kohezja: $0,0$ (MPa)

Stany graniczne

Obliczenia naprężeń

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca

SGN : $SGN/96=1*1,15 + 2*1,50 + 3*1,50 + 4*0,90$

N=80,46 Fx=0,05 Fy=3,52

Współczynniki obciążeniowe: **1.35** * ciężar fundamentu

1.35 * ciężar gruntu

Wyniki obliczeń: na poziomie posadowienia fundamentu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 64,41$ (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$N_r = 144,87$ (kN) $M_x = -31,40$ (kN*m) $M_y = 0,05$ (kN*m)

Mimośród działania obciążenia:

$e_B = 0,000$ (m) $e_L = 0,217$ (m)

Wymiary zastępcze fundamentu:

$B' = B - 2|e_B| = 1,499$ (m)

$L' = L - 2|e_L| = 1,500$ (m)

Głębokość posadowienia: $D_{min} = 1,100$ (m)

Metoda obliczeń naprężenia dopuszczalnego: Półempiryczna - limit naprężeń

$q_u = 0,3$ (MPa)

$p_{le}^* = 0,3$ (MPa)

$D_e = D_{min} - d = 1,100$ (m)

$k_p = 1,00$

$q'_0 = 0,0$ (MPa)

$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0,3$ (MPa)

Naprężenie w gruncie: $q_{ref} = 0,1$ (MPa)

Współczynnik bezpieczeństwa: $q_{lim} / q_{ref} = 1,781 > 1$

Odrywanie

Odrywanie w SGN

Kombinacja wymiarująca

SGN : $SGN/88=1*1,00 + 4*1,50$ N=-21,22 Fx=-

11,98 Fy=2,88

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu

1.00 * ciężar gruntu

Powierzchnia kontaktu:

$s = 0,30$

$s_{lim} = 0,33$

Przesunięcie

Kombinacja wymiarująca

SGN : $SGN/90=1*1,00 + 5*1,50$ N=-20,56

Fx=12,31 Fy=6,95

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu

1.00 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $Gr = 47,71$ (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$N_r = 27,15$ (kN) $M_x = 0,89$ (kN*m) $M_y = 11,08$ (kN*m)

Wymiary zastępcze fundamentu: $A_- = 1,500$ (m) $B_- = 1,500$ (m)

Powierzchnia poślizgu: 1,534 (m²)
 Współczynnik tarcia fundament - grunt: $\tan(\delta_d) = 0,45$
 Kohezja: $c_u = 0,0$ (MPa)
 Uwzględnione parcie gruntu:
 $H_x = 12,31$ (kN) $H_y = 6,95$ (kN)
 $P_{px} = -6,91$ (kN) $P_{py} = -12,95$ (kN)
 $P_{ax} = 2,16$ (kN) $P_{ay} = 1,47$ (kN)
 Wartość siły poślizgu $H_d = 7,57$ (kN)
 Wartość siły zapobiegającej poślizgowi fundamentu:
 - na poziomie posadowienia: $R_d = 11,04$ (kN)
 Stateczność na przesunięcie: $1.459 > 1$

Osiadanie średnie

Rodzaj podłoża pod fundamentem: jednorodne

Kombinacja wymiarująca **SGU : $SGU/29 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 1.00 + 4 \cdot 0.60$**

N=56,21 Fx=0,04 Fy=2,36

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu

1.00 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 47,71$ (kN)

Średnie naprężenie od obciążenia wymiarującego: $q = 0,0$ (MPa)

Mięszość podłoża gruntowego aktywnie osiadającego: $z = 2,250$ (m)

Naprężenie na poziomie z:

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

- wywołane ciężarem gruntu: $\sigma_{z\gamma} = 0,1$ (MPa)

Osiadanie:

- pierwotne $s' = 0,1$ (cm)

- wtórne $s'' = 0,0$ (cm)

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

Współczynnik bezpieczeństwa: $83.49 > 1$

Różnica osiadań

Kombinacja wymiarująca **SGU : $SGU/22 = 1 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.50 + 5 \cdot 1.00$ N=9,32**

Fx=8,23 Fy=4,86

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu

1.00 * ciężar gruntu

Różnica osiadań: $S = 0,1$ (cm) < $S_{adm} = 5,0$ (cm)

