


PROJEKT BUDOWLANY

PRZEBUDOWA KONSTRUKCJI DACHU BUDUNKU USŁUGOWEGO OSP PYRZOWICE

Lokalizacja:	Pyrzowice, gm. Ożarówice dz. nr ew. 501 obręb 0005 Pyrzowice jednostka ew. 241306_2 Ożarówice	
Inwestor:	Gmina Ożarówice ul. Dworcowa 15 42-625 Ożarówice	
Jednostka Projektowa:	Pracownia Projektowa Aldona Krakowiak ul. Krakowska 9 28-200 Staszów 793 392 390	
Kategoria obiektu:	Obiekt Kategorii XVII	
Data opracowania:	Kwiecień 2020r.	
<p align="center">OŚWIADCZENIE</p> <p>Zgodnie z art. 20 ust. 4 Ustawy Prawo Budowlane niżej podpisane osoby będące autorami poszczególnych części projektu, poprzez złożenie podpisu oświadczają, że niniejszy Projekt Budowlany został opracowany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej</p>		
Branża	Imię i Nazwisko/ Numer uprawnień	Podpis
Projektant architektura	mgr inż. arch. Grzegorz Makowski 10/PKOKK/2012	
Sprawdził architektura	mgr inż. arch. Piotr Drzymalski 315/SWOKK/2018	
Asystent Projektanta	mgr inż. arch. Marta Kmiec	
Projektant konstrukcyjna	mgr inż. Kacper Krakowiak SWK/0017/PBKb/16	
Sprawdził konstrukcyjna	mgr inż. Janusz Machnik 92/Tbg/86 121/TBG/94	
Asystent Projektanta	inż. Mariusz Ziólek	
Projektant Instalacje Elektryczne	mgr inż. Łukasz Różycki SWK/0142/PBE/18	
Sprawdził Instalacje Elektryczne	mgr inż. Jan Madej 160/85	

SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU

LP	ZAWARTOŚĆ	STRONY
1.	STRONA TYTUŁOWA	1
2.	SPIS ZAWARTOŚCI PROJEKTU	2
3.	INFORMACJA BIOZ	3-6
4.	OPIS TECHNICZNY	7-15
5.	CZĘŚĆ GRAFICZNA	16-20
6.	OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE – CZĘŚĆ PROJEKTOWANA	21-64
7.	INSTALACJE ELEKTRYCZNE	65-69
8.	INWENTARYZACJA I EKSPERTYZA TECHNICZNA	70-81
9.	OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE – CZĘŚĆ ISTNIEJĄCA	82-112
10.	KOPIE UPRAWNIEŃ PROJEKTANTÓW I ZAŚWIADCZEŃ PRZYNALEŻNOŚCI DO PINB	113-125

INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

**(Opracowana na podstawie § 2 Rozporządzenia Ministra
Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 roku w sprawie informacji
dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu
bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120 poz. 1126))**

	Imię i Nazwisko/ Numer uprawnień	Pieczętka i podpis
Opracował	mgr inż. Kacper Krakowiak SWK/0017/PBKb/16	

Data opracowania: Kwiecień 2020r.

I. DANE PODSTAWOWE:

1. Nazwa i adres obiektu budowlanego:

Pyrzowice, gm. Ożarówice

dz. nr ew. 501 obręb 0005 Pyrzowice

jednostka ew. 241306_2 Ożarówice

2. Imię i Nazwisko oraz adres inwestorów:

Gmina Ożarówice

ul. Dworcowa 15

42-625 Ożarówice

3. Imię i Nazwisko projektanta:

mgr inż. Kacper Krakowiak

II. CZĘŚĆ OPISOWA:

1. Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów:

- Rozebranie instalacji odgromowej dachu
- Rozebranie stropu podwieszanego w sali w części południowej
- Rozebranie pokrycia dachowego z blachy trapezowej
- Rozebranie warstw pod pokryciowych
- Demontaż granulatu z wełny mineralnej wraz z membraną nad stroną południową
- Rozebranie konstrukcji stalowej.
- Rozebranie stelażu pod ocieplenie na części południowej.
- Rozebranie ścian w miejscach wykonania wieńca.
- Wykonanie wieńca żelbetowego wokół ścian zgodnie z częścią graficzną opracowania
- Wykonanie izolacji przeciwwilgociowej na wieńcu
- Montaż kratownic stalowych
- Podmurowanie kominów
- Wykonanie ściany pulpitowej
- Montaż płatwi i stężeń
- Wykonanie więźby drewnianej w części północnej
- Montaż folii, kontrłat i łat w części północnej
- Wykonanie obróbek blacharskich
- Montaż płyty warstwowej w części południowej
- Wykonanie nowego pokrycia z blachy trapezowej w części północnej i na wieżycze
- Wykonanie izolacji termicznej na ścianie pulpitowej pomiędzy częścią północną i południową
- Wykonanie nowej instalacji odgromowej
- Uzupełnienie izolacji termicznej na wieńcu i ścianach szczytowych
- Wykonanie wyprawy siatka + klej
- Wykonanie tynku silikatowego
- Odtworzenie stropu podwieszanego

2. Istniejące obiekty na działce:

Działka o nr ewid.: 501 zabudowana jest budynkiem usługowym OSP w Pyrzowicach.

3. Elementy zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

Elementami budynku, które mogą stwarzać zagrożenie to przede wszystkim – ziemne przyłącze eNN (ryzyko porażenia przy jego wykonywaniu), oraz sam budynek, przy którym prowadzone będą prace.

4. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaje zagrożeń oraz miejsce i czas ich wystąpienia:

- Prowadzenie prac na wysokości powyżej 1,0 m a w szczególności
 - wykonywanie konstrukcji drewnianej dachu , wykonanie pokrycia: niebezpieczeństwo upadku z wysokości,
 - wykonywanie elewacji : niebezpieczeństwo upadku z wysokości.
- Wykonując prace szczególnie niebezpieczne przestrzegać należy również przepisów zawartych w rozporządzeniu Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 06 luty 2003r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. Nr 47/2003 poz.401) oraz wszystkich przepisów i norm branżowych).

5. Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych:

Ekipa pracowników wykonująca prace budowlane musi być ekipą wyspecjalizowaną do tego typu prac, mieć odpowiednie doświadczenie i umiejętności. Konieczność przestrzegania przepisów BHP dla tego typu prac jest sprawą bezwzględnie konieczną. Pracowników przed przystąpieniem do tego typu prac należy zapoznać z przepisami BHP, P.POŻ oraz Planem Bioz. Kierownik budowy musi przeprowadzić szkolenie wstępne ogólne, szkolenie wstępne na stanowisku pracy, zapoznać pracowników z ryzykiem zawodowym na stanowisku pracy. Fakt odbycia w/w szkoleń oraz zapoznania się z ryzykiem zawodowym na danym stanowisku pracy powinien być potwierdzony przez pracownika na piśmie oraz odnotowany w aktach osobowych pracownika. Przy pracach szczególnie niebezpiecznych należy stosować stały nadzór. Pracownicy muszą stosować środki ochrony indywidualnej oraz odzież i obuwie robocze.

6. Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniających bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń:

Sposób prowadzenia robót budowlanych – montażowych musi być uzgodniony z Inwestorem. Należy z nim uzgodnić sposób zabezpieczeń mających wpływ na funkcjonowanie przyległego terenu. Przez cały czas prowadzenia robót musi być ciągła współpraca kierownika budowy z Inwestorem. Teren prac budowlanych należy wygrodzić i oznakować odpowiednimi tablicami ostrzegawczymi. Należy wydzielić i oznakować wszystkie inne strefy niebezpieczne. Należy wydzielić drogi komunikacyjne. Nie wolno na nich składować materiałów, sprzętu lub innych przedmiotów. Przejścia i strefy niebezpieczne powinny być oświetlone i oznakowane znakami ostrzegawczymi lub znakami zakazu. Przejścia, przejazdy i stanowiska pracy w strefie niebezpiecznej powinny być zabezpieczone daszkami ochronnymi. Wszystkie prace na wysokości należy zabezpieczyć w sposób nie stwarzający zagrożenia dla pracujących tam

pracowników. Zwrócić szczególną uwagę na ustawienie i odpowiednie zabezpieczenie rusztowań. Montaż rusztowań, ich eksploatacja i demontaż powinny być wykonane zgodnie z instrukcją producenta lub projektem indywidualnym. Kierownik budowy lub uprawniona osoba muszą dokonać po ich ustawieniu, odbiór. Odbiór rusztowania dokonuje się wpisem do dziennika budowy lub w protokole odbioru technicznego. Maszyny i inne urządzenia zmechanizowane powinny być montowane, eksploatowane i obsługiwane zgodnie z instrukcją producenta oraz spełniać wymagania określone w przepisach dotyczących systemu oceny zgodności. Należy zapewnić dostateczną ilość wody zdatnej do picia pracownikom zatrudnionym na budowie oraz do celów higieniczno-sanitarnych, gospodarczych i przeciwpożarowych. Pracowników pracujących na wysokości należy wyposażyć w środki ochrony indywidualnej. Na placu budowy musi być odpowiedni sprzęt bhp i p.poż. Na terenie budowy powinny być urządzone i wydzielone pomieszczenia higieniczno – sanitarne i socjalne – szatnie (na odzież roboczą i ochronną), ustępy. Na terenie budowy powinny być wyznaczone oznakowane, utwardzone i odwodnione miejsca do składowania materiałów i wyrobów. Teren budowy powinien być wyposażony w sprzęt niezbędny do gaszenia pożarów, który powinien być regularnie sprawdzany, konserwowany i uzupełniany, zgonie z wymaganiami producentów i przepisów przeciwpożarowych. Należy zapewnić łączność telefoniczną. Wyznaczyć drogi ewakuacyjne na wypadek pożaru, awarii lub innych zagrożeń. Należy ustalić wykaz prac, które powinny być wykonane przez co najmniej dwie osoby w celu asekuracji, ze względu na możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego. Należy udostępnić do stałego korzystania aktualne instrukcje bezpieczeństwa i higieny pracy. Wszystkie prace należy wykonywać z uwzględnieniem obowiązujących przepisów bhp i p.poż. Podczas prac budowlanych nie należy doprowadzić do przeciążeń konstrukcji. Należy posługiwać się odpowiednim sprzętem, który ma odpowiednie świadectwa i certyfikaty dopuszczenia do użytkowania i jest sprawny technicznie. Stosować materiały z atestami. W razie stwierdzenia bezpośredniego zagrożenia dla życia lub zdrowia pracowników osoba kierująca, pracownikami obowiązana jest do niezwłocznego wstrzymania prac i podjęcia działań w celu usunięcia tego zagrożenia. Wszelkie prace budowlane należy prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej. Kierownik budowy musi opracować „Plan BIOZ” w zakresie zgodnym z §3 Ministra Infrastruktury z 23.06.2003r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120 poz. 1126), w planie tym należy uwzględnić przepisy zawarte w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 06.02.2003r. (Dz. U. Nr 47, poz. 401).

OPIS TECHNICZNY

	Imię i Nazwisko/ Numer uprawnień	Pieczętka i podpis
Projektant architektura	mgr inż. arch. Grzegorz Makowski 10/PKOKK/2012	
Sprawdził architektura	mgr inż. arch. Piotr Drzymalski 315/SWOKK/2018	
Projektant konstrukcyjna	mgr inż. Kacper Krakowiak SWK/0017/PBKb/16	
Sprawdził konstrukcyjna	mgr inż. Janusz Machnik 92/Tbg/86 121/TBG/94	

Data opracowania: Kwiecień 2020r.

OPIIS TECHNICZNY

1. PODSTAWA OPRACOWANIA:

- Zlecenie Inwestora.
- Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego dla miejscowości Pyrzowice
- Mapa Zasadnicza
- Obowiązujące Prawo Budowlane, normy i przepisy.

2. CEL I PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Celem opracowania jest przebudowa konstrukcji dachowej na budynku usługowym – OSP Pyrzowice, związana z wykonaniem na obiekcie instalacji fotowoltaicznej (instalacja fotowoltaiczna – według odrębnego opracowania).

3. LOKALIZACJA I STAN ZAGOSPODAROWNIA TERENU

Działki Inwestora o nr ewid. 501 posiada nieregularny kształt. Dostępność komunikacyjna od strony zachodniej, bezpośrednio do drogi powiatowej - działka o nr ewid. 476/1. W chwili obecnej działka inwestora zabudowana jest budynkiem usługowym – OSP w Pyrzowicach. Działka o nr ewid. 501 od strony południowej graniczą z działkami o numerach ewidencyjnych 145/47, 154/49, 154/515, 502, 154/53, 504 – działka nr 154/49 zabudowana budynkiem mieszkalnym jednorodzinnym i gospodarczym. Od strony wschodniej graniczy z działką o nr ewid. 506 – działka drogową oraz od strony północnej z działką o nr ewid. 493/4 - niezabudowaną.

4. PROJEKTOWANE ZAGOSPODAROWANIE TERENU

a) Urządzenia budowlane związane z obiektem budowlanym będącym przedmiotem opracowania

- woda z wodociągu gminnego – istniejące przyłącze
- przyłącze elektroenergetyczne napowietrzne – istniejące przyłącze
- odprowadzenie ścieków do kanalizacji gminnego – istniejące przyłącze,
- odprowadzenie wód opadowych do kanalizacji deszczowej – istniejącym przyłączem
- zaopatrzenie w ciepło z istniejącej kotłowni gazowej,

- usuwanie odpadów stałych do śmietnika umieszczonego na działce inwestora, opróżnianego poprzez zorganizowany o powszechnej dostępności system zbierania i wywozu odpadów o charakterze komunalnym gminy Ożarówce.

b) Układ komunikacyjny:

Dostępność komunikacyjna od strony zachodniej, bezpośrednio do drogi powiatowej (działka o numerze ewidencyjnym 476/1) zjazdem indywidualnym spełniającym wymagania wynikające z § 79 Rozporządzenia Ministra transportu i gospodarki morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U.2016.124 t.j. z późn. zm.).

c) Zagadnienia bezpieczeństwa przeciwpożarowego w tym określające parametry techniczne dróg pożarowych, sieci i urządzeń uzbrojenia terenu zapewniające przeciwpożarowe zaopatrzenie w wodę:

Wg. pkt. 11 Opracowania

d) Ukształtowanie terenu i zieleni:

Działka Inwestora posiada nieregularny kształt. Działka częściowo zabudowana i częściowo utwardzona, poza tymi miejscami porośnięta roślinnością niską – inwestycja nie wiąże się z wycinką drzew lub krzewów.

e) Porównanie przyjętych założeń projektowych do wymagań wynikających z Miejscowego Planu Zagospodarowania Terenu

- *Przeznaczenie podstawowe: ochrona przeciwpożarowa –przeznaczenie obiektu – bez zmian, usługi z zakresu bezpieczeństwa publicznego – ochrona przeciwpożarowa.*
- *Powierzchnia zabudowy nie powinna przekraczać 60% ogólnej pow. działki – powierzchnia zabudowy bez zmian (34%)*
- *Preferowane formy dachów przy przebudowie i rozbudowie, symetryczne dwuspadowe z dopuszczeniem dachów naczółkowych i czterospadowych o kącie nachylenia głównych połaci od 30° do 45° - dach dwuspadowy o kącie nachylenia wynoszącym 6° - bez zmian.*

5. BILANS TERENU

Powierzchnia działek w zakresie opracowania A,B,C,D-A	- 18600 m ²
Powierzchnia zabudowy budynku usługowego będącego p. opracowania:	- 545,60 m ²
Utwardzenie istniejące	- 1330,00 m ²
Zieleń, pozostały teren	- 16724,4 m ²
Wielkość powierzchni biologicznie czynnej	- 89 %
Wskaźnik powierzchni zabudowy:	- 2,9 %

Grunty na działce budowlanej zatem nie zachodzi konieczność uzyskania decyzji zezwalającej na wyłączenie z produkcji użytków rolnych, zgodnie z art. 11 ust 1 i 1a ustawy z dnia 3 lutego 1995r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (poz. 1161 z 2017r. z późn. zm.).

