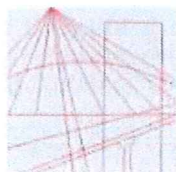


<div><div><div>DOMAN</div><div>PRO</div><div>ARKADIUSZ DOMAŃSKI</div></div><div>BIURO PROJEKTOWE I OBSŁUGI INWESTYCJI</div></div>		<div>DOMAN-PRO Arkadiusz Domański</div> <div>ul. Aliantów 14B/1, 88-400 Żnin</div> <div>NIP 558-170-90-90, tel. 607 843 781</div> <div>www.doman-pro.pl, e-mail: biuro@doman-pro.pl</div>	
PROJEKT TECHNICZNY BRANŻA KONSTRUKCYJNA			
NAZWA INWESTYCJI		Budowa budynku remizy strażackiej OSP na działce nr ew. 75/6 z obr. 0035 Wawrzynki w miejscowości Wawrzynki, gmina Żnin	
ADRES KATEGORIA		Wawrzynki, gmina Żnin, powiat żniński Kategoria obiektu: XVII	
IDENTYFIKATOR DZIAŁKI		041906_5.0035.75/6	
INWESTOR		Gmina Żnin ul. 700-lecia 39, 88-400 Żnin	
ZESPÓŁ AUTORSKI			
ZAKRES	IMIĘ I NAZWISKO		DATA I PODPIS
KONSTRUKCJA PROJEKTANT	mgr inż. Arkadiusz Domański uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej KUP/0003/PBKb/16, KUP/0010/OWOK/12		20.12.2024 r. 
KONSTRUKCJA SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Piotr Rydlewski uprawnienia budowlane w specjalności konstrukcyjno-budowlanej KUP/0005/POOK/09		20.12.2024 r. 
Żnin, 20.12.2024 r.			



KUJAWSKO
POMORSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA

Sygn. akt: KUPOIIB/KK-0054-0081/15/16

Bydgoszcz, dnia 15 czerwca 2016 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz. U. z 2014 r., poz. 1946), art. 12 ust. 1 pkt 1, ust. 2, ust. 3 i ust. 4c pkt 1, art. 13 ust. 1, ust. 2 i ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r., poz. 1409 z późn. zm.) oraz § 10 i § 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) w związku z art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2013 r., poz. 267), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym,

Pan Arkadiusz Domański
magister inżynier o kierunku budownictwo
ur. dnia 20 sierpnia 1982 r. w Żninie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny KUP/0003/PBKb/16

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2013 r., poz. 267) odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

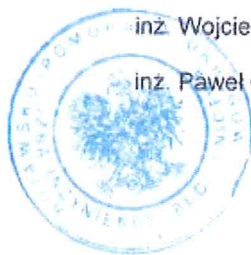
1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 ww. ustawy Prawo budowlane - podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Bydgoszczy w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

mgr inż. Jacek Kołodziej

inż. Wojciech Klatecki

inż. Paweł Gonczewicz



Otrzymują:

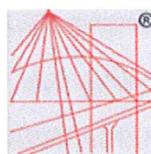
1. Pan Arkadiusz Domański
ul. Aliantów 12/1
88-400 Żnin
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a

Za zgodność z oryginałem

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 i art. 13 ust. 4 ustawy Prawo budowlane w związku z § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, Pan **Arkadiusz Domański** jest upoważniony w specjalności **konstrukcyjno - budowlanej** do:

- Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej**

inż. Paweł Gonczewicz



P O L S K A
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

KUP-RP2-ZET-XH5 *

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2024-12-31.

Renata Staszak, Przewodniczący Rady Kujawsko-Pomorskiej 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.

Za zgodność z oryginałem

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



DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42, z późn. zm.), art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 2, art. 14 ust. 1 pkt 2 i ust. 3 pkt 1 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118, z późn. zm.), w związku z art. 5 ustawy z dnia 28 lipca 2005 r. o zmianie ustawy – Prawo budowlane oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2005 r. Nr 163, poz. 1364) oraz § 12 pkt 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2005 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 96, poz. 817) w związku z art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, z późn. zm.)

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
n a d a j e
Panu Piotrowi Rydlewskiemu
magistrowi inżynierowi o kierunku budownictwo
urodzonemu dnia 24 maja 1979 r. w Szubinie

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny KUP/0005/POOK/09

do projektowania 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 odwołanie decyzji.

Pouczenie

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

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

mgr inż. Witold Przybylski

mgr inż. Andrzej Mańkowski

inż. Franciszek Szypliński



Otrzymują:

1. Pan Piotr Rydlewski
ul. Kościelna 19
88-190 Barcin
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
4. a/a

Szczegółowy zakres uprawnień budowlanych

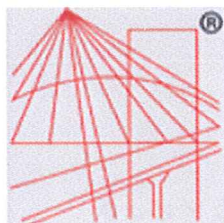
Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1 i art. 13 ust. 4 ustawy Prawo budowlane w związku z § 3 ust. 1 i § 17 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra infrastruktury z dnia 18 maja 2005 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, Pan Piotr Rydlewski jest uprawniony w specjalności konstrukcyjno - budowlanej do:

- projektowania obiektu budowlanego w zakresie sporządzania projektu architektoniczno - budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
 - sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu, w zakresie specjalności konstrukcyjno - budowlanej,
 - sprawdzania projektów architektoniczno - budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
 - sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych
- bez ograniczeń.

Za zgodność z oryginałem

Rydlewski

INŻYNIEROWI
OKRĘGOWA KOMISJA Kwalifikacyjna
Bydgoszcz, dnia 02 czerwca 2009 r.



P O L S K A
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

KUP-1LD-19Z-GHK *

Pan Piotr Rydlewski o numerze ewidencyjnym KUP/BO/0254/09

adres zamieszkania ul. Kościelna 19, 88-190 Barcin

jest członkiem Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-10-01 roku przez:

Renata Staszak, Przewodniczący Rady Kujawsko-Pomorskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78¹ K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarcza 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.

Za zgodność z oryginałem

Przebieganie elektronicznej formy czynności prawnej w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym

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



Logo Izby Inżynierów Budownictwa
Izba Inżynierów Budownictwa
ul. Kościelna 19, 88-190 Barcin
tel. 22 25 25 25 25
e-mail: biuro@piib.org.pl

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTÓW DO PROJEKTU TECHNICZNEGO

Oświadczamy, że projekt techniczny dotyczący „Budowy budynku remizy strażackiej OSP na działce nr ew. 75/6 z obr. 0035 Wawrzynki w miejscowości Wawrzynki, gmina Żnin” został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

ZESPÓŁ AUTORSKI		
ZAKRES	IMIĘ I NAZWISKO	DATA I PODPIS
KONSTRUKCJA PROJEKTANT	mgr inż. Arkadiusz Domański uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej KUP/0003/PBKb/16, KUP/0010/OWOK/12	20.12.2024 r. 
KONSTRUKCJA SPRAWDZAJĄCY	mgr inż. Piotr Rydlewski uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej KUP/0005/POOK/09	20.12.2024 r. 
Żnin, 20.12.2024 r.		

OPIS TECHNICZNY KONSTRUKCJI

do projektu budowy budynku remizy strażackiej OSP na działce nr ew. 75/6 w miejscowości Wawrzynki, gmina Żnin

1. Podstawa opracowania

- Podkłady architektoniczne do projektu budowlanego
- Obowiązujące normy i przepisy w zakresie projektowania

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny w zakresie konstrukcji dla budowy budynku remizy strażackiej OSP wraz z wieżą do suszenia węży strażackich w miejscowości Wawrzynki, gmina Żnin.

3. Charakterystyka ogólna obiektu

Projektowana budowa budynku remizy OSP prowadzona będzie w technologii konstrukcji stalowej. Zadaszenie stanowi płyta warstwowa z rdzeniem PIR grubości 16,5/20 cm, natomiast pokrycie ścian płyta warstwowa z rdzeniem PIR grubości 12 cm. Posadowienie bezpośrednie na stopach i ławach fundamentowych żelbetowych.

W konstrukcji budowy wyszczególniono:

- konstrukcję żelbetową: fundamenty,
- konstrukcję murowaną: ściany fundamentowe,
- konstrukcję stalową: słupy, płatwie, rygle, stężenia, kratownice.

4. Założenia przyjęte do obliczeń konstrukcyjnych

- I strefa, obciążenia wiatrem wys. 100 m n.p.m.
- II strefa obciążenia śniegiem wys. 100 m n.p.m.

5. Opinia geotechniczna, warunki gruntowo-wodne

Parametry techniczne gruntu określono na podstawie wykopów kontrolnych do głębokości 3 m w miejscu planowanej inwestycji. Stwierdzono występowanie gruntu jednorodnego - gliny na pograniczy stanu plastycznego oraz twardoplastycznego o stopniu plastyczności w granicach $I_L=0,25-0,40$. Nie stwierdzono wody w wykopie.

Na podstawie wykonanych badań stwierdza się, że warunki geologiczno-inżynierskie w kontekście projektowanej inwestycji uznaje się za korzystne z uwagi na:

- zaleganie stropu nośnych gruntów spoistych. Grunty te charakteryzują się wysokimi wartościami parametrów nośności.
- zaleganie w strefie powierzchniowej nienośnej warstwy nasyp niekontrolowanych, których miąższość wynosi 0,2-0,3 m.

W trakcie wykonywania robót ziemnych należy stosować się do wymagań normy PN/B-06050 „Roboty ziemne budowlane. Wymagania w zakresie wykonania i badania przy odbiorze”.

Podczas wykonywania prac fundamentowych należy zwrócić uwagę, aby posadowienie projektowanych fundamentów wykonać na gruncie rodzimym o nienaruszonej strukturze. W tym celu ostatnią warstwę gruntu z wykopów o miąższości min. 30 cm należy usuwać ręcznie. Wykopy

fundamentowe należy zabezpieczyć przed wpływem opadów atmosferycznych, przenikaniem wód gruntowych i przemarzaniem, aby nie dopuścić do rozmiękczenia, rozluźnienia i osłabienia podłoża nośnego.

Z uwagi na występowanie w strefie projektowanego posadowienia łatwo rozmakających gruntów niespoistych zaleca się:

- zabezpieczyć wykopy przed odpływem wód opadowych,
- prace fundamentowe wykonać w możliwie krótkim czasie, najlepiej w okresie półrocza „suchego”,
- dno wykopu chronić przed rozmoczeniem, przemarznięciem lub wysuszeniem i bezwzględnie skrócić do minimum czas obciążenia glin,
- warstwę glin do rzędnej projektowanego posadowienia ław, stóp fundamentowych odsłonić bezpośrednio przed ich wylewaniem,
- wskazane jest przykrycie tych gruntów w wykopie cienką warstwę podbetonu „chudego betonu”, bezpośrednio po jego wykonaniu,
- ukształtowanie odpowiednich pochyleń dna wykopu i warstwy podbetonu, umożliwiających odpompowanie gromadzących się ewentualnie wód opadowych,
- pozostawienie otwartego wykopu na okres dłuższy, szczególnie zimowy jest niedozwolony gdyż w tym czasie nastąpi pogorszenie parametrów wytrzymałościowych gruntów spoistych (granica przemarzania $h_z=1,0\text{m}$ wg normy PN-81/B-03020),
- z dna wykopów należy bezwzględnie usunąć nasypy oraz wszelkie przypadkowo naruszone, rozmoczone i przemarznięte partie gruntów rodzimych, zastępując je warstwą podbetonu „chudego betonu”,
- zastosować odpowiedni rodzaj izolacji przeciwwilgociowej pionowej i poziomej.

6. Kategoria geotechniczna i rodzaj warunków gruntowych

Warunki gruntowe określono jako proste. Kategorię zagrożenia bezpieczeństwa budowy wynikającą ze stopnia skomplikowania konstrukcji, jej posadowienia, oddziaływań oraz warunków geotechnicznych określono jako **I kategorię geotechniczną**, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r.

UWAGA: W przypadku stwierdzenia innych warunków gruntowych niż założone, należy poinformować projektanta.

7. Opis elementów konstrukcyjnych budynku

7.1. Fundamenty

Zaprojektowano posadowienie bezpośrednie budynku na ławach fundamentowych o przekroju 60x40 cm, a także na stopach fundamentowych (wymiary według obliczeń i rysunków konstrukcyjnych). Należy zachować ciągłość zbrojenia stosując zakład na prętach prostych oraz pręty narożnikowe w miejscach łączenia się ław minimum 80 cm. Ławy fundamentowe należy zbroić zgodnie z projektem prętami podłużnymi w celu zabezpieczenia przed możliwością nierównomiernego osiadania. Pręty podłużne należy połączyć ze sobą strzemionami zgodnie z projektem. Pod ławami i stopami wykonać podkład z „chudego betonu” o gr. min. 10 cm. Izolację poziomą fundamentów stanowi warstwa papy termozgrzewalnej. Ławy i stopy fundamentowe zaprojektowano z betonu C20/25 W8, zbrojone stalą B500SP. Do zbrojenia ław fundamentowych przed zalaniem należy przyspawać uziomy elektryczne z bednarki ocynk. Otulina zbrojenia 5 cm. Zabezpieczenie antykorozyjne betonu powłoką z masy

asfaltowo-kauczukowej zgodnie z zaleceniami wybranego producenta.

Projektuje się stopy fundamentowe schodkowe. Z dolnej części stóp fundamentowych wyprowadzić zbrojenie startowe dla górnej części stóp w postaci wytyków w kształcie litery L o długości odcinka poziomego minimum 30 cm dla prętów $\phi 12$ mm.

Zbrojenie i geometria wg obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oraz rysunków wykonawczych.

7.2. Ściany fundamentowe

Ściany fundamentowe budynku zaprojektowano jako dwuwarstwowe: murowane z bloczków betonowych, na zaprawie cementowej, szerokość 24 cm, ocieplenie styropianem wodoodpornym, lub styrodurem o gr. 10 cm. Zabezpieczenie antykorozyjne betonu powłoką z masy asfaltowo-kauczukowej zgodnie z zaleceniami wybranego producenta. Zwieńczenie ściany wieńcem żelbetowym 24x17 cm, góra wieńca -0,23 m.

7.3. Słupy stalowe

Konstrukcję nośną stanowią słupy stalowe o przekroju RK 120x120x4, RP 160x160x4, IPE330, IPE200. Dodatkowe połączenie i usztywnienie pomiędzy słupami a ryglami stanowią profile RK 120x120x4. Stal S235. Zaprojektowano układ ramy stalowej ze sztywnymi węzłami w kalenicy i na połączeniu słupa z rygłem oraz z połączeniem przegubowym po fundamencie. Węzły sztywne zaprojektowano ze wzmocnieniem pasów i linią styku w dwusiecznej kąta.

Szczegóły połączeń wg obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oraz rysunków wykonawczych.

7.4. Rygle dachowe

Zaprojektowano rygle dachowe w osiach A, B, C z kształtowników IPE330, oraz w osi D z kształtownika IPE200. Rygle oparte na słupach stalowych. Stal S235. Zaprojektowano rygle ramy stalowej ze sztywnymi węzłami w kalenicy i na połączeniu słupa z rygłem ze wzmocnieniem pasów i linią styku w dwusiecznej kąta.

Szczegóły połączeń wg obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oraz rysunków wykonawczych.

7.5. Płatwie stalowe

Konstrukcję nośną pod pokrycie dachowe stanowią jednoprzęsłowe płatwie z profilu C200 nad częścią garażową oraz C160 nad częścią socjalną. Płatwie oparte na ryglach stalowych oraz kratownicach. Stal S235.

Szczegóły połączeń wg obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oraz rysunków wykonawczych.

7.6. Stężenia dachowe

W celu zapewnienia stateczności rygli dachowych oraz kratownic, projektuje się stężenia połaciowe w polach skrajnych z prętów $\phi 12$, skratowanie typu X. Stal S235. Połączenie skręcane na śrubę rzymską.

7.7. Stężenia słupów.

Projektuje się stężenie między słupami w wybranych polach. Stężenie projektuje się jako skratowanie typu X z pręta $\phi 16$ mm. Stal S235. Połączenie skręcane na śrubę rzymską.

8. Opis elementów konstrukcyjnych wieży do suszenia węży strażackich

8.1. Fundament

Zaprojektowano posadowienie bezpośrednie budynku na płycie fundamentowej o wymiarach 5,00x5,00x0,60 m z betonu C20/25 W8, zbrojone prętami #12 mm ze stali B500SP. Wieża montowana do słupków żelbetowych wychodzących z płyty fundamentowej. Należy zachować ciągłość zbrojenia stosując zakład na prętach prostych oraz pręty narożnikowe w miejscach łączenia się ław minimum 80 cm. Pręty podłużne należy połączyć ze sobą strzemionami zgodnie z projektem. Pod płytą wykonać podkład z „chudego betonu” o gr. min. 10 cm. Izolację przeciwwilgociową fundamentów stanowić będą dwie warstwy emulsji asfaltowo-kauczukowej. Do zbrojenia ław fundamentowych przed zalaniem należy przyspawać uziomy elektryczne z bednarki ocynk. Otulina zbrojenia 5 cm.

8.2. Słupy stalowe

Konstrukcję nośną wieży stanowią ramy stalowe z kształtownika gorącowalcowanego RK 120x120x4. Stal S235. Zaprojektowano układ ramy stalowej z przegubowymi węzłami oraz z połączeniem sztywnym po fundamencie. Stateczność układu zapewniona przez system ściągów prętami $\phi 10$ mm ze śrubą rymską.

Szczegóły połączeń wg obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oraz rysunków wykonawczych.

8.3. Rygle dachowe

Zaprojektowano rygle dachowe z kształtownika gorącowalcowanego RK 120x120x4. Stal S235. Rygle zaprojektowano jako połączone sztywno – zespawane. Do rygli dachowych przykręcać bezpośrednio pokrycie dachu z blachy trapezowej T55. Szczegóły połączeń wg obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oraz rysunków wykonawczych. Projektuje się stężenie między słupami w każdym polu.

8.4. Stężenia słupów.

Projektuje się stężenie między słupami w każdym polu. Stężenie projektuje się jako skratowanie typu z pręta $\phi 10$ mm. Stal S235. Połączenie skręcane na śrubę rymską.


PROJEKTANT
mgr inż. Arkadiusz Domański

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

do projektu budowy budynku remizy strażackiej OSP na działce nr ew. 75/6 z obr. 0035

Mawrzyńki w miejscowości Mawrzyńki gmina Żnin

CZĘŚĆ 1. BUDYNEK OSP MAWRZYŃKI.

Zestawienie obciążeń

Grupa norm: Eurokod

1. Ciężar

1.1. Płyta warstwowa ścienna 12 cm

Obciążenie charakterystyczne $0,15 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,15 \text{ kN/m}^2 = 0,20 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,15 \text{ kN/m}^2 = 0,15 \text{ kN/m}^2$

1.2. Płyta warstwowa dachowa 16 cm

Obciążenie charakterystyczne $0,17 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,17 \text{ kN/m}^2 = 0,23 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,17 \text{ kN/m}^2 = 0,17 \text{ kN/m}^2$

1.3. Posadzka

Obciążenie charakterystyczne $Q_k = 1,99 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 2,68 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,99 \text{ kN/m}^2$

1.3.1. Płytki gres

Obciążenie charakterystyczne $0,4 \text{ kN/m}^2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,40 \text{ kN/m}^2 = 0,54 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,40 \text{ kN/m}^2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$

1.3.2. Szlichta

Obciążenie charakterystyczne $22 \text{ kN/m}^3 \times 0,07 \text{ m} = 1,54 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 1,54 \text{ kN/m}^2 = 2,08 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 1,54 \text{ kN/m}^2 = 1,54 \text{ kN/m}^2$

1.3.3. Styropian

Obciążenie charakterystyczne $0,45 \text{ kN/m}^3 \times 0,10 \text{ m} = 0,05 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,05 \text{ kN/m}^2 = 0,06 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,05 \text{ kN/m}^2 = 0,05 \text{ kN/m}^2$

1.4. Posadzka Przemysłowa

Obciążenie charakterystyczne $Q_k = 6,39 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 8,62 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 6,39 \text{ kN/m}^2$

1.4.1. Posadzka przemysłowa

Obciążenie charakterystyczne $24 \text{ kN/m}^3 \times 0,2 \text{ m} = 4,80 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 4,80 \text{ kN/m}^2 = 6,48 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 4,80 \text{ kN/m}^2 = 4,80 \text{ kN/m}^2$

1.4.2. Szlichta

Obciążenie charakterystyczne $22 \text{ kN/m}^3 \times 0,07 \text{ m} = 1,54 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 1,54 \text{ kN/m}^2 = 2,08 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 1,54 \text{ kN/m}^2 = 1,54 \text{ kN/m}^2$

1.4.3. Styropian

Obciążenie charakterystyczne $0,45 \text{ kN/m}^3 \times 0,10 \text{ m} = 0,05 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,05 \text{ kN/m}^2 = 0,06 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,05 \text{ kN/m}^2 = 0,05 \text{ kN/m}^2$

1.5. Sufit podwieszany

Obciążenie charakterystyczne $Q_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 0,30 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 0,22 \text{ kN/m}^2$

1.5.1. Płyta g-k

Obciążenie charakterystyczne $0,12 \text{ kN/m}^2 = 0,12 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,12 \text{ kN/m}^2 = 0,16 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,12 \text{ kN/m}^2 = 0,12 \text{ kN/m}^2$

1.5.2. Instalacje ponad sufitem

Obciążenie charakterystyczne $0,1 \text{ kN/m}^2 = 0,10 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,35 \times 0,10 \text{ kN/m}^2 = 0,14 \text{ kN/m}^2$

$Q_{o2} = 1,00 \times 0,10 \text{ kN/m}^2 = 0,10 \text{ kN/m}^2$

2. Użytkowe

2.1. Użytkowe - biura, korytarze (kategoria B)

Obciążenie charakterystyczne $Q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2 = 3,00 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,50 \times 3,00 \text{ kN/m}^2 = 4,50 \text{ kN/m}^2$

2.2. Użytkowe (kategoria H)

Obciążenie charakterystyczne $Q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2 = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $Q_{o1} = 1,50 \times 0,50 \text{ kN/m}^2 = 0,75 \text{ kN/m}^2$

3. Śnieg

3.1. Dach z występnym lub przeszkodą - attyka

Położenie obiektu: stręła 2, wysokość n.p.m., $A = 100 \text{ m}$

$p \quad s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

Ekspozycja obiektu: teren normalny $p \quad C_e = 1,00$

$C_t = 1,00$

Przenikanie ciepła przez dach: temp. wewn. $t_i = 18^\circ\text{C}$, wsp. przenikania ciepła $U = 0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ p

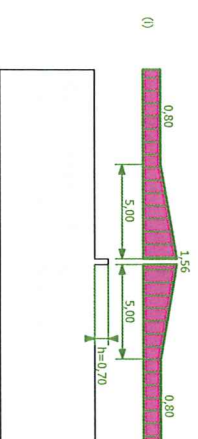
Rodzaj dachu: dach z występnym lub przeszkodą

Wysokość przegrody $h = 0,70 \text{ m}$

Zasięg wpływu przegrody $l_s = 5,00 \text{ m}$

Ciężar objętościowy śniegu $g = 2 \text{ kN/m}^3$

$p \quad m_2 = 2 \times h / s_k = 2 \times 0,70 / 0,90 = 1,56$ (przypadek (i) obc. równomiernie)



Obciążenie charakterystyczne $s = m_2 \times C_e \times C_t \times s_k = 1,56 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,90 \text{ kN/m}^2 = 1,40 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $s_o = 1,50 \times 1,40 \text{ kN/m}^2 = 2,11 \text{ kN/m}^2$

3.2. Dach z występnym lub przeszkodą - ściana

Położenie obiektu: stręła 2, wysokość n.p.m., $A = 100 \text{ m}$

$$p \quad s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

Ekspozycja obiektu: teren normalny $p \quad C_e = 1,00$

Przenikanie ciepła przez dach: temp. wewn. $t_i = 18^\circ \text{C}$, wsp. przenikania ciepła $U = 0 \text{ W/(m}^2 \text{K)}$ p

$$C_i = 1,00$$

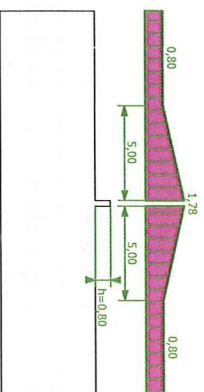
Rodzaj dachu: dach z występem lub przeszkodą