Współczynnik bezpieczeństwa: $79.25 > 1$

Obrót

Wokół osi OX

Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/92 = 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.50$ N=-14,64 Fx=-**

0,05 Fy=-8,05

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu

1.00 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 47,71$ (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$N_r = 33,08$ (kN) $M_x = 12,32$ (kN*m) $M_y = -0,05$ (kN*m)

Moment stabilizujący: $M_{stab} = 35,15$ (kN*m)

Moment obracający: $M_{renv} = 23,35$ (kN*m)

Stateczność na obrót: $1.505 > 1$

Wokół osi OY

Kombinacja wymiarująca: **SGN : $SGN/88 = 1 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.50$ N=-21,22 Fx=-**

11,98 Fy=2,88

Współczynniki obciążeniowe: **1.00** * ciężar fundamentu

1.00 * ciężar gruntu

Ciężar fundamentu i nadległego gruntu: $G_r = 47,71$ (kN)

Obciążenie wymiarujące:

$N_r = 26,49$ (kN) $M_x = 4,78$ (kN*m) $M_y = -10,78$ (kN*m)

Moment stabilizujący: $M_{stab} = 35,78$ (kN*m)

Moment obracający: $M_{renv} = 26,69$ (kN*m)

Stateczność na obrót: $1.341 > 1$

Wymiarowanie żelbetowe

Założenia

- Środowisko : XC2

• Klasa konstrukcji : S4

Analiza przebiecia i ścinania

Przebiecie

Kombinacja wymiarująca **SGN : $SGN/96=1*1.15 + 2*1.50 + 3*1.50 + 4*0.90$**

N=80,46 Fx=0,05 Fy=3,52

Współczynniki obciążeniowe: **1.35** * ciężar fundamentu
1.35 * ciężar gruntu

Obciążenie wymiarujące:

Nr = 144,87 (kN) $M_x = -31,40$ (kN*m) $M_y = 0,05$ (kN*m)

Długość obwodu krytycznego: 2,459 (m)

Siła przebijająca: 45,73 (kN)

Wysokość użyteczna przekroju $h_{eff} = 0,330$ (m)

Stopień zbrojenia: $\rho = 0.14$ %

Naprężenie ścinające: 0,5 (MPa)

Dopuszczalne naprężenie ścinające: 0,5 (MPa)

Współczynnik bezpieczeństwa: $1.019 > 1$

Zbrojenie teoretyczne

Stopa:

dolne:

SGN : $SGN/96=1*1.15 + 2*1.50 + 3*1.50 + 4*0.90$ N=80,46 Fx=0,05 Fy=3,52

$M_y = 10,04$ (kN*m) $A_{sx} = 4,46$ (cm²/m)

SGN : $SGN/98=1*1.15 + 2*1.50 + 3*1.50 + 6*0.90$ N=59,17 Fx=-0,03 Fy=-4,16

$M_x = 6,26$ (kN*m) $A_{sy} = 4,46$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 4,46$ (cm²/m)

górne:

SGN : $SGN/90=1*1.00 + 5*1.50$ N=-20,56 Fx=12,31 Fy=6,95

$M_y = -6,51$ (kN*m) $A'_{sx} = 6,05$ (cm²/m)

SGN : $SGN/90=1*1.00 + 5*1.50$ N=-20,56 Fx=12,31 Fy=6,95

$M_x = -5,62$ (kN*m) $A'_{sy} = 6,05$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 6,05$ (cm²/m)

Trzon słupa:

Zbrojenie podłużne $A = 3,20$ (cm²) $A_{\min} = 3,20$ (cm²)

$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$

$A_{sx} = 0,92$ (cm²) $A_{sy} = 0,68$ (cm²)

KONIEC OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Białystok, październik 2020

Projektant:

Sprawdzający:

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

4. Wykaz rysunków

NR	Tytuł	Skala	Data
K.01	RZUT FUNDAMENTÓW	1:100	10.2020
K.02	RZUT PRZYZIEMIA	1:100	10.2020
K.03	RZUT DACHU	1:100	10.2020
K.04	PRZEKRÓJ	1:100	10.2020

5. Rysunki

Wg wykazu rysunków.