6. INFORMACJE NA TEMAT OCHRONY ZABYTEKÓW

Obiekt będący przedmiotem opracowania nie znajduje się w strefie ochrony konserwatorskiej.

7. INFORMACJE NA TEMAT WPŁYWU GÓRNICZEGO

Działki na której zlokalizowany jest przedmiotowy obiekt nie znajduje się na terenie eksploatacji górniczych ani też w granicach terenu górniczego. W związku z powyższym projektowany obiekt nie podlega wymogom sprecyzowanym w ustawie z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo Górnicze i Geologiczne (tj. poz. - 868 z 2019r. z późn. zm.)

8. CHARAKTERYSTYKA EKOLOGICZNA

- Nieruchomość nie znajduje się w obszarze form ochrony przyrody o których mowa w art. 6 ust. 1 pkt 1-3, 5, 8 i 9 Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 roku o ochronie przyrody nie znajduje się również w otulinach form o których mowa w art. 6 ust. 1 pkt 1-3 cytowanej wyżej Ustawy.
- Projektowana inwestycja nie stanowi zagrożenia dla środowiska w zakresie ochrony wód, ziemi, powietrza, jak również nie będzie powodować w okresie jej eksploatacji zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi.
- W terenie przeznaczonym pod inwestycję nie występują urządzenia melioracji wodnych.
- Projektowana inwestycja nie jest wymieniona w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (poz. 1839 z 2019r.)
- Odpady stałe będą składowane w śmietniku kontenerowym przeznaczonym do tego celu. Projektowany obiekt nie wytwarza: gazów, pyłów i płynów niebezpiecznych dla środowiska.
- Odprowadzenie wód opadowych powierzchniowo na własny teren.
- Hałas - projektowany obiekt nie emituje uciążliwych dla otoczenia hałasów.
- Zakłócenia - projektowany obiekt nie powoduje zakłóceń elektromagnetycznych.

9. Przeznaczenie i program użytkowy obiektu budowlanego oraz jego charakterystyczne parametry techniczne, w szczególności: kubatura, zestawienie powierzchni, wysokość i długości.

9. 1 Przeznaczenie obiektu:

Przedmiotem projektowanej inwestycji jest przebudowa dachu budynku usługowego celem zamontowania na nim instalacji fotowoltaicznej (instalacja fotowoltaiczna według odrębnego opracowania projektowego). Zakres przedmiotowej inwestycji zgodny jest z warunkami określonymi w Miejscowym Planie Zagospodarowania Przestrzennego dla miejscowości Pyrzowice.

9.2 Program użytkowy obiektu:

Na parterze i piętrze budynku pomieszczenia związane z działalnością podstawową – OSP.

9.3 Charakterystyczne parametry techniczne:

Powierzchnia użytkowa:	693,10 m ²
Powierzchnia zabudowy:	545,60 m ²
Kubatura:	4220 m ³
Wysokość w kalenicy:	11,88 m
Ilość kondygnacji nadziemnych:	2
Szerokość elewacji frontowej:	23,68 m

10. Forma architektoniczna i funkcja obiektu budowlanego, sposób jego dostosowania do krajobrazu i otaczającej zabudowy.

Przedmiotowy budynek usytuowany jest na planie prostokąta, jest on obiektem dwukondygnacyjnym, obiekt posiada dach dwuspadowy, nad basztą dach płaski. W sąsiedztwie budynku występują tereny zabudowane budynkami mieszkalnymi i gospodarczymi.

11. Dane dotyczące warunków ochrony przeciwpożarowej

1. Powierzchnia, wysokość i liczba kondygnacji:

Powierzchnia zabudowy 545,60m², powierzchnia użytkowa budynku 693,10m², wysokość budynku 11,88 m, budynek istniejący posiada 2 kondygnacje. Parametry charakterystyczne obiektu nie ulegają zmianie.

2. Przewidywana gęstość obciążenia ogniowego

Dla strefy ZL nie określa się.

3. Kategoria zagrożenia ludzi, przewidywana liczba osób na każdej kondygnacji i w poszczególnych pomieszczeniach:

ZL III - W budynku nie występują pomieszczenia dla więcej niż 50-osób nie będącymi stałymi użytkownikami. W obiekcie przewiduje się maksymalną liczbę osób – 45.

4. Ocena zagrożenia wybuchem:

Nie dotyczy.

5. Podział obiektu na strefy pożarowe:

Budynek jako całość stanowi jedną strefę pożarową ZL III.

Dopuszczalna powierzchnia strefy pożarowej wynosi 8.000 m²

6. Klasa odporności pożarowej budynku oraz klasa odporności ogniowej i stopień rozprzestrzeniania ognia elementów budowlanych:

Wymagana klasa „D”.

Odporność ogniowa poszczególnych elementów budowlanych w klasie „D” odporności pożarowej:

- | | |
|---------------------|-----------------|
| - konstrukcja nośna | R 30 |
| - konstrukcja dachu | nie określa się |
| - strop | REI 30 |

- ściana zew. EI 30
- ściana wew. nie określa się
- przykrycie dachu nie określa się

Wszystkie elementy budynku NRO (nie rozprzestrzeniające ognia). Ze względu na odległość od budynku od granic działki, zwiększa się wymagania odporności ogniowej dla przykrycia do klasy odporności „C” – REI 15.

7. Warunki ewakuacji, oświetlenie awaryjne:

- długości dojść ewakuacyjnych do 40 m przy co najmniej 2 dojściach,
- szerokość drzwi min. 0,9 m w świetle
- dla drzwi dwuskrzydłowych jedno ze skrzydeł min. 0,9 m
- szerokość poziomych dróg min 1,2 m

8. Wymagania przeciwpożarowe dla elementów wykończenia wnętrz i wyposażenia stałego

- w strefach pożarowych ZL stosowanie do wykończenia wnętrz materiałów łatwo zapalnych, których produkty rozkładu termicznego są bardzo toksyczne lub intensywnie dymiące, jest zabronione
- na drogach komunikacji ogólnej, służących celom ewakuacji, stosowanie materiałów i wyrobów budowlanych łatwo zapalnych jest zabronione

9. Sposób zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji użytkowych:

- instalacja odgromowa zgodnie z PN
- przepusty instalacyjne w ścianach ppoż. powinny mieć klasę odporności ogniowej EI tych elementów (wymóg ten nie dotyczy pojedynczych rur instalacji wodnych, kanalizacyjnych i ogrzewczych, wprowadzanych przez ściany i stropy do pomieszczeń higieniczno-sanitarnych)

10. Dobór urządzeń przeciwpożarowych w obiekcie:

- Obiekt wyposażony w przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

11. System sygnalizacji pożaru

Nie wymagany

12. Scenariusz pożarowy

Nie dotyczy

13. Wyposażenie w gaśnice

- jedna jednostka masy środka gaśniczego 2 kg (lub 3 dm³) zawartego w gaśnicach na 100 m² powierzchni strefy pożarowej (1 gaśnica w garażu, 1 gaśnica w kotłowni, 1 w komunikacji)

14. Zaopatrzenie w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru

Wymagana ilość wody 10 l/s. Wydajność taką zapewnią 1 hydranty o średnicy 80 mm na sieci wodociągowej usytuowane w odległości min. 5 m od ściany budynku i max. 75 m od obiektu.

15. Droga pożarowa

Dla przedmiotowego obiektu nie jest wymagana droga pożarowa.

16. Przygotowanie budynku do odbioru przeciwpożarowego

Przed przystąpieniem do użytkowania należy :

- Oznakować obiekt znakami ewakuacji i ochrony ppoż.
- Wywiesić w obiekcie instrukcje postępowania na wypadek powstania pożaru
- Wyposażyć budynek w odpowiedni rodzaj i ilość gaśnic

12. Układ konstrukcyjny obiektu budowlanego, zastosowane schematy konstrukcyjne (statyczne), założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji, w tym dotyczące obciążeń, oraz podstawowe wyniki tych obliczeń, rozwiązania konstrukcyjno materiałowe podstawowych elementów konstrukcji obiektu, kategoria geotechniczna obiektu budowlanego, warunki sposób jego posadowienia oraz zabezpieczenia przed wpływami eksplozji górniczej, rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych:

11.1 Zakres robót dla zadania:

1. Roboty rozbiórkowe:
 - Rozebranie instalacji odgromowej dachu
 - Rozebranie stropu podwieszanego w sali w części południowej
 - Rozebranie pokrycia dachowego z blachy trapezowej w części północnej
 - Rozebranie warstw pod pokryciowych
 - Demontaż granulatu z wełny mineralnej wraz z membraną nad stroną południową
 - Rozebranie konstrukcji stalowej.
 - Rozebranie stelażu utrzymującego ocieplenie na częścią południową.
 - Rozebranie ścian w miejscach wykonania wieńca.
2. Wykonanie nowej konstrukcji:
 - Wykonanie wieńca żelbetowego wokół ścian zewnętrznych z zakotwieniem w istniejącym wieńcu nad sceną. Wieniec o wymiarze 25cm x 38cm, zbrojony 6Ø12 ze stali klasy AIIIIN (Rb500) oraz strzemionami cztero-ciętymi Ø8 co 25 cm ze stali klasy AIIIIN (Rb500). Beton konstrukcyjny C20/25 W8, maksymalna wartość W/C =0,5, otulina zbrojenia min. 20mm.
 - Wykonanie izolacji przeciwwilgociowej na wieńcu, w postaci dwóch warstw papy asfaltowej termozgrzewalnej.
 - Montaż kratownic stalowych ze stali kształtowej klasy S235, Pas górny – RK -100x3, Pas dolny – RK-100x3, Krzyżulce i Słupki – RK60-x3. Wszystkie elementy stalowe malowane farbami chloro-kauczukowymi – 2 krotnie.
 - Podmurowanie kominów do wysokości wynikającej z PN-B-10425:2019-09 Przewody kominowe dymowe, spalinowe i wentylacyjne murowane -- Wymagania i badania, wykonane wg. Projektu Wykonawczego.
 - Wykonanie ściany pulpitowej z gazobetonu na klej.
 - Montaż płatwi i stężeń – ze stali kształtowej klasy S235 płatwie z RP-120x60x4, stężenia między wiązarowe z RK-60x3, stężenia połaciowe z PO Ø12.
 - Wykonanie więźby drewnianej w części północnej z drewna konstrukcyjnego klasy min. C24: Płatwie 15x16, Krokwie 7,5x16, Słupki 15x16, Murłata 18x16.
 - Montaż folii, kontrłat i łąt w części północnej
 - Wykonanie obróbek blacharskich z blachy stalowej powlekanej w kolorze pokrycia
 - Montaż płyty warstwowej w części południowej – płyta warstwowa z wypełnieniem PIR/PUR o gr. 12cm, odporność ogniowa min. EI15, współczynnik $U_{min}=0,19 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Rozwiązania szczegółowe wg. Projektu Wykonawczego.
 - Wykonanie nowego pokrycia z blachy trapezowej w części północnej i na wieżyczce – blacha trapezowa T55 o gr. min. 0,55mm
 - Wykonanie izolacji termicznej z wełny mineralnej o gr. 15cm na ścianie pulpitowej pomiędzy częścią północną i południową

- Wykonanie nowej instalacji odgromowej – wg. projektu branżowego
- Uzupełnienie izolacji termicznej na wieńcu i ścianach szczytowych – uzupełnienie izolacji termicznej z materiału jak na istniejącym obiekcie.
- Wykonanie wyprawy siatka + klej
- Wykonanie tynku silikatowego
- Odtworzenie stropu podwieszanego – stop modułowy z demontażu o wymiarach 60x60.

11.2 Zabezpieczenie przeciwpożarowe:

- Kategoria zagrożenia ludzi – ZL III
- Klasa odporności ogniowej – D

11.3 Instalacje i przyłącza:

Trasa przyłączy – bez zmian. Instalacje wewnętrzne – bez zmian

11.4 Schematy konstrukcyjne (statyczne), założenia przyjęte do obliczeń konstrukcji, w tym dotyczące obciążeń oraz podstawowe wyniki tych obliczeń, kategoria geotechniczna obiektu budowlanego:

Budynek jest obiektem o prostej i nieskomplikowanej konstrukcji. Posadowienie budynku poniżej poziomu wód gruntowych. Dopuszczalne naprężenie na grunt 0,15 Mpa. Przyjęto opór graniczny podłoża gruntowego $q_{fn}=185$ kPa. Obciążenie budowli wg Pn-82/B-02000;B-02001;/B-02003. Strefa wiatrowa I wg Az1:2009 do PN-77/B-02011. Strefa gruntowa II wg pn 81/B-03020. Strefa śniegowa II wg PN-80/B-0210 EN1991-1-3/2005. Strefa klimatyczna III wg PN-82/B-02403. Strefa przemarzania – $h_z=1.00$.

Warunki gruntowo-wodne: podłoże piaszczyste co sprzyja wsiąkaniu wód opadowych. Na poziomie posadowienia budynku występują piaski średnie– średnio-zagęszczone o $I_d=0,5$. Lokalne warunki gruntowe zalicza się do gruntów prostych. Obiekt zalicza się do pierwszej kategorii geotechnicznej.

11.5 Zabezpieczenia przed wpływami eksploatacji górniczej

Obiekt nie znajduje się na terenie eksploatacji górniczych ani też w granicach terenu górniczego. W związku z powyższym projektowany obiekt nie podlega wymogom sprecyzowanym w ustawie z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo Górnicze i Geologiczne (tj. poz. - 868 z 2019r. z późn. zm.).

11.6 INFORMACJA O OBSZARZE ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU

1. Analiza projektowanego budynku usługowego i urządzeń mu towarzyszących:

Obszar oddziaływania projektowanego budynku nie mieści się w granicach działki inwestora nr 501 z uwagi na jego usytuowanie bezpośrednio w granicy z działką nr ewid. 154/47.

- Odległość budynku od granicy (bez zmian) - zgodnie z § 12 ust. 3 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tj. poz. 1065 z 2019r. z późn. zm.). Inwestycja nie wiąże się ze zmianą usytuowania budynku względem granic działek sąsiednich.
- oświetlenie, przesłanianie i nasłonecznienie - zgodnie z §13, §57, w/w Rozporządzenia. Inwestycja nie powoduje zakłócenia nasłonecznienia - pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, na działkach sąsiednich. Parametry charakterystyczne budynku (wysokość, kubatura) – bez zmian.
- bezpieczeństwo pożarowe zachowane zgodnie § 271- § 273 w/w Rozporządzenia.
- usytuowanie budynku zgodnie z zapisami Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego.

Budynek usługowy oddziałuje na działkę sąsiednią - nr ew. 154/47 ze względu na jego posadowienie w granicy z w/w działkami.

11.7 Analiza możliwości racjonalnego zużycia energii i wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

Źródła alternatywne. Nie jest możliwe wykorzystanie następujących źródeł energii odnawialnej: energii wiatru ze względu na brak w otoczeniu projektowanego budynku (miejsca na działce Inwestora) na możliwości montażu urządzeń wiatrowych, skojarzonej energii elektrycznej i ciepła ze względu na brak własnej elektrociepłowni, energii geotermalnej ze względu na wysokie koszty inwestycyjne. Planuje się na dachu budynku montaż paneli fotowoltaicznych (instalacja fotowoltaiczna wg. odrębnego opracowania projektowego).