Wysokość przegrody $h = 0,80 \text{ m}$

Zasięg wpływu przegrody $l_s = 5,00 \text{ m}$

Ciążar objętościowy śniegu $g = 2 \text{ kN/m}^3$

$$p \quad m_2 = 2 \times h / s_k = 2 \times 0,80 / 0,90 = 1,78 \text{ (przypadek (i) obc. równomierne)}$$



Obciążenie charakterystyczne $s = m_2 \times C_e \times C_i \times s_k = 1,78 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,90 \text{ kN/m}^2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $s_o = 1,50 \times 1,60 \text{ kN/m}^2 = 2,40 \text{ kN/m}^2$

3.3. Dach dwuspadowy ni 2

Położenie obiektu: strefa 2, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$$p \quad s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

Ekspozycja obiektu: teren normalny $p \quad C_e = 1,00$

Przenikanie ciepła przez dach: temp. wewn. $t_i = 18^\circ \text{C}$, wsp. przenikania ciepła $U = 0 \text{ W/(m}^2 \text{K)}$ p

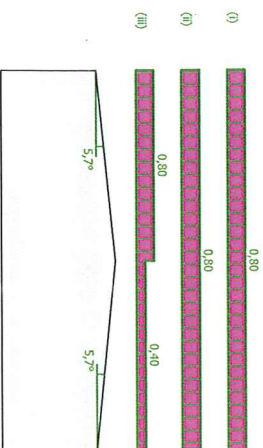
$$C_i = 1,00$$

Rodzaj dachu: dach dwuspadowy

Kąt połaci dachu $\alpha_1 = 5,7^\circ$ (barierka przeciwśnieżna)

Kąt połaci dachu $\alpha_2 = 5,7^\circ$

$$p \quad m_1 = 0,80 \quad \text{(przypadek (ii) obc. nierównomierne)}$$



Obciążenie charakterystyczne $s = m_1 \times C_e \times C_i \times s_k = 0,80 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,90 \text{ kN/m}^2 = 0,72 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $s_o = 1,50 \times 0,72 \text{ kN/m}^2 = 1,08 \text{ kN/m}^2$

3.4. Dach dwuspadowy ni 1

Położenie obiektu: strefa 2, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$$p \quad s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

Ekspozycja obiektu: teren normalny $p \quad C_e = 1,00$

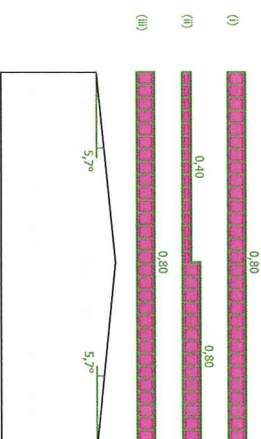
Przenikanie ciepła przez dach: temp. wewn. $t_i = 18^\circ \text{C}$, wsp. przenikania ciepła $U = 0 \text{ W/(m}^2 \text{K)}$ p

Rodzaj dachu: dach dwuspadowy

Kąt połaci dachu $\alpha_1 = 5,7^\circ$

Kąt połaci dachu $\alpha_2 = 5,7^\circ$ (barierka przeciwśnieżna)

$$p \quad m_1 = 0,5 \times 0,80 = 0,40 \quad \text{(przypadek (ii) obc. nierównomierne)}$$



Obciążenie charakterystyczne $s = m_1 \times C_e \times C_i \times s_k = 0,40 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,90 \text{ kN/m}^2 = 0,36 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $s_o = 1,50 \times 0,36 \text{ kN/m}^2 = 0,54 \text{ kN/m}^2$

4. Wiatr

4.1. Ściana pionowa D

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$$p \quad v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$$

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - II

Wysokości: minimalna $z_{min} = 2 \text{ m}$, maksymalna $z_{max} = 300 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,05 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{d0} = 5,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{d0} = 5,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 22 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_s(z_{d0}) = 1,00 \times (z_{d0} / 10) \wedge 0,17 = 1,00 \times (5,00 / 10) \wedge 0,17 = 0,89$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,30 \times (z_e / 10) \wedge 0,24 = 2,30 \times (5,00 / 10) \wedge 0,24 = 1,95$

Średnia prędkość wiatru:

$$v_m(z_e) = c_s(z_e) \times c_e(z_e) \times v_b = 0,89 \times 1,00 \times 22 \text{ m/s} = 19,6 \text{ m/s}$$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b \wedge 2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (22 \text{ m/s}) \wedge 2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$$p \quad q_p(z_e) = c_s(z_e) \times q_b = 1,95 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

Rodzaj elementu: ściana pionowa budynku na rzucie prostokąta (nawierzchnia)

Wymiary budynku:

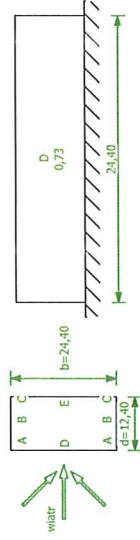
szerokość (prostokącie do kierunku wiatru): $b = 24,40 \text{ m}$

długość (równoległe do kierunku wiatru): $d = 12,40 \text{ m}$

wysokość: $h = 5,90 \text{ m}$

$$e = \min(b, 2h) = 11,80 \text{ m}, \quad h/d = 0,48$$

Pole powierzchni przegrody: $A_{vel} > 10 \text{ m}^2$



Współczynnik ciśnienia zewnętrzne:

$p_{pe,D} = 0,73$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,D} = 0,59 \text{ kN/m}^2 \times 0,73 = 0,43 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,43 \text{ kN/m}^2 = 0,65 \text{ kN/m}^2$

4.2. Ściana pionowa E

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - II

Wysokość: minimalna $z_{min} = 2 \text{ m}$, maksymalna $z_{max} = 300 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,05 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e,0} = 5,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e,0} = 5,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 22 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c(z_e) = 1,00 \times (z_e / 10)^{0,17} = 1,00 \times (5,00 / 10)^{0,17} = 0,89$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,30 \times (z_e / 10)^{0,24} = 2,30 \times (5,00 / 10)^{0,24} = 1,95$

Srednia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c(z_e) \times c_e(z_e) \times v_b = 0,89 \times 1,95 \times 22 \text{ m/s} = 19,6 \text{ m/s}$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (22 \text{ m/s})^2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$p_{p}(z_e) = C_p(z_e) \times q_b = 1,95 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,59 \text{ kN/m}^2$

Rodzaj elementu: ściana pionowa budynku na rżnię prostokąta (zawietrzna)

Wymiary budynku:

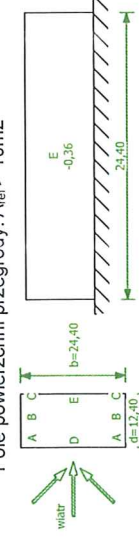
szerokość (prostopadłe do kierunku wiatru): $b = 24,40 \text{ m}$

długość (równoległe do kierunku wiatru): $d = 12,40 \text{ m}$

wysokość: $h = 5,90 \text{ m}$

$e = \min(b, 2h) = 11,80 \text{ m}, h/d = 0,48$

Pole powierzchni przegrody: $A_{pr} > 10 \text{ m}^2$



Współczynnik ciśnienia zewnętrzne:

$p_{pe,E} = -0,36$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,E} = 0,59 \text{ kN/m}^2 \times -0,36 = -0,21 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,21 \text{ kN/m}^2 = -0,32 \text{ kN/m}^2$

4.3. Ściana pionowa D x

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - II

Wysokość: minimalna $z_{min} = 2 \text{ m}$, maksymalna $z_{max} = 300 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,05 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e,0} = 5,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e,0} = 5,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 22 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c(z_e) = 1,00 \times (z_e / 10)^{0,17} = 1,00 \times (5,00 / 10)^{0,17} = 0,89$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,30 \times (z_e / 10)^{0,24} = 2,30 \times (5,00 / 10)^{0,24} = 1,95$

Srednia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c(z_e) \times c_e(z_e) \times v_b = 0,89 \times 1,95 \times 22 \text{ m/s} = 19,6 \text{ m/s}$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (22 \text{ m/s})^2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$p_{p}(z_e) = C_p(z_e) \times q_b = 1,95 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,59 \text{ kN/m}^2$

Rodzaj elementu: ściana pionowa budynku na rżnię prostokąta (boczna)

Wymiary budynku:

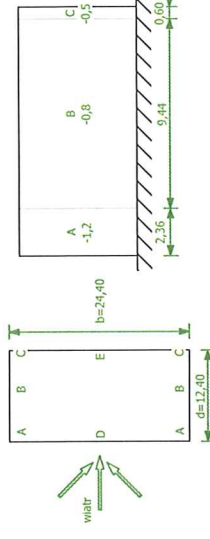
szerokość (prostopadłe do kierunku wiatru): $b = 24,40 \text{ m}$

długość (równoległe do kierunku wiatru): $d = 12,40 \text{ m}$

wysokość: $h = 5,90 \text{ m}$

$e = \min(b, 2h) = 11,80 \text{ m}, h/d = 0,48$

Pole powierzchni przegrody: $A_{pr} > 10 \text{ m}^2$



4.3.1. Pole A

Szerokość pola: $b_A = 2,36 \text{ m}$

Współczynnik ciśnienia zewnętrzne: $C_{pe,A} = -1,2$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,A} = 0,59 \text{ kN/m}^2 \times -1,2 = -0,71 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,71 \text{ kN/m}^2 = -1,06 \text{ kN/m}^2$

4.3.2. Pole B

Szerokość pola: $b_B = 9,44 \text{ m}$

Współczynnik ciśnienia zewnętrzne: $C_{pe,B} = -0,8$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,B} = 0,59 \text{ kN/m}^2 \times -0,8 = -0,47 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,47 \text{ kN/m}^2 = -0,71 \text{ kN/m}^2$

4.3.3. Pole C

Szerokość pola: $b_C = 0,60 \text{ m}$

Współczynnik ciśnienia zewnętrzne: $C_{pe,C} = -0,5$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,C} = 0,59 \text{ kN/m}^2 \times -0,5 = -0,29 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,29 \text{ kN/m}^2 = -0,44 \text{ kN/m}^2$

4.4. Dach jednospadowy

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,00 \text{ kN/m}^2 = 0,00 \text{ kN/m}^2$

4.5.2. Pole G

Współczynnik ciśnienia zewnętrzznego: $C_{pe,G} = 0,0$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,G} = 0,27 \text{ kN/m}^2 \times 0,0 = 0,00 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,00 \text{ kN/m}^2 = 0,00 \text{ kN/m}^2$

4.5.3. Pole H

Współczynnik ciśnienia zewnętrzznego: $C_{pe,H} = 0,0$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,H} = 0,27 \text{ kN/m}^2 \times 0,0 = 0,00 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,00 \text{ kN/m}^2 = 0,00 \text{ kN/m}^2$

4.6. Dach dwuspadowy P.N. -

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$p \quad v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

Kierunek wiatru 180°

Kategoria terenu - II

Wysokość: minimalna $z_{min} = 2 \text{ m}$, maksymalna $z_{max} = 300 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,05 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = h = 4,00 \text{ m} = 4,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 4,00 \text{ m} = 4,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 0,70 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 15,4 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c(z_e) = 1,00 \times (z_e / 10)^{0,17} = 1,00 \times (4,00 / 10)^{0,17} = 0,86$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,30 \times (z_e / 10)^{0,24} = 2,30 \times (4,00 / 10)^{0,24} = 1,85$

Średnia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c(z_e) \times c_e(z_e) \times v_b = 0,86 \times 1,00 \times 15,4 \text{ m/s} = 13,2 \text{ m/s}$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times r \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (15,4 \text{ m/s})^2 = 0,15 \text{ kN/m}^2$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$p \quad q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 1,85 \times 0,15 \text{ kN/m}^2 = 0,27 \text{ kN/m}^2$

Rodzaj elementu: **dach dwuspadowy**

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadłe do kierunku wiatru): $b = 24,40 \text{ m}$

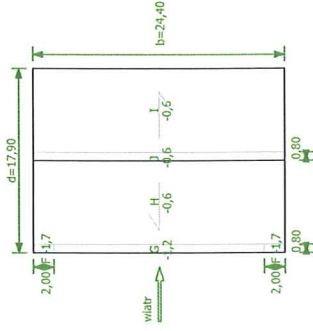
długość (równoległe do kierunku wiatru): $d = 17,90 \text{ m}$

wysokość: $h = 4,00 \text{ m}$

nachylenie dachu: $\alpha = 5,00^\circ$

$e = \min(b, 2h) = 8,00 \text{ m}$

Pole powierzchni przegrody: $A_{vel} > 10 \text{ m}^2$



Element rozważany: **połacie zewnętrzne**.

Wariant obciążenia o ujemnych wartościach pól.

4.6.1. Pole F

Współczynnik ciśnienia zewnętrzznego: $C_{pe,F} = -1,7$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,F} = 0,27 \text{ kN/m}^2 \times -1,7 = -0,47 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,47 \text{ kN/m}^2 = -0,70 \text{ kN/m}^2$

4.6.2. Pole G

Współczynnik ciśnienia zewnętrzznego: $C_{pe,G} = -1,2$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,G} = 0,27 \text{ kN/m}^2 \times -1,2 = -0,33 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,33 \text{ kN/m}^2 = -0,49 \text{ kN/m}^2$

4.6.3. Pole H

Współczynnik ciśnienia zewnętrzznego: $C_{pe,H} = -0,6$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times C_{pe,H} = 0,27 \text{ kN/m}^2 \times -0,6 = -0,16 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,16 \text{ kN/m}^2 = -0,25 \text{ kN/m}^2$

4.7. Dach dwuspadowy P.Z. +

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

$p \quad v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

Kierunek wiatru 180°

Kategoria terenu - II

Wysokość: minimalna $z_{min} = 2 \text{ m}$, maksymalna $z_{max} = 300 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,05 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = h = 4,00 \text{ m} = 4,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 4,00 \text{ m} = 4,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 0,70 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 15,4 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c(z_e) = 1,00 \times (z_e / 10)^{0,17} = 1,00 \times (4,00 / 10)^{0,17} = 0,86$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,30 \times (z_e / 10)^{0,24} = 2,30 \times (4,00 / 10)^{0,24} = 1,85$

Średnia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c(z_e) \times c_e(z_e) \times v_b = 0,86 \times 1,00 \times 15,4 \text{ m/s} = 13,2 \text{ m/s}$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times r \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (15,4 \text{ m/s})^2 = 0,15 \text{ kN/m}^2$

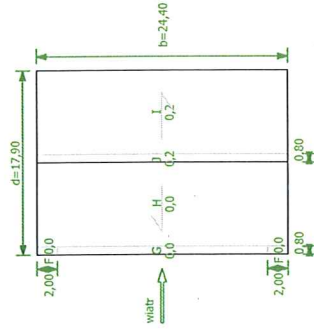
Szczytowe ciśnienie prędkości:

$p \quad q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 1,85 \times 0,15 \text{ kN/m}^2 = 0,27 \text{ kN/m}^2$

Rodzaj elementu: **dach dwuspadowy**

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadłe do kierunku wiatru): $b = 24,40$ m
 długość (równoległe do kierunku wiatru): $d = 17,90$ m
 wysokość: $h = 4,00$ m
 nachylenie dachu: $a = 5,00^\circ$
 $e = \min(b, 2h) = 8,00$ m
 Pole powierzchni przegrody: $A_{\text{el}} > 10\text{m}^2$



Element rozważany: **połacie zewnętrzne**.

Wariant obciążenia o dodatnich wartościach pól.

4.7.1. Pole I

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,I} = 0,2$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,I} = 0,27\text{kN/m}^2 \times 0,2 = 0,05\text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,05\text{ kN/m}^2 = 0,08\text{ kN/m}^2$

4.7.2. Pole J

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,J} = 0,2$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,J} = 0,27\text{kN/m}^2 \times 0,2 = 0,05\text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times 0,05\text{ kN/m}^2 = 0,08\text{ kN/m}^2$

4.8. Dach dwuspadowy P.Z. -

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100$ m

p $v_{b,0} = 22$ m/s

Kierunek wiatru 180°

Kategoria terenu - II

Wysokość: minimalna $z_{\min} = 2$ m, maksymalna $z_{\max} = 300$ m, wymiar chropowatości $z_0 = 0,05$ m

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = h = 4,00\text{m} = 4,00$ m

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 4,00\text{m} = 4,00$ m

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 0,70 \times 1,0 \times 22\text{m/s} = 15,4$ m/s

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 1,00 \times (z_e / 10)^{0,17} = 1,00 \times (4,00 / 10)^{0,17} = 0,86$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,30 \times (z_e / 10)^{0,24} = 2,30 \times (4,00 / 10)^{0,24} = 1,85$

Średnia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_e(z_e) \times v_b = 0,86 \times 1,00 \times 15,4\text{m/s} = 13,2$ m/s

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times r \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25\text{kg/m}^3 \times (15,4\text{m/s})^2 = 0,15\text{ kN/m}^2$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

p $q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 1,85 \times 0,15\text{kN/m}^2 = 0,27\text{ kN/m}^2$

Rodzaj elementu: **dach dwuspadowy**

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadłe do kierunku wiatru): $b = 24,40$ m

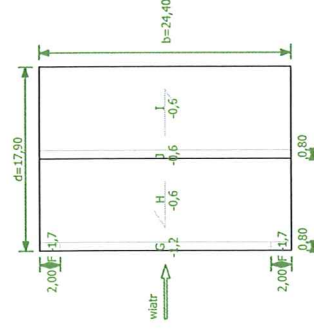
długość (równoległe do kierunku wiatru): $d = 17,90$ m

wysokość: $h = 4,00$ m

nachylenie dachu: $a = 5,00^\circ$

$e = \min(b, 2h) = 8,00$ m

Pole powierzchni przegrody: $A_{\text{el}} > 10\text{m}^2$



Element rozważany: **połacie zewnętrzne**.

Wariant obciążenia o ujemnych wartościach pól.

4.8.1. Pole I

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,I} = -0,6$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,I} = 0,27\text{kN/m}^2 \times -0,6 = -0,16\text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,16\text{ kN/m}^2 = -0,25\text{ kN/m}^2$

4.8.2. Pole J

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,J} = -0,6$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,J} = 0,27\text{kN/m}^2 \times -0,6 = -0,16\text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,o} = 1,50 \times -0,16\text{ kN/m}^2 = -0,25\text{ kN/m}^2$

4.9. Dach dwuspadowy - wiatr równoległy do kalenicy

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100$ m

p $v_{b,0} = 22$ m/s

Kierunek wiatru 180°

Kategoria terenu - II

Wysokość: minimalna $z_{\min} = 2$ m, maksymalna $z_{\max} = 300$ m, wymiar chropowatości $z_0 = 0,05$ m

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = h = 4,00\text{m} = 4,00$ m

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 4,00\text{m} = 4,00$ m

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \times C_{season} \times v_{b,0} = 0,70 \times 1,0 \times 22\text{m/s} = 15,4$ m/s

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 1,00 \times (z_e / 10)^{0,17} = 1,00 \times (4,00 / 10)^{0,17} = 0,86$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,30 \times (z_e / 10)^{0,24} = 2,30 \times (4,00 / 10)^{0,24} = 1,85$

Średnia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_e(z_e) \times v_b = 0,86 \times 1,00 \times 15,4\text{m/s} = 13,2$ m/s

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times r \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25\text{kg/m}^3 \times (15,4\text{m/s})^2 = 0,15\text{ kN/m}^2$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

p qp(zd) = cα(zd) × qb = 1,85 × 0,15kN/m2 = 0,27 kN/m2

Rodzaj elementu: dach dwuspadowy

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadłe do kierunku wiatru): b = 17,90 m

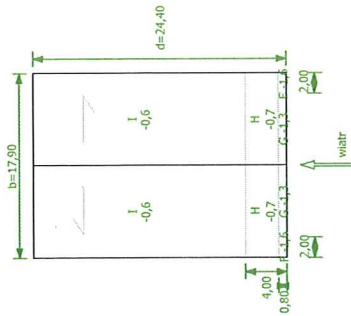
dlugość (równoległe do kierunku wiatru): d = 24,40 m

wysokość: h = 4,00 m

nachylenie dachu: α = 5,00°

e = min(b, 2h) = 8,00 m

Pole powierzchni przegrody: Avel > 10m2



4.9.1. Pole F

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: Cpe,F = -1,6

Obciążenie charakterystyczne Wsk,k = qp(zd) × Cpe,F = 0,27kN/m2 × -1,6 = -0,44 kN/m2

Obciążenie obliczeniowe Wsk,o = 1,50 × -0,44 kN/m2 = -0,66 kN/m2

4.9.2. Pole G

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: Cpe,G = -1,3

Obciążenie charakterystyczne Wsk,k = qp(zd) × Cpe,G = 0,27kN/m2 × -1,3 = -0,36 kN/m2

Obciążenie obliczeniowe Wsk,o = 1,50 × -0,36 kN/m2 = -0,53 kN/m2

4.9.3. Pole H

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: Cpe,H = -0,7

Obciążenie charakterystyczne Wsk,k = qp(zd) × Cpe,H = 0,27kN/m2 × -0,7 = -0,19 kN/m2

Obciążenie obliczeniowe Wsk,o = 1,50 × -0,19 kN/m2 = -0,29 kN/m2

4.9.4. Pole I

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: Cpe,I = -0,6

Obciążenie charakterystyczne Wsk,k = qp(zd) × Cpe,I = 0,27kN/m2 × -0,6 = -0,16 kN/m2

Obciążenie obliczeniowe Wsk,o = 1,50 × -0,16 kN/m2 = -0,25 kN/m2

MODEL 3D

POZ.1 PŁYTY WARSTWOWE

POZ.1.1. PŁYTA WARSTWOWA DACHOWA

grubość rdzenia (mm) 160

szerokość efektywna (mm) 1065

szerokość całkowita (mm) 1175

rdzeń pianka poliuretanowa 40 (±3) kg/m³

kolor okładziny zewnętrznej w II GRUPIE KOLORÓW

waga 1 m² - 15,6 kg

powłoki antykorozyjne – dla standardowej powłoki galvanicznej Z225 i organicznej SP 25 możliwość stosowania

w środowiskach A1, A2, A3 wewnątrz budynku oraz C1, C2, C3 wewnątrz i na zewnątrz budynku

deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła sztywnej pianki poliuretanowej λD W/(mK) 0,022

współczynnik przenikania ciepła - Ue (W/(m²K)) 0,13

reakcja na ogień B-s2, d0

odporność dachu na działanie ognia zewnętrznego - NRO / Broof(t1)

przepuszczalność wody - Klasa A

przepuszczalność powietrza ≤0,10 m³/m²/h

przepuszczalność pary wodnej - nieprzepuszczalne

izolacyjność akustyczna (dB) 26 (-2;-4)

Maksymalne dopuszczalne rozpiętości przęsia dla równomiernie rozłożonego obciążenia charakterystycznego śniegiem [kN/m²] dla płyt TD 165/200

Grubość okładziny zewnętrznej	0,50 [mm]	Profil: T
Grubość okładziny wewnętrznej	0,50 [mm]	Profil: L, M, R, P
Temperatura na zewnątrz	+55 °C; +65 °C; +80 °C / -20 °C	(lato/zima)
Temperatura wewnątrz	+25 °C / +20 °C	(lato/zima)