Województwo: śląskie
Powiat: tarnogórski
Jedn. ewid.: 241306_2, Ożarówice
Obręb: 0005, Pyrzowice
Arkusz: 1

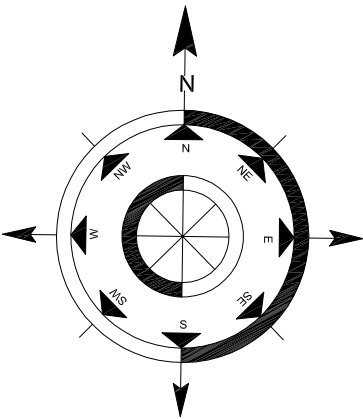
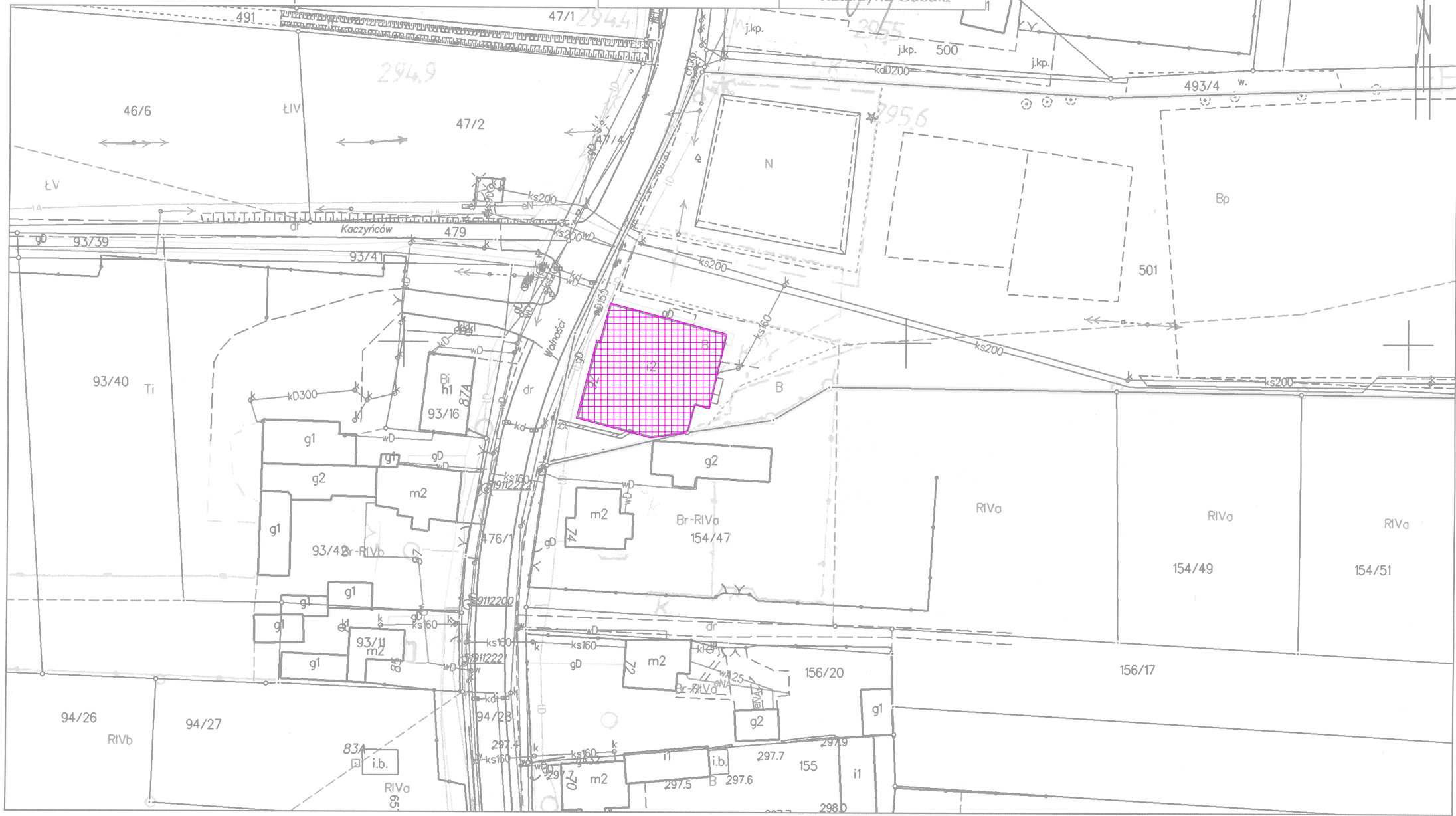
MAPA ZASADNICZA
SKALA 1:1000

Raster mapy aktualny na 2009 rok

Wykonana w Powiatowym Ośrodku Dokumentacji
Geodezyjnej i Kartograficznej w Tarnowskich Górach
w technologii hybrydowej

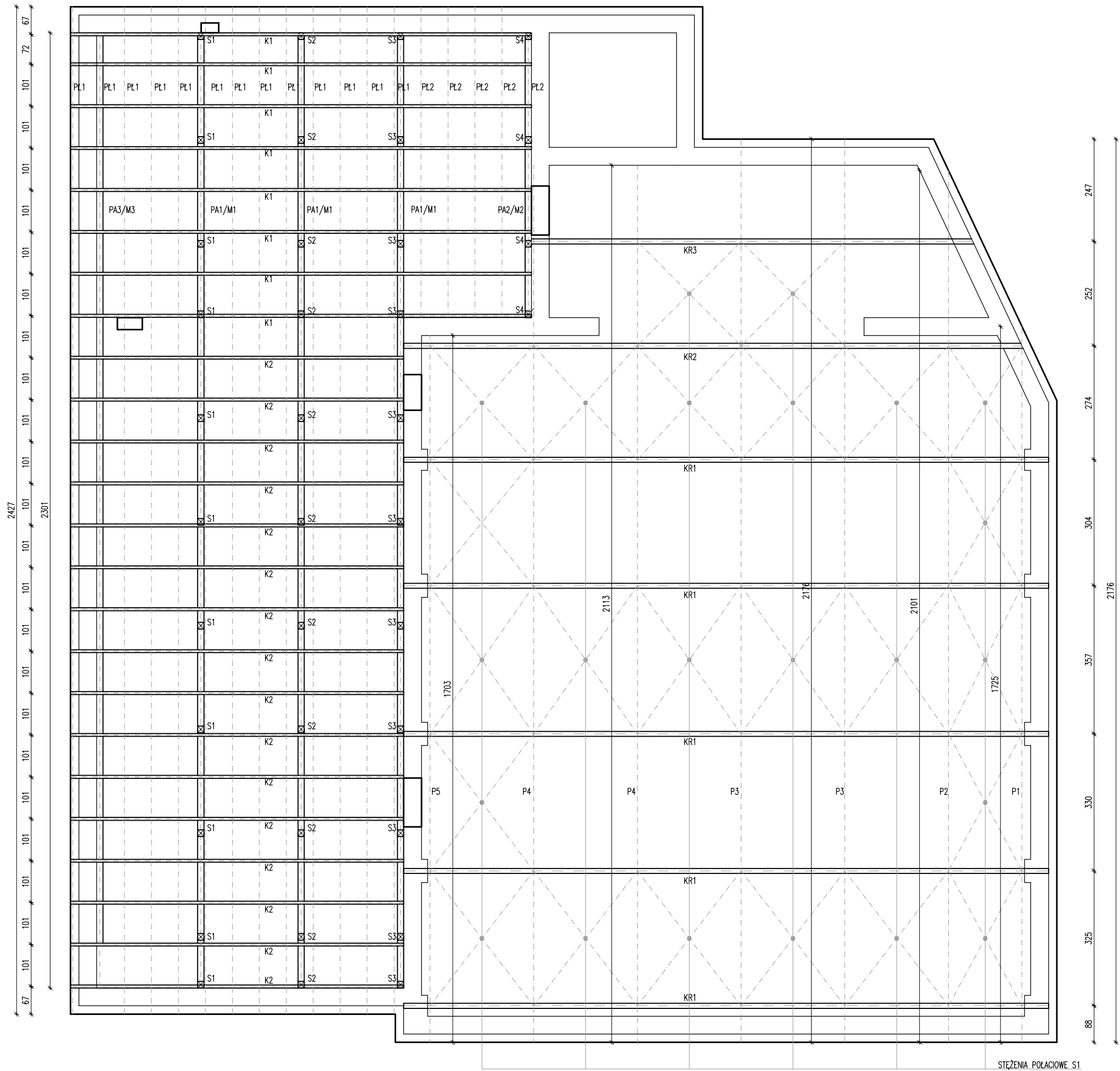
POŚWIADCZA SIĘ ZGODNOŚĆ NINIEJSZEJ KOPII Z TREŚCIĄ MATERIAŁU
PAŃSTWOWEGO ZASOBU GEODEZYJNEGO I KARTOGRAFICZNEGO

Organ prowadzący państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny	STAROSTA TARNOGÓRSKI
Nazwa materiału	mapa zasadnicza
Identyfikator ewidencyjny materiału zasobu	GP.Z.6642.2. 1760 .2020
Data wykonania kopii	2020.03.19
Imię, nazwisko i podpis osoby reprezentującej organ	z up. starosty PODINSPEKTOR Katarzyna Gubała



 -BUDYNEK OBJĘTY OPRACOWANIEM

Rysunek	SYTUACJA		Nr rys. 1
Obiekt	BUDYNEK OSP PYRZOWICE		Data: 04.2020
Adres budynku	PYRZOWICE, gm. Ożarówice dz. nr 501		Skala/Format 1:1000/A4
Branża	Architektura	Nr upr.	Podpis
Projektant	mgr inż. arch. Grzegorz Makowski	10/PKOKK/2012	
Sprawdził:	mgr inż. arch. Piotr Drzymalski	315/SWOKK/2018	
Branża	Konstrukcyjna	Nr upr.	Podpis
Projektant	mgr inż. Kacper Krakowiak	SWK/0017/PBKb/16	
Sprawdził:	mgr inż. Janusz Machnik	92/Tbg/86 121/TBG/94	



STĘŻENIA POŁĄCZOWE S1

Rysunek	RZUT WIĘŻBY DACHOWEJ		Nr rys. 2
Obiekt	BUDYNEK OSP PYRZOWICE		Data: 04.2020
Adres budynku	PYRZOWICE, gm. Ożarówice dz. nr 501		Skala/Format 1:100/A3
Branża	Architektura	Nr upr.	Podpis
Projektant	mgr inż. arch. Grzegorz Makowski	10/PKOKK/2012	
Sprawdził:	mgr inż. arch. Piotr Drzymalski	315/SWOKK/2018	
Branża	Konstrukcyjna	Nr upr.	Podpis
Projektant	mgr inż. Kacper Krakowiak	SWK/0017/PBkb/16	
Sprawdził:	mgr inż. Janusz Machnik	92/TBg/86 121/TBg/94	

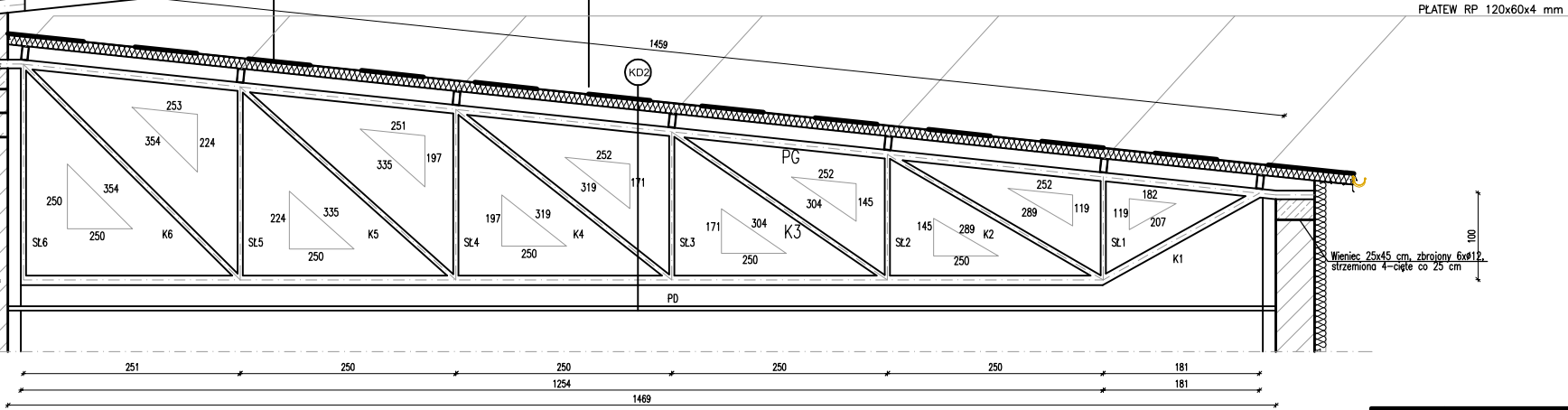
Zestawienie elementów więzby płatwiowej					
Nazwa elementów	Rodzaj materiału, asortyment i klasa materiału	Przekrój [cmxcm]	Długość [cm]	Liczba [szt]	Objętość [m³]
Murlata M1	Drewno sosnowa, klasa C24	15x16	2351	3	1,6927
Murlata M2	Drewno sosnowa, klasa C24	15x16	736	1	0,1766
Murlata M3	Drewno sosnowa, klasa C24	18x16	2351	1	0,6771
Płatew P1	Drewno sosnowa, klasa C24	15x16	2351	3	1,6927
Płatew P2	Drewno sosnowa, klasa C24	15x16	736	1	0,1766
Płatew P3	Drewno sosnowa, klasa C24	18x16	2351	1	0,6771
Stupek S1	Drewno sosnowa, klasa C24	15x16	60	11	0,1584
Stupek S2	Drewno sosnowa, klasa C24	15x16	86	11	0,2270
Stupek S3	Drewno sosnowa, klasa C24	15x16	111	11	0,2930
Stupek S4	Drewno sosnowa, klasa C24	15x16	142	4	0,1363
Krokiew K1	Drewno sosnowa, klasa C24	7,5x16	1230	8	1,1070
Krokiew K 2	Drewno sosnowa, klasa C24	7,5x16	920	16	1,6560
				Σ	8,6707

KD1 KONSTR. DACHOWA 1
BLACHA TRAPEZOWA T55
LĄTY 6,3x5 cm
KONTROLATY 5x5 cm
FOLIA PAROPRZEPUSZCZALNA
KROKIEW 7,5x16

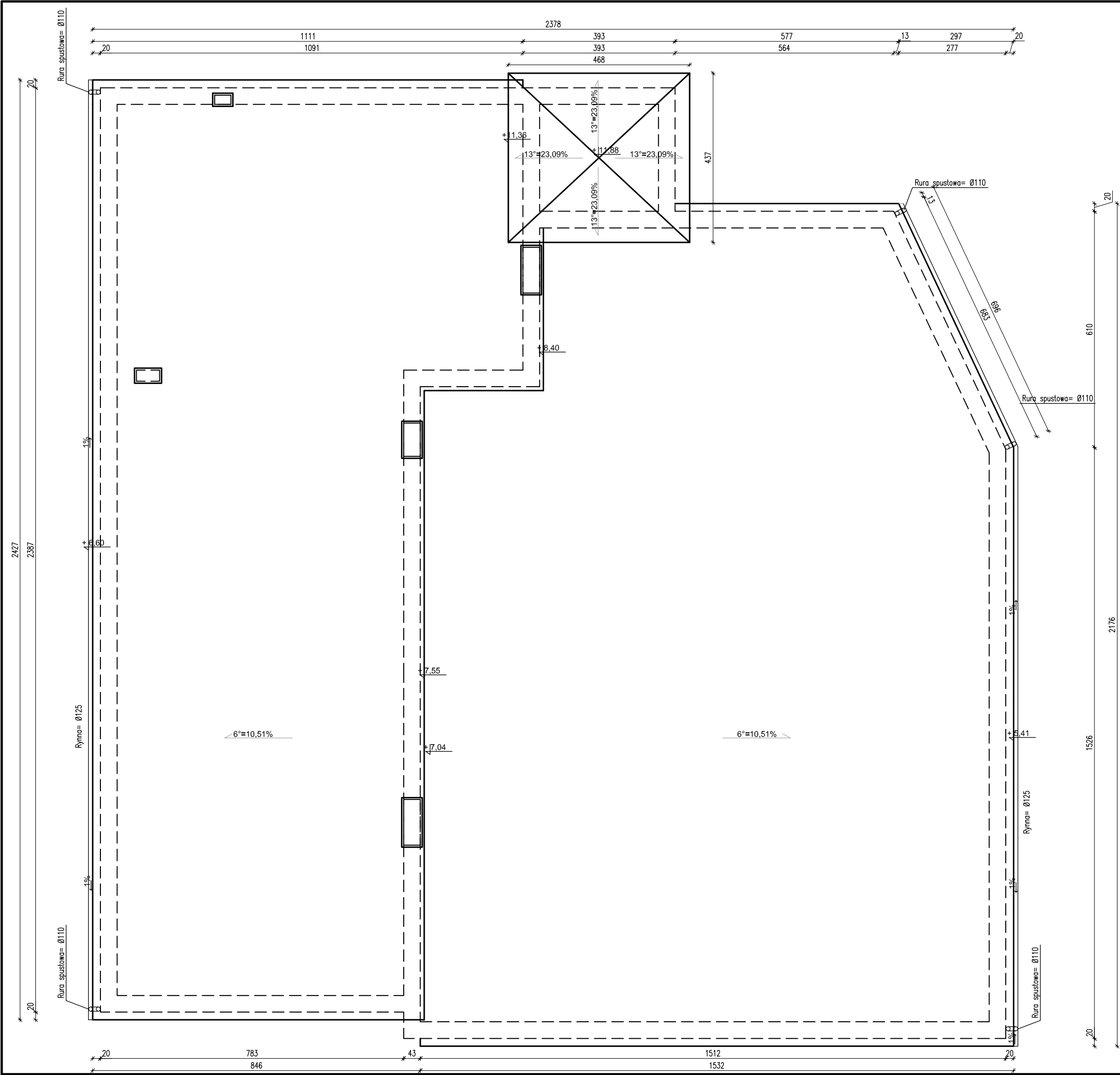
KD2 KONSTR. DACHOWA 2
PLYTA WARSTWOWA Z ROZENIEM
Z PIANKI PUR/PIR - 12 cm
PŁATEW RP 120x60x4 mm
KRATOWNICA (wg szczegółu)
SUFIT PODWIESZANY