Minimalna szerokość podpory starzej

Minimalna szerokość podpory środkowej

* Wymagana liczba łączników

a b

a – na podporze skrajnej

b – na podporze środkowej

Schemat statyczny	Grupa kolorów	Kryterium	Obciążenie charakterystyczne [kN/m²]														
			-1,2	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	0,0	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,2	2,6	3,4
układ jednoprzęsłowy	I	SGN	5,65	6,91	8,19	9,70	12,53	7,48	6,45	5,35	4,23	3,50	2,85	2,60	2,22	1,72	
		herab*	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	7,10	7,77	8,68	9,83	9,83	7,61	7,05	6,59	6,04	5,60	5,07	4,83	4,46	3,87	
	II	SGN	5,65	6,91	8,19	9,70	12,53	7,48	6,45	5,35	4,23	3,50	2,85	2,60	2,22	1,72	
		herab*	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	7,10	7,77	8,68	9,75	9,83	7,61	7,05	6,59	6,04	5,60	5,07	4,83	4,46	3,87	
układ dwuprzęsłowy	I	SGN	5,65	6,91	8,19	9,70	12,53	7,48	6,45	5,35	4,23	3,50	2,85	2,60	2,22	1,72	
		herab*	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	6,82	7,21	7,70	8,34	9,28	7,61	7,05	6,59	6,04	5,60	5,07	4,83	4,46	3,87	
	II	SGN	1,76	2,10	2,64	3,68	6,60	4,53	3,53	2,92	2,34	1,97	1,63	1,50	1,30	1,02	
		herab*	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	8,91	9,83	11,09	12,97	15,99	10,38	9,32	8,51	7,58	6,88	6,15	5,85	5,34	4,58	
układ wieloprzęsłowy	I	SGN	1,56	1,84	2,25	3,07	5,74	4,53	3,53	2,92	2,34	1,97	1,63	1,50	1,30	1,02	
		herab*	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	8,91	9,83	11,09	12,97	15,99	10,38	9,32	8,51	7,58	6,88	6,15	5,85	5,34	4,58	
	II	SGN	1,19	1,29	1,42	1,59	1,87	4,53	3,53	2,92	2,34	1,97	1,63	1,50	1,30	1,02	
		herab*	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	8,91	9,83	11,09	12,97	15,99	10,38	9,32	8,51	7,58	6,88	6,15	5,85	5,34	4,58	
układ wieloprzęsłowy	I	SGN	2,11	2,61	3,43	4,98	8,74	5,62	4,49	3,64	2,84	2,33	1,89	1,73	1,48	1,15	
		herab*	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	8,52	9,36	10,50	12,22	14,82	9,86	8,89	8,15	7,31	6,66	5,99	5,71	5,24	4,52	
	II	SGN	1,94	2,39	3,17	4,70	8,46	5,62	4,49	3,64	2,84	2,33	1,89	1,73	1,48	1,15	
		herab*	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	8,52	9,36	10,50	12,22	14,82	9,86	8,89	8,15	7,31	6,66	5,99	5,71	5,24	4,52	
układ wieloprzęsłowy	I	SGN	1,68	2,06	2,74	4,21	8,00	5,62	4,49	3,64	2,84	2,33	1,89	1,73	1,48	1,15	
		herab*	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	8,52	9,36	10,50	12,22	14,82	9,86	8,89	8,15	7,31	6,66	5,99	5,71	5,24	4,52	
	II	SGN	1,68	2,06	2,74	4,21	8,00	5,62	4,49	3,64	2,84	2,33	1,89	1,73	1,48	1,15	
		herab*	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		SGU L/200	8,52	9,36	10,50	12,22	14,82	9,86	8,89	8,15	7,31	6,66	5,99	5,71	5,24	4,52	

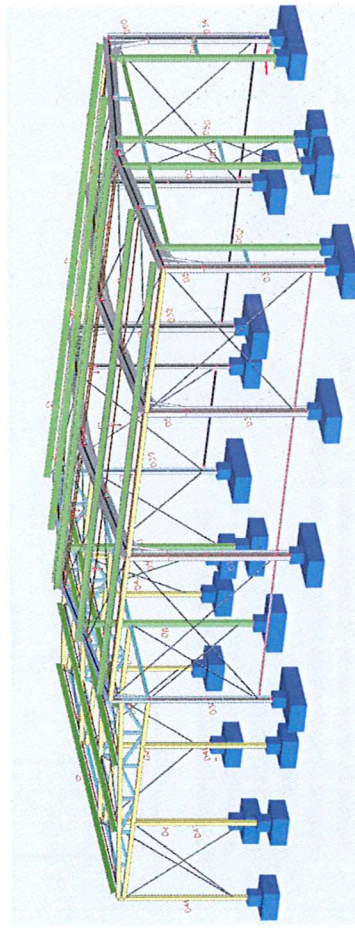
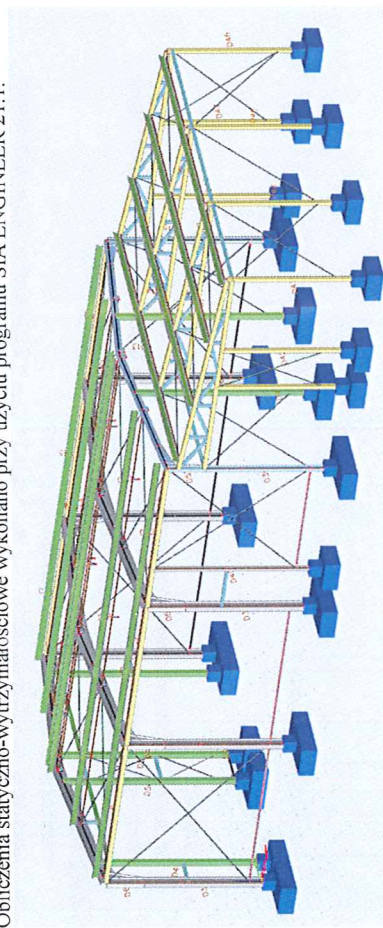
Sprawdzenie dla dachu 5°: Układ wieloprzęsłowy, dla charakterystycznego obciążenia $1,60 \text{ kN/ m}^2$ rozpiętości maksymalna przęsła wynosi $2,33 \text{ m} > \text{zaprojektowanego } L=2,28 \text{ m}$.
 Sprawdzenie dla dachu 5°: Układ wieloprzęsłowy, dla charakterystycznego obciążenia $1,40 \text{ kN/ m}^2$ rozpiętości maksymalna przęsła wynosi $2,60 \text{ m} > \text{zaprojektowanego } L=2,54 \text{ m}$.

Sposób montażu: minimum 3 łączniki na każdej podporze. Minimalna szerokość podpory środkowej 60 mm , skrajnej 40 mm .

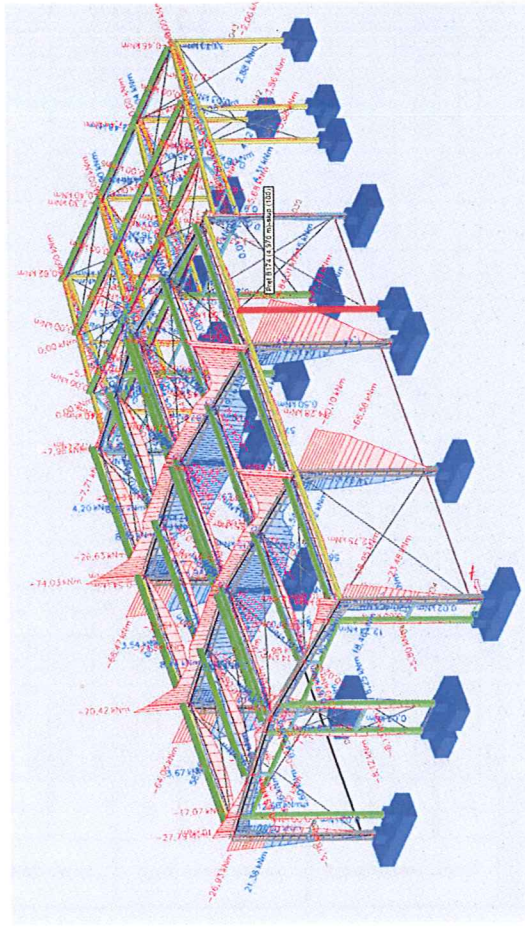
Przyjęto płytę warstwową dachową firmy EUROPANELS z rdzeniem PIR o grubości 16 cm .

POZ.2. KONSTRUKCJA STALOWA BUDYNKU

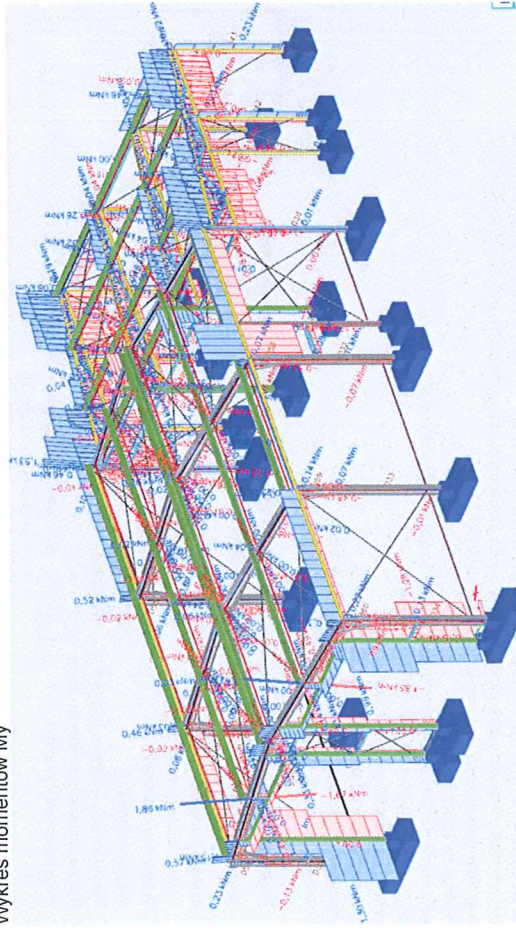
Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykonano przy użyciu programu SIA ENGINEER 21.1.



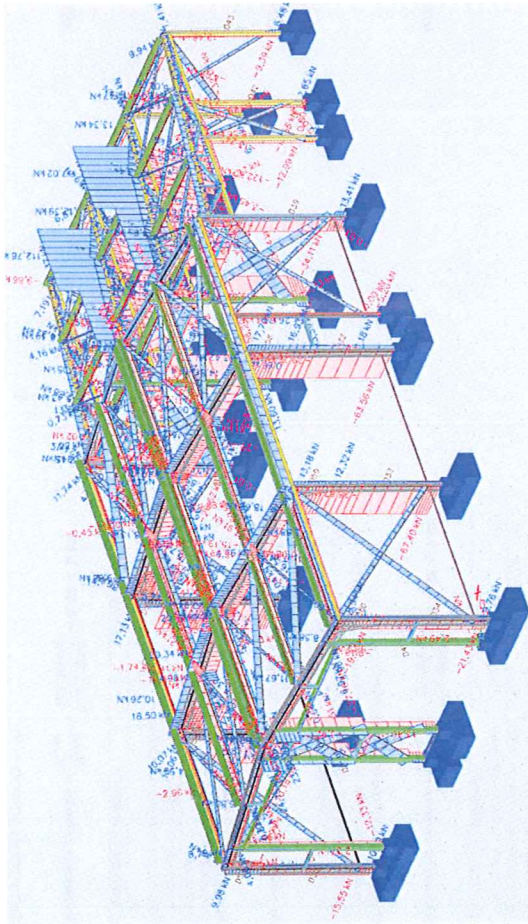
Model 3D



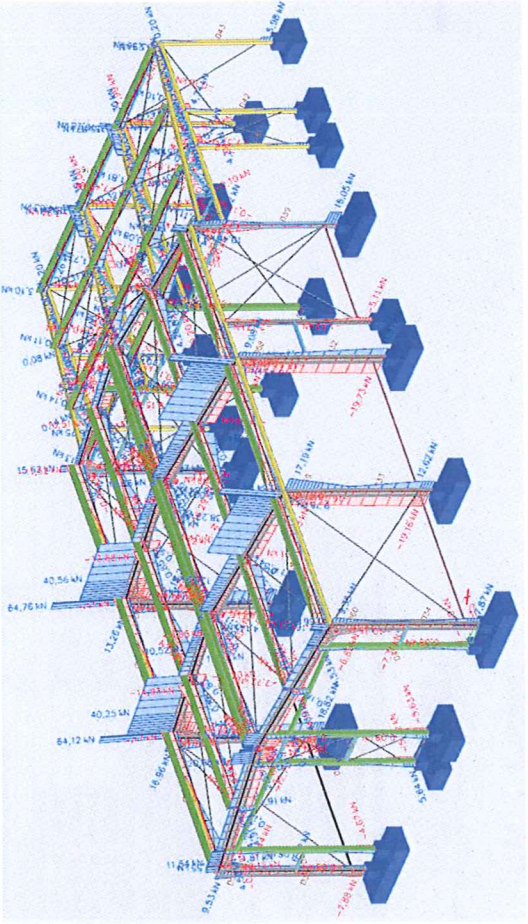
Wykres momentów Mx



Wykres momentów My



Wykres sił N



Wykres sił Vz

POZ.2.1. PŁATEW DACHOWA STALOWA – C160 EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

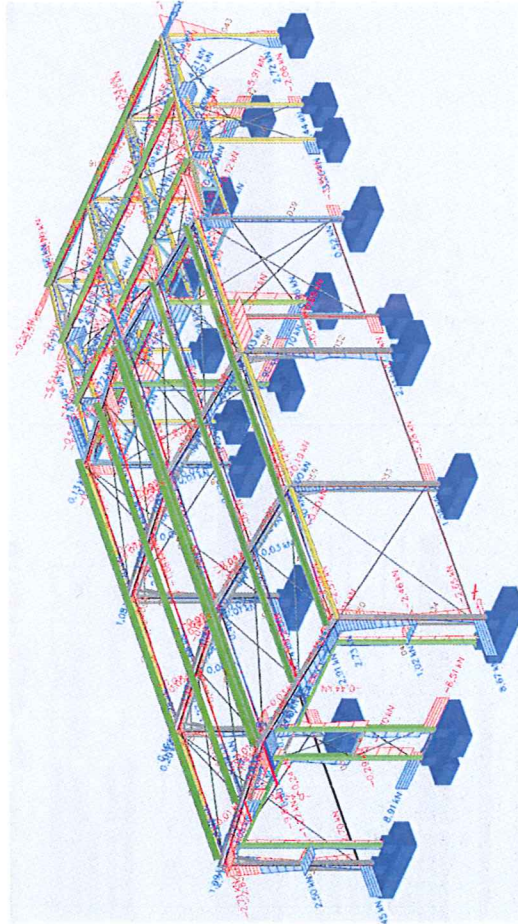
Pręt B266	1,556	/ 11,670 m	U160	S 235	II rząd wszystkie	0,35 -
-----------	-------	------------	------	-------	-------------------	--------

Materiał	f _y	f _t	Mpa
Wytrzymałość	235,0	360,0	Mpa
Produkcja		Walcowane	

Poszycie

Parametry	D14	I	m ² /m
Nazwa poszycia			
Moment bezwładności dla długości			
Poszycie z			
Poszycie z			
Połączenie śruby			
Rozstaw śrub			
Odległość między ramami			
Długość poszycia			
Współczynnik poszycia			
Współczynnik poszycia			
Współczynnik numeryczny			

Sztynność	S	KN
Rzeczywista sztywność	18889,95	KN
Wymagana sztywność	19775,56	KN
0,2 S < S _{req}		
Poszycie z boku		
Sztynność obrotowa (poszycie)		
Sztynność obrotowa (zniekształcenie belki)		
Sztynność obrotowa (połączenie)		
Sztynność obrotowa		
Długość zwichrzenia		



Wykres sił Vv

Skrzyniowość		
Stala skręciana w przekroju poprzecznym	I _x	7,3900e-08 m ⁴
Dodatkowa stala skręciana	I _{x,add}	1,2200e-08 m ⁴
Dostosowana stala skręciana	I _{x,fd}	8,6100e-08 m ⁴

...:SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 1.556 m

Siły wewnętrzne		Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N _{Ed}	-0,80	kN
Siła ścinająca	V _{Ed}	-0,17	kN
Siła ścinająca	V _{Ed}	-0,53	kN
Skręcanie	T _{Ed}	-0,01	kNm
Moment zginający	M _{Ed}	-5,68	kNm
Moment zginający	M _{Ed}	-0,26	kNm

Klasyfikacja projektu przekroju

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ _{yk} [N/mm²]	σ _{yk} [kN/m²]	ψ [-]	k _σ [-]	σ [-]	c/t [-]	Limit klasy 1 [°C]	Limit klasy 2 [°C]	Limit klasy 3 [°C]	Klasa
1	UO	47	11	53229,742	40808,107	0,8	0,5	1,0	4,5	9,0	10,0	15,2	1
3	I	118	8	49552,000	-36789,420	-0,8	0,6	0,6	15,7	61,3	71,6	101,3	1
5	UO	47	11	-51599,430	-54021,065								

Sprawdzenie ścisłania

Powierzchnia przekroju poprzecznego	A	2,4000e-03 m²
Nośność na ścisłanie	N _{cr,Ed}	564,00 kN
Sprawdzenie całkowite		0,00 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,Ed}}$ = $\frac{|-0,80[kN]|}{564,00[kN]}$ = **0,00 ≤ 1,00**

Sprawdzenie momentu zginającego — M_{Ed}

Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,y}	1,3993e-04 m³
Plastyczny moment zginający	M _{pl,y,Ed}	32,88 kNm
Sprawdzenie całkowite		0,20 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{Ed}|}{M_{pl,y,Ed}}$ = $\frac{-6,68[kNm]}{32,88[kNm]}$ = **0,20 ≤ 1,00**

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z

Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,z}	3,5155e-05 m³
Plastyczny moment zginający	M _{pl,z,Ed}	8,26 kNm
Sprawdzenie całkowite		0,03 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{Ed}|}{M_{pl,z,Ed}}$ = $\frac{-0,26[kNm]}{8,26[kNm]}$ = **0,03 ≤ 1,00**

Sprawdzenie ścinania — V_{Ed}

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20
Powierzchnia ścinania	A _v	1,3650e-03 m²
Plastyczna nośność na ścinanie — V _{Ed}	V _{pl,y,Ed}	185,20 kN
Sprawdzenie całkowite		0,00 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{Ed}|}{V_{pl,y,Ed}}$ = $\frac{|-0,17[kN]|}{185,20[kN]}$ = **0,00 ≤ 1,00**

Sprawdzenie ścinania — V_z

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20
Powierzchnia ścinania	A _v	1,2240e-03 m²
Plastyczna nośność na ścinanie — V _z	V _{pl,z,Ed}	166,07 kN
Sprawdzenie całkowite		0,00 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{z,Ed}|}{V_{z,z,Ed}}$ = $\frac{|-0,53[kN]|}{166,07[kN]}$ = **0,00 ≤ 1,00**

Sprawdzenie skręcania

Indeks wiłkina	Wiłkno	3
Całkowity moment skręcający	T _{Ed}	1,2 MPa
Sprężysta nośność na ścinanie	T _{Ed}	135,7 MPa
Sprawdzenie całkowite		0,01 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{T_{Ed}}{T_{Ed}}$ = $\frac{1,2[MPa]}{135,7[MPa]}$ = **0,01 ≤ 1,00**

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Plastyczna nośność przy rozciąganiu	N _{pl,Ed}	564,00 kN
Plastyczny moment zginający	M _{pl,y,Ed}	32,88 kNm
Plastyczny moment zginający	M _{pl,z,Ed}	8,26 kNm

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|N_{Ed}|}{N_{cr,Ed}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Ed}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Ed}} + \frac{|-0,80[kN]|}{564,00[kN]} + \frac{|-6,68[kNm]|}{32,88[kNm]} + \frac{|-0,26[kNm]|}{8,26[kNm]}$ = **0,24 ≤ 1,00**

...:SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

Sprawdzenie wyboczenia giętnego

Parametry wyboczenia		yy	zz
Typ przesuwności	przesuwny		nieprzesuwny
Długość systemowa	L	3,890 m	3,890 m
Współczynnik wyboczenia	k	0,00	0,00
Długość wyboczenia	l _{cr}	0,004 m	0,004 m
Krytyczna siła Eulera	N _{cr}	1266956109,80 kN	116833898,56 kN
Smukłość	λ	0,06	0,21
Smukłość względna	λ _{rel}	0,00	0,00
Smukłość graniczna	λ _{rel,0}	0,20	0,20

(EC3-1-1: 6.9)

$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,06}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,21}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

(EC3-1-1: 6.12)

Sprawdzenie wyboczenia skrętnego (giętnego)

Długość wyboczenia skrętnego	l _{cr}	3,890 m
Elastyczne obciążenie krytyczne	N _{cr,T}	1284,15 kN
Elastyczne obciążenie krytyczne	N _{cr,T}	1284,15 kN
Smukłość względna	λ _{rel,T}	0,66
Smukłość graniczna	λ _{rel,0}	0,20

$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,4000 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1284,15[kN]}} = 0,66$

Sprawdzenie zwichrzenia

Parametry zwichrzenia			
metoda dla krzywej wyboczenia	Przypadek ogólny		
Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,y}	1,3993e-04 m³	
Sprężysty moment krytyczny	M _{cr}	34,92 kNm	
Smukłość względna	λ _{rel,T}	0,97	
Smukłość względna	λ _{rel,T}	0,15	
Smukłość względna	λ _{rel,extra}	1,12	
Smukłość graniczna	λ _{rel,T,0}	0,20	
Krzywa zwichrzenia	a		
Imperfekcje	α ₁	0,21	
Współczynnik zmniejszający	χ ₁	0,58	
Obliczeniowa nośność wyboczeniowa	M _{b,Ed}	19,17 kNm	
Sprawdzenie całkowite		0,35	-

Parametry N _{cr}	
Długość zwichrzenia	l _{cr} 3,890 m

Parametry wybożenia			W	ZZ
Smukłość graniczna	$\lambda_{gr,0}$	0,20		0,20

$$\lambda_{rel,0} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,07}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,00$$

(EC-1-1: 6.50)

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,26}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,00$$

(EC-1-1: 6.50)

Sprawdzenie wybożenia skrajnego (giętnego)

Długość wybożenia skrajnego	l_{cr}	5,490	m
Elastyczne obciążenie krytyczne	$N_{cr,T}$	1536,89	kN
Elastyczne obciążenie krytyczne	$N_{cr,Tf}$	1536,89	kN
Smukłość względna	$\lambda_{rel,T}$	0,70	
Smukłość graniczna	$\lambda_{gr,0}$	0,20	

$$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{3,2200 \cdot 10^{-3}[\text{m}^2] \times 235,0[\text{MPa}]}{1536,89[\text{kN}]}} = 0,70$$

Sprawdzenie zwichrzenia

Parametry zwichrzenia			Przypadek ogólny
Metoda dla krzywej wybożenia	$W_{pl,y}$	2,3175e-04	m ³
Plastyczny wskaźnik przekroju	M_{cr}	40,77	kNm
Sprężysty moment przekrojowy	$\lambda_{rel,T}$	1,16	
Smukłość względna	$\lambda_{rel,T}$	0,09	
Smukłość względna	$\lambda_{rel,extra}$	1,25	
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,T,0}$	0,20	
Krzywa zwichrzenia	a		
Imperfekcje	α_T	0,21	
Współczynnik zmniejszający	χ_T	0,50	
Obliczeniowa nośność wybożeniowa	$M_{b,Ed}$	27,17	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,58	-

Parametry M _{cr}			Przypadek ogólny
Długość zwichrzenia	l_T	5,490	m
Wpływ pozycji obciążenia	k	brak wpływu	
Współczynnik korekcyjny	k_w	1,00	
NEN – współczynnik momentu	C_1	1,13	
NEN – współczynnik momentu	C_2	0,45	
NEN – współczynnik momentu	C_3	0,53	
Odległość od środka ścinania	d_i	0	mm
Odległość przyłożenia obciążenia	z_d	0	mm
Mono-symetria stała	β_T	0	mm
Mono-symetria stała	z_i	0	mm

$$\text{Sprawdzenie całkowite} = \frac{M_{b,Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{15,73[\text{kNm}]}{27,17[\text{kNm}]} = 0,58 \leq 1,00$$

(EC-1-1: 6.54)

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Parametry sprawdzenia zginania i osiowego ściskania			Metoda alternatywna 2
Metoda interakcji	A	3,2200e-03	m ²
Powierzchnia przekroju	$W_{pl,y}$	2,3175e-04	m ³
poprzedniego	$W_{pl,z}$	5,1874e-05	m ³
Plastyczny wskaźnik przekroju	N_{Ed}	1,64	kN
Obliczeniowa siła ściskająca	$M_{y,Ed}$	-15,73	kNm
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	$M_{z,Ed}$	1,09	kNm
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	N_{Ed}	756,70	kN
Charakterystyczna nośność na ściskanie	$M_{y,Rd}$	54,46	kNm
Charakterystyczna nośność przy zginaniu			

(EC-1-1: 6.9)

$$\text{Sprawdzenie całkowite} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{1,64[\text{kN}]}{756,70[\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00$$

Sprawdzenie momentu zginającego – M_y

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	2,3175e-04	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{y,Rd}$	54,46	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,29	-

$$\text{Sprawdzenie całkowite} = \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} = \frac{15,73[\text{kNm}]}{54,46[\text{kNm}]} = 0,29 \leq 1,00$$

(EC-1-1: 6.12)

Sprawdzenie momentu zginającego – M_z

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	5,1874e-05	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{z,Rd}$	12,19	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,03	-

$$\text{Sprawdzenie całkowite} = \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{0,42[\text{kNm}]}{12,19[\text{kNm}]} = 0,03 \leq 1,00$$