Zestawienie elementów pojedynczej kratownicy stalowej KR1							
Nazwa elementu	Nazwa	Materiał	Norma/ Rysunek	Długość	Ilość	Ciężar jedn. [kg/mb]	Ciężar [kg]
Pas dolny	RK 100x3	S235JR	EN – 10219	1254	1	11,73	147,09
Pas górny	RK 100x3	S235JR	EN – 10219	1560	1	11,73	182,99
Krzyżulec K1	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	207	1	5,19	10,74
Krzyżulec K2	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	289	1	5,19	15,00
Krzyżulec K3	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	304	1	5,19	15,78
Krzyżulec K4	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	319	1	5,19	16,56
Krzyżulec K5	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	335	1	5,19	17,39
Krzyżulec K6	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	354	1	5,19	18,37
Stup SL1	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	119	1	5,19	6,18
Stup SL2	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	145	1	5,19	7,53
Stup SL3	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	171	1	5,19	8,87
Stup SL4	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	197	1	5,19	10,22
Stup SL5	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	224	1	5,19	11,63
Stup SL6	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	250	1	5,19	12,98
						Σ	481,32

Zestawienie elementów całej konstrukcji stalowej						
Nazwa elementu	Nazwa	Materiał	Norma/ Rysunek	Długość	Ilość	Ciężar jedn. [kg/mb]
Kratownice stalowe	–	S235JR	EN – 10219	–	7	481,32
Płatew P1	RP 120x60x4	S235JR	EN – 10219	1725	1	10,48
Płatew P2	RP 120x60x4	S235JR	EN – 10219	2101	1	10,48
Płatew P3	RP 120x60x4	S235JR	EN – 10219	2176	2	10,48
Płatew P4	RP 120x60x4	S235JR	EN – 10219	2113	2	10,48
Płatew P5	RP 120x60x4	S235JR	EN – 10219	1703	1	10,48
Stężenia poprzeczne S1	Ø 12	St3S-b	EN – 10219	19090	1	0,89
Stężenie kratowe podłużne S2	RK 60x3	S235JR	EN – 10219	4382	1	5,19
					Σ	5810,29



Rysunek	PRZĘKÓJ PRZES WIEŻBĘ	Nr rys.	3
Obiekt	BUDYNEK OSP PYRZOWICE	Data:	04.2020
Adres budynku	PYRZOWICE, gm. Ozarówce dz. nr 501	Skala/Format	1:50/A3+
Branża	Architektura	Nr upr.	Podpis
Projektant	mgr inż. arch. Grzegorz Malowski	10/PKOW/2012	
Sprawdził:	mgr inż. arch. Piotr Dziwnowski	315/9000/2018	
Branża	Konstrukcyjna	Nr upr.	Podpis
Projektant	mgr inż. Kacper Krakowiak	900/2017/PKO/16	
Sprawdził:	mgr inż. Janusz Machnik	82/162/86 121/166/94	



Rysunek	RZUT POŁACI DACHOWEJ		Nr rys. 4
Obiekt	BUDYNEK OSP PYRZOWICE		Data: 04.2020
Adres budynku	PYRZOWICE, gm. Ożarówice dz. nr 501		Skala/Format 1:100/A3
Branża	Architektura	Nr upr.	Podpis
Projektant	mgr inż. arch. Grzegorz Makowski	10/PKOKK/2012	
Sprawdził:	mgr inż. arch. Piotr Drzymalski	315/SWOKK/2018	
Branża	Konstrukcyjna	Nr upr.	Podpis
Projektant	mgr inż. Kacper Krakowiak	SWK/0017/PBKb/16	
Sprawdził:	mgr inż. Janusz Machnik	92/TBg/86 121/TBg/94	

OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

CZĘŚĆ PROJEKTOWANA

1. Podstawa Opracowania

- Branża Architektoniczna niniejszego opracowania,
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (tj. – Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania (tj.– Dz. U. z 2019r. poz. 1065)
- Normy:
 - PN-EN 1990:200 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.
 - PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1. Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
 - PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3. Oddziaływania ogólne – Obciążenia śniegiem.
 - PN-EN 1991-1-4:200 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4. Oddziaływania ogólne – Oddziaływanie wiatru.
 - PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
 - PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
 - PN-EN 1996-1-1:2006 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1. Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych

2. Opis założeń projektowych

Do obliczeń przyjęto strefy klimatyczne:

- II strefa wiatrowa (wg. PN-EN 1991-1-3:2005)
- II strefa śniegowa (wg. PN-EN 1991-1-3:2005)

Fundamenty (ławy fundamentowe) - obliczono na odpór gruntu w schemacie płyty dwuspornikowej przy działaniu sił pionowych.

Wiązary dachowy stalowy – obliczono w schemacie trójkąta z przegubowymi połączeniami w węzłach, oparcie wiązara do projektowanego wieńca.

Wiązary dachowy drewniany – schemat przyjęty jako płatwiowy z trzema/czterema ścianami stolcowymi opartymi na stropie – wg. części graficznej opracowania.

#

#

#

#

3. Zestawienie obciążeń na dach

Zestawienie obciążeń stałych						
L.p.	Rodzaj obciążenia	Gr. Warstwy [cm]	Ciężar [kN/m³]	Obc. Charakt.[kN/m²]	Wsp. obliczeniowy	Obc. Oblicz.[kN/m²]
1	Płyta warstwowa	12	0,93	0,11	1,35	0,15
2	Ciężar więzara stalowego	-	-	1,38	1,35	1,863
3	Fotowoltaika	-	-	0,11	1,35	0,150
4	Sufit podwieszany	3	3,7	0,11	1,35	0,15
					Σ	2,31

Zestawienie obciążeń stałych						
L.p.	Rodzaj obciążenia	Gr. Warstwy [cm]	Ciężar [kN/m³]	Obc. Charakt.[kN/m²]	Wsp. obliczeniowy	Obc. Oblicz.[kN/m²]
1	Blacha trapezowa	5	0,93	0,11	1,35	0,15
2	Łaty drewniane	6	5,5	0,04	1,35	0,053
3	Obciążenie więzara dachowego	-	-	0,45	1,35	0,608
6	Fotowoltaika	-	-	0,11	1,35	0,15
					Σ	0,961

Zestawienie obciążeń zmiennych				
L.p.	Rodzaj obciążenia	Obc. Charakt. [kN/m²]	Wsp. obliczeniowy	Obc. Charakt. [kN/m²]
1	Parcie wiatru	0,92	1,5	1,38
2	Ssanie wiatru	-0,92	1,5	-1,38
3	Śnieg	0,72	1,5	1,08

#

#

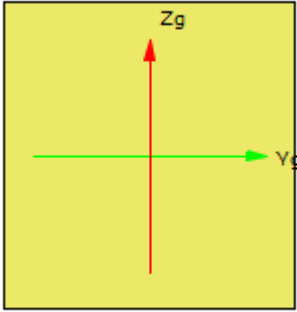
#

#

Pozycja 1.1. Część północna - słup - Raport wymiarowania drewna wg PN-EN-1995-1-1:2010 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Y_g, a oś Z oznacza oś główną Z_g.

Geometria:

	Nazwa profilu:	P 160x150 - 1	
	Długość pręta:	L = 1.14 m	
	Pole przekroju:	A = 240.00 cm ²	
	Momenty bezwładności:	J _y = 5120.00 cm ⁴	J _z = 4500.00 cm ⁴
	Wskaźniki wytrzymałości:	W _y = 640.00 cm ³	W _z = 600.00 cm ³
	Momenty bezwładności na skręcanie:	J _x = 8046.60 cm ⁴	
	Wskaźnik wytrzymałości na skręcanie:	W _x = 759.44 cm ³	
	Promienie bezwładności:	i _y = 4.62 cm	i _z = 4.33 cm

Rodzaj drewna:	Lite
Klasa drewna:	C24
Wytrzymałość char. na zginanie:	24.000 MPa
Wytrzymałość char. na rozciąganie:	14.000 MPa
Wytrzymałość char. na ściskanie:	21.000 MPa
Wytrzymałość char. na ścinanie:	4.000 MPa
Moduł sprężystości:	11000.000 MPa
5% kwantyl modułu sprężystości	7400.000 MPa
Moduł odkształcenia:	690.000 MPa
Gęstość:	350.000 kg/m ³

Dane ogólne:

Klasa użytkowania konstrukcji: 2

Typ elementu:

w płaszczyźnie XY osi głównych: obustronnie podparty

w płaszczyźnie XZ osi głównych: obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia:

w płaszczyźnie XY osi głównych: ciągłe

w płaszczyźnie XZ osi głównych: ciągłe

Graniczne ugięcie elementu:

$$\frac{L}{n} = \frac{114.00}{250.00} = 0.456 [cm]$$

Współczynniki wybożenia: m_y = 1.00

Długości wybożeniowe: L_{c,y} = m_y * L = 1.00 * 1.14 = 1.14 [m]

Element prosty, nr pręta: 1

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$\begin{aligned} N &= -10.30 \text{ kN} & T_y &= -2.80 \text{ kN} & T_z &= -0.04 \text{ kN} \\ M_x &= -0.02 \text{ kNm} & M_y &= -0.03 \text{ kNm} & M_z &= 2.67 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{2.67 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 4.450 [\text{MPa}]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 1.14 = 1.026 [\text{m}]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot b \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot h^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{1.03 \cdot 0.15 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.16^2 \cdot 7400.00)}} = 0.158$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{md}} = \frac{4.45}{1.00 \cdot 11.08} = 0.402 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 2 na przecie, położenie: 0.00 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$\begin{aligned} N &= 3.31 \text{ kN} & T_y &= 0.88 \text{ kN} & T_z &= -0.18 \text{ kN} \\ M_x &= 0.02 \text{ kNm} & M_y &= -0.22 \text{ kNm} & M_z &= -0.91 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{td} = k_{mod} \cdot \frac{f_{tk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{14.00}{1.30} = 6.462 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na rozciąganie:

$$\sigma_{t,d} = \frac{N}{A} = \frac{3.31 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.138 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.22 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.347 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.91 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 1.510 [\text{MPa}]$$

Zginanie z rozciąganiem:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.14}{6.46} + \frac{0.35}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{1.51}{11.08} = 0.148 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.14}{6.46} + 0.70 \cdot \frac{0.35}{11.08} + \frac{1.51}{11.08} = 0.180 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 1

Punkt nr: 3 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -10.30 kN

T_y = -2.80 kN

T_z = -0.04 kN

M_x = -0.02 kNm

M_y = -0.03 kNm

M_z = 2.67 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [\text{MPa}]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{2.80 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.261 [\text{MPa}]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [\text{MPa}]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{v,d}}\right)^2 = \left(\frac{0.00}{1.85}\right)^2 + \left(\frac{0.26}{1.85}\right)^2 = 0.020 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 1

Punkt nr: 4 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -10.30 kN

T_y = -2.80 kN

T_z = -0.04 kN

M_x = -0.02 kNm

M_y = -0.03 kNm

M_z = 2.67 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [\text{MPa}]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{2.80 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.261 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na skręcanie:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.02 \cdot 10^{-3}}{759.44 \cdot 10^{-6}} = 0.032 [MPa]$$

Skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{max}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0.03}{1.05 \cdot 1.85} + \left(\frac{0.26}{1.85} \right)^2 = 0.035 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 1

Punkt nr: 5 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -10.30 kN

T_y = -2.80 kN

T_z = -0.04 kN

M_x = -0.02 kNm

M_y = -0.03 kNm

M_z = 2.67 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.03 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.050 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{mz,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{2.67 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 4.450 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{10.30 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.429 [MPa]$$

Smukłości wyboczeniowe:

$$\lambda_y = \frac{L_{cy}}{i_y} = \frac{1.14}{46.19 \cdot 10^{-3}} = 24.682$$

Napężenie krytyczne przy ściskaniu:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0.05}}{\lambda_y^2} = \frac{3.142^2 \cdot 7400.000}{24.682^2} = 119.889 [MPa]$$

Współczynnik określający prostoliniowość elem. skręcanych:

$b_c = 0.20$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c0k}}{\sigma_{c,crif,y}}} = \sqrt{\frac{21.00}{119.89}} = 0.419$$

$$k_y = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0.5 \cdot \left(1 + 0.20 \cdot (0.42 - 0.3) + 0.42^2 \right) = 0.599$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$k_{cy} = \frac{1}{\left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right)} = \frac{1}{\left(0.60 + \sqrt{0.60^2 - 0.42^2} \right)} = 0.972$$

$$k_{cz} = 1.0$$

Ściskanie ze zginaniem:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.43}{0.97 \cdot 9.69} + 0.70 \cdot \frac{4.45}{11.08} + \frac{0.05}{11.08} = 0.331 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.43}{1.00 \cdot 9.69} + \frac{4.45}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.05}{11.08} = 0.449 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 1

Punkt nr: 6 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -10.30 \text{ kN}$

$T_y = -2.80 \text{ kN}$

$T_z = -0.04 \text{ kN}$

$M_x = -0.02 \text{ kNm}$

$M_y = -0.03 \text{ kNm}$

$M_z = 2.67 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [\text{MPa}]$$

Naprężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.03 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.050 [\text{MPa}]$$

Naprężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{2.67 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 4.450 [\text{MPa}]$$

Naprężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{10.30 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.429 [\text{MPa}]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{4.45}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.43}{0.97 \cdot 9.69} = 0.207 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.05}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.43}{1.00 \cdot 9.69} = 0.044 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 7 na przecie, położenie: 0.57 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -10.40 \text{ kN}$	$T_y = -2.80 \text{ kN}$	$T_z = -0.04 \text{ kN}$
$M_x = -0.02 \text{ kNm}$	$M_y = -0.01 \text{ kNm}$	$M_z = 1.08 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{1.08 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 1.793 [\text{MPa}]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 1.14 = 1.026 [\text{m}]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot b \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot h^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{1.03 \cdot 0.15 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.16^2 \cdot 7400.00)}} = 0.158$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{1.79}{1.00 \cdot 11.08} = 0.162 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 8 na przecie, położenie: 0.57 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = 3.21 \text{ kN}$	$T_y = 0.88 \text{ kN}$	$T_z = -0.18 \text{ kN}$
$M_x = 0.02 \text{ kNm}$	$M_y = -0.12 \text{ kNm}$	$M_z = -0.40 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{t0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{14.00}{1.30} = 6.462 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na rozciąganie:

$$\sigma_{t0,d} = \frac{N}{A} = \frac{3.21 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.134 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.12 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.183 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.40 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.670 [MPa]$$