(EC-1-1: 6.12)

Sprawdzenie ścinania – V_y

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	1,7250e-03	m ²
Plastyczna nośność na ścinanie – V _y	$V_{y,Rd}$	234,04	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

$$\text{Sprawdzenie całkowite} = \frac{V_{y,Ed}}{V_{y,Rd}} = \frac{0,03[\text{kN}]}{234,04[\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00$$

(EC-1-1: 6.17)

Sprawdzenie ścinania – V_z

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	1,7250e-03	m ²
Plastyczna nośność na ścinanie – V _z	$V_{z,Rd}$	234,04	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

$$\text{Sprawdzenie całkowite} = \frac{V_{z,Ed}}{V_{z,Rd}} = \frac{0,77[\text{kN}]}{234,04[\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00$$

(EC-1-1: 6.17)

Sprawdzenie skręcania

Indeks włókna	Włókno	3	
Całkowity moment skręcający	T_{Ed}	0,3	MPa
Sprężysta nośność na ścinanie	T_{Rd}	135,7	MPa
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

$$\text{Sprawdzenie całkowite} = \frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{0,3[\text{MPa}]}{135,7[\text{MPa}]} = 0,00 \leq 1,00$$

(EC-1-1: 6.23)

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Plastyczna nośność przy rozciąganiu	$N_{pl,Rd}$	756,70	kN
Plastyczny moment zginający	$M_{y,Rd}$	54,46	kNm
Plastyczny moment zginający	$M_{z,Rd}$	12,19	kNm

$$\text{Sprawdzenie całkowite} = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} = \frac{1,64[\text{kN}]}{756,70[\text{kN}]} + \frac{15,73[\text{kNm}]}{54,46[\text{kNm}]} + \frac{0,42[\text{kNm}]}{12,19[\text{kNm}]} = 0,33 \leq 1,00$$

(EC-1-1: 6.2)

...SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

Sprawdzenie wybożenia giętnego

Parametry wybożenia			W	ZZ
Typ przesuwności	przesuwny	nieprzesuwny		
Długość systemowa	L	5,490	m	
Współczynnik wybożenia	k	0,00		
Długość wybożenia	l_{cr}	0,005	m	
Krytyczna siła Eulera	N_{cr}	1313+32379,21	kN	
Smukłość	λ	0,07		
Smukłość względna	λ_{rel}	0,00		

Parametry MC	
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu
Współczynnik korekcyjny	k 1.00
Współczynnik korekcyjny	k _{cr} 1.00
NEN – współczynnik momentu	C ₁ 1.18
NEN – współczynnik momentu	C ₂ 0.64
NEN – współczynnik momentu	C ₃ 0.53
Odliegłość od środka ścianienia	d ₁ 0 mm
Odliegłość przyłożenia obciążenia	d ₂ 0 mm
Mono-symetria stala	B _{st} 0 mm
Mono-symetria stala	Z _{st} 0 mm

Sprawdzenie całkowite = $\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{-6.68[kNm]}{19.17[kNm]} = 0.35 \leq 1.00$

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Parametry sprawdzania zginania i osiowego ściskania	
Metoda interakcji	A
Powierzchnia przekroju	A 2,4000e-03 m²
Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,y} 1,3993e-04 m³
Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,z} 3,5155e-05 m³
Obliczeniowa siła ściskająca	N _{Ed} 0.80 kN
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	M _{y,Ed} -6.68 kNm
Obliczeniowy moment zginający	M _{z,Ed} 0.60 kNm
Charakterystyczna nośność na ściskanie	N _{tk} 564.00 kN
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	M _{y,Rk} 32.88 kNm
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	M _{z,Rk} 8.26 kNm
Współczynnik zmniejszający	X ₁ 1.00
Współczynnik zmniejszający	X ₂ 1.00
Współczynnik zmniejszający	X _{1T} 0.58
Współczynnik interakcji	k _{yy} 0.90
Współczynnik interakcji	k _{yz} 0.29
Współczynnik interakcji	k _{zy} 0.60
Współczynnik interakcji	k _{zz} 0.49

Parametry metody interakcji 2	
Metoda dla współczynników interakcji	Tabela B.2
Przesuwny typ y	Przesuwny
Współczynnik równoważnego momentu	C _{my} 0.50
Wynikowy typ obciążenia z	obciążenie liniowe q
Moment końcowy	M _{h,z} 0.60 kNm
Moment powierzchni	M _z -0.29 kNm
Współczynnik	φ _{h,z} -0.49
Współczynnik momentów końcowych	ψ _z 0.52
Współczynnik równoważnego momentu	C _{me} 0.49
Wynikowy typ obciążenia LT	obciążenie liniowe q
Moment końcowy	M _{h,yT} 5.19 kNm
Moment powierzchni	M _{y,T} -6.53 kNm
Współczynnik	φ _{h,yT} -0.80
Współczynnik momentów końcowych	ψ _{y,T} 0.00
Współczynnik równoważnego momentu	C _{myT} 0.91

Sprawdzenie zgodności (6.61) = $\frac{N_{Ed}}{N_{tk}} + k_{yy} \times \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} + k_{yz} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{-6.68[kNm]}{32.88[kNm]} + 0.29 \times \frac{0.60[kNm]}{8.26[kNm]} = 0.34 \leq 1.00$

Sprawdzenie zgodności (6.62) = $\frac{N_{Ed}}{N_{tk}} + k_{yz} \times \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} + k_{zy} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{-6.68[kNm]}{32.88[kNm]} + 0.49 \times \frac{0.60[kNm]}{8.26[kNm]} = 0.25 \leq 1.00$

Sprawdzenie całkowite = max (Sprawdzenie zgodności (6.61), Sprawdzenie zgodności (6.62)) = max (0.34, 0.25) = 0.34 ≤ 1.00

POZ.2.2. PŁATEW DACHOWA STALOWA – C200

EC-EN 1993 Sprawdenie stali SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B283	2,928	/	5,490 m	U200	S 235	II rzad wszystkie	0.58 -
-----------	-------	---	---------	------	-------	-------------------	--------

Materiał	
Granica plastyczności	f _y 235.0 MPa
Wytrzymałość	f _t 360.0 MPa
Produkcja	Walcowany

Poszycie

Parametry	
Nazwa poszycia	D25
Moment bezwładności dla długości	I 0.00 m⁴/m
Pozycja z	+ z
Pozycja poszycia	dodatni
Położenie śruby	pas górny
Rozstaw śrub	2br
Odliegłość między ramami	L ₁ 2,650 m
Długość poszycia	L ₂ 5,800 m
Współczynnik poszycia	K ₁₊ 0.227 m/kN
Współczynnik poszycia	K ₂₊ 6,820 m²/kN
Współczynnik numeryczny	k 2.00

Sztwność	
Rzeczywista sztywność	S 18889.95 kN
Wymagana sztywność	S _{tr} 19864.75 kN
0.2 ≤ S < S _{tr}	niewłaściwie słaby
Poszycie z boku	stosna rozciągana
Sztwność obrotowa (poszycie)	C _{myk} 6.37 kNm/m
Sztwność obrotowa (niekształcenie belki)	C _{myk} 171.04 kNm/m
Sztwność obrotowa (połączenie)	C _{myk} 0.96 kNm/m
Współczynnik obrotowy	C _{uop} 1.70 kNm/m
Sztwność obrotowa	vorG ₀ 0.83 kNm/m
Długość zwężenia	l _{cr} 5,490 m
Stala skręcana w przekroju poprzecznym	I _t 1,1900e-07 m⁴
Dodatkowa stala skręcana	I _{z,add} 3,1285e-08 m⁴
Dostosowana stala skręcana	I _{z,d} 1,5028e-07 m⁴

...:SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 2,928 m

Sily wewnętrzne	Obliczony	Jednostka
Sila podłużna	N _{Ed} -1.64	kN
Sila ścinająca	V _{Ed} 0.03	kN
Sila ścinająca	V _{2,Ed} 0.77	kN
Skręcanie	T _{Ed} 0.00	kNm
Moment zginający	M _{y,Ed} -15.73	kNm
Moment zginający	M _{z,Ed} -0.42	kNm

Sprawdzenie ściskania

Powierzchnia przekroju	A 3,2200e-03 m²
Nośność na ściskanie	N _{tk,Rd} 756.70 kN
Sprawdzenie całkowite	0.00 -

(EC-1-1: 6.62)

(EC-1-1: 6.54)

(EC-1-1: 6.61)

Parametry sprawdzania zginania i osiowego ściskania	
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	M_{yk} 12,19 kNm
Współczynnik zmniejszający	χ_T 1,00
Współczynnik zmniejszający	χ_T 1,00
Współczynnik zmniejszający	χ_{LT} 0,50
Współczynnik interakcji	k_{yT} 0,90
Współczynnik interakcji	k_{yT} 0,24
Współczynnik interakcji	k_{yT} 0,60
Współczynnik interakcji	k_{yT} 0,40

Metoda dla współczynników interakcji 2	
Interakcji	Tabela B.2
Przesuwany typ y	przesuwany
Współczynnik równowaznego momentu	C_{my} 0,90
Wynikowy typ obciążenia z	
Moment końcowy	M_{ykT} 1,09 kNm
Moment powierzchni	M_{ykT} -0,42 kNm
Współczynnik	α_{ykT} -0,38
Współczynnik momentów końcowych	ψ_z 0,80
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mT} 0,40
Wynikowy typ obciążenia LT	obciążenie liniowe q
Moment końcowy	M_{ykLT} 0,01 kNm
Moment powierzchni	M_{ykLT} -15,73 kNm
Współczynnik	α_{ykLT} 0,00
Współczynnik momentów końcowych	ψ_{LT} 0,77
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mLT} 0,95

Sprawdzenie zgodności (6.61) =
$$\frac{N_{Ed}}{\chi_T \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yT} \times \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} - k_{yT} \times \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1} \times \frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{1,64[kN]}{1,00 \times \frac{756,70[kN]}{1,00}} + 0,90 \times \frac{[-15,73[kNm]] + 0,00[kNm]]}{0,50 \times \frac{54,46[kNm]}{1,00}} + 0,24 \times \frac{[1,09[kNm]] + [0,00[kNm]]}{12,19[kNm]} = 0,54 \leq 1,00$$

Sprawdzenie zgodności (6.62) =
$$\frac{N_{Ed}}{\chi_T \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yT} \times \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yT} \times \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\gamma_{M1} \times \frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{1,64[kN]}{1,00 \times \frac{756,70[kN]}{1,00}} + 0,60 \times \frac{[-15,73[kNm]] + 0,00[kNm]]}{0,50 \times \frac{54,46[kNm]}{1,00}} + 0,40 \times \frac{[1,09[kNm]] + [0,00[kNm]]}{12,19[kNm]} = 0,39 \leq 1,00$$

Sprawdzenie całkowite = max (Sprawdzenie zgodności (6.61), Sprawdzenie zgodności (6.62)) = max (0,54, 0,39) = 0,54 ≤ 1,00

POZ.2.3.1. RYGIEL DACHOWY IPE330 EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1
Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B274	1,050 / 1,750 m	H + H zmian (IPE330: 77)	S 235	II rząd wszystkie	0,37 -
-----------	-----------------	--------------------------	-------	-------------------	--------

MATERIAŁ	
Granica plastyczności	f_y 235,0 MPa
Wytrzymałość	f_u 360,0 MPa
Produkcja	Spawany

...:SPRAWDZENIE PRZEKROJU:..

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 1,050 m

Siły wewnętrzne	Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N_{Ed} -17,24	kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$ 0,17	kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$ 9,24	kN
Ściskanie	T_{Ed} -0,01	kNm
Moment zginający	$M_{y,Ed}$ 67,49	kNm
Moment zginający	$M_{z,Ed}$ -0,15	kNm

Sprawdzenie ściskania

Powierzchnia przekroju poprzecznego	A 8,7357e-03 m²
Nośność na ściskanie	$N_{t,Rd}$ 2052,89 kN
Sprawdzenie całkowite	0,01

Sprawdzenie całkowite =
$$\frac{|N_{Ed}|}{N_{t,Rd}} = \frac{17,24[kN]}{2052,89[kN]} = 0,01 \leq 1,00$$

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$ 1,1662e-03 m³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$ 274,05 kNm
Sprawdzenie całkowite	0,25

Sprawdzenie całkowite =
$$\frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{67,49[kNm]}{274,05[kNm]} = 0,25 \leq 1,00$$

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$ 2,2935e-04 m³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$ 53,90 kNm
Sprawdzenie całkowite	0,00

Sprawdzenie całkowite =
$$\frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{-0,15[kNm]}{53,90[kNm]} = 0,00 \leq 1,00$$

Sprawdzenie ścinania — V_y

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η 1,20
Powierzchnia ścinania	A_v 5,5578e-03 m²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_y	$V_{pl,y,Rd}$ 754,07 kN
Sprawdzenie całkowite	0,00

Sprawdzenie całkowite =
$$\frac{|V_{y,Ed}|}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,17[kN]}{754,07[kN]} = 0,00 \leq 1,00$$

Sprawdzenie ścinania — V_z

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η 1,20
Powierzchnia ścinania	A_v 3,1869e-03 m²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_z	$V_{pl,z,Rd}$ 432,38 kN
Sprawdzenie całkowite	0,02

Sprawdzenie całkowite =
$$\frac{|V_{z,Ed}|}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{9,24[kN]}{432,38[kN]} = 0,02 \leq 1,00$$

Sprawdzenie skręcania

Indeks widnia	Widnia	25
Całkowity moment skręcający	T_{Ed} 0,4	MPa
Sprężysta nośność na ścinanie	T_{Ed} 135,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

Sprawdzenie całkowite =
$$\frac{T_{Ed}}{T_{Ed}} = \frac{0,4[MPa]}{135,7[MPa]} = 0,00 \leq 1,00$$

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Plastyczna nośność przy rozciąganiu	$N_{pl,Rd}$ 2052,89 kN
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$ 274,05 kNm
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$ 53,90 kNm

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|N_{Ed}|}{N_{d,Rd}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{y,Rd}} + \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{z,Rd}} = \frac{|-17,24|}{2052,89} + \frac{|67,49|}{274,05} + \frac{|-0,15|}{53,90} = 0,26 \leq 1,00$

(EC-1-1: 6.2)

....SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI....

Parametry wybożenia			
Typ	przesuwny	nieprzesuwny	zz
Długość przesuwności	L	5,864	2,707
Długość systemowa	k	0,00	0,00
Długość wybożenia	l_{cr}	0,006	0,003
Krytyczna siła Eulera	N_{cr}	12681130825,90	3342894084,50
Smukłość	λ	0,04	0,07
Smukłość względna	λ_{rel}	0,00	0,00
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20

$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,04}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,07}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

Sprawdzenie wybożenia skrótnego (-głównego)

Długość wybożenia skrótnego	l_{cr}	2,707	m
Elastyczne obciążenie krytyczne	$N_{cr,T}$	4743,81	kN
Elastyczne obciążenie krytyczne	$N_{cr,TF}$	4743,81	kN
Smukłość względna	$\lambda_{rel,T}$	0,66	
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0}$	0,20	

$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{8,7357 \cdot 10^{-3}[m^2] \times 235,0[MPa]}{4743,81[kN]}} = 0,66$

Sprawdzenie zwichrzenia

Parametry zwichrzenia			
metoda dla krzywej wybożenia	Przypadek ogólny		
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	1,1662e-03	m³
Sprężysty moment krytyczny	M_{cr}	621,08	kNm
Smukłość względna	$\lambda_{rel,LT}$	0,66	
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	
Krzywa zwichrzenia	d		
Imperfekcje	α_{cr}	0,76	
Współczynnik zmniejszający	χ_{LT}	0,67	
Obliczeniowa nośność	$N_{b,Rd}$	182,71	kNm
wybożeniowa			
Sprawdzenie całkowite		0,37	-

Parametry M _{cr}	
Długość zwichrzenia	l_{cr} 2,707 m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu
Współczynnik korekcyjny	k 1,00
Współczynnik korekcyjny	k_{sw} 1,00
NEN – współczynnik momentu	C ₁ 1,23
NEN – współczynnik momentu	C ₂ 0,00
NEN – współczynnik momentu	C ₃ 1,00
Odległość od środka ścianienia	d ₁ -14 mm
Odległość przyłożenia obciążenia	z_0 0 mm
Mono-symetria stała	β_T 9,1 mm
Mono-symetria stała	z_1 -45 mm

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \times W_{pl,y} \times \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0,67 \times 1,1662 \cdot 10^{-3}[m^3] \times \frac{235,0[MPa]}{1,00} = 182,71[kNm]$

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{y,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{|67,49[kNm]|}{182,71[kNm]} = 0,37 \leq 1,00$

(EC-1-1: 6.54)

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Parametry sprawdzenia zginania i osiowego ściskania	
Metoda interakcji	metoda alternatywna 2

Parametry sprawdzenia zginania i osiowego ściskania			
Powierzchnia przekroju	A	8,7357e-03	m²
poprzącznego			
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	1,1662e-03	m³
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	2,2935e-04	m³
Obliczeniowa siła ściskająca	N_{Ed}	17,24	kN
Obliczeniowy moment zginający	$M_{y,Ed}$	67,49	kNm
Obliczeniowy moment zginający	$M_{z,Ed}$	-0,15	kNm
Charakterystyczna nośność na ściskanie	N_{Rk}	2052,89	kN
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{y,Rk}$	274,05	kNm
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{z,Rk}$	53,90	kNm
Współczynnik zmniejszający	χ_z	1,00	
Współczynnik zmniejszający	χ_T	1,00	
Współczynnik interakcji	k_{yz}	0,90	
Współczynnik interakcji	k_{zy}	0,56	
Współczynnik interakcji	k_{yz}	0,60	
Współczynnik interakcji	k_{zy}	0,93	

Metoda dla współczynników interakcji	
Przesuwny typu y	przesuwny
Współczynnik równowaznego momentu	C_{my} 0,90
Wynikowy typ obciążenia z	obciążenie liniowe q
Moment końcowy	$M_{k,z}$ 0,07 kNm
Moment powierzchni	$M_{k,y}$ -0,21 kNm
Współczynnik	ψ_z -0,33
Współczynnik momentów końcowych	ψ_z 0,09
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mz} 0,93
Wynikowy typ obciążenia LT	moment liniowy M
Współczynnik momentów końcowych	ψ_{LT} 0,61
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mLT} 0,85

Sprawdzenie zgodności (6.61) = $\frac{|N_{Ed}|}{N_{Rk}} + k_{yz} \times \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{y,Rk}} + k_{zy} \times \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{z,Rk}} = \frac{|-17,24|}{2052,89} - 0,90 \times \frac{|67,49|}{274,05} + 0,56 \times \frac{|-0,15|}{53,90} = 0,34 \leq 1,00$

(EC-1-1: 6.61)

Sprawdzenie zgodności (6.62) = $\frac{|N_{Ed}|}{N_{Rk}} + k_{yz} \times \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{y,Rk}} + k_{zy} \times \frac{|M_{z,Ed}|}{M_{z,Rk}} = \frac{|-17,24|}{2052,89} + 0,60 \times \frac{|67,49|}{274,05} + 0,93 \times \frac{|-0,15|}{53,90} = 0,23 \leq 1,00$

(EC-1-1: 6.62)

Sprawdzenie całkowite = max (Sprawdzenie zgodności (6.61), Sprawdzenie zgodności (6.62)) = max (0,34, 0,23) = 0,34 ≤ 1,00

POZ.2.3.2. RYGIEL DACHOWY IPE200

EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B28	2,710 / 4,664 m	IPE200	S 235	II rząd wszystkich	0,32 -
----------	-----------------	--------	-------	--------------------	--------

....SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 2,710 m

Silownietrzne	Obliczony	Jednostka
Sila podluzna	N _{Ed}	kN
Sila scinajca	V _{Ed}	kN
Sila scinajca	V _{Ed}	kN
Skrcenie	T _{Ed}	kNm
Moment zginajacy	M _{Ed}	kNm
Moment zginajacy	M _{Ed}	kNm

Sprawdzenie ściskania			
Powierzchnia przekroju	A	2,8500e-03	m ²
poprzedniego			
Nośność na ściskanie	N _{Ed}	669,75	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{N_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{669,75[kN]}{669,75[kN]} = 0,00 \leq 1,00$

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y			
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	2,2100e-04	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	51,94	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,03	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Ed}} = \frac{1,55[kNm]}{51,94[kNm]} = 0,03 \leq 1,00$

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z			
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	4,4600e-05	m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$	10,48	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,32	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{M_{x,Ed}}{M_{pl,x,Ed}} = \frac{3,36[kNm]}{10,48[kNm]} = 0,32 \leq 1,00$

Sprawdzenie ścinania — V_x			
Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	1,7986e-03	m ²
Plastyczna nośność na ścinanie — $V_{x,Ed}$	$V_{pl,Rd}$	244,02	kN
Sprawdzenie całkowite		0,03	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{V_{x,Ed}}{V_{x,Ed}} = \frac{6,30[kN]}{244,02[kN]} = 0,03 \leq 1,00$

Sprawdzenie ścinania — V_z			
Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20	
Powierzchnia ścinania	A_v	1,4016e-03	m ²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_z	$V_{pl,z,Ed}$	190,17	kN
Sprawdzenie całkowite		0,01	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{V_{z,Ed}}{V_{z,Ed}} = \frac{2,19[kN]}{190,17[kN]} = 0,01 \leq 1,00$

Sprawdzenie skręcania			
Indeks włókna	Włókno	2	
Całkowity moment skręcający	T _{Ed}	2,9	MPa
Sprężysta nośność na ścinanie	T _{Ed}	135,7	MPa
Sprawdzenie całkowite		0,02	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{T_{Ed}}{T_{Ed}} = \frac{2,9[MPa]}{135,7[MPa]} = 0,02 \leq 1,00$

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej			
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Ed}$	51,94	kNm
Wykładnik współczynnika zginania y	α	2,00	
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,x,Ed}$	10,48	kNm
Wykładnik współczynnika zginania z	β	1,00	

Sprawdzenie całkowite = $\left(\frac{M_{x,Ed}}{M_{pl,x,Ed}} \right)^{1,00} + \left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Ed}} \right)^{1,00} = \left(\frac{1,55[kNm]}{51,94[kNm]} \right)^{1,00} + \left(\frac{3,36[kNm]}{10,48[kNm]} \right)^{1,00} = 0,32 \leq 1,00$

...SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI...