Zginanie z rozciąganiem:

$$\frac{\sigma_{t0,d}}{f_{t0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.13}{6.46} + \frac{0.18}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.67}{11.08} = 0.080 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t0,d}}{f_{t0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.13}{6.46} + 0.70 \cdot \frac{0.18}{11.08} + \frac{0.67}{11.08} = 0.093 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 9 na przecie, położenie: 0.57 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -10.40 kN

T_y = -2.80 kN

T_z = -0.04 kN

M_x = -0.02 kNm

M_y = -0.01 kNm

M_z = 1.08 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{2.80 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.261 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{v,d}}\right)^2 = \left(\frac{0.00}{1.85}\right)^2 + \left(\frac{0.26}{1.85}\right)^2 = 0.020 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 10 na przecie, położenie: 0.57 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -10.40 \text{ kN}$$

$$T_y = -2.80 \text{ kN}$$

$$T_z = -0.04 \text{ kN}$$

$$M_x = -0.02 \text{ kNm}$$

$$M_y = -0.01 \text{ kNm}$$

$$M_z = 1.08 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{2.80 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.261 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na skręcanie:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.02 \cdot 10^{-3}}{759.44 \cdot 10^{-6}} = 0.032 [\text{MPa}]$$

Skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{max}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0.03}{1.05 \cdot 1.85} + \left(\frac{0.26}{1.85} \right)^2 = 0.035 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 11 na przecie, położenie: 0.57 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -10.40 \text{ kN}$$

$$T_y = -2.80 \text{ kN}$$

$$T_z = -0.04 \text{ kN}$$

$$M_x = -0.02 \text{ kNm}$$

$$M_y = -0.01 \text{ kNm}$$

$$M_z = 1.08 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{cdk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.014 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{1.08 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 1.793 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{10.40 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.433 [MPa]$$

Smukłości wyboczeniowe:

$$\lambda_y = \frac{L_{c,y}}{i_y} = \frac{1.14}{46.19 \cdot 10^{-3}} = 24.682$$

Napężenie krytyczne przy ściskaniu:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{3.142^2 \cdot 7400.000}{24.682^2} = 119.889 [MPa]$$

Współczynnik określający prostoliniowość elem. skręcanych:

$b_c = 0.20$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c0k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{21.00}{119.89}} = 0.419$$

$$k_y = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0.5 \cdot \left(1 + 0.20 \cdot (0.42 - 0.3) + 0.42^2 \right) = 0.599$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$k_{cy} = \frac{1}{\left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right)} = \frac{1}{\left(0.60 + \sqrt{0.60^2 - 0.42^2} \right)} = 0.972$$

$$k_{cz} = 1.0$$

Ściskanie ze zginaniem:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.43}{0.97 \cdot 9.69} + 0.70 \cdot \frac{1.79}{11.08} + \frac{0.01}{11.08} = 0.161 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.43}{1.00 \cdot 9.69} + \frac{1.79}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.01}{11.08} = 0.207 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 12 na przecie, położenie: 0.57 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -10.40 \text{ kN}$

$T_y = -2.80 \text{ kN}$

$T_z = -0.04 \text{ kN}$

$M_x = -0.02 \text{ kNm}$

$M_y = -0.01 \text{ kNm}$

$M_z = 1.08 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.014 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{1.08 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 1.793 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{10.40 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.433 \text{ [MPa]}$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{1.79}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.43}{0.97 \cdot 9.69} = 0.072 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.01}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.43}{1.00 \cdot 9.69} = 0.045 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 1

Punkt nr: 13 na przecie, położenie: 1.14 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -10.50 kN

T_y = -2.80 kN

T_z = -0.04 kN

M_x = -0.02 kNm

M_y = 0.01 kNm

M_z = -0.52 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.52 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.863 \text{ [MPa]}$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 1.14 = 1.026 \text{ [m]}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot b \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot h^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{1.03 \cdot 0.15 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.16^2 \cdot 7400.00)}} = 0.158$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{0.86}{1.00 \cdot 11.08} = 0.078 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 1

Punkt nr: 14 na przecie, położenie: 1.14 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = 3.11 kN

T_y = 0.88 kN

T_z = -0.18 kN

M_x = 0.02 kNm

M_y = -0.01 kNm

M_z = 0.10 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{t0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{14.00}{1.30} = 6.462 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na rozciąganie:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{3.11 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.129 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.019 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.10 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.170 [MPa]$$

Zginanie z rozciąganiem:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.13}{6.46} + \frac{0.02}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.17}{11.08} = 0.032 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.13}{6.46} + 0.70 \cdot \frac{0.02}{11.08} + \frac{0.17}{11.08} = 0.037 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 15 na przecie, położenie: 1.14 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -10.50 \text{ kN}$

$T_y = -2.80 \text{ kN}$

$T_z = -0.04 \text{ kN}$

$M_x = -0.02 \text{ kNm}$

$M_y = 0.01 \text{ kNm}$

$M_z = -0.52 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{2.80 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.261 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{v,d}}\right)^2 = \left(\frac{0.00}{1.85}\right)^2 + \left(\frac{0.26}{1.85}\right)^2 = 0.020 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 16 na przecie, położenie: 1.14 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -10.50 \text{ kN}$$

$$T_y = -2.80 \text{ kN}$$

$$T_z = -0.04 \text{ kN}$$

$$M_x = -0.02 \text{ kNm}$$

$$M_y = 0.01 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.52 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{2.80 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.261 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na skręcanie:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.02 \cdot 10^{-3}}{759.44 \cdot 10^{-6}} = 0.032 \text{ [MPa]}$$

Skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{max}}{f_{v,d}}\right)^2 = \frac{0.03}{1.05 \cdot 1.85} + \left(\frac{0.26}{1.85}\right)^2 = 0.035 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 17 na przecie, położenie: 1.14 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -10.50 \text{ kN}$$

$$T_y = -2.80 \text{ kN}$$

$$T_z = -0.04 \text{ kN}$$

$$M_x = -0.02 \text{ kNm}$$

$$M_y = 0.01 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.52 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 \text{ [MPa]}$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cod} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.022 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.52 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.863 \text{ [MPa]}$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{10.50 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.438 \text{ [MPa]}$$

Smukłości wyboczeniowe:

$$\lambda_y = \frac{L_{cy}}{i_y} = \frac{1.14}{46.19 \cdot 10^{-3}} = 24.682$$

Napężenie krytyczne przy ściskaniu:

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_y^2} = \frac{3.142^2 \cdot 7400.000}{24.682^2} = 119.889 \text{ [MPa]}$$

Współczynnik określający prostoliniowość elem. skręcanych:

$b_c = 0.20$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c0k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = \sqrt{\frac{21.00}{119.89}} = 0.419$$

$$k_y = 0.5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0.5 \cdot \left(1 + 0.20 \cdot (0.42 - 0.3) + 0.42^2 \right) = 0.599$$

Współczynniki wyboczeniowe:

$$k_{cy} = \frac{1}{\left(k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2} \right)} = \frac{1}{\left(0.60 + \sqrt{0.60^2 - 0.42^2} \right)} = 0.972$$

$$k_{cz} = 1.0$$

Ściskanie ze zginaniem:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.44}{0.97 \cdot 9.69} + 0.70 \cdot \frac{0.86}{11.08} + \frac{0.02}{11.08} = 0.103 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0.44}{1.00 \cdot 9.69} + \frac{0.86}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.02}{11.08} = 0.124 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1

Punkt nr: 18 na przecie, położenie: 1.14 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -10.50 \text{ kN}$

$T_y = -2.80 \text{ kN}$

$T_z = -0.04 \text{ kN}$

$M_x = -0.02 \text{ kNm}$

$M_y = 0.01 \text{ kNm}$

$M_z = -0.52 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.022 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.52 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.863 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{10.50 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.438 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.86}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.44}{0.97 \cdot 9.69} = 0.053 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.02}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.44}{1.00 \cdot 9.69} = 0.045 \leq 1$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: $x = 0.00$ [m]

Śnieg ze ssaniem

$u_{inst,G(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy stałej
 $u_{inst,Q(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy zmiennej
 $u_{inst,G(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy stałej
 $u_{inst,Q(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy zmiennej

$n_1 = 1 + k_{def}$
 $n_2 = 1 + j_2 \cdot k_{def}$
 $n_3 = j_0 + j_2 \cdot k_{def}$

Nazwa grupy obciążeń(wsp.)	u_y [cm]	u_z [cm]	k_{def}	j_0	j_2	n_1	n_2	n_3
Ciężar własny	-	-	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Śnieg	-	-	0.80	0.5	0.0	-	-	0.50
Parcie	-	0.04	0.80	0.6	0.0	-	1.00	-
Pokrycie	-	-	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Fotowoltaika	-	-	0.80	0.8	-	1.80	-	-

Przyjęte współczynniki uwzględniające wpływ sił tnących:

Typ elementu w płaszczyźnie XY osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XY osi głównych:

ciągłe

$$k_{sy} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{b}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{150.00 \cdot 10^{-3}}{1.14} \right)^2 = 1.331$$

Typ elementu w płaszczyźnie XZ osi głównych:

obustronnie podparty

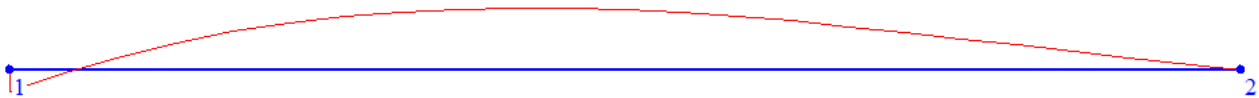
Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XZ osi głównych:

ciągłe

$$k_{scz} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{h}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{160.00 \cdot 10^{-3}}{1.14} \right)^2 = 1.377$$

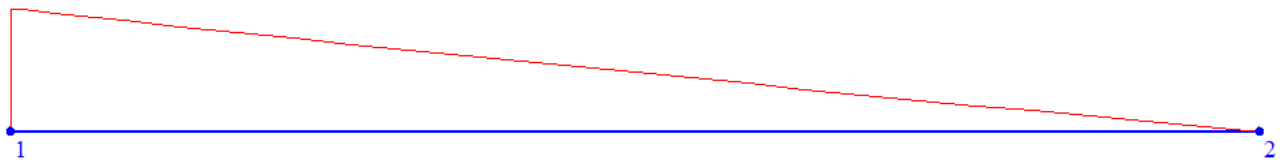
$$u_y = k_{scy} \cdot \left(\sum u_{y,inst,G} \cdot n_1 + u_{y,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{y,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 1.33 \cdot -0.01 = -0.012 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



$$u_z = k_{scz} \cdot \left(\sum u_{z,inst,G} \cdot n_1 + u_{z,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{z,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 1.38 \cdot 0.05 = 0.069 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{(-0.012)^2 + (0.069)^2} = 0.07 \leq 0.456 [cm]$$

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: x = 0.47 [m]

$u_{inst,G(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy stałej
 $u_{inst,Q(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy zmiennej
 $u_{inst,G(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy stałej
 $u_{inst,Q(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy zmiennej

$n_1 = 1 + k_{def}$
 $n_2 = 1 + j_2 \cdot k_{def}$
 $n_3 = j_0 + j_2 \cdot k_{def}$

Nazwa grupy obciążeń(wsp.)	$u_y[cm]$	$u_z[cm]$	k_{def}	j_0	j_2	n_1	n_2	n_3
Pokrycie	0.00	0.00	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Ciężar własny	0.00	0.00	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Fotowoltaika	0.00	0.00	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Parcie	0.01	0.03	0.80	0.6	0.0	-	1.00	-
Śnieg	0.01	0.00	0.80	0.5	0.0	-	-	0.50

Przyjęte współczynniki uwzględniające wpływ sił tnących:

Typ elementu w płaszczyźnie XY osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XY osi głównych:

ciągłe

$$k_{scy} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{b}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{150.00 \cdot 10^{-3}}{1.14} \right)^2 = 1.331$$

Typ elementu w płaszczyźnie XZ osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XZ osi głównych:

ciągłe

$$k_{scz} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{h}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{160.00 \cdot 10^{-3}}{1.14} \right)^2 = 1.377$$

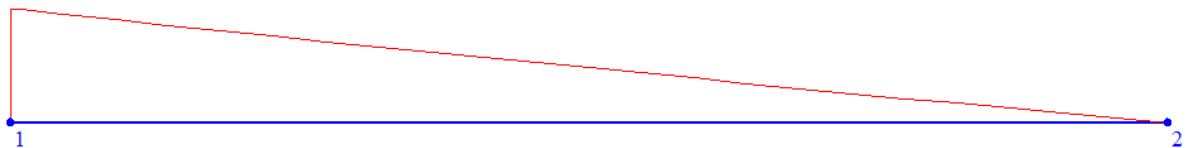
$$u_y = k_{scy} \cdot \left(\sum u_{y,inst,G} \cdot n_1 + u_{y,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{y,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 1.33 \cdot 0.03 = 0.034 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



$$u_z = k_{scz} \cdot \left(\sum u_{z,inst,G} \cdot n_1 + u_{z,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{z,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 1.38 \cdot 0.03 = 0.039 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|0.034|^2 + |0.039|^2} = 0.052 [cm]$$

$$u_b = \sqrt{u_{by}^2 + u_{bz}^2} = \sqrt{|-0.006|^2 + |0.010|^2} = 0.012 [cm]$$

$$\Delta u_y = u_y - u_{by} = 0.031 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.018 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \sqrt{\Delta u_y^2 + \Delta u_z^2} = \sqrt{|0.031|^2 + |0.018|^2} = 0.036 \leq 0.456 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

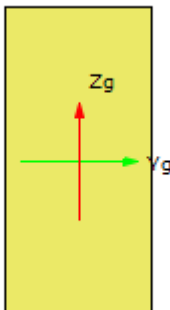
$$\Delta d = |d_n - d| = |0.000 - 0.051| = 0.051 [cm]$$

#

Pozycja 1.2. Część północna – krokiew - Raport wymiarowania drewna wg PN-EN-1995-1-1:2010 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Y_g , a oś Z oznacza oś główną Z_g .