Sprawdzenie wyboczenia giętnego

Parametry wyboczenia	yy	zz
Typ przesuwności	przesuwny	nieprzesuwny
Diugość systemowa	L	3,910
Współczynnik wyboczenia	k	0,00
Diugość wyboczenia	l_r	0,004
Krytyczna siła Eulera	N_{cr}	2634809268,10
Smukłość	λ	0,05
Smukłość względna	λ_{rel}	0,00
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0}$	0,20

(EC-1-1: 6.9)

$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,05}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

(EC-1-1: 6.50)

$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,12}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

(EC-1-1: 6.50)

Sprawdzenie zwichrzenia

Parametry zwichrzenia		
Metoda dla krzywej wyboczenia		Przypadek alternatywny
Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,y}	2,2100e-04
Sprężysty moment krytyczny	M _{cr}	91,66
Smukłość względna	λ _{rel,LT}	0,75
Smukłość graniczna	λ _{rel,LT,0}	0,40

Parametry M _{cr}		
Diugość zwichrzenia	l _{cr}	2,707
Wpływ pozycji obciążenia	k	brak wpływu
Współczynnik korekcyjny	k _{sw}	1,00
Współczynnik korekcyjny	C ₁	1,50
NEN – współczynnik momentu	C ₂	1,03
NEN – współczynnik momentu	C ₃	0,41
Odległość od środka scinania	d ₁	0
Odległość przyłożenia obciążenia	z _d	0
Mono-symetria stała	β ₁	0
Mono-symetria stała	z ₁	0

(EC-1-1: 6.17)

$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times l_{cr}}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,2100 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa]}{91,66[kNm]}} = 0,75$

Sprawdzenie zginania i osiowego sciscania

Parametry sprawdzania zginania i osiowego sciscania		
Metoda interakcji		metoda alternatywna 2
Powierzchnia przekroju	A	2,8500e-03
poprzedniego		
Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,y}	2,2100e-04
Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,z}	4,4600e-05
Obciążeniowa siła sciskająca	N _{Ed}	0,19
Obciążeniowy moment zginający	M _{pl,y,Ed}	1,55
Obciążeniowy moment zginający	M _{pl,z,Ed}	3,36
Charakterystyczna nośność na sciskanie	N _{lik}	669,75
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	M _{y,lik}	51,94
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	M _{z,lik}	10,48
Współczynnik zmniejszający	X ₁	1,00
Współczynnik zmniejszający	X ₂	1,00
Zmodyfikowany współczynnik redukcji	X _{1,red}	1,00
Współczynnik interakcji	k _{yy}	0,90
Współczynnik interakcji	k _{yz}	0,54
Współczynnik interakcji	k _{zy}	0,54

(EC-1-1: 6.17)

(EC-1-1: 6.23)

Parametry sprawdzenia zginania i osiowego ściskania

Współczynnik interakcji	k _z	0,91
Parametry metody interakcji 2		
Tabela B.1		
Metoda dla współczynników interakcji		
Przesuwany typ y		przesuwany
Współczynnik równoważnego momentu	C _{my}	0,50
Wynikowy typ obciążenia z		obciążenie liniowe q
Moment końcowy	M _{k,z}	-2,33 kNm
Moment powierzchni	M _{k,z}	2,76 kNm
Współczynnik	α _{k,z}	-0,84
Współczynnik momentów końcowych	ψ _z	0,55
Współczynnik równoważnego momentu	C _{mz}	0,91
Wynikowy typ obciążenia LT		obciążenie punktowe F
Moment końcowy	M _{k,LT}	-1,74 kNm
Moment powierzchni	M _{k,LT}	2,64 kNm
Współczynnik	α _{k,LT}	-0,66
Współczynnik momentów końcowych	ψ _{LT}	0,29
Współczynnik równoważnego momentu	C _{mLT}	0,83

Sprawdzenie zgodności (6.61) = $\frac{|N_{k,Ed}|}{\lambda \cdot \gamma_{M1}} + k_{\psi z} \times \frac{|M_{k,Ed}|}{\lambda_{LT,red} \times \gamma_{M1}} + k_{\psi z} \times \frac{|M_{k,Ed}| + \Delta M_{k,Ed}}{M_{k,Rk} \times \gamma_{M1}} = 1,00 \times \frac{0,19[kN]}{669,75[kN]} + 0,90 \times \frac{1,55[kNm]}{51,94[kNm]} + 0,54 \times \frac{3,36[kNm]}{10,43[kNm]} = 0,20 \leq 1,00$

Sprawdzenie zgodności (6.62) = $\frac{|N_{k,Ed}|}{\lambda \cdot \gamma_{M1}} + k_{\psi z} \times \frac{|M_{k,Ed}|}{\lambda_{LT,red} \times \gamma_{M1}} + k_{\psi z} \times \frac{|M_{k,Ed}| + \Delta M_{k,Ed}}{M_{k,Rk} \times \gamma_{M1}} = 1,00 \times \frac{0,19[kN]}{669,75[kN]} + 0,54 \times \frac{1,55[kNm]}{51,94[kNm]} + 0,91 \times \frac{3,36[kNm]}{10,43[kNm]} = 0,31 \leq 1,00$

Sprawdzenie całkowite = max (Sprawdzenie zgodności (6.61), Sprawdzenie zgodności (6.62)) = max (0,20, 0,31) = 0,31 ≤ 1,00

Sprawdzenie wybożenia przy ściskaniu

Parametry wybożenia przy ściskaniu	
Długość pola wybożenia	a
Środek	nieuźbrowane
Wysokość środka	h _w
Grubość środka	t
Współczynnik materiału	ε
Współczynnik korekcyjny dla ściana	η
Weryfikacja wybożenia przy ściskaniu	
Śmiukłość środka	h _w /t
Limit śmiukłości środka	60,00

$h_w/t = \frac{183[mm]}{6[mm]} = 32,68$

Limit $h_w/t = \frac{72 \times \epsilon}{\eta} = \frac{72 \times 1,00}{1,20} = 60,00$

POZ.2.3.3. KRATOWNICE DACHOWE
PAS GÓRNY
EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1
Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B100	1,260	/ 7,559 m	RRK120/120/4	S 235	II rząd wszystkich	0,57 -
-----------	-------	-----------	--------------	-------	--------------------	--------

...SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 1,260 m

Sily wewnętrzne	Obliczony	Jednostka
Sila podłużna	N _{Ed}	kN
Sila ścinająca	V _{Ed}	kN
Sila ścinająca	V _{Ed}	kN
Ściskanie	T _{Ed}	kNm
Moment zginający	M _{Ed}	kNm
Moment zginający	M _{Ed}	kNm

Sprawdzenie rozciągania	A	1,8150e-03	m²
Powierzchnia przekroju poprzecznego	N _{pl,Rd}	426,52	kN
Plastyczna nośność przy rozciąganiu	N _{pl,Rd}	534,60	kN
Graniczna nośność przy rozciąganiu	N _{pl,Rd}	426,52	kN
Nośność przy rozciąganiu	N _{pl,Rd}	0,00	-
Sprawdzenie całkowite			

Sprawdzenie całkowite = $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{0,49[kN]}{426,52[kN]} = 0,00 \leq 1,00$

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,yz}	7,8300e-05	m³
Plastyczny moment zginający	M _{pl,yz,Rd}	18,40	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,57	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,yz,Rd}} = \frac{10,45[kNm]}{18,40[kNm]} = 0,57 \leq 1,00$

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z

Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,yz}	7,8300e-05	m³
Plastyczny moment zginający	M _{pl,yz,Rd}	18,40	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,01	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{-0,20[kNm]}{18,40[kNm]} = 0,01 \leq 1,00$

Sprawdzenie ściskania — V_y

Współczynnik korekcyjny dla ścianienia	η	1,20	
Powierzchnia ścianienia	A_v	9,0750e-04	m ²
Plastyczna nośność na ścianienie – V_y	$V_{pl,y,Rd}$	123,13	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{y,Ed}|}{V_{pl,yz,Rd}} = \frac{0,10[kN]}{123,13[kN]} = 0,00 \leq 1,00$

Sprawdzenie ściskania — V_z

Współczynnik korekcyjny dla ścianienia	η	1,20	
Powierzchnia ścianienia	A_v	9,0750e-04	m ²
Plastyczna nośność na ścianienie – V_z	$V_{pl,z,Rd}$	123,13	kN
Sprawdzenie całkowite		0,06	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{z,Ed}|}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{-7,18[kN]}{123,13[kN]} = 0,06 \leq 1,00$

Sprawdzenie skręcania

Sprawdzenie skręcania			
Indeks włókna	Włókno	1	
Całkowity moment skręcający	T _{Ed}	2,3	MPa
Sprężysta nośność na ścinanie	T _{Ed}	135,7	MPa
Sprawdzenie całkowite		0,02	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} = \frac{2,3[\text{MPa}]}{135,7[\text{MPa}]} = 0,02 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.23)

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{s,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{|-0,13[\text{kN}]|}{123,13[\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.17)

Sprawdzenie kombinacji zginania, sily osiowej i sily scinajacej

Redukcja obliczeniowej nośności plastycznej ze względu na N_{Ed}	$M_{N,y,Rd}$	18,40	kNm
Wykładnik współczynnika zginania γ	α	1,66	
Redukcja obliczeniowej nośności plastycznej ze względu na N_{Ed}	$M_{N,z,Rd}$	18,40	kNm
Wykładnik współczynnika zginania γ	β	1,66	

Sprawdzenie całkowite = $\left(\frac{|M_{x,Ed}|}{M_{N,x,Rd}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{|M_{z,Ed}|}{M_{N,z,Rd}} \right)^{\beta} + \left(\frac{|-0,20[\text{kNm}]|}{18,40[\text{kNm}]} \right)^{1,66} = 0,39 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.41)

...:SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

Sprawdzenie zwichrzenia

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.2.1
Uwaga : Przekrój poprzeczny dotyczy profilu RHS z $h / b < 10 / \lambda_{web}$. Ten przekrój nie jest podany na zwichrzenie.

PAS DOLNY

EC-EN 1993 Sprawdzanie stali SGN

Sprawdzanie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy, Polski NA PN-EN

Pręt B101	1,255	/	7,530	m	RRK120/120/4	S 235	II rząd wszystkie	0,67	-
-----------	-------	---	-------	---	--------------	-------	-------------------	------	---

...:SPRAWDZENIE PRZEKROU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 1,255 m

Siły wewnętrzne		obliczony		jednostka	
Sila podłuzna	N_{Ed}	-0,15	kN		
Sila scinajaca	$V_{y,Ed}$	-0,13	kN		
Sila scinajaca	$V_{z,Ed}$	14,12	kN		
Skrecanie	T_{Ed}	-0,12	kNm		
Moment zginajacy	$M_{y,Ed}$	12,38	kNm		
Moment zginajacy	$M_{z,Ed}$	-0,09	kNm		

Sprawdzenie sciskania

Powierzchnia przekroju	A	1,8150e-03	m²
poprzeczne			
Nośność na sciskanie	$N_{y,Rd}$	426,52	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|N_{Ed}|}{N_{y,Rd}} = \frac{-0,15[\text{kN}]}{426,52[\text{kN}]} = 0,00 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.9)

Sprawdzenie momentu zginajacego — M_y			
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	7,8300e-05	m³
Plastyczny moment zginajacy	$M_{pl,y,Rd}$	18,40	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,67	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{x,Ed}|}{M_{pl,x,Rd}} = \frac{12,38[\text{kNm}]}{18,40[\text{kNm}]} = 0,67 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.12)

Sprawdzenie momentu zginajacego — M_z			
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	7,8300e-05	m³
Plastyczny moment zginajacy	$M_{pl,z,Rd}$	18,40	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie cłkowite = $\frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{-0,09[\text{kNm}]}{18,40[\text{kNm}]} = 0,00 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.12)

Sprawdzenie sciskania — V_y

Współczynnik korekcyjny dla scinania	η	1,20	
Powierzchnia scinania	A_v	9,0750e-04	m²
Plastyczna nośność na scinanie — $V_{y,Rd}$		123,13	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie scinania — V_z

Współczynnik korekcyjny dla scinania	η	1,20	
Powierzchnia scinania	A_v	9,0750e-04	m²
Plastyczna nośność na scinanie — $V_{z,Rd}$		123,13	kN
Sprawdzenie całkowite		0,11	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{14,12[\text{kN}]}{123,13[\text{kN}]} = 0,11 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.17)

Sprawdzenie skręcania

Indeks wiązka	Włókno	1	
Całkowity moment skręcający	T_{Ed}	1,1	MPa
Sprężysta nośność na scinanie	T_{Rd}	135,7	MPa
Sprawdzenie całkowite		0,01	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} = \frac{1,1[\text{MPa}]}{135,7[\text{MPa}]} = 0,01 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.23)

Sprawdzenie kombinacji zginania, sily osiowej i sily scinajacej

Redukcja obliczeniowej nośności plastycznej ze względu na N_{Ed}	$M_{N,y,Rd}$	18,40	kNm
Wykładnik współczynnika zginania γ	α	1,66	
Redukcja obliczeniowej nośności plastycznej ze względu na N_{Ed}	$M_{N,z,Rd}$	18,40	kNm
Wykładnik współczynnika zginania γ	β	1,66	

Sprawdzenie całkowite = $\left(\frac{|M_{x,Ed}|}{M_{N,x,Rd}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{|M_{z,Ed}|}{M_{N,z,Rd}} \right)^{\beta} + \left(\frac{12,38[\text{kNm}]}{18,40[\text{kNm}]} \right)^{1,66} = 0,52 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.41)

...:SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

Sprawdzenie wyoboczenia giętnego

Parametry wyoboczenia		γ_y	γ_z
Typ przesuwności	L	przesuwny	nieprzesuwny
Długość systemowa	L	1,255	m
Współczynnik wyoboczenia	k	0,00	0,00
Długość wyoboczenia	l_{cr}	0,001	m
Krytyczna siła Eulera	N_{cr}	5290023990,35	kN
Smukłość	λ	0,03	0,03
Smukłość względna	λ_{rel}	0,00	0,00
Smukłość graniczna	λ_{rel0}	0,20	0,20

$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,03}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,00$

(EC3-1-1: 6.50)

$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,03}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[\text{MPa}]}{235,0[\text{MPa}]}}} = 0,00$

(EC3-1-1: 6.50)

Sprawdzenie zginania i osiowego sciskania

Parametry sprawdzania zginania i osiowego sciskania			
Metoda interakcji			
Powierzchnia przekroju	A	1,8150e-03	m²
poprzeczne			
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	7,8300e-05	m³
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	7,8300e-05	m³
Obliczeniowa siła sciskajaca	N_{Ed}	0,15	kN
Obliczeniowy moment zginajacy (maksymalny)	$M_{y,Ed}$	12,38	kNm
Obliczeniowy moment zginajacy (maksymalny)	$M_{z,Ed}$	-0,09	kNm
Charakterystyczna nośność na	N_{Rk}	426,52	kN

Parametry wybożenia			z
Długość wybożenia	l_{er}	0,001	0,001
Krytyczna siła Eulera	N_{cr}	1331039405,04	1331039405,04
Smukłość	λ	0,04	0,04
Smukłość względna	λ_{rel}	0,00	0,00
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_{rel,0}} = \frac{0,04}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,04}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0 [MPa]}{235,0 [MPa]}}} = 0,00$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_{rel,0}} = \frac{0,04}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,04}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0 [MPa]}{235,0 [MPa]}}} = 0,00$$

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Parametry sprawdzania zginania i osiowego ściskania		
Metoda interakcji	metoda alternatywna 2	
Powierzchnia przekroju	A	1,1750e-03
Powierzchnia przekroju	A	1,1750e-03
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	3,3100e-05
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	3,3100e-05
Obliczeniowa siła ściskająca	N_{ed}	122,79
Obliczeniowy moment zginający	$M_{y,ed}$	0,58
(maksymalny)	$M_{z,ed}$	-0,31
Obliczeniowy moment zginający	$M_{y,ed}$	-0,31
(maksymalny)	$M_{z,ed}$	-0,31
Charakterystyczna nośność na ściskanie	N_{ik}	276,13
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{y,Rk}$	7,78
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{z,Rk}$	7,78
Współczynnik zmniejszający	χ_y	1,00
Współczynnik zmniejszający	χ_z	1,00
Współczynnik zmniejszający	χ_{LT}	1,00
Współczynnik interakcji	$k_{\phi y}$	0,90
Współczynnik interakcji	$k_{\phi z}$	0,54
Współczynnik interakcji	$k_{\phi y}$	0,54
Współczynnik interakcji	$k_{\phi z}$	0,90

Parametry metody interakcji 2		
Metoda dla współczynników interakcji	Tabela B.1	
Przesuwany typ y	przesuwany	
Współczynnik równowaznego momentu	C_{my}	0,90
Przesuwany typ z	przesuwany	
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mz}	0,90
Wynikowy typ obciążenia LT	$M_{h,LT}$	0,00
Moment końcowy	$M_{h,LT}$	0,58
Współczynnik	$\phi_{h,LT}$	0,00
Współczynnik momentów końcowych	ψ_{LT}	0,45
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mLT}	0,95

$$\text{Sprawdzenie zgodności (6.61)} = \frac{|N_{ed}|}{\lambda_y \times \gamma_{M1}} + k_{\phi y} \times \frac{|M_{y,ed}| + \Delta M_{y,ed}}{\lambda_{LT} \times \gamma_{M1}} + k_{\phi z} \times \frac{|M_{z,ed}| + \Delta M_{z,ed}}{\gamma_{M1}} = \frac{122,79 [kN]}{1,00 \times 276,13 [kN]} + 0,90 \times \frac{0,58 [kNm] + 0,00 [kNm]}{1,00 \times 7,78 [kNm]} + 0,54 \times \frac{-0,31 [kNm] + 0,00 [kNm]}{1,00 \times 7,78 [kNm]} = 0,53 \leq 1,00$$

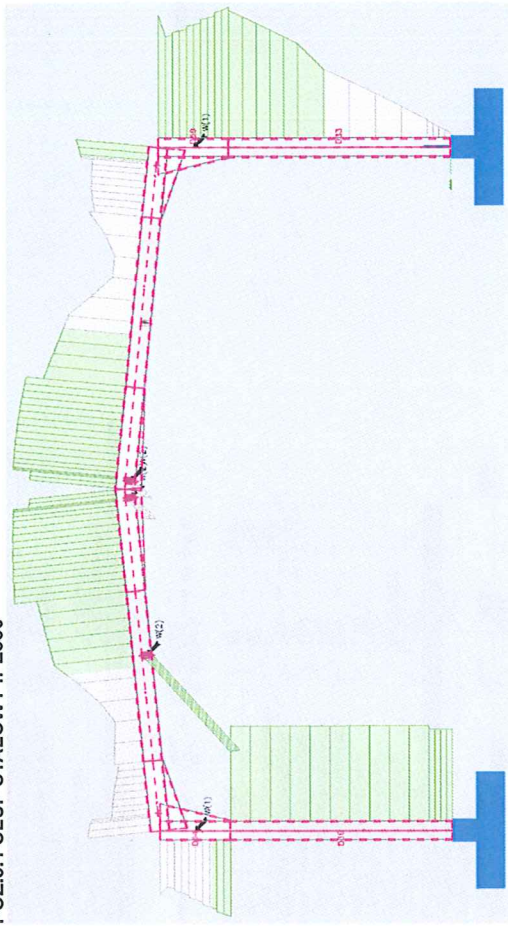
(EC-1-1: 6.61)

$$\text{Sprawdzenie zgodności (6.62)} = \frac{|N_{ed}|}{\lambda_z \times \gamma_{M1}} + k_{\phi y} \times \frac{|M_{y,ed}| + \Delta M_{y,ed}}{\lambda_{LT} \times \gamma_{M1}} + k_{\phi z} \times \frac{|M_{z,ed}| + \Delta M_{z,ed}}{\gamma_{M1}} = \frac{122,79 [kN]}{1,00 \times 276,13 [kN]} + 0,54 \times \frac{0,58 [kNm] + 0,00 [kNm]}{1,00 \times 7,78 [kNm]} + 0,90 \times \frac{-0,31 [kNm] + 0,00 [kNm]}{1,00 \times 7,78 [kNm]} = 0,52 \leq 1,00$$

(EC-1-1: 6.62)

Sprawdzenie całkowite = max (Sprawdzenie zgodności (6.61), Sprawdzenie zgodności (6.62)) = max (0,53, 0,52) = 0,53 ≤ 1,00

POZ.3 SŁUPY POZ.3.1 SŁUP STALOWY IPE330



EC-EN 1993 Sprawdzanie stali SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1			
Pręt B11	0,000 / 1,200 m	H + H zmian (IPE330; 12)	S 235
		II rząd wszystkie	0,46 -

...SPRAWDZENIE PRZEKROJU...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 0,000 m		
Siły wewnętrzne	Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N_{ed}	-62,67
Siła ścinająca	$V_{y,ed}$	0,76
Siła ścinająca	$V_{z,ed}$	-17,03
Skrecanie	T_{ed}	0,06
Moment zginający	$M_{y,ed}$	-67,61
Moment zginający	$M_{z,ed}$	-0,37
Sprawdzenie ściskania		
Powierzchnia przekroju	A	8,1063e-03
poprzeczne	$N_{y,ed}$	1904,97
Nośność na ściskanie	$N_{y,Rd}$	0,03
Sprawdzenie całkowite		-

$$\text{Sprawdzenie zgodności (6.61)} = \frac{|N_{ed}|}{N_{y,Rd}} = \frac{-62,67 [kN]}{1904,97 [kN]} = 0,03 \leq 1,00$$

(EC-1-1: 6.9)

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y		
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	1,0065e-03
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	236,52
Sprawdzenie całkowite		0,29

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{x,Ed}|}{M_{p,y,Rd}} = \frac{-67.61[kNm]}{236.52[kNm]} = 0.29 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.12)

Sprawdzenie momentu zginającego — M_x

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	2,2734e-04	m³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$	53.42	kNm
Sprawdzenie całkowite	V_r	0.01	-

$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{I_y}} = \frac{0.12}{\pi \times \sqrt{210000.0[MPa]}} = 0.00$

(EC-3-1: 6.50)

Sprawdzenie wybożenia skrętnego — M_x

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	2,2734e-03	m³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	53.42	kNm
Sprawdzenie całkowite	V_r	0.01	-

Sprawdzenie wybożenia skrętnego (ciężnego)

Długość wybożenia skrętnego	l_{cr}	4.570	m
Elastyczne obciążenie krytyczne	$N_{cr,T}$	2375.53	kN
Elastyczne obciążenie krytyczne	$N_{cr,Tf}$	2375.53	kN
Smukłość względna	$\lambda_{rel,T}$	0.90	
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0}$	0.20	

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{x,Ed}|}{M_{p,y,Rd}} = \frac{-0.37[kNm]}{53.42[kNm]} = 0.01 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.12)

Sprawdzenie ścinania — V_r

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1.20	
Powierzchnia ścinania	A_v	5,4067e-03	m²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_r	$V_{pl,y,Rd}$	733.57	kN
Sprawdzenie całkowite	V_r	0.00	-

$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times I_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{8.1063 \cdot 10^{-11}[m^2] \times 235.0[MPa]}{2375.53[kN]}} = 0.90$

Sprawdzenie zwężenia

Parametry zwężenia			
Metoda dla krzywej wybożenia			
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	1,0065e-03	m³
Sprężysty moment krytyczny	M_{cr}	452.03	kNm
Smukłość względna	$\lambda_{rel,T}$	0.72	
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0}$	0.20	
Krzywa zwężenia	d		
Imperfekcje	α_1	0.76	
Współczynnik zmniejszający	χ_T	0.63	
Obliczeniowa nośność wybożeniowa	$M_{b,Rd}$	148.53	kNm
Sprawdzenie całkowite		0.46	-

(EC-3-1: 6.17)

Sprawdzenie ścinania — V_r

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1.20	
Powierzchnia ścinania	A_v	2,6513e-03	m²
Plastyczna nośność na ścinanie — V_r	$V_{pl,z,Rd}$	359.73	kN
Sprawdzenie całkowite	V_r	0.05	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{x,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{0.76[kN]}{733.57[kN]} = 0.00 \leq 1.00$

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{x,Ed}|}{V_{c,y,Rd}} = \frac{-17.03[kN]}{359.73[kN]} = 0.05 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.17)

Sprawdzenie skręcenia

Indeks włókna	Włókno	25	
Całkowity moment skręcający	T_{Ed}	2.4	MPa
Sprężysta nośność na ścinanie	T_{Rd}	135.7	MPa
Sprawdzenie całkowite	V_r	0.02	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{2.4[MPa]}{135.7[MPa]} = 0.02 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.23)

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły csiowej i siły ścinającej

Plastyczna nośność przy rozciąganiu	$N_{pl,Rd}$	1904.97	kN
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	236.52	kNm
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$	53.42	kNm

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|N_{Ed}|}{N_{pl,Rd}} + \frac{|M_{x,Ed}|}{M_{p,y,Rd}} + \frac{|M_{y,Ed}|}{M_{p,z,Rd}} = \frac{-0.67[kN]}{1904.97[kN]} + \frac{-67.61[kNm]}{236.52[kNm]} + \frac{-0.37[kNm]}{53.42[kNm]} = 0.33 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.2)

SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI...

Sprawdzenie wybożenia ciężnego

Parametry wybożenia			
Typ przesuwności			
Długość systemowa	L	4,970	m
Współczynnik wybożenia	k	0.00	
Długość wybożenia	l_{cr}	0.005	m
Krytyczna siła Eulera	N_{cr}	13365.162888.55	kN
Smukłość	λ	0.04	
Smukłość względna	λ_{rel}	0.00	
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0}$	0.20	

$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{I_y}} = \frac{0.04}{\pi \times \sqrt{210000.0[MPa]}} = 0.00$

(EC-3-1: 6.50)

(EC-3-1: 6.54)

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{x,Ed}|}{M_{b,Rd}} = \frac{-67.61[kNm]}{148.53[kNm]} = 0.46 \leq 1.00$

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Parametry sprawdzania zginania i osiowego ściskania			
Metoda alternatywna 2			
Powierzchnia przekroju	A	8,1063e-03	m²
poprzedniego			
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	1,0065e-03	m³
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	2,2734e-04	m³
Obliczeniowa siła ściskająca	N_{Ed}	62.67	kN
Obliczeniowy moment zginający	$M_{y,Ed}$	-67.61	kNm
Obliczeniowy moment zginający	$M_{z,Ed}$	-0.37	kNm
Charakterystyczna nośność na ściskanie	N_{Rk}	1904.97	kN
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{y,Rk}$	236.52	kNm
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{z,Rk}$	53.42	kNm
Współczynnik zmniejszający	χ_y	1.00	
Współczynnik zmniejszający	χ_z	1.00	
Współczynnik zmniejszający	χ_{Tf}	0.63	
Współczynnik interakcji	k_{yy}	0.90	
Współczynnik interakcji	k_{yz}	0.57	
Współczynnik interakcji	k_{zy}	0.60	
Współczynnik interakcji	k_{zz}	0.94	
Parametry metody interakcji 2			
Metoda dla współczynników interakcji			
Przesuwny typ y		przesuwny	
Współczynnik równowaznego	C_{my}	0.90	

Tabela B.2

Parametry sprawdzania zginania i osiowego ściskania			
momentu			
Wynikowy typ obciążenia z	M _{h,z}	obciążenie liniowe q	kNm
Moment końcowy	M _{k,z}	0,65	kNm
Moment powierzchni	M _{k,z}	-0,97	kNm
Współczynnik	α _{h,z}	-0,67	
Współczynnik momentów	ψ _z	-0,42	
końcowych			
Współczynnik równoważnego	C _{me}	0,94	
momentu			
Wynikowy typ obciążenia LT	M _{h,LT}	obciążenie liniowe q	kNm
Moment końcowy	M _{k,LT}	-80,10	kNm
Moment powierzchni	M _{k,LT}	-68,56	kNm
Współczynnik	α _{h,LT}	0,86	
Współczynnik momentów	ψ _{LT}	0,10	
końcowych			
Współczynnik równoważnego	C _{me,LT}	0,88	
momentu			

Sprawdzenie zgodności (6.61) = $\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{\psi} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{M_{y,Rk}} + k_{\psi} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{M_{z,Rk}} \times \frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}}$

= $\frac{[62,67[kN]]}{1.00 \times \frac{1904,97[kN]}{1,00}} + 0.90 \times \frac{[-67,61[kNm]] + [0.00[kNm]]}{0.63 \times \frac{236,52[kNm]}{1,00}} + 0.57 \times \frac{[-0.37[kNm]] + [0.00[kNm]]}{53.42[kNm]} = 0.45 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.61)

Sprawdzenie zgodności (6.62) = $\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{\psi} \times \frac{|M_{y,Ed}| + |\Delta M_{y,Ed}|}{M_{y,Rk}} + k_{\psi} \times \frac{|M_{z,Ed}| + |\Delta M_{z,Ed}|}{M_{z,Rk}} \times \frac{\gamma_{M1}}{\gamma_{M1}}$

= $\frac{[62,67[kN]]}{1.00 \times \frac{1904,97[kN]}{1,00}} - 0.60 \times \frac{[-67,61[kNm]] + [0.00[kNm]]}{0.63 \times \frac{236,52[kNm]}{1,00}} + 0.94 \times \frac{[-0.37[kNm]] + [0.00[kNm]]}{53.42[kNm]} = 0.31 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.62)

Sprawdzenie całkowite = max (Sprawdzenie zgodności (6.61), Sprawdzenie zgodności (6.62)) = max (0.45, 0.31) = 0.45 ≤ 1.00

POZ.3.2 SŁUP STALOWY IPE200 EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy, Polski NA PN-EN

Pręt B28	2 710	4 664 m	IPE200	S 235	II rząd wszystkie	0.32 -
----------	-------	---------	--------	-------	-------------------	--------

...:SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 2,710 m

Silowe wektorne	obliczony	Jednostka
Sila podłuzna	N _{Ed}	-0,19 kN
Sila ścinająca	V _{Ed}	6,30 kN
Sila ścinająca	V _{Ed}	2,19 kN
Skrecanie	T _{Ed}	0,02 kNm
Moment zginający	M _{y,Ed}	1,55 kNm
Moment zginający	M _{z,Ed}	3,36 kNm

Sprawdzenie ściskania		
Powierzchnia przekroju	A	2,8500e-03 m ²
poprznego		
Nosność na ściskanie	N _{c,Rd}	669,75 kN
Sprawdzenie całkowite		0,00 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{[-0,19[kN]]}{669,75[kN]} = 0.00 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.9)

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y		
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	2,2100e-04 m ³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	51,94 kNm
Sprawdzenie całkowite		0,03 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{[1.55[kNm]]}{51,94[kNm]} = 0.03 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.12)

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z		
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	4,4600e-05 m ³

Plastyczny moment zginający	M _{pl,y,Rd}	10,48 kNm
Sprawdzenie całkowite		0,32 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{[3,36[kNm]]}{10,48[kNm]} = 0.32 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.12)

Sprawdzenie ścinania — V_z

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20
Powierzchnia ścinania	A _v	1,7986e-03 m²
Plastyczna nosność na ścinanie — V _z	V _{pl,z,Rd}	244,02 kN
Sprawdzenie całkowite		0,03 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{[6,30[kN]]}{244,02[kN]} = 0.03 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.17)

Sprawdzenie ścinania — V_z

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20
Powierzchnia ścinania	A _v	1,4016e-03 m²
Plastyczna nosność na ścinanie — V _z	V _{pl,z,Rd}	190,17 kN
Sprawdzenie całkowite		0,01 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{z,Ed}|}{V_{c,z,Rd}} = \frac{[2,19[kN]]}{190,17[kN]} = 0.01 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.17)

Sprawdzenie skręcania

Indeks włókna	Włókno	2
Całkowity moment skręcający	T _{Ed}	2,9 MPa
Sprężysta nosność na ścinanie	T _{Ed}	135,7 MPa
Sprawdzenie całkowite		0,02 -

Sprawdzenie całkowite = $\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{2,9[MPa]}{135,7[MPa]} = 0.02 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.23)

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Plastyczny moment zginający	M _{pl,y,Rd}	51,94 kNm
Wkładnik współczynnika zginania y	α	2,00
Plastyczny moment zginający	M _{pl,z,Rd}	10,48 kNm
Wkładnik współczynnika zginania z	β	1,00

Sprawdzenie całkowite = $\left(\frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} \right)^{\beta} = \left(\frac{[1,55[kNm]]}{51,94[kNm]} \right)^{2.00} + \left(\frac{[3,36[kNm]]}{10,48[kNm]} \right)^{1.00} = 0.32 \leq 1.00$

(EC-3-1: 6.41)

...:SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

Sprawdzenie wybożenia giętnego

Parametry wybożenia	y	z
Typ przesuwności	przesuwny	nieprzesuwny
Diłgosc systemowa	L	3,910 m
Współczynnik wybożenia	k	0,00
Diłgosc wybożenia	l _{cr}	0,004 m
Krytyczna sila Eulera	N _{cr}	2634809268,10 kN
Smukłosc	λ	0,05
Smukłosc względną	λ _{rel}	0,00
Smukłosc graniczna	λ _{rel,0}	0,20

$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0.05}{\pi \times \sqrt{\frac{210000.0[MPa]}{235.0[MPa]}}} = 0.00$

(EC-3-1: 6.50)

$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0.12}{\pi \times \sqrt{\frac{210000.0[MPa]}{235.0[MPa]}}} = 0.00$

(EC-3-1: 6.50)

Sprawdzenie zwężenia

Parametry zwichrzenia		
metoda dla krzywej wybożenia	Przykład alternatywny	
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	2,2100e-04 m ³
Sprężysty moment krytyczny	M_{cr}	91,66 kNm
Smukłość względna	$\lambda_{rel,LT}$	0,75
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,LTP}$	0,40

Parametry M_{cr}	
Diugość zwichrzenia	l_{cr} 2,707 m
Wpływ pozycji obciążenia	k brak wpływu
Współczynnik korekcyjny	k_{cor} 1,00
Współczynnik korekcyjny	k_{cor} 1,00
NEN – współczynnik momentu	C_1 1,50
NEN – współczynnik momentu	C_2 1,03
NEN – współczynnik momentu	C_3 0,41
Odległość od środka ścinania	d_1 0 mm
Odległość przyłożenia obciążenia	Z_1 0 mm
Mono-symetria stala	B_1 0 mm
Mono-symetria stala	Z_1 0 mm

$$\lambda_{rel,LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,2100 \cdot 10^{-4} [m^3] \times 235,0 [MPa]}{91,66 [kNm]}} = 0,75$$

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Parametry sprawdzania zginania i osiowego ściskania		
Metoda interakcji	Metoda alternatywna 2	
Powierzchnia przekroju	A	2,8500e-03 m ²
poprzedniego		
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	2,2100e-04 m ³
Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	4,4600e-05 m ³
Obciążeniowa siła ściskająca	N_{Ed}	0,19 kN
Obciążeniowy moment zginający	$M_{y,Ed}$	1,55 kNm
Obciążeniowy moment zginający	$M_{z,Ed}$	3,56 kNm
Charakterystyczna nośność na ściskanie	N_{Rk}	669,75 kN
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{y,Rk}$	51,94 kNm
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{z,Rk}$	10,48 kNm
Współczynnik zmniejszający	χ_z	1,00
Współczynnik zmniejszający	χ_z	1,00
Zmodyfikowany współczynnik redukcji	$\chi_{T,mod}$	1,00
Współczynnik interakcji	k_{y2}	0,90
Współczynnik interakcji	k_{y1}	0,54
Współczynnik interakcji	k_{y2}	0,54
Współczynnik interakcji	k_{z2}	0,91

Przykład metody interakcji 2

Metoda dla współczynników interakcji	
Przesuwany typ y	przesuwany
Współczynnik równowaznego momentu	C_{my} 0,90
Wynikowy typ obciążenia z	obciążenie liniowe q
Moment końcowy	$M_{y,z}$ -2,33 kNm
Moment powierzchni	$M_{y,z}$ 2,76 kNm
Współczynnik	$\phi_{y,z}$ -0,84
Współczynnik momentów końcowych	ψ_z 0,55
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mz} 0,91
Wynikowy typ obciążenia LT	obciążenie punktowe F
Moment końcowy	$M_{y,z}$ -1,74 kNm
Moment powierzchni	$M_{y,z}$ 2,64 kNm
Współczynnik	$\phi_{y,z}$ -0,66
Współczynnik momentów końcowych	ψ_{LT} 0,29
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mLT} 0,83

$$\text{Sprawdzenie zgodności (6.61)} = \frac{N_{Ed}}{\lambda_z \times \gamma_{M1}} + k_{y2} \times \frac{M_{y,Ed}}{\lambda_{LT,mod} \times \gamma_{M1}} + k_{y1} \times \frac{M_{z,Ed}}{\lambda_{LT,mod} \times \gamma_{M1}} + k_{y2} \times \frac{M_{y,Ed}}{\lambda_{LT,mod} \times \gamma_{M1}} + k_{y1} \times \frac{M_{z,Ed}}{\lambda_{LT,mod} \times \gamma_{M1}}$$

$$= \frac{0,19 [kN]}{1,00 \times \frac{669,75 [kN]}{1,00}} + 0,90 \times \frac{1,55 [kNm]}{1,00 \times \frac{51,94 [kNm]}{1,00}} + 0,54 \times \frac{3,56 [kNm]}{1,00 \times \frac{10,48 [kNm]}{1,00}} = 0,20 \leq 1,00$$

(EC3-1-1: 6.61)

$$\text{Sprawdzenie zgodności (6.62)} = \frac{N_{Ed}}{\lambda_z \times \gamma_{M1}} + k_{y2} \times \frac{M_{y,Ed}}{\lambda_{LT,mod} \times \gamma_{M1}} + k_{y1} \times \frac{M_{z,Ed}}{\lambda_{LT,mod} \times \gamma_{M1}} + k_{y2} \times \frac{M_{y,Ed}}{\lambda_{LT,mod} \times \gamma_{M1}} + k_{y1} \times \frac{M_{z,Ed}}{\lambda_{LT,mod} \times \gamma_{M1}}$$

$$= \frac{0,19 [kN]}{1,00 \times \frac{669,75 [kN]}{1,00}} + 0,54 \times \frac{1,55 [kNm]}{1,00 \times \frac{51,94 [kNm]}{1,00}} + 0,91 \times \frac{3,56 [kNm]}{1,00 \times \frac{10,48 [kNm]}{1,00}} = 0,31 \leq 1,00$$

Sprawdzenie całkowite = max (Sprawdzenie zgodności (6.61), Sprawdzenie zgodności (6.62)) = max (0,20, 0,31) = 0,31 ≤ 1,00

Sprawdzenie wybożenia przy ścinaniu

Parametry wybożenia przy ścinaniu	
Diugość pola wybożenia	a 4,664 m
Środek	nieuzebrowane
Wysokość środka	h_w 183 mm
Grubość środka	t 6 mm
Współczynnik materiału	ε 1,00
Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η 1,20

Weryfikacja wybożenia przy ścinaniu

Smukłość środka	h_w/t 32,68
Limit smukłości środka	60,00

$$h_w/t = \frac{183 [mm]}{6 [mm]} = 32,68$$

$$\text{limit } h_w/t = \frac{72 \times \varepsilon}{\eta} = \frac{72 \times 1,00}{1,20} = 60,00$$

Uwaga : Smukłość środka umożliwia pominięcie wpływów wybożenia przy ścinaniu zgodnie z EN 1993-1-5 pkt 5.1(2).

POZ.3.2 SŁUP STALOWY IPE200 EC-EN 1993 Sprawdzanie stali SGN Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1 Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B25	3,770 / 3,770 m	IPE200	S 235	II rząd wszystkie	0,14 -
Poszybie					
Parametry					
Nazwa poszybia	D39	I	0,00	m ² /m	
Moment bezwładności dla długości	+ z				
Pozycja z	dodatni				
Pozycja poszybia	pas górny				
Położenie śruby	2br				
Rozstaw śrub	L _r 5,490 m				
Odległość między ramami	L _d 11,000 m				
Diugość poszybia	K ₁ 0,227 m/kN				
Współczynnik poszybia	K _{s1} 6,820 m ² /kN				
Współczynnik numeryczny	k	2,00			

Sztynność	
Rzeczywista sztywność	S 64817,00 kN
Wymagana sztywność	S _{erf} 16698,13 kN
0,2 S < S _{erf}	niewłaściwie sięgany
Poszybie z boku	C _{myk} 3,08 kNm/m
Sztynność obrotowa (poszybie)	C _{pyk} 48,15 kNm/m
Sztynność obrotowa (zniekształcenie belki)	C _{axk} 1,70 kNm/m
Sztynność obrotowa (połączenie)	C _{op} 1,70 kNm/m
Współczynnik obrotowy	vonC ₀ 1,07 m
Sztynność obrotowa	l _{cr} 3,800 m ⁴
Diugość zwichrzenia	l _t 6,9800e-08 m ⁴
Stala skręcana w przekroju	I _{t,Ed} 1,8391e-08 m ⁴
Dodatkowa stala skręcana	I _{t,Ed} 8,9191e-08 m ⁴
Dostosowana stala skręcana	I _{t,Ed} 8,9191e-08 m ⁴

...:SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 3,770 m

Siły wewnętrzne		obliczony		Jednostka
Sila podłuzna	N _{Ed}	-28,34	kN	
Sila ścinająca	V _{Ed}	-0,25	kN	
Sila ścinająca	V _{Ed}	-0,85	kN	
Skrecanie	T _{Ed}	0,00	kNm	
Moment zginający	M _{Ed}	-5,68	kNm	
Moment zginający	M _{Ed}	-0,06	kNm	

Sprawdzenie ścianania

Powierzchnia przekroju	A	2,8500e-03	m ²
Poprzeznicznego			
Nośność na ściananie	N _{c,Rd}	669,75	kN
Sprawdzenie całkowite		0,04	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{-28,34[kN]}{669,75[kN]} = 0,04 \leq 1,00$

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,y}	2,2100e-04	m ³
Plastyczny moment zginający	M _{pl,y,Rd}	51,94	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,11	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{-5,68[kNm]}{51,94[kNm]} = 0,11 \leq 1,00$

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z

Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,z}	4,4600e-05	m ³
Plastyczny moment zginający	M _{pl,z,Rd}	10,48	kNm
Sprawdzenie całkowite		0,01	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{-0,06[kNm]}{10,48[kNm]} = 0,01 \leq 1,00$

Sprawdzenie ścianania — V_y

Wskaźnik korekcyjny dla ścianania	η	1,20	
Powierzchnia ścianania	A _v	1,7986e-03	m ²
Plastyczna nośność na ściananie — V _y	V _{pl,y,Rd}	244,02	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{-0,25[kN]}{244,02[kN]} = 0,00 \leq 1,00$

Sprawdzenie ścianania — V_z

Wskaźnik korekcyjny dla ścianania	η	1,20	
Powierzchnia ścianania	A _v	1,4016e-03	m ²
Plastyczna nośność na ściananie — V _z	V _{pl,z,Rd}	190,17	kN
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{-0,85[kN]}{190,17[kN]} = 0,00 \leq 1,00$

Sprawdzenie skręcania

Indeks włókna	Wiokno	2	
Całkowity moment skręcający	T _{Ed}	0,2	MPa
Sprężysta nośność na ściananie	T _{Ed}	135,7	MPa
Sprawdzenie całkowite		0,00	-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{T_{Ed}}{T_{Ed}} = \frac{0,2[MPa]}{135,7[MPa]} = 0,00 \leq 1,00$

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Plastyczny moment zginający	M _{pl,y,Rd}	51,94	kNm
Wykładnik współczynnika zginania y	α	2,00	

Plastyczny moment zginający	M _{pl,y,Rd}	10,48	kNm
Wykładnik współczynnika zginania z	β	1,00	

Sprawdzenie całkowite = $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}} \right)^{\beta} = \left(\frac{-5,68[kNm]}{51,94[kNm]} \right)^{2,00} + \left(\frac{-0,06[kNm]}{10,48[kNm]} \right)^{1,00} = 0,02 \leq 1,00$

...:SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

Sprawdzenie wyboczenia giętnego

Parametry wyboczenia		yy	zz
Typ przesuwności	przesuwny		nieprzesuwny
Diługość systemowa	L	3,400	3,800
Współczynnik wyboczenia	k	0,00	0,00
Diługość wyboczenia	l _{cr}	0,003	0,004
Krytyczna siła Eulera	N _{cr}	3483645920,22	203816895,75
Smukłość	λ	0,04	0,17
Smukłość względna	λ _{rel}	0,00	0,00
Smukłość graniczna	λ _{rel,0}	0,20	0,20

$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,04}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,17}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

Sprawdzenie wyboczenia skretnego (-giętnego)

Diługość wyboczenia skretnego	l _{cr}	3,800	m
Elastyczne obciążenie krytyczne	N _{cr,T}	1239,76	kN
Smukłość względna	λ _{rel,T}	0,74	
Smukłość graniczna	λ _{rel,0}	0,20	

$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{A \times f_t}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,8500 \cdot 10^{-4}[m^2] \times 235,0[MPa]}{1239,76[kN]}} = 0,74$

Sprawdzenie zwichrzenia

Parametry zwichrzenia		Przypadek alternatywny
metoda dla krzywej wyboczenia	W _{pl,y}	2,2100e-04
Plastyczny wskaźnik przekroju	M _{cr}	66,52
Sprężysty moment krytyczny	λ _{rel,T}	0,88
Smukłość względna	λ _{rel,T,0}	0,40

Diługość zwichrzenia	l _T	3,800	m
Wpływ pozycji obciążenia	k	1,00	
Współczynnik korekcyjny	k _{ser}	1,00	
NEN – współczynnik momentu	C ₁	1,55	
NEN – współczynnik momentu	C ₂	0,06	
NEN – współczynnik momentu	C ₃	1,00	
Odległość od środka ścianania	d ₁	0	mm
Odległość przyłożenia obciążenia	z ₀	0	mm
Mono-symetria stała	β _T	0	mm
Mono-symetria stała	z ₁	0	mm

$\lambda_{rel,T} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \times f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{2,2100 \cdot 10^{-4}[m^3] \times 235,0[MPa]}{66,52[kNm]}} = 0,88$

Sprawdzenie zginania i osiowego ścianania

Parametry sprawdzania zginania i osiowego ścianania		metoda alternatywna 2
Metoda interakcji	A	2,8500e-03
Powierzchnia przekroju	W _{pl,y}	2,2100e-04
Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,z}	4,4600e-05
Obliczeniowa siła ścinająca	N _{Ed}	28,34
Obliczeniowy moment zginający	M _{y,Ed}	-5,68
Obliczeniowy moment zginający	M _{z,Ed}	-0,06
Charakterystyczna nośność na	N _{Ed}	669,75

Parametry sprawdzania zginania i osiowego ściskania		
ściskanie	$M_{y,Rk}$	51,94 kNm
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{y,Rk}$	10,48 kNm
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	X_y	1,00
Współczynnik zmniejszający	X_z	1,00
Współczynnik zmniejszający	$X_{T,red}$	1,00
Zmodyfikowany współczynnik redukcji	k_{yy}	0,90
Współczynnik interakcji	k_{yz}	0,56
Współczynnik interakcji	k_{zy}	0,54
Współczynnik interakcji	k_{zz}	0,93

Parametry metody interakcji 2		
Metoda dla współczynników interakcji		
Przesuwany typ y	C_{my}	przesuwany
Współczynnik równowaznego momentu	$M_{y,2}$	-0,07
Wynikowy typ obciążenia z	$M_{y,z}$	-0,25
Moment powierzchni	ψ_z	0,00
Współczynnik momentów końcowych	C_{m1}	0,93
Współczynnik równowaznego momentu	$M_{y,LT}$	-5,67
Wynikowy typ obciążenia LT	$M_{y,LT}$	-3,82
Moment powierzchni	ψ_{LT}	0,67
Współczynnik momentów końcowych	$C_{m,LT}$	0,74

Sprawdzenie zgodności (6.61) = $\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{\varphi y} \times \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} + k_{\varphi z} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{28,34[kN]}{660,75[kN]} + 0,90 \times \frac{51,94[kNm]}{10,48[kNm]} + 0,56 \times \frac{10,48[kNm]}{10,48[kNm]} = 1,00 \times 1,00 = 1,00$

Sprawdzenie zgodności (6.62) = $\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{\varphi y} \times \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} + k_{\varphi z} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{28,34[kN]}{660,75[kN]} + 0,90 \times \frac{51,94[kNm]}{10,48[kNm]} + 0,56 \times \frac{10,48[kNm]}{10,48[kNm]} = 1,00 \times 1,00 = 1,00$

Sprawdzenie zgodności (6.61) = $\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{\varphi y} \times \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} + k_{\varphi z} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{28,34[kN]}{660,75[kN]} + 0,90 \times \frac{51,94[kNm]}{10,48[kNm]} + 0,56 \times \frac{10,48[kNm]}{10,48[kNm]} = 1,00 \times 1,00 = 1,00$

Sprawdzenie zgodności (6.62) = $\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} + k_{\varphi y} \times \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} + k_{\varphi z} \times \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} = \frac{28,34[kN]}{660,75[kN]} + 0,90 \times \frac{51,94[kNm]}{10,48[kNm]} + 0,56 \times \frac{10,48[kNm]}{10,48[kNm]} = 1,00 \times 1,00 = 1,00$

Sprawdzenie całkowite = max (Sprawdzenie zgodności (6.61), Sprawdzenie zgodności (6.62)) = max (0,14, 0,11) = 0,14 ≤ 1,00

Sprawdzenie wybożenia przy ściskaniu

Parametry wybożenia przy ściskaniu		
Długość pola wybożenia	a	3,770 m
Średnik	h_w	nieuzbrojone
Wysokość średnika	t	6 mm
Grubość średnika	ε	1,00
Współczynnik materiału	η	1,20
Współczynnik korekcyjny dla ściskania	h_w/t	32,68
Limit smukłości średnika	h_w/t	60,00

$h_w/t = \frac{183[mm]}{6[mm]} = 32,68$

Limit $h_w/t = \frac{72 \times \epsilon}{\eta} = \frac{72 \times 1,00}{1,20} = 60,00$

POZ.3.3 ŚLUP STALOWY RK120X120X4 EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B133	0,400 / 3,800 m	RRK120/120/4	S 235	II rząd wszystkie	0,43 -
-----------	-----------------	--------------	-------	-------------------	--------

...SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 0,400 m

Siły wewnętrzne	Obliczony	Jednostka
Siła podłużna	N_{Ed}	-32,00 kN
Siła ścinająca	$V_{y,Ed}$	-0,28 kN
Siła ścinająca	$V_{z,Ed}$	3,07 kN
Ściskanie	T_{Ed}	-0,12 kNm
Moment zginający	$M_{y,Ed}$	1,23 kNm
Moment zginający	$M_{z,Ed}$	1,94 kNm