Geometria:

	Nazwa profilu:	P 160x75	
	Długość pręta:	L = 0.43 m	
	Pole przekroju:	A = 120.00 cm ²	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 2560.00 \text{ cm}^4$	$J_z = 562.50 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 320.00 \text{ cm}^3$	$W_z = 150.00 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$J_x = 1588.19 \text{ cm}^4$	
	Wskaźnik wytrzymałości na skręcanie:	$W_x = 225.44 \text{ cm}^3$	
	Promienie bezwładności:	$i_y = 4.62 \text{ cm}$	$i_z = 2.17 \text{ cm}$

Rodzaj drewna:	Lite
Klasa drewna:	C24
Wytrzymałość char. na zginanie:	24.000 MPa
Wytrzymałość char. na rozciąganie:	14.000 MPa
Wytrzymałość char. na ściskanie:	21.000 MPa
Wytrzymałość char. na ścinanie:	4.000 MPa
Moduł sprężystości:	11000.000 MPa
5% kwantyl modułu sprężystości	7400.000 MPa
Moduł odkształcenia:	690.000 MPa
Gęstość:	350.000 kg/m ³

Dane ogólne:

Klasa użytkowania konstrukcji: 2

Typ elementu:

w płaszczyźnie XY osi głównych: obustronnie podparty

w płaszczyźnie XZ osi głównych: obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia:

w płaszczyźnie XY osi głównych: ciągłe

w płaszczyźnie XZ osi głównych: ciągłe

Graniczne ugięcie elementu:

$$\frac{L}{n} = \frac{42.90}{250.00} = 0.172 [\text{cm}]$$

Współczynniki wybożenia: $m_y = 1.00$

Długości wybożeniowe: $L_{c,y} = m_y \cdot L = 1.00 \cdot 0.43 = 0.43 [\text{m}]$

Współczynniki zwiększające wytrzymałości charakterystyczne:

na rozciąganie $k_{h,t} = 1.15$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 0.20 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.30 \text{ kN}$$

$$T_z = -3.48 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.01 \text{ kNm}$$

$$M_y = 0.14 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.14 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 0.425 [\text{MPa}]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 0.43 = 0.386 [\text{m}]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{0.39 \cdot 0.16 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.07^2 \cdot 7400.00)}} = 0.214$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{md}} = \frac{0.43}{1.00 \cdot 11.08} = 0.038 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 2 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 0.20 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.30 \text{ kN}$$

$$T_z = -3.48 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.01 \text{ kNm}$$

$$M_y = 0.14 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.01 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{td} = k_{mod} \cdot k_{ht} \cdot \frac{f_{tk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot 1.15 \cdot \frac{14.00}{1.30} = 7.422 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na rozciąganie:

$$\sigma_{t,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.20 \cdot 10^{-3}}{120.00 \cdot 10^{-4}} = 0.017 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.14 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 0.425 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{150.00 \cdot 10^{-6}} = 0.100 [MPa]$$

Zginanie z rozciąganiem:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.02}{7.42} + \frac{0.43}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.10}{11.08} = 0.047 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.02}{7.42} + 0.70 \cdot \frac{0.43}{11.08} + \frac{0.10}{11.08} = 0.038 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 945

Punkt nr: 3 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = 0.20 kN

T_y = -0.30 kN

T_z = -3.48 kN

M_x = 0.01 kNm

M_y = 0.14 kNm

M_z = 0.01 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.30 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.056 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{3.48 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.648 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{vd}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{vd}} \right)^2 = \left(\frac{0.65}{1.85} \right)^2 + \left(\frac{0.06}{1.85} \right)^2 = 0.124 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 945

Punkt nr: 4 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = 0.20 kN

T_y = -0.30 kN

T_z = -3.48 kN

M_x = 0.01 kNm

M_y = 0.14 kNm

M_z = 0.01 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.30 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.056 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{3.48 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.648 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na skręcanie:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{225.44 \cdot 10^{-6}} = 0.040 [MPa]$$

Skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{max}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0.04}{1.11 \cdot 1.85} + \left(\frac{0.65}{1.85} \right)^2 = 0.140 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 5 na przecie, położenie: 0.00 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -0.28 kN

T_y = 0.16 kN

T_z = 1.37 kN

M_x = -0.00 kNm

M_y = -0.07 kNm

M_z = -0.00 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.07 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 0.213 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.00 \cdot 10^{-3}}{150.00 \cdot 10^{-6}} = 0.027 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.28 \cdot 10^{-3}}{120.00 \cdot 10^{-4}} = 0.023 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.02}{9.69} \right)^2 + \frac{0.21}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.03}{11.08} = 0.021 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.02}{9.69}\right)^2 + 0.70 \cdot \frac{0.21}{11.08} + \frac{0.03}{11.08} = 0.016 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 6 na przecie, położenie: 0.00 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -0.28 \text{ kN}$$

$$T_y = 0.16 \text{ kN}$$

$$T_z = 1.37 \text{ kN}$$

$$M_x = -0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -0.07 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.00 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.07 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 0.213 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.00 \cdot 10^{-3}}{150.00 \cdot 10^{-6}} = 0.027 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.28 \cdot 10^{-3}}{120.00 \cdot 10^{-4}} = 0.023 [\text{MPa}]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.03}{1.00 \cdot 11.08}\right)^2 + \frac{0.02}{1.00 \cdot 9.69} = 0.002 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.21}{1.00 \cdot 11.08}\right)^2 + \frac{0.02}{1.00 \cdot 9.69} = 0.003 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 7 na przecie, położenie: 0.22 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 0.21 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.30 \text{ kN}$$

$$T_z = -3.49 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.01 \text{ kNm}$$

$$M_y = 0.88 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.05 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.88 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 2.763 [MPa]$$

Smukłość sprawdzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 0.43 = 0.386 [m]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{0.39 \cdot 0.16 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.07^2 \cdot 7400.00)}} = 0.214$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{2.76}{1.00 \cdot 11.08} = 0.249 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 8 na przecie, położenie: 0.22 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 0.21 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.30 \text{ kN}$$

$$T_z = -3.49 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.01 \text{ kNm}$$

$$M_y = 0.88 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.05 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{t0d} = k_{mod} \cdot k_{h,t} \cdot \frac{f_{t0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot 1.15 \cdot \frac{14.00}{1.30} = 7.422 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na rozciąganie:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.21 \cdot 10^{-3}}{120.00 \cdot 10^{-4}} = 0.017 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.88 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 2.763 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.05 \cdot 10^{-3}}{150.00 \cdot 10^{-6}} = 0.327 [MPa]$$

Zginanie z rozciąganiem:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.02}{7.42} + \frac{2.76}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.33}{11.08} = 0.272 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.02}{7.42} + 0.70 \cdot \frac{2.76}{11.08} + \frac{0.33}{11.08} = 0.206 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 9 na przecie, położenie: 0.22 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = 0.21 kN

T_y = -0.30 kN

T_z = -3.49 kN

M_x = 0.01 kNm

M_y = 0.88 kNm

M_z = -0.05 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.30 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.056 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{3.49 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.652 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{vd}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{vd}}\right)^2 = \left(\frac{0.65}{1.85}\right)^2 + \left(\frac{0.06}{1.85}\right)^2 = 0.126 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 10 na przecie, położenie: 0.22 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = 0.21 kN

T_y = -0.30 kN

T_z = -3.49 kN

M_x = 0.01 kNm

M_y = 0.88 kNm

M_z = -0.05 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.30 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.056 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{3.49 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.652 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na skręcanie:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{225.44 \cdot 10^{-6}} = 0.040 [MPa]$$

Skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{max}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0.04}{1.11 \cdot 1.85} + \left(\frac{0.65}{1.85} \right)^2 = 0.141 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 11 na przecie, położenie: 0.22 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -0.28 kN

T_y = 0.16 kN

T_z = 1.35 kN

M_x = -0.00 kNm

M_y = -0.36 kNm

M_z = 0.03 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.36 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 1.122 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.03 \cdot 10^{-3}}{150.00 \cdot 10^{-6}} = 0.207 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.28 \cdot 10^{-3}}{120.00 \cdot 10^{-4}} = 0.023 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.02}{9.69} \right)^2 + \frac{1.12}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.21}{11.08} = 0.114 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.02}{9.69} \right)^2 + 0.70 \cdot \frac{1.12}{11.08} + \frac{0.21}{11.08} = 0.090 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 12 na przecie, położenie: 0.22 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -0.28 kN

T_y = 0.16 kN

T_z = 1.35 kN

M_x = -0.00 kNm

M_y = -0.36 kNm

M_z = 0.03 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.36 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 1.122 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.03 \cdot 10^{-3}}{150.00 \cdot 10^{-6}} = 0.207 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.28 \cdot 10^{-3}}{120.00 \cdot 10^{-4}} = 0.023 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.21}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.02}{1.00 \cdot 9.69} = 0.003 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{1.12}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.02}{1.00 \cdot 9.69} = 0.013 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 13 na precie, położenie: 0.43 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = 0.21 kN

T_y = -0.30 kN

T_z = -3.51 kN

M_x = 0.01 kNm

M_y = 1.64 kNm

M_z = -0.11 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.64 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 5.109 [MPa]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 0.43 = 0.386 [m]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{0.39 \cdot 0.16 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.07^2 \cdot 7400.00)}} = 0.214$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{5.11}{1.00 \cdot 11.08} = 0.461 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 14 na precie, położenie: 0.43 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = 0.21 \text{ kN}$	$T_y = -0.30 \text{ kN}$	$T_z = -3.51 \text{ kN}$
$M_x = 0.01 \text{ kNm}$	$M_y = 1.64 \text{ kNm}$	$M_z = -0.11 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{t0,d} = k_{mod} \cdot k_{h,t} \cdot \frac{f_{t0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot 1.15 \cdot \frac{14.00}{1.30} = 7.422 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na rozciąganie:

$$\sigma_{t0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.21 \cdot 10^{-3}}{120.00 \cdot 10^{-4}} = 0.017 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.64 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 5.109 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.11 \cdot 10^{-3}}{150.00 \cdot 10^{-6}} = 0.760 [\text{MPa}]$$

Zginanie z rozciąganiem:

$$\frac{\sigma_{t0,d}}{f_{t0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.02}{7.42} + \frac{5.11}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.76}{11.08} = 0.512 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t0,d}}{f_{t0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.02}{7.42} + 0.70 \cdot \frac{5.11}{11.08} + \frac{0.76}{11.08} = 0.394 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 15 na precie, położenie: 0.43 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = 0.21 \text{ kN}$	$T_y = -0.30 \text{ kN}$	$T_z = -3.51 \text{ kN}$
$M_x = 0.01 \text{ kNm}$	$M_y = 1.64 \text{ kNm}$	$M_z = -0.11 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.30 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.056 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{3.51 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.655 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{v,d}}\right)^2 = \left(\frac{0.66}{1.85}\right)^2 + \left(\frac{0.06}{1.85}\right)^2 = 0.127 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 16 na przecie, położenie: 0.43 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = 0.21 kN

T_y = -0.30 kN

T_z = -3.51 kN

M_x = 0.01 kNm

M_y = 1.64 kNm

M_z = -0.11 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.30 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.056 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{3.51 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 120.00 \cdot 10^{-4})} = 0.655 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na skręcanie:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{225.44 \cdot 10^{-6}} = 0.040 [MPa]$$

Skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{max}}{f_{v,d}}\right)^2 = \frac{0.04}{1.11 \cdot 1.85} + \left(\frac{0.66}{1.85}\right)^2 = 0.142 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 17 na przecie, położenie: 0.43 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -0.28 \text{ kN}$$

$$T_y = 0.16 \text{ kN}$$

$$T_z = 1.33 \text{ kN}$$

$$M_x = -0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -0.65 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.07 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.65 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 2.022 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.07 \cdot 10^{-3}}{150.00 \cdot 10^{-6}} = 0.433 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.28 \cdot 10^{-3}}{120.00 \cdot 10^{-4}} = 0.023 [\text{MPa}]$$

Zginanie ze ściskaniem:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.02}{9.69} \right)^2 + \frac{2.02}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.43}{11.08} = 0.210 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.02}{9.69} \right)^2 + 0.70 \cdot \frac{2.02}{11.08} + \frac{0.43}{11.08} = 0.167 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 945

Punkt nr: 18 na przecie, położenie: 0.43 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -0.28 \text{ kN}$$

$$T_y = 0.16 \text{ kN}$$

$$T_z = 1.33 \text{ kN}$$

$$M_x = -0.00 \text{ kNm}$$

$$M_y = -0.65 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.07 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.65 \cdot 10^{-3}}{320.00 \cdot 10^{-6}} = 2.022 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.07 \cdot 10^{-3}}{150.00 \cdot 10^{-6}} = 0.433 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.28 \cdot 10^{-3}}{120.00 \cdot 10^{-4}} = 0.023 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.43}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.02}{1.00 \cdot 9.69} = 0.004 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{2.02}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.02}{1.00 \cdot 9.69} = 0.036 \leq 1$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 0.00 [m]

ssanie

u_{inst,G(y)} - przemieszczenie u_y grupy stałej
 u_{inst,Q(y)} - przemieszczenie u_y grupy zmiennej
 u_{inst,G(z)} - przemieszczenie u_z grupy stałej
 u_{inst,Q(z)} - przemieszczenie u_z grupy zmiennej

n₁ = 1 + k_{def}
 n₂ = 1 + j₂ * k_{def}
 n₃ = j₀ + j₂ * k_{def}

Nazwa grupy obciążeń(wsp.)	u _y [cm]	u _z [cm]	k _{def}	j ₀	j ₂	n ₁	n ₂	n ₃
Ciężar własny	-	-	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Śnieg	-	-0.05	0.80	0.5	0.0	-	-	0.50
Parcie	-	-0.10	0.80	0.6	0.0	-	1.00	-
Pokrycie	-	-	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Fotowoltaika	-	-	0.80	0.8	-	1.80	-	-

Przyjęte współczynniki uwzględniające wpływ sił tnących:

Typ elementu w płaszczyźnie XY osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XY osi głównych:

ciągłe

$$k_{scy} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{b}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{75.00 \cdot 10^{-3}}{0.43} \right)^2 = 1.585$$

Typ elementu w płaszczyźnie XZ osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XZ osi głównych:

ciągłe

$$k_{scz} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{h}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{160.00 \cdot 10^{-3}}{0.43} \right)^2 = 3.661$$

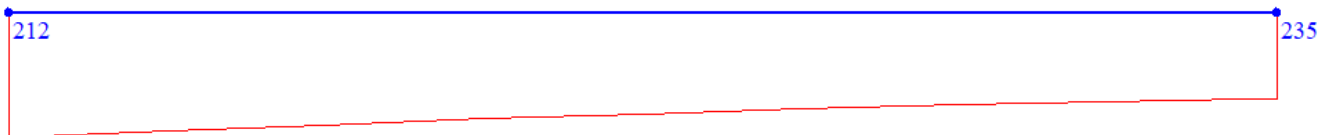
$$u_y = k_{scy} \cdot \left(\sum u_{y,inst,G} \cdot n_1 + u_{y,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{y,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 1.58 \cdot -0.01 = -0.013 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



$$u_z = k_{scz} \cdot \left(\sum u_{z,inst,G} \cdot n_1 + u_{z,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{z,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 3.66 \cdot -0.17 = -0.634 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.013|^2 + |-0.634|^2} = 0.63 > 0.172 [cm]$$

Warunek przekroczony!!!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: x = 0.00 [m]

$u_{inst,G(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy stałej
 $u_{inst,Q(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy zmiennej
 $u_{inst,G(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy stałej
 $u_{inst,Q(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy zmiennej

$n_1 = 1 + k_{def}$
 $n_2 = 1 + j_2 \cdot k_{def}$
 $n_3 = j_0 + j_2 \cdot k_{def}$

Nazwa grupy obciążeń(wsp.)	$u_y[cm]$	$u_z[cm]$	k_{def}	j_0	j_2	n_1	n_2	n_3
Pokrycie	-0.00	-0.01	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Ciążar własny	-0.00	-0.01	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Fotowoltaika	-0.00	-0.01	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Parcie	-0.01	-0.10	0.80	0.6	0.0	-	1.00	-
Śnieg	-0.00	-0.05	0.80	0.5	0.0	-	-	0.50

Przyjęte współczynniki uwzględniające wpływ sił tnących:

Typ elementu w płaszczyźnie XY osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XY osi głównych:

ciągłe

$$k_{scy} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{b}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{75.00 \cdot 10^{-3}}{0.43} \right)^2 = 1.585$$

Typ elementu w płaszczyźnie XZ osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XZ osi głównych:

ciągłe

$$k_{scz} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{h}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{160.00 \cdot 10^{-3}}{0.43} \right)^2 = 3.661$$

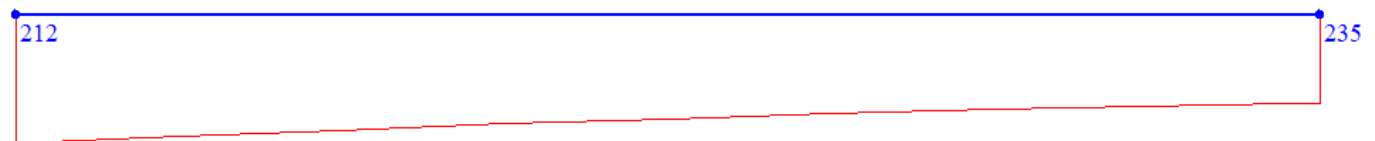
$$u_y = k_{scy} \cdot \left(\sum u_{y,inst,G} \cdot n_1 + u_{y,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{y,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 1.58 \cdot -0.01 = -0.013 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



$$u_z = k_{scz} \cdot \left(\sum u_{z,inst,G} \cdot n_1 + u_{z,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{z,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 3.66 \cdot -0.17 = -0.634 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.013|^2 + |-0.634|^2} = 0.634 [cm]$$

$$u_b = \sqrt{u_{by}^2 + u_{bz}^2} = \sqrt{|-0.008|^2 + |-0.137|^2} = 0.137 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.036 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 0.036 \leq 0.172 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

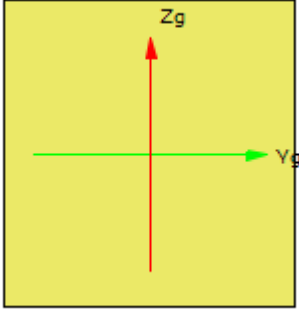
$$\Delta d = |d_n - d| = |0.120 - 0.173| = 0.053 [cm]$$

#

Pozycja 1.3. Część północna – Platew - Raport wymiarowania drewna wg PN-EN-1995-1-1:2010 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Y_g , a oś Z oznacza oś główną Z_g .