Sprawdzenie ściskania

Powierzchnia przekroju	A	1,8150e-03 m²
popręznego	$N_{y,Ed}$	426,52 kN
Nośność na ściskanie	$N_{y,Rd}$	0,08
Sprawdzenie całkowite		-

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|N_{Ed}|}{N_{y,Rd}} = \frac{426,52[kN]}{426,52[kN]} = 1,00 \leq 1,00$

(EC-3-1: 6.9)

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,y}$	7,8300e-05 m³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,y,Rd}$	18,40 kNm
Sprawdzenie całkowite		0,07

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{y,Ed}|}{M_{pl,y,Rd}} = \frac{1,23[kNm]}{18,40[kNm]} = 0,07 \leq 1,00$

(EC-3-1: 6.12)

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z

Plastyczny wskaźnik przekroju	$W_{pl,z}$	7,8300e-05 m³
Plastyczny moment zginający	$M_{pl,z,Rd}$	18,40 kNm
Sprawdzenie całkowite		0,11

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{z,Ed}|}{M_{pl,z,Rd}} = \frac{1,94[kNm]}{18,40[kNm]} = 0,11 \leq 1,00$

(EC-3-1: 6.12)

Sprawdzenie ściskania — V_y

Współczynnik korekcyjny dla ściskania	η	1,20
Powierzchnia ściskania	A_v	9,0750e-04 m²
Plastyczna nośność na ściskanie — V_y	$V_{pl,y,Rd}$	123,13 kN
Sprawdzenie całkowite		0,00

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{y,Ed}|}{V_{pl,y,Rd}} = \frac{0,28[kN]}{123,13[kN]} = 0,00 \leq 1,00$

(EC-3-1: 6.17)

Sprawdzenie ściskania — V_z

Współczynnik korekcyjny dla ściskania	η	1,20
Powierzchnia ściskania	A_v	9,0750e-04 m²
Plastyczna nośność na ściskanie — V_z	$V_{pl,z,Rd}$	123,13 kN
Sprawdzenie całkowite		0,02

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{z,Ed}|}{V_{pl,z,Rd}} = \frac{3,07[kN]}{123,13[kN]} = 0,02 \leq 1,00$

(EC-3-1: 6.17)

Sprawdzenie skręcania

Indeks wiązki	Wiązki	1
Całkowity moment skręcający	T_{Ed}	1,1 MPa
Sprężysta nośność na ściskanie	T_{Rd}	135,7 MPa
Sprawdzenie całkowite		0,01

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|M_{x,Ed}|}{M_{x,Rd}} = \frac{3,94[kNm]}{30,08[kNm]} = 0,13 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.12)

Sprawdzenie ścinania — V_y

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20
Powierzchnia ścinania	A_v	1,2275e-03 m ²
Pięstyczna nośność na ścinanie — $V_{y,Rd}$	$V_{y,Rd}$	166,54 kN
V_y		
Sprawdzenie całkowite		0,01

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{x,Ed}|}{V_{x,Rd}} = \frac{[-0,95[kN]]}{166,54[kN]} = 0,01 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.17)

Sprawdzenie ścinania — V_z

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20
Powierzchnia ścinania	A_v	1,2275e-03 m ²
Pięstyczna nośność na ścinanie — $V_{z,Rd}$	$V_{z,Rd}$	166,54 kN
V_z		
Sprawdzenie całkowite		0,02

Sprawdzenie całkowite = $\frac{|V_{x,Ed}|}{V_{x,Rd}} = \frac{[-2,62[kN]]}{166,54[kN]} = 0,02 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.17)

Sprawdzenie skręcania

Indeks wiązki	Włókno	1
Całkowity moment skręcający	T_{Ed}	0,2 MPa
Sprężysta nośność na ścinanie	T_{Rd}	135,7 MPa
Sprawdzenie całkowite		0,00

Sprawdzenie całkowite = $\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{0,2[MPa]}{135,7[MPa]} = 0,00 \leq 1,00$

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej

Interpolowana nośność przy zginaniu zredukowana ze względu na N_{Ed}	$M_{N2,y,Rd}$	27,45 kNm
Wykładnik współczynnika zginania γ	γ	1,67
Interpolowana nośność przy zginaniu zredukowana ze względu na N_{Ed}	$M_{N2,z,Rd}$	27,45 kNm
Wykładnik współczynnika zginania z β	β	1,67

Sprawdzenie całkowite = $\left(\frac{|M_{x,Ed}|}{M_{N2,y,Rd}} \right)^{\gamma} + \left(\frac{|M_{z,Ed}|}{M_{N2,z,Rd}} \right)^{\beta} = \left(\frac{[-1,07[kNm]]}{27,45[kNm]} \right)^{1,67} + \left(\frac{3,94[kNm]}{27,45[kNm]} \right)^{1,67} = 0,04 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.41)

....SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI....

Sprawdzenie wyboczenia giętnego

Parametry wyboczenia	γ_T	γ_T	γ_T
Typ pręsuwności	pręsuwny	niepręsuwny	z
Długość systemowa	L	3,800	3,800 m
Współczynnik wyboczenia	k	0,00	0,00
Długość wyboczenia	l_{cr}	0,004	0,004 m
Krytyczna siła Eulera	N_{cr}	1416670986,30	1416670986,30 kN
Smukłość	λ	0,06	0,06
Smukłość względna	λ_{rel}	0,00	0,00
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20

$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,06}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = \frac{0,06}{\pi \times \sqrt{\frac{210000,0[MPa]}{235,0[MPa]}}} = 0,00$

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

Parametry sprawdzenia zginania i osiowego ściskania		
Metoda interakcji	A	metoda alternatywna 2
Powierzchnia przekroju poprzecznego	A	2,4550e-03
Interpolowany moduł przekroju	W_{ly}	1,2800e-04
Interpolowany moduł przekroju	W_{lx}	1,2800e-04
Obliczeniowa siła ściskająca	N_{Ed}	50,43
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	$M_{y,Ed}$	-6,85
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	$M_{z,Ed}$	3,94
Charakterystyczna nośność na ściskanie	N_{Rk}	576,92
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{y,Rk}$	30,08
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	$M_{z,Rk}$	30,08
Współczynnik zmniejszający	χ_T	1,00
Współczynnik zmniejszający	χ_T	1,00
Współczynnik interakcji	k_{yT}	0,90
Współczynnik interakcji	k_{zT}	0,55
Współczynnik interakcji	k_{yT}	0,54
Współczynnik interakcji	k_{zT}	0,92

Parametry metody interakcji 2		
Metoda dla współczynników interakcji	Tabela B.1	
Przesuwiny typu y	przesuwiny	
Współczynnik równowaznego momentu	C_{my}	0,90
Wynikowy typ obciążenia z		
Moment końcowy	$M_{y,z}$	-2,27 kNm
Moment powierzchni	$M_{y,z}$	3,94 kNm
Współczynnik momentów końcowych	$\alpha_{y,z}$	-0,57
Współczynnik momentów końcowych	ψ_z	0,00
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mz}	0,92
Wynikowy typ obciążenia LT		
Moment końcowy	$M_{y,LT}$	-6,85 kNm
Moment powierzchni	$M_{y,LT}$	-4,17 kNm
Współczynnik momentów końcowych	$\alpha_{y,LT}$	0,61
Współczynnik momentów końcowych	ψ_{LT}	0,00
Współczynnik równowaznego momentu	C_{mLT}	0,69

Sprawdzenie zgodności (6.61) = $\frac{|N_{Ed}|}{\chi_T \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{50,43[kN]}{1,00 \times \frac{576,92[kN]}{1,00}} + 0,90 \times \frac{[-6,85[kNm]] + 0,00[kNm]}{1,00 \times \frac{30,08[kNm]}{1,00}} + 0,55 \times \frac{[3,94[kNm]] + 0,00[kNm]}{30,08[kNm]} = 0,36 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.61)

Sprawdzenie zgodności (6.62) = $\frac{|N_{Ed}|}{\chi_T \times \frac{N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \times \frac{|M_{y,Ed}| + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \times \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \times \frac{|M_{z,Ed}| + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} = \frac{50,43[kN]}{1,00 \times \frac{576,92[kN]}{1,00}} + 0,54 \times \frac{[-6,85[kNm]] + 0,00[kNm]}{30,08[kNm]} + 0,92 \times \frac{[3,94[kNm]] + 0,00[kNm]}{30,08[kNm]} = 0,33 \leq 1,00$

(EC3-1-1: 6.62)

Sprawdzenie całkowite = max (Sprawdzenie zgodności (6.61), Sprawdzenie zgodności (6.62)) = max (0,36, 0,33) = 0,36 ≤ 1,00

POZ.4. FUNDAMENTY

POZ.4.1. STOPA FUNDAMENTOWA SCHODKOWA 100x232x40+40x40x30/30x30x30
ZAPROJEKTOWANO PRZEKRÓJ z betonu C20/25 W8, zbrojenie siatką prętów dołem #12 B500SP, o oczku co 18 cm. Ze stopy należy wyprowadzić 8 prętów #12 typu L o długości odcinka poziomego 30 cm będące zbrojeniem słupka fundamentowego, strzemiona słupka z prętów $\phi 6$ zgodnie z rysunkami

wykonawczymi. Otulina 5 cm. W fundamencie należy zakotwić kotwę chemiczną do montażu słupów głównych.

POZ.4.2. STOPA FUNDAMENTOWA SCHODKOWA 200x100x40+40x40x30
EC-EN 1997 Sprawdzenie stopy fundamentowej

EN 1997-1 Sprawdzenie stateczności

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Dane stopy fundamentowej			
Nazwa	PF1		
Materiał	C25/30		
Typ	Przymiatyczny		
Warunki betonowania	In Situ		

Dane podłoża		Sub1
Nazwa		Odwodniony
Typ		Nie
Woda/powietrze w podłożu		
łaskym		
Gęstość (charakterystyka)	γ'	2,20
Gęstość (obliczeniowa)	γ_d	2,20
Kąt nośności na ścinanie	ϕ'	19,30
(charakterystyka)		
Kąt nośności na ścinanie	ϕ^d	15,65
(obliczeniowy)		
Odciecie spójności (naprężenie efektywne, charakterystyka)	c'	0,0
Odciecie spójności (naprężenie efektywne, obliczeniowe)	c^d	0,0

Poziom wód gruntowych	
Poziom	Bez wpływu

Sprawdzenie nośności

Współczynnik nośności	N_k	4,19
Współczynnik nośności	N_c	11,40
Współczynnik nośności	N_v	1,79
Współczynnik nachylenia stopy fundamentowej	b_k	1,00
Współczynnik nachylenia stopy fundamentowej	b_c	1,00
Współczynnik nachylenia stopy fundamentowej	b_v	1,00
Współczynnik kształtu fundamentu	s_k	1,15
Współczynnik kształtu fundamentu	s_c	1,19
Współczynnik kształtu fundamentu	s_v	0,84
Kąt obciążenia poziomego Hd (kierunek L)	θ	9,30 deg
Współczynnik	m_k	1,65
Współczynnik	m_c	1,35
Współczynnik	m_v	1,36
Współczynnik nachylenia obciążenia	i_k	0,82
Współczynnik nachylenia obciążenia	i_c	0,76
Współczynnik nachylenia obciążenia	i_v	0,71
Współczynnik ciężaru właściwego zasypowego	γ'	17,7 kN/m³
Współczynnik ciężaru dodatkowy na poziomie fundamentu	q^d	0,0 MPa
Współczynnik ciężaru dodatkowy na poziomie fundamentu	γ^d	0,0 kN/m³
Współczynnik ciężaru dodatkowy na poziomie fundamentu	R_d	164,36 kN
Współczynnik ciężaru dodatkowy na poziomie fundamentu	UC_{lim}	0,96

$$UC_{Bearing} = \frac{V_d}{R_d} = \frac{157,03[kN]}{164,36[kN]} = 0,96 \leq 1,00$$

Sprawdzenie odporności na poślizg

Obliczeniowy kąt tarcia	δ_k	15,65 deg
Obliczeniowa nośność parcia gruntu	$R_{p,k}$	0,00 kN
Nośność obliczeniowa na ścinanie	R_d	43,99 kN

$$UC_{Sideing} = \frac{F_{H,d}}{R_d + F_{H,d}} = \frac{21,45[kN]}{43,99[kN] + 0,00[kN]} = 0,49 \leq 1,00$$

Sprawdzenie maksymalnego mimośrod

Maksymalna wielkość mimośrodu	$UC_{eccentricity}$	1/3
Sprawdzenie całkowite		0,04

$$UC_{eccentricity} = \frac{\left(\frac{e_x}{A}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{B}\right)^2}{\frac{1}{A} + \frac{1}{B}} = \frac{\left(\frac{-0,121[m]}{1,000[m]}\right)^2 + \left(\frac{0,000[m]}{2,000[m]}\right)^2}{\frac{1}{1,000[m]} + \frac{1}{2,000[m]}} = 0,04 \leq 1,00$$

ZAPROJEKTOWANO PRZEKRÓJ 200x100x40cm z betonu C20/25 W8, zbrojenie siatką prętów dołem #12 B500SP, o oczku co 18 cm. Ze stopy należy wyprowadzić 8 prętów #12 typu L o długości odcinka poziomego 30 cm będące zbrojeniem słupka fundamentowego, strzemienna słupka z prętów $\phi 6$ zgodnie z rysunkami wykonawczymi. Otulina 5 cm. W fundamencie należy zakotwić kotwę chemiczną do montażu słupów głównych.

POZ.4.3.1. STOPA FUNDAMENTOWA SCHODKOWA 150x100x40+30x30x32
EC-EN 1997 Sprawdzenie stopy fundamentowej

EN 1997-1 Sprawdzenie stateczności

Dane stopy fundamentowej	
Nazwa	PF3
Materiał	C25/30
Typ	Przymiatyczny
Warunki betonowania	In Situ

Geometria stopy fundamentowej	
Długość części dolnej	A 1,500 m
Szerokość części dolnej	B 1,000 m
Wysokość części dolnej	h_1 0,500 m
Długość części górnej	a 0,400 m
Szerokość części górnej	b 0,400 m
Wysokość części górnej	h_2 0,400 m
Mimośród części górnej	e_x 0,000 m
Mimośród części górnej	e_y 0,000 m

Dane podłoża		Sub1
Nazwa		Odwodniony
Typ		Nie
Woda/powietrze w podłożu		
łaskym		
Gęstość (charakterystyka)	γ'	2,20
Gęstość (obliczeniowa)	γ_d	2,20
Kąt nośności na ścinanie	ϕ'	19,30 deg
(charakterystyka)		
Kąt nośności na ścinanie	ϕ^d	19,30 deg
(obliczeniowy)		
Odciecie spójności (naprężenie efektywne, charakterystyka)	c'	0,0 MPa
Odciecie spójności (naprężenie efektywne, obliczeniowe)	c^d	0,0 MPa

Ładowanie	
H_k	0,10 kN
H_v	-7,64 kN
P	-17,41 kN
M_k	0,00 kNm
M_v	0,00 kNm

Sprawdzenie nośności

Współczynnik nośności	N_k	5,97
Współczynnik nośności	N_c	14,20
Współczynnik nośności	N_v	3,48
Współczynnik nachylenia stopy fundamentowej	b_k	1,00
Współczynnik nachylenia stopy fundamentowej	b_c	1,00
Współczynnik nachylenia stopy fundamentowej	b_v	1,00

(EC-1: 6.1)

Dane materiału zasypowego	
Gęstość (charakterystyka)	$\gamma_{sk,adm}$ 1800,00 kg/m³
Gęstość (obliczeniowa)	$\gamma_{d,adm}$ 1800,00 kg/m³
Wysokość nad fundamentem	$H_{sk,adm}$ 0,500 m

Ładowanie	
H_k	-3,47 kN
H_v	-21,16 kN
P	80,41 kNm
M_k	0,00 kNm
M_v	0,00 kNm

CZEŚĆ 2. WIEŻA DO SUSZENIA WEŻY STRAŻACKICH.

1. Ciężar

1.1. Blacha trapezowa

Obciążenie charakterystyczne 0,06 kN/m²

Obciążenie obliczeniowe Qo1 = 1,35 × 0,06 kN/m² = 0,08 kN/m²

Qo2 = 1,00 × 0,06 kN/m² = 0,06 kN/m²

2. Śnieg

2.1. Dach jednospadowy

Położenie obiektu: strefa 2, wysokość n.p.m. A = 100 m

p sk = 0,9 kN/m²

Ekspozycja obiektu: teren wystawiony na działanie wiatru p Ce = 0,80

Przenikanie ciepła przez dach: temp. wewn. ti = 18 °C, wsp. przenikania ciepła U = 0 W/(m² K) p

Ct = 1,00

Rodzaj dachu: dach jednospadowy

Kąt połaci dachu a = 5°

p m1 = 0,80

(EC7-1: 6.4)

Obciążenie charakterystyczne s = m1 × Ce × Ct × sk = 0,80 ×

0,80 × 1,00 × 0,90 kN/m² = 0,58 kN/m²

Obciążenie obliczeniowe so = 1,50 × 0,58 kN/m² = 0,86 kN/m²

3. Wiatr

3.1. Ściana pionowa D

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. A = 100 m

p vb,0 = 22 m/s

Kierunek wiatru 0°

Kategoria terenu - II

Wysokości: minimalna zmin = 2 m, maksymalna zmax = 300 m, wymiar chropowatości z0 = 0,05

m

Wysokość odniesienia nad gruntem: ze0 = 5,00 m

Wysokość odniesienia: ze = ze0 = 5,00m = 5,00 m

Bazowa prędkość wiatru: vb = cdiz × cseason × vb,0 = 0,80 × 1,0 × 22m/s = 17,6 m/s

Wsp. chropowatości: cr(ze) = 1,00 × (ze / 10) ^ 0,17 = 1,00 × (5,00 / 10) ^ 0,17 = 0,89

Wsp. ekspozycji: ce(ze) = 2,30 × (ze / 10) ^ 0,24 = 2,30 × (5,00 / 10) ^ 0,24 = 1,95

Średnia prędkość wiatru:

vm(ze) = cr(ze) × ce(ze) × vb = 0,89 × 1,00 × 17,6m/s = 15,6 m/s

Bazowe ciśnienie prędkości:

qb = 0,5 × r × vb ^ 2 = 0,5 × 1,25kg/m³ × (17,6m/s) ^ 2 = 0,19 kN/m²

Szczytowe ciśnienie prędkości:

p qp(ze) = ce(ze) × qb = 1,95 × 0,19kN/m² = 0,38 kN/m²

Rodzaj elementu: ściana pionowa budynku na rzucie prostokąta (nawietrzna)

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadłe do kierunku wiatru): b = 3,00 m

długość (równoległe do kierunku wiatru): d = 3,00 m

wysokość: h = 13,50 m

e = min(b, 2h) = 3,00 m, h/d = 4,5

Pole powierzchni przegrody: Aref > 10m²

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

p cpe,D = 0,8

Obciążenie charakterystyczne we,k = qp(ze) × cpe,D = 0,38kN/m² × 0,8 =

0,30 kN/m²

fundamentowej			
Współczynnik kształtu fundamentu	S _f	1,10	
Współczynnik kształtu fundamentu	S _c	1,12	
Współczynnik kształtu fundamentu	S _r	0,91	
Kąt obciążenia poziomego Hd (kierunek L)	θ	89,24	deg
Współczynnik	m _h	1,77	
Współczynnik	m _h	1,23	
Współczynnik	m	1,77	
Współczynnik nachylenia obciążenia	i _h	0,53	
Współczynnik nachylenia obciążenia	i _c	0,43	
Współczynnik nachylenia obciążenia	i _r	0,37	
Efektywny ciężar właściwy materiału	γ _t	17,7	kN/m ³
zasypanego			
Efektywny ciężar dodatkowy na poziomie fundamentu	q _d	0,0	MPa
Efektywny ciężar właściwy podłoża gruntowego	γ _s	0,0	kN/m ³
Nośność obliczeniowa	R _d	58,53	kN
Sprawdzenie całkowite	UC _{Design}	0,43	-

$$UC_{Design} = \frac{V_d}{R_d} = \frac{25,26[kN]}{58,53[kN]} = 0,43 \leq 1,00$$

Sprawdzenie odporności na poślizg

Obliczeniowy kąt tarcia	δ _d	19,30	deg
Obliczeniowa nośność parcia gruntu	R _{pd}	0,00	kN
Nośność obliczeniowa na ścinanie	R _d	8,85	kN
Sprawdzenie całkowite	UC _{Sliding}	0,86	-

$$UC_{Sliding} = \frac{H_d}{R_d + R_{pd}} = \frac{7,64[kN]}{8,85[kN] + 0,00[kN]} = 0,86 \leq 1,00$$

Sprawdzenie maksymalnego mimośrodru

Maksymalna wielkość mimośrodu	1/3	
Sprawdzenie całkowite	UC _{Eccentricity}	0,67
		-

$$UC_{eccentricity} = \frac{\left(\frac{e_x}{b}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{b}\right)^2}{1} = \frac{\left(\frac{0,004[m]}{1,500[m]}\right)^2 + \left(\frac{-0,272[m]}{1,000[m]}\right)^2}{1,00} = 0,67 \leq 1,00$$

ZAPROJEKTOWANO PRZEKROJ 150x100x40cm z betonu C20/25 W8, zbrojenie siatką prętów dołem #12 B500SP, o oczku co 18 cm. Ze stopy należy wyprowadzić 8 prętów #12 typu L o długości odcinka poziomego 30 cm będące zbrojeniem słupka fundamentowego, strzemiona słupka z prętów φ6 zgodnie z rysunkami wykonawczymi. Otulina 5 cm. W fundamencie należy zakotwić kotwę chemiczną do montażu słupów głównych.

4.4. STOPA FUNDAMENTOWA SCHODKOWA 120x120x40+30x30x32

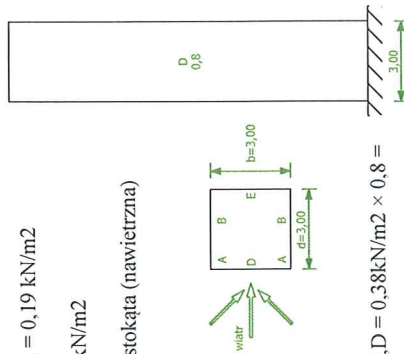
ZAPROJEKTOWANO PRZEKROJ 120x120x40cm z betonu C20/25 W8, zbrojenie siatką prętów dołem #12 B500SP, o oczku co 18 cm. Ze stopy należy wyprowadzić 8 prętów #12 typu L o długości odcinka poziomego 30 cm będące zbrojeniem słupka fundamentowego, strzemiona słupka z prętów φ6 zgodnie z rysunkami wykonawczymi. Otulina 5 cm. W fundamencie należy zakotwić kotwę chemiczną do montażu słupów głównych.

POZ.4.5.1., 4.5.2. STOPA FUNDAMENTOWA SCHODKOWA 100x100x40+30x30x32

ZAPROJEKTOWANO PRZEKROJ 100x100x40cm z betonu C20/25 W8, zbrojenie siatką prętów dołem #12 B500SP, o oczku co 18 cm. Ze stopy należy wyprowadzić 8 prętów #12 typu L o długości odcinka poziomego 30 cm będące zbrojeniem słupka fundamentowego, strzemiona słupka z prętów φ6 zgodnie z rysunkami wykonawczymi. Otulina 5 cm. W fundamencie należy zakotwić kotwę chemiczną do montażu słupów głównych.

POZ.4.6. ŁAWA FUNDAMENTOWA 60x40

ZAPROJEKTOWANO PRZEKROJ 60x40cm z betonu C20/25 W8, zbrojenie prętami 4x #12 B500SP, strzemiona z pręta φ6 o wymiarze zewnętrznym 25x25 cm w rozstawach co 25 cm. Otulina 5 cm. W fundamencie należy zakotwić kotwę chemiczną do montażu słupów głównych.



Obciążenie obliczeniowe $w_{e,0} = 1,50 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,45 \text{ kN/m}^2$

3.2. Ściana pionowa E

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

p $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

Kierunek wiatru 0°

Kategoria terenu - II

Wysokości: minimalna $z_{min} = 2 \text{ m}$, maksymalna $z_{max} = 300 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,05$

m

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = 5,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 5,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0} = 0,80 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 17,6 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 1,00 \times (z_e / 10) \wedge 0,17 = 1,00 \times (5,00 / 10) \wedge 0,17 = 0,89$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,30 \times (z_e / 10) \wedge 0,24 = 2,30 \times (5,00 / 10) \wedge 0,24 = 1,95$

Średnia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 0,89 \times 1,00 \times 17,6 \text{ m/s} = 15,6 \text{ m/s}$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b \wedge 2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (17,6 \text{ m/s}) \wedge 2 = 0,19 \text{ kN/m}^2$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

p $q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 1,95 \times 0,19 \text{ kN/m}^2 = 0,38 \text{ kN/m}^2$

Rodzaj elementu: ściana pionowa budynku na rzucie prostokąta (zawietrzna)

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadle do kierunku wiatru): $b = 3,00 \text{ m}$

długość (równoległe do kierunku wiatru): $d = 3,00 \text{ m}$

wysokość: $h = 13,50 \text{ m}$

$e = \min(b, 2h) = 3,00 \text{ m}$, $h/d = 4,5$

Pole powierzchni przegrody: $A_{ref} > 10 \text{ m}^2$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

p $c_{pe,E} = -0,67$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,E} = 0,38 \text{ kN/m}^2 \times -0,67 = -$

$0,25 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,0} = 1,50 \times -0,25 \text{ kN/m}^2 = -0,38 \text{ kN/m}^2$

3.3. Ściana pionowa A, B

Położenie obiektu: strefa 1, wysokość n.p.m. $A = 100 \text{ m}$

p $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

Kierunek wiatru 0°

Kategoria terenu - II

Wysokości: minimalna $z_{min} = 2 \text{ m}$, maksymalna $z_{max} = 300 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 0,05$

m

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = 5,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{e0} = 5,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0} = 0,80 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 17,6 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_r(z_e) = 1,00 \times (z_e / 10) \wedge 0,17 = 1,00 \times (5,00 / 10) \wedge 0,17 = 0,89$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 2,30 \times (z_e / 10) \wedge 0,24 = 2,30 \times (5,00 / 10) \wedge 0,24 = 1,95$

Średnia prędkość wiatru:

$v_m(z_e) = c_r(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 0,89 \times 1,00 \times 17,6 \text{ m/s} = 15,6 \text{ m/s}$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b \wedge 2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (17,6 \text{ m/s}) \wedge 2 = 0,19 \text{ kN/m}^2$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

p $q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 1,95 \times 0,19 \text{ kN/m}^2 = 0,38 \text{ kN/m}^2$

Rodzaj elementu: ściana pionowa budynku na rzucie prostokąta (boczna)

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadle do kierunku wiatru): $b = 3,00 \text{ m}$

długość (równoległe do kierunku wiatru): $d = 3,00 \text{ m}$

wysokość: $h = 13,50 \text{ m}$

$e = \min(b, 2h) = 3,00 \text{ m}$, $h/d = 4,5$

Pole powierzchni przegrody: $A_{ref} > 10 \text{ m}^2$

3.3.1. Pole A

Szerokość pola: $b_A = 0,60 \text{ m}$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,A} = -1,2$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,A} = 0,38 \text{ kN/m}^2 \times -1,2 = -$

$0,45 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,0} = 1,50 \times -0,45 \text{ kN/m}^2 = -0,68 \text{ kN/m}^2$

3.3.2. Pole B

Szerokość pola: $b_B = 2,40 \text{ m}$

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,B} = -0,8$

Obciążenie charakterystyczne $w_{e,k} = q_p(z_e) \times c_{pe,B} =$

$0,38 \text{ kN/m}^2 \times -0,8 = -0,30 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_{e,0} = 1,50 \times -0,30 \text{ kN/m}^2 = -0,45$

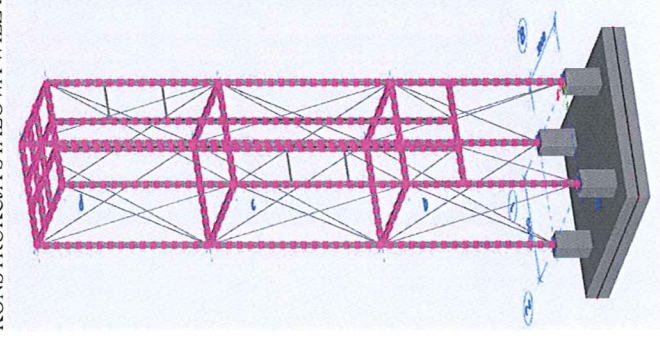
kN/m^2

BLACHA TRAPEZOWA NA DACHU

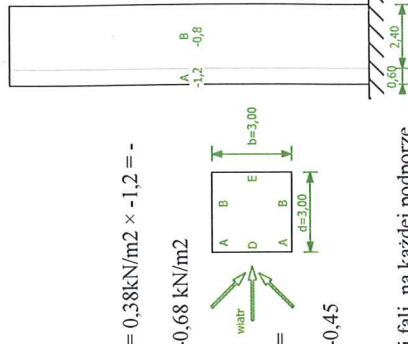
Przyjęto blachę trapezową T55. Sposób montażu: łączniki w każdej fali, na każdej podporze.

Minimalna szerokość podpory środkowej 60 mm, skrajnej 40 mm.

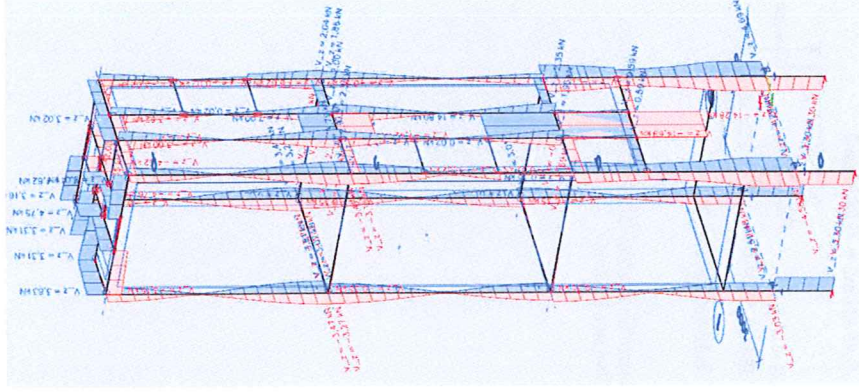
KONSTRUKCJA STALOWA WIEŻY

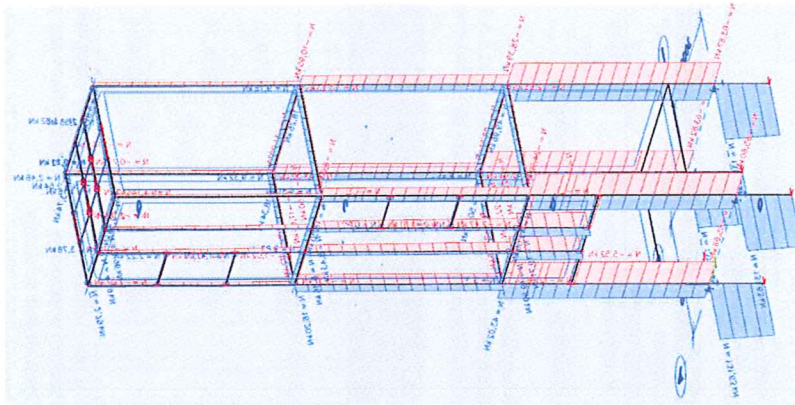


Model 3D

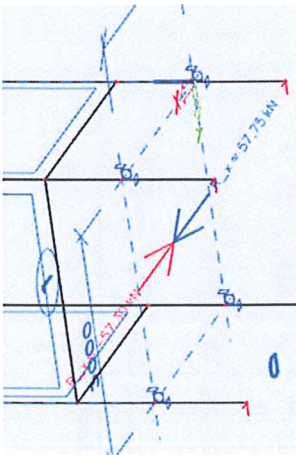


Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe wykonano przy użyciu programu SIA ENGINEER 21.1.

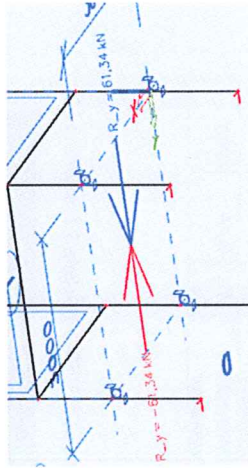




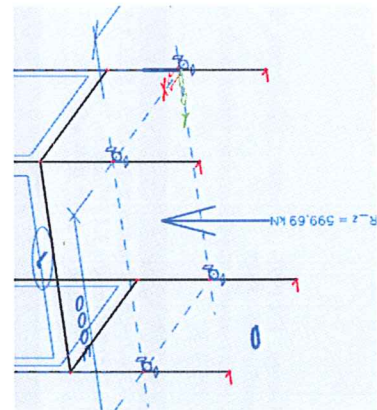
Wykres sił N



Wypadkowa reakcji na kierunku X



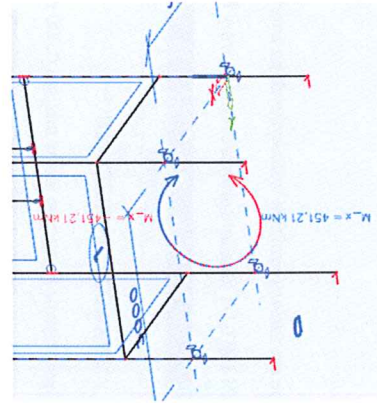
Wypadkowa reakcji na kierunku Y



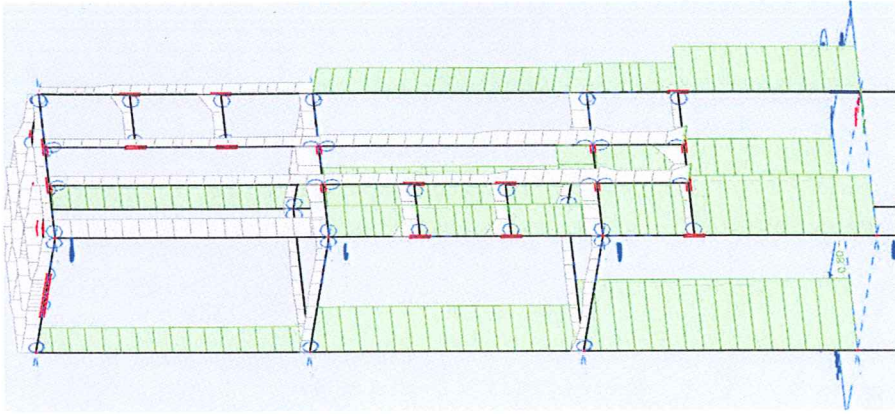
Wypadkowa reakcji na kierunku Z



Wypadkowa reakcji My



Wypadkowa reakcji Mx



Sprawdzenie SGN Stali
EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Przekrój poprzeczny został zmieniony w czasie Autodesigu. Konstrukcja musi być ponownie obliczona !

Obliczenie liniowe

Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Globalny

Wybór: B3

Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Załącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B3	0.000 / 4.500 m	RRK120/120/ 4	SGN-Zestaw B (automatyczne)	0.99 -
------------	--------------------	------------------	-----------------------------------	--------

Uwaga : EN 1993-1-3, punkt 1.1(3) określa, że ta część nie ma zastosowania do walcowanych na zimno profili CHS i RHS.
Zrealizowane zostaje domyślne sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1 zamiast sprawdzenia wg normy EN 1993-1-3.

Material	
	zimno

Klucz do kombinacji
SGN-Zestaw B (automatyczne) / 1.15*LC1 + 1.50*Użytkowe + 1.15*Stale + 1.50*Użytkowe1 + 1.50*3DWind5

....SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 0,000 m

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa	1,0 0
γ_{M0} przy sprawdzaniu nośności przekrojów poprzecznych	1,0 0
γ_{M1} przy sprawdzaniu stateczności	1,1 0
γ_{M2} przy sprawdzaniu nośności przekrojów netto	

Material	
Granica plastyczności	f _y 235,0 MPa
Wytrzymałość	f _t 360,0 MPa
Produkcja	Profilowany na

Klasyfikacja projektu przekroju
Klasyfikacja zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 5.5.2
Klasyfikacja części wewnętrznych i zewnętrznych zgodnie z EN 1993-1-1 (tabela 5.2, arkusze 1 i 2)

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ ₁ [kN/m ²]	σ ₂ [kN/m ²]	ψ	κ	σ	c/t	Limit klasy 1 [-]	Limit klasy 2 [-]	Limit klasy 3 [-]	Klasa
1	I	108	4	123595,9	58135,73	0,5		1,0	27,0	28,0	34,0	46,6	1
3	I	108	4	51836,62	-	-1,0		0,5	27,0	72,7	83,8	126,3	1
				0	52779,21	7		0					
5	I	108	4	-	11230,74	-4,8		0,2	27,0	209,8	241,9	794,1	1
				54229,42	4	7		0					
7	I	108	4	17529,85	122145,6	0,1		1,0	27,0	28,0	34,0	54,1	1
				5	93			0					

Uwaga : Limity klasyfikacji zostały określone zgodnie z Semi-Comp+.

Przekrój poprzeczny został zaklasyfikowany jako klasa 1

Sprawdzenie ściskania

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.9)

Powierzchnia przekroju	A	1,8150e-03 m ²
poprzedniego		
Nośność na ściskanie	N _c , Rd	426,52 kN

Sprawdzenie całkowite	0,15	-
-----------------------	------	---

Sprawdzenie momentu zginającego — M_y
Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12), (6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,y}	7,8300e-05 m ³
Plastyczny moment zginający	M _{pl,y} , R _d	18,40 kN·m
Sprawdzenie całkowite		0,21 -

Sprawdzenie momentu zginającego — M_z
Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12), (6.13)

Plastyczny wskaźnik przekroju	W _{pl,z}	7,8300e-05 m ³
Plastyczny moment zginający	M _{pl,z} , R _d	18,40 kN·m
Sprawdzenie całkowite		0,13 -

Sprawdzenie ścinania — V_y
Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20
Powierzchnia ścinania	A _v	9,0750e-04 m ²
Plastyczna nośność na ścinanie — V _y	V _{pl,y} , R _d	123,13 kN
Sprawdzenie całkowite		0,02 -

Sprawdzenie ścinania — V_z
Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

Współczynnik korekcyjny dla ścinania	η	1,20
Powierzchnia ścinania	A _v	9,0750e-04 m ²
Plastyczna nośność na ścinanie — V _z	V _{pl,z} , R _d	123,13 kN
Sprawdzenie całkowite		0,02 -

Sprawdzenie skręcania
Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.7 i wzorem (6.23)

Indeks włókna	Włókno	1
Całkowity moment skręcający	τ _{Ed}	0,5 MPa
Sprężysta nośność na ścinanie	τ _{Rd}	135,7 MPa
Sprawdzenie całkowite		0,00 -

Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej
Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.9 i wzorem (6.41)

Redukcja obliczeniowej	MN	18,4 kN
------------------------	----	---------

nośności plastycznej ze względu na NEd	y,Rd	0	m
Wkładnik współczynnika zginania y	α	1,70	
Redukcja obliczeniowej nośności plastycznej ze względu na NEd	MN,z Rd	18,4 0	kN m
Wkładnik współczynnika zginania z	β	1,70	

Sprawdzenie zgodności $(6.41) = 0,07 + 0,03 = 0,10 -$

Uwaga : Siły poprzeczne są mniejsze niż połowa plastycznej nośności przy ścinaniu, dlatego można pominąć ich wpływ na nośność.

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju
...:SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI...

Sprawdzenie wyboczenia giętnego

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.1.1 i wzorem (6.46)

Parametry wyboczenia	yy	zz
Typ przesuwności	przesuw ny	przesuw ny
Długość systemowa	L	4,500
Współczynnik wyboczenia	k	1,67
Długość wyboczenia	lcr	7,513
Krytyczna siła Eulera	Ncr	147,62
Smukłość	λ	159,63
Smukłość względna	λ_{rel}	1,70
Smukłość graniczna	$\lambda_{rel,0}$	0,20
Krzywa wyboczenia	c	c
Imperfekcje	α	0,49
Współczynnik zmniejszający	χ	0,26
Nośność na wyboczenie	Nb,Rd	109,94
		97,78
		N

Sprawdzenie wyboczenia giętnego			
Powierzchnia przekroju	A	1,8150e-03	m ²
Nośność na wyboczenie	Nb,Rd	97,78	kN
Sprawdzenie całkowite		0,64	-

Sprawdzenie zginania i osiowego ściskania

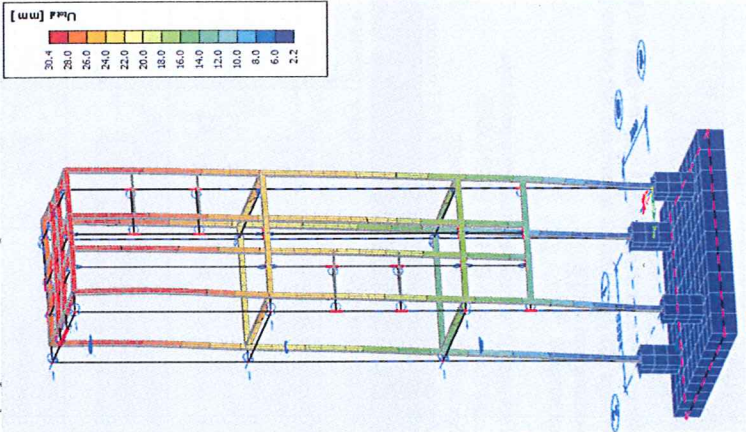
Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.61),(6.62)

Parametry sprawdzenia zginania i osiowego ściskania			
Metoda interakcji	A	metoda alternatywna 2	
Powierzchnia przekroju poprzecznego	Wpl,y	7,8300e-05	m ³
Plastyczny wskaźnik przekroju	Wpl,z	7,8300e-05	m ³
Obliczeniowa siła ściskająca	NEd	62,94	kN
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	My,Ed	-3,90	kN m
Obliczeniowy moment zginający (maksymalny)	Mz,Ed	-2,44	kN m
Charakterystyczna nośność na ściskanie	Nrk	426,52	kN
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	My,Rk	18,40	kN m
Charakterystyczna nośność przy zginaniu	Mz,Rk	18,40	kN m
Współczynnik zmniejszający	χ_y	0,26	
Współczynnik zmniejszający	χ_z	0,23	
Współczynnik zmniejszający	χ_{LT}	1,00	
Współczynnik interakcji	κ_{yy}	1,31	
Współczynnik interakcji	κ_{yz}	0,82	
Współczynnik interakcji	κ_{zz}	0,79	
Współczynnik interakcji	κ_{zz}	1,36	
Parametry metody interakcji 2			
Metoda dla współczynników interakcji	Tabela B.1		
Przesuwny typu y	Cm,y	przesuwny	
Współczynnik równoważnego momentu		0,90	
Przesuwny typu z	Cm,z	przesuwny	
Współczynnik równoważnego momentu		0,90	
Wynikowy typ obciążenia LT		obciążenie liniowe q	
Moment końcowy	Mh,LT	-3,90	kN m
Moment powierzchni	Ms,LT	0,56	kN m
Współczynnik	α_s,LT	-0,14	
Współczynnik	ψ_{LT}	0,27	

Parametry sprawdzenia zginania i ostatego ściskania		
momentów		
końcowych		
Współczynnik	Cm	0.40
równowaznego	LT	
momentu		

Sprawdzenie zgodności (6.61) = 0,57 + 0,28 + 0,11 = 0,96 -
Sprawdzenie zgodności (6.62) = 0,64 + 0,17 + 0,18 = 0,99 -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.



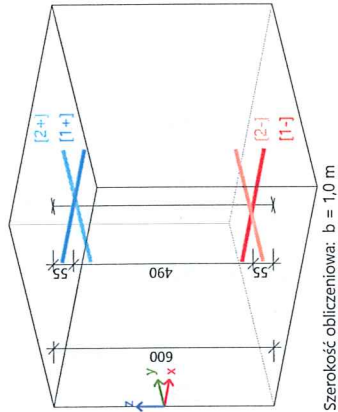
Przemieszczenia 3D.

ŻELBETOWY FUNDAMENT
SŁUPKI ŻELBETOWE
ZAPROJEKTOWANO PRZEKRÓJ 50x50cm z betonu C20/25 W8, zbrojenie prętami 8x #12 B500SP, strzemiona słupka czterocięte z prętów f6 w rozstawie co 15 cm. Otulina 5 cm. W słupku należy zakotwić kotwy stalowe do montażu słupów głównych.

Projektowanie zbrojenia (SGN+SGU)
Obliczenie liniowe
Kombinacja: SGN-Zestaw B (automatyczne)

Ekstremum: Globalny
Wybór: Wszystkie
Położenie: W węzłach średnio na makro. System: Element siatki LUW

Płyta S1
PN EN 1992-1-1/NA:2008
h=600 mm
Węzeł 161/0 [X= 0,500, Y= -0,500, Z= -1,200 m]



Beton: C20/25
Diagram dwuliniowy naprężenie-odkształcenie
Klasa ekspozycji: XC3
Otulina: 50 mm
Zbrojenie: B 500C
Dwuliniowy z nachyloną gałęzią górną
[1+] $\phi 12,0/200 + \phi 12,0/600$
[2+] $\phi 12,0/200 + \phi 12,0/600$
[1-] $\phi 12,0/200 + \phi 12,0/600$
[2-] $\phi 12,0/200 + \phi 12,0/600$

Zbrojenie podłużne

Warstwy zbrojenia obliczeniowego (w kierunku od lokalnej osi x elementu):

Podstawo...	Dodatkowy	α	$A_{s,min}$	$A_{s,ult}$	$\Delta A_{s,exp}$	$A_{s,exp}$	$A_{s,prov}$	$A_{s,min(1)}$	$s_{min(1)}$	s_{max}	Stan
Użytkown.-Automaty...	[°]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]	[mm]	[mm]	
[1+] $\phi 12,0/200$	---	$\phi 12,0/600$	0,0	708	129	---	708	753	24000	142	150 DOBRZE
											$\geq 37 \leq 400$
[2+] $\phi 12,0/200$	---	$\phi 12,0/600$	90,0	695	148	---	695	753	24000	142	150 DOBRZE
											$\geq 37 \leq 400$
[1-] $\phi 12,0/200$	---	$\phi 12,0/600$	0,0	708	171	---	708	753	24000	142	150 DOBRZE
											$\geq 37 \leq 400$
[2-] $\phi 12,0/200$	---	$\phi 12,0/600$	90,0	695	195	---	695	753	24000	142	150 DOBRZE
											$\geq 37 \leq 400$

Stan graniczny nośności (SGN)


Zożnienie z siłą osiową / bez siły osiowej (w kierunku warstwy zbrojenia)

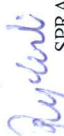
Przypadek	α_s	$d_{s,ref}$	m_{Ed}	n_{Ed}	d	x	z	F_{Ed}	F_{Ed}	$A_{s,ult}$	Stan
	[°]	[mm]	[kNm]		[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[mm ²]	
[1+] SGN-Zestaw B (automatyczne)/6	0,0	$\phi 10$	-24,61	19,37	545,0	3,4	543,7	-36,5	55,9	129	
[2+] SGN-Zestaw B (automatyczne)/7	90,0	$\phi 10$	-26,13	27,27	535,0	3,4	533,7	-37,0	64,2	148	
[1-] SGN-Zestaw B (automatyczne)/5	0,0	$\phi 10$	34,05	21,20	545,0	5,0	543,1	-53,1	74,3	171	
[2-] SGN-Zestaw B (automatyczne)/8	90,0	$\phi 10$	35,98	30,55	535,0	5,0	533,0	-54,0	84,6	195	

Zbrojenie na ścinanie

Przypadek	θ	V_{Ed}	$A_{s,x}$	$A_{s,y}$	ρ_i	$V_{Ed,c}$	$V_{Ed,max}$	$A_{s,req}$	Stan
	[°]	[kN/m]	[mm ²]	[mm ²]	[%]	[kN/m]	[kN/m]	[mm ² /m]	
[1-] SGN-Zestaw B (automaty	40,0	22,4	753	753	0,139	172,3	2086,6	---	DOBRZE

ZAPROJEKTOWANO płytę o grubości 60 cm z betonu C20/25 W8, zbrojenie siatką prętów dołem #12 B500SP, o oczku co 18 cm. zbrojenie siatką prętów #12 B500SP. W fundamencie należy zakotwić kotwę stalową do montażu słupów głównych.


PROJEKTANT
mgr inż. Arkadiusz Domanski
nr upr. KUP/0003/PBKb/16


SPRAWDZIŁ
mgr inż. Piotr Rydlewski
nr upr. KUP/0005/POOK/09