Geometria:

	Nazwa profilu:	P 160x150	
	Długość pręta:	L = 0.48 m	
	Pole przekroju:	A = 240.00 cm ²	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 5120.00 \text{ cm}^4$	$J_z = 4500.00 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości:	$W_y = 640.00 \text{ cm}^3$	$W_z = 600.00 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$J_x = 8046.60 \text{ cm}^4$	
	Wskaźnik wytrzymałości na skręcanie:	$W_x = 759.44 \text{ cm}^3$	
	Promienie bezwładności:	$i_y = 4.62 \text{ cm}$	$i_z = 4.33 \text{ cm}$

Rodzaj drewna:	Lite
Klasa drewna:	C24
Wytrzymałość char. na zginanie:	24.000 MPa
Wytrzymałość char. na rozciąganie:	14.000 MPa
Wytrzymałość char. na ściskanie:	21.000 MPa
Wytrzymałość char. na ścinanie:	4.000 MPa
Moduł sprężystości:	11000.000 MPa
5% kwantyl modułu sprężystości	7400.000 MPa
Moduł odkształcenia:	690.000 MPa
Gęstość:	350.000 kg/m ³

Dane ogólne:

Klasa użytkowania konstrukcji: 2

Typ elementu:

w płaszczyźnie XY osi głównych: obustronnie podparty

w płaszczyźnie XZ osi głównych: obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia:

w płaszczyźnie XY osi głównych: ciągłe

w płaszczyźnie XZ osi głównych: ciągłe

Graniczne ugięcie elementu:

$$\frac{L}{n} = \frac{48.00}{250.00} = 0.192 [\text{cm}]$$

Współczynniki wybożenia: $m_y = 1.00$

Długości wybożeniowe: $L_{c,y} = m_y \cdot L = 1.00 \cdot 0.48 = 0.48 [\text{m}]$

Element prosty, nr pręta: 1226

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -1.16 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.04 \text{ kN}$$

$$T_z = 10.27 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.08 \text{ kNm}$$

$$M_y = 4.45 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.07 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{4.45 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 6.956 [\text{MPa}]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 0.48 = 0.432 [\text{m}]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{0.43 \cdot 0.16 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.15^2 \cdot 7400.00)}} = 0.113$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{md}} = \frac{6.96}{1.00 \cdot 11.08} = 0.628 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 2 na przecie, położenie: 0.00 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 0.31 \text{ kN}$$

$$T_y = 0.07 \text{ kN}$$

$$T_z = -3.50 \text{ kN}$$

$$M_x = -0.10 \text{ kNm}$$

$$M_y = -1.52 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.03 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{td} = k_{mod} \cdot \frac{f_{tk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{14.00}{1.30} = 6.462 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na rozciąganie:

$$\sigma_{t,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.31 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.013 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.52 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 2.383 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.03 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.048 [MPa]$$

Zginanie z rozciąganiem:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.01}{6.46} + \frac{2.38}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.05}{11.08} = 0.220 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.01}{6.46} + 0.70 \cdot \frac{2.38}{11.08} + \frac{0.05}{11.08} = 0.157 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 3 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -1.16 kN

T_y = -0.04 kN

T_z = 10.27 kN

M_x = 0.08 kNm

M_y = 4.45 kNm

M_z = 0.07 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{10.27 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.958 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{v,d}}\right)^2 = \left(\frac{0.96}{1.85}\right)^2 + \left(\frac{0.00}{1.85}\right)^2 = 0.269 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 4 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -1.16 kN

T_y = -0.04 kN

T_z = 10.27 kN

M_x = 0.08 kNm

M_y = 4.45 kNm

M_z = 0.07 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{10.27 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.958 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na skręcanie:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.08 \cdot 10^{-3}}{759.44 \cdot 10^{-6}} = 0.111 [MPa]$$

Skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{max}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0.11}{1.05 \cdot 1.85} + \left(\frac{0.96}{1.85} \right)^2 = 0.321 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 5 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -1.16 kN

T_y = -0.04 kN

T_z = 10.27 kN

M_x = 0.08 kNm

M_y = 4.45 kNm

M_z = 0.07 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{4.45 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 6.956 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{mz,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.07 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.123 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{1.16 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.048 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{my,d}}{f_{my,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{mz,d}} = \left(\frac{0.05}{9.69} \right)^2 + \frac{6.96}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.12}{11.08} = 0.636 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{my,d}}{f_{my,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{mz,d}} = \left(\frac{0.05}{9.69} \right)^2 + 0.70 \cdot \frac{6.96}{11.08} + \frac{0.12}{11.08} = 0.451 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 6 na przecie, położenie: 0.00 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -1.16 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.04 \text{ kN}$$

$$T_z = 10.27 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.08 \text{ kNm}$$

$$M_y = 4.45 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.07 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{4.45 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 6.956 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.07 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.123 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{1.16 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.048 [\text{MPa}]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.12}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.05}{1.00 \cdot 9.69} = 0.005 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{6.96}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.05}{1.00 \cdot 9.69} = 0.399 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 7 na przecie, położenie: 0.24 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -1.16 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.04 \text{ kN}$$

$$T_z = 10.23 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.08 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1.99 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.07 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.99 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 3.114 [MPa]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 0.48 = 0.432 [m]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{0.43 \cdot 0.16 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.15^2 \cdot 7400.00)}} = 0.113$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętnej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{3.11}{1.00 \cdot 11.08} = 0.281 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 8 na przecie, położenie: 0.24 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 0.31 \text{ kN}$$

$$T_y = 0.07 \text{ kN}$$

$$T_z = -3.55 \text{ kN}$$

$$M_x = -0.10 \text{ kNm}$$

$$M_y = -0.68 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.01 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{t0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t0,k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{14.00}{1.30} = 6.462 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na rozciąganie:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.31 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.013 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.68 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 1.061 [MPa]$$

Naprężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.020 [MPa]$$

Zginanie z rozciąganiem:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.01}{6.46} + \frac{1.06}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.02}{11.08} = 0.099 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.01}{6.46} + 0.70 \cdot \frac{1.06}{11.08} + \frac{0.02}{11.08} = 0.071 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 9 na przecie, położenie: 0.24 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -1.16 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.04 \text{ kN}$$

$$T_z = 10.23 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.08 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1.99 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.07 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{10.23 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.954 [\text{MPa}]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{vd}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{vd}}\right)^2 = \left(\frac{0.95}{1.85}\right)^2 + \left(\frac{0.00}{1.85}\right)^2 = 0.267 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 10 na przecie, położenie: 0.24 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -1.16 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.04 \text{ kN}$$

$$T_z = 10.23 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.08 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1.99 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.07 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{10.23 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.954 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na skręcanie:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.08 \cdot 10^{-3}}{759.44 \cdot 10^{-6}} = 0.111 [\text{MPa}]$$

Skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{max}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0.11}{1.05 \cdot 1.85} + \left(\frac{0.95}{1.85} \right)^2 = 0.319 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 11 na precie, położenie: 0.24 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -1.16 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.04 \text{ kN}$$

$$T_z = 10.23 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.08 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1.99 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.07 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.99 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 3.114 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.07 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.108 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{1.16 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.048 [\text{MPa}]$$

Zginanie ze ścisaniem:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.05}{9.69} \right)^2 + \frac{3.11}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.11}{11.08} = 0.288 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.05}{9.69} \right)^2 + 0.70 \cdot \frac{3.11}{11.08} + \frac{0.11}{11.08} = 0.207 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 12 na precie, położenie: 0.24 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -1.16 \text{ kN}$$

$$T_y = -0.04 \text{ kN}$$

$$T_z = 10.23 \text{ kN}$$

$$M_x = 0.08 \text{ kNm}$$

$$M_y = 1.99 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.07 \text{ kNm}$$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{1.99 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 3.114 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.07 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.108 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{1.16 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.048 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.11}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.05}{1.00 \cdot 9.69} = 0.005 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{3.11}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.05}{1.00 \cdot 9.69} = 0.084 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 13 na przecie, położenie: 0.48 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -1.16 kN

T_y = -0.04 kN

T_z = 10.18 kN

M_x = 0.08 kNm

M_y = -0.46 kNm

M_z = 0.06 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.46 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.713 [MPa]$$

Smukłość sprowadzona przy zginaniu:

$$L_d = w_s \cdot L = 0.90 \cdot 0.48 = 0.432 [m]$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{L_d \cdot h \cdot f_{mk}}{(0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005})}} = \sqrt{\frac{0.43 \cdot 0.16 \cdot 24.00}{(0.78 \cdot 0.15^2 \cdot 7400.00)}} = 0.113$$

$$k_{crit} = 1.0$$

Sprawdzenie stateczności giętej przy zginaniu:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} = \frac{0.71}{1.00 \cdot 11.08} = 0.064 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 1226

Punkt nr: 14 na przecie, położenie: 0.48 m

ssanie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = 0.31 \text{ kN}$	$T_y = 0.07 \text{ kN}$	$T_z = -3.59 \text{ kN}$
$M_x = -0.10 \text{ kNm}$	$M_y = 0.18 \text{ kNm}$	$M_z = 0.01 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [\text{MPa}]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na rozciąganie wzdłuż włókien:

$$f_{t0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t0k}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{14.00}{1.30} = 6.462 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na rozciąganie:

$$\sigma_{t0,d} = \frac{N}{A} = \frac{0.31 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.013 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.18 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.277 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.01 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.008 [\text{MPa}]$$

Zginanie z rozciąganiem:

$$\frac{\sigma_{t0,d}}{f_{t0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.01}{6.46} + \frac{0.28}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.01}{11.08} = 0.027 \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t0,d}}{f_{t0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0.01}{6.46} + 0.70 \cdot \frac{0.28}{11.08} + \frac{0.01}{11.08} = 0.020 \leq 1$$

Element prosty, nr pręta: 1226

Punkt nr: 15 na przecie, położenie: 0.48 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -1.16 \text{ kN}$	$T_y = -0.04 \text{ kN}$	$T_z = 10.18 \text{ kN}$
$M_x = 0.08 \text{ kNm}$	$M_y = -0.46 \text{ kNm}$	$M_z = 0.06 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [\text{MPa}]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{10.18 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.950 [MPa]$$

Ścinanie:

$$\left(\frac{\tau_{zd}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{yd}}{f_{v,d}}\right)^2 = \left(\frac{0.95}{1.85}\right)^2 + \left(\frac{0.00}{1.85}\right)^2 = 0.265 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 16 na przecie, położenie: 0.48 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -1.16 kN

T_y = -0.04 kN

T_z = 10.18 kN

M_x = 0.08 kNm

M_y = -0.46 kNm

M_z = 0.06 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na ścinanie:

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{4.00}{1.30} = 1.846 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Y:

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot \frac{T_y}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{0.04 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.004 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ścinanie w kierunku osi Z:

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot \frac{T_z}{(0.67 \cdot A)} = 1.5 \cdot \frac{10.18 \cdot 10^{-3}}{(0.67 \cdot 240.00 \cdot 10^{-4})} = 0.950 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na skręcanie:

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.08 \cdot 10^{-3}}{759.44 \cdot 10^{-6}} = 0.111 [MPa]$$

Skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{max}}{f_{v,d}}\right)^2 = \frac{0.11}{1.05 \cdot 1.85} + \left(\frac{0.95}{1.85}\right)^2 = 0.316 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 17 na przecie, położenie: 0.48 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -1.16 kN

T_y = -0.04 kN

T_z = 10.18 kN

M_x = 0.08 kNm

M_y = -0.46 kNm

M_z = 0.06 kNm

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.46 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.713 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.06 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.093 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{1.16 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.048 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.05}{9.69} \right)^2 + \frac{0.71}{11.08} + 0.70 \cdot \frac{0.09}{11.08} = 0.070 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0.05}{9.69} \right)^2 + 0.70 \cdot \frac{0.71}{11.08} + \frac{0.09}{11.08} = 0.053 \leq 1$$

Element prosty, nr preta: 1226

Punkt nr: 18 na przecie, położenie: 0.48 m

parcie

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -1.16 \text{ kN}$

$T_y = -0.04 \text{ kN}$

$T_z = 10.18 \text{ kN}$

$M_x = 0.08 \text{ kNm}$

$M_y = -0.46 \text{ kNm}$

$M_z = 0.06 \text{ kNm}$

Wytrzymałości obliczeniowe:

Wytrzymałość obliczeniowa na zginanie:

$$f_{md} = k_{mod} \cdot \frac{f_{mk}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{24.00}{1.30} = 11.077 [MPa]$$

Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie wzdłuż włókien:

$$f_{cd} = k_{mod} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = 0.60 \cdot \frac{21.00}{1.30} = 9.692 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Y:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.46 \cdot 10^{-3}}{640.00 \cdot 10^{-6}} = 0.713 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na zginanie względem osi Z:

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = \frac{0.06 \cdot 10^{-3}}{600.00 \cdot 10^{-6}} = 0.093 [MPa]$$

Napężenia obliczeniowe na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{A} = \frac{1.16 \cdot 10^{-3}}{240.00 \cdot 10^{-4}} = 0.048 [MPa]$$

Zginanie ze ściskaniem przy uwzględnieniu stateczności i wyboczenia:

$$\left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.09}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.05}{1.00 \cdot 9.69} = 0.005 \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.71}{1.00 \cdot 11.08} \right)^2 + \frac{0.05}{1.00 \cdot 9.69} = 0.009 \leq 1$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: $x = 0.48 [m]$

Śnieg z parciem

$u_{inst,G(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy stałej
 $u_{inst,Q(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy zmiennej
 $u_{inst,G(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy stałej
 $u_{inst,Q(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy zmiennej

$n_1 = 1 + k_{def}$
 $n_2 = 1 + j_2 \cdot k_{def}$
 $n_3 = j_0 + j_2 \cdot k_{def}$

Nazwa grupy obciążeń(wsp.)	$u_y[cm]$	$u_z[cm]$	k_{def}	j_0	j_2	n_1	n_2	n_3
Ciążar własny	-	-	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Śnieg	-0.01	-0.02	0.80	0.5	0.0	-	-	0.50
Parcie	-0.09	-0.03	0.80	0.6	0.0	-	1.00	-
Pokrycie	-	-	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Fotowoltaika	-	-	0.80	0.8	-	1.80	-	-

Przyjęte współczynniki uwzględniające wpływ sił tnących:

Typ elementu w płaszczyźnie XY osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XY osi głównych:

ciągłe

$$k_{scy} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{b}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{150.00 \cdot 10^{-3}}{0.48} \right)^2 = 2.868$$

Typ elementu w płaszczyźnie XZ osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XZ osi głównych:

ciągłe

$$k_{scz} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{h}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{160.00 \cdot 10^{-3}}{0.48} \right)^2 = 3.126$$

$$u_y = k_{scy} \cdot \left(\sum u_{y,inst,G} \cdot n_1 + u_{y,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{y,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 2.87 \cdot -0.10 = -0.300 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:

691

$$u_z = k_{scz} \cdot \left(\sum u_{z,inst,G} \cdot n_1 + u_{z,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{z,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 3.13 \cdot -0.06 = -0.177 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:

691

$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.300|^2 + |-0.177|^2} = 0.35 > 0.192 [cm]$$

Warunek przekroczony!!!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: x = 0.48 [m]

$u_{inst,G(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy stałej
 $u_{inst,Q(y)}$ - przemieszczenie u_y grupy zmiennej
 $u_{inst,G(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy stałej
 $u_{inst,Q(z)}$ - przemieszczenie u_z grupy zmiennej

$n_1 = 1 + k_{def}$
 $n_2 = 1 + j_2 \cdot k_{def}$
 $n_3 = j_0 + j_2 \cdot k_{def}$

Nazwa grupy obciążeń(wsp.)	$u_y[cm]$	$u_z[cm]$	k_{def}	j_0	j_2	n_1	n_2	n_3
Pokrycie	-0.00	-0.00	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Ciężar własny	-0.00	-0.00	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Fotowoltaika	-0.00	-0.00	0.80	0.8	-	1.80	-	-
Parcie	-0.09	-0.03	0.80	0.6	0.0	-	1.00	-
Śnieg	-0.01	-0.02	0.80	0.5	0.0	-	-	0.50

Przyjęte współczynniki uwzględniające wpływ sił tnących:

Typ elementu w płaszczyźnie XY osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XY osi głównych:

ciągłe

$$k_{scy} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{b}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{150.00 \cdot 10^{-3}}{0.48} \right)^2 = 2.868$$

Typ elementu w płaszczyźnie XZ osi głównych:

obustronnie podparty

Przeważający typ obciążenia w płaszczyźnie XZ osi głównych:

ciągłe

$$k_{scz} = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{E}{G} \right) \cdot \left(\frac{h}{L} \right)^2 = 1 + 1.2 \cdot \left(\frac{11000.00}{690.00} \right) \cdot \left(\frac{160.00 \cdot 10^{-3}}{0.48} \right)^2 = 3.126$$

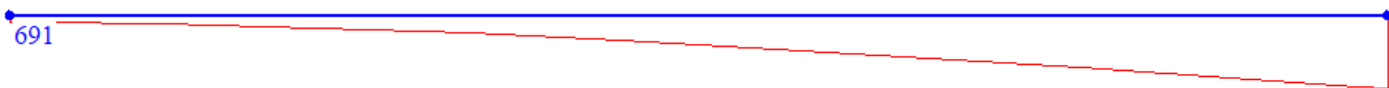
$$u_y = k_{scz} \cdot \left(\sum u_{y,inst,G} \cdot n_1 + u_{y,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{y,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 2.87 \cdot -0.10 = -0.300 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



$$u_z = k_{scz} \cdot \left(\sum u_{z,inst,G} \cdot n_1 + u_{z,inst,Q} \cdot n_2 + \sum u_{z,inst,Q} \cdot n_3 \right) = 3.13 \cdot -0.06 = -0.177 [cm]$$

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.300|^2 + |-0.177|^2} = 0.348 [cm]$$

$$u_b = \sqrt{u_{by}^2 + u_{bz}^2} = \sqrt{|-0.105|^2 + |-0.006|^2} = 0.105 [cm]$$

$$\Delta u_y = u_y - u_{by} = 0.000 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.051 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \sqrt{\Delta u_y^2 + \Delta u_z^2} = \sqrt{|0.000|^2 + |0.051|^2} = 0.051 \leq 0.192 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

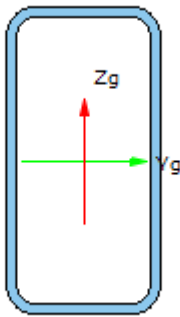
$$\Delta d = |d_n - d| = |0.119 - 0.105| = 0.014 [cm]$$

#

Pozycja 2.1. Część południowa – platew - Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Y_g , a oś Z oznacza oś główną Z_g .

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 120x60x4	
	Długość pręta:	L = 3.25 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	A = 13.07 cm ²	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 230.61 \text{ cm}^4$	$J_z = 78.69 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 38.44 \text{ cm}^3$	$W_z = 26.23 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 48.81 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 30.24 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 196.27 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 154

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -12.36 kN

$T_y = V_y = 0.67 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 9.08 \text{ kN}$

$M_y = 0.00 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek średnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{13.07 \cdot 235}{1.0} = 307.17 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{48.81 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 11.47 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{30.24 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 7.11 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 871.41 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 118.23 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 59.12 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 11.47 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 7.11 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 11.47 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.12^2}{0.12^2 + 2 \cdot 0.06 \cdot (0.12 - 0.00)} \right) = 11.47 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 7.11 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 11.47 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 7.11 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{12.36}{307.17} + \frac{0.00}{11.47} + \frac{0.00}{7.11} = 0.04$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.67}{59.12} = 0.01$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{9.08}{118.23} = 0.08$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{11.47} + \frac{0.00}{7.11} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{11.47} + \frac{0.00}{7.11} = 0.00$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{7.11} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.00}{11.47} + \frac{0.00}{7.11} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 3.25 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 3.25 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 452.51 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 154.42 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.82$$

$$l_z = 1.41$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.65$$

$$c_z = 0.35$$

$$c_{min} = 0.35$$

Współczynniki interakcji:

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{12.36}{0.35 \cdot 307.17} \cdot 1.00 = 0.12$$

Element prosty, nr preta: 154

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 3.25 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -12.36 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = -1.01 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -13.57 \text{ kN}$$

$$M_y = 7.41 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.57 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

$$\text{Klasa ścianek środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na ściskanie} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie y-y} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie z-z} = 1$$

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{13.07 \cdot 235}{1.0} = 307.17 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{48.81 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 11.47 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{30.24 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 7.11 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 871.41 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 118.23 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 59.12 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 11.47 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 7.11 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 11.47 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.12^2}{0.12^2 + 2 \cdot 0.06 \cdot (0.12 - 0.00)} \right) = 11.47 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 7.11 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 11.47 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 7.11 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{12.36}{307.17} + \frac{7.41}{11.47} + \frac{0.57}{7.11} = 0.77$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{1.01}{59.12} = 0.02$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{13.57}{118.23} = 0.11$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{7.41}{11.47} + \frac{0.57}{7.11} = 0.73$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{7.41}{11.47} + \frac{0.57}{7.11} = 0.73$$

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right)^{\beta} = \left(\frac{7.41}{11.47} \right)^{1.66} + \left(\frac{0.57}{7.11} \right)^{1.66} = 0.50$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{7.41}{11.47} + \frac{0.57}{7.11} = 0.73$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 3.25 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 3.25 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 452.51 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 154.42 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.82$$

$$l_z = 1.41$$

Współczynniki wybożenia:

$$c_y = 0.65$$

$$c_z = 0.35$$

$$c_{min} = 0.35$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.62$$

$$k_{yz} = 0.59$$

$$k_{zy} = 0.37$$

$$k_{zz} = 0.98$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \chi_y \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{12.36}{0.65 \cdot 307.17} \cdot 1.00 + 0.62 \cdot \frac{7.41}{1.00 \cdot 11.47} \cdot 1.00 + 0.59 \cdot \frac{0.57}{7.11} \cdot 1.00 = 0.51$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{12.36}{0.35 \cdot 307.17} \cdot 1.00 +$$

$$0.37 \cdot \frac{7.41}{1.00 \cdot 11.47} \cdot 1.00 + 0.98 \cdot \frac{0.57}{7.11} \cdot 1.00 = 0.44$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 1.58 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

parcie:

parcie

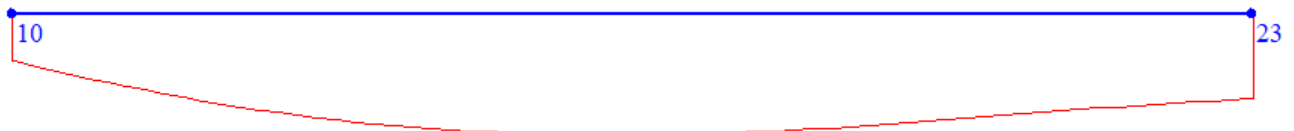
$$u_y = \sum u(i)_y = 0.213 = -0.213 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = -1.802 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.213|^2 + |-1.802|^2} = 1.81 > 1.300 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: x = 1.58 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

parcie:

parcie

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = \sqrt{u_{by}^2 + u_{bz}^2} = \sqrt{|-0.060|^2 + |-0.971|^2} = 0.973 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.831 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 0.831 \leq 1.300 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

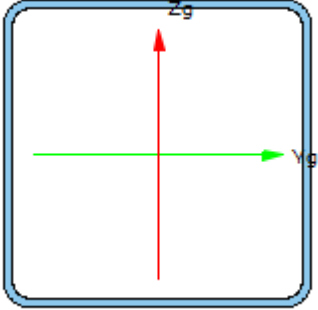
$$\Delta d = |d_n - d| = |1.268 - 0.695| = 0.573 [cm]$$

#

Pozycja 2.2. Część południowa – Pas górny - Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 100x3	
	Długość pręta:	L = 2.51 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 11.25 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 173.09 \text{ cm}^4$	$J_z = 173.09 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 34.62 \text{ cm}^3$	$W_z = 34.62 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 40.42 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 40.42 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 273.80 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 82

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -36.93 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.11 \text{ kN}$$

$$M_y = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek średnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{11.25 \cdot 235}{1.0} = 264.43 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 562.63 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 9.50 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.10^2}{0.10^2 + 2 \cdot 0.10 \cdot (0.10 - 0.00)} \right) = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{36.93}{264.43} + \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.14$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.11}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 1.51 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 1.76 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 1576.78 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 1158.45 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.41$$

$$l_z = 0.48$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.89$$

$$c_z = 0.86$$

$$c_{min} = 0.86$$

Współczynniki interakcji:

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{36.93}{0.86 \cdot 264.43} \cdot 1.00 = 0.16$$

Element prosty, nr preta: 82

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 1.26 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -36.94 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = -0.07 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

$$\text{Klasa ścianek środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na ściskanie} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie y-y} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środknika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie z-z} = 1$$

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{11.25 \cdot 235}{1.0} = 264.43 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 562.63 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 9.50 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.10^2}{0.10^2 + 2 \cdot 0.10 \cdot (0.10 - 0.00)} \right) = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{36.94}{264.43} + \frac{0.07}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.15$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.07}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.07}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{Ny}} = \frac{0.07}{9.50} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.07}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.01$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 1.51 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 1.76 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 1576.78 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 1158.45 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.41$$

$$l_z = 0.48$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.89$$

$$c_z = 0.86$$

$$c_{min} = 0.86$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.62$$

$$k_{yz} = 0.56$$

$$k_{zy} = 0.37$$

$$k_{zz} = 0.94$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{36.94}{0.89 \cdot 264.43} \cdot 1.00 + 0.62 \cdot \frac{0.07}{1.00 \cdot 9.50} \cdot 1.00 + 0.56 \cdot \frac{0.00}{9.50} \cdot 1.00 = 0.16$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{36.94}{0.86 \cdot 264.43} \cdot 1.00 + 0.37 \cdot \frac{0.07}{1.00 \cdot 9.50} \cdot 1.00 + 0.94 \cdot \frac{0.00}{9.50} \cdot 1.00 = 0.17$$

Element prosty, nr preta: 82

Punkt nr: 2 na przecie, położenie: 2.51 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -36.96 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = -0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -0.11 \text{ kN}$$

$$M_y = 0.00 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{11.25 \cdot 235}{1.0} = 264.43 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 562.63 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{c,z,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 9.50 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.10^2}{0.10^2 + 2 \cdot 0.10 \cdot (0.10 - 0.00)} \right) = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{36.96}{264.43} + \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.14$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.11}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{rz}} = \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 1.51 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 1.76 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 1576.78 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 1158.45 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.41$$

$$l_z = 0.48$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.89$$

$$c_z = 0.86$$

$$c_{min} = 0.86$$

Współczynniki interakcji:

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{36.96}{0.86 \cdot 264.43} \cdot 1.00 = 0.16$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: $x = 2.51 \text{ [m]}$

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

parcie:

parcie

$$u_y = \sum u(i)_y = 0.016 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = -1.636 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|0.016|^2 + |-1.636|^2} = 1.64 > 1.006 \text{ [cm]}$$

Warunek przekroczony!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: $x = 2.50 \text{ [m]}$

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:
parcie
parcie

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = \sqrt{u_{by}^2 + u_{bz}^2} = \sqrt{|0.016|^2 + |-1.665|^2} = 1.665 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.030 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 0.030 \leq 1.006 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |1.636 - 1.414| = 0.222 [cm]$$

#

Pozycja 2.3. Część południowa – Słup - Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Y_g, a oś Z oznacza oś główną Z_g.

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 60x3	
	Długość pręta:	L = 2.24 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	f _y = 235.00 MPa	
	Pole przekroju:	A = 6.45 cm ²	
	Momenty bezwładności:	J _y = 33.70 cm ⁴	J _z = 33.70 cm ⁴
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	W _y = 11.23 cm ³	W _z = 11.23 cm ³
	Plastyczne:	W _{y,pl} = 13.48 cm ³	W _{z,pl} = 13.48 cm ³
	Momenty bezwładności na skręcanie:	I _t = 55.56 cm ⁴	

Element prosty, nr pręta: 54

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

N = -68.95 kN

T_y = V_y = 0.00 kN

T_z = V_z = 0.00 kN

M_y = 0.00 kNm

M_z = 0.00 kNm

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek średnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.45 \cdot 235}{1.0} = 151.63 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{13.48 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.17 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{13.48 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.17 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 322.63 \left[mm^2 \right]$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 43.77 \left[kN \right]$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 43.77 \left[kN \right]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 2.22 \left[kNm \right]$$

$$M_{N,z,Rd} = 2.22 \left[kNm \right]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 3.17 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.06^2}{0.06^2 + 2 \cdot 0.06 \cdot (0.06 - 0.00)} \right) = 3.17 \left[kNm \right]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 3.17 \left[kNm \right]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 2.22 \left[kNm \right]$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 2.22 \left[kNm \right]$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{68.95}{151.63} = 0.45$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{68.95}{151.63} + \frac{0.00}{3.17} + \frac{0.00}{3.17} = 0.45$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 1.34 \left[m \right]$$

$$L_{cr,z} = 1.57 \left[m \right]$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 386.71 \left[kN \right]$$

$$N_{cr,z} = 284.12 \left[kN \right]$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.63$$

$$l_z = 0.73$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.77$$

$$c_z = 0.71$$

$$c_{min} = 0.71$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{68.95}{0.71 \cdot 151.63} \cdot 1.00 = 0.64$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: $x = 0.00$ [m]

Lista grup obciążeń:

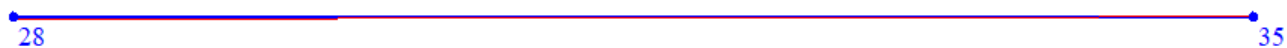
Nazwa grupy obciążeń:

parcie:

parcie

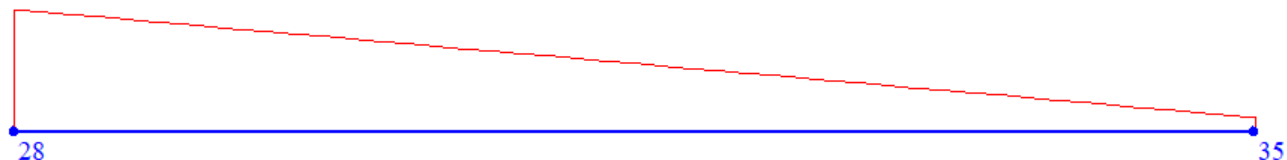
$$u_y = \sum u(i)_y = 0.006 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = 0.362 = 0.362 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|0.006|^2 + |0.362|^2} = 0.36 \leq 0.896 [cm]$$

Wyniki ugięcia względnego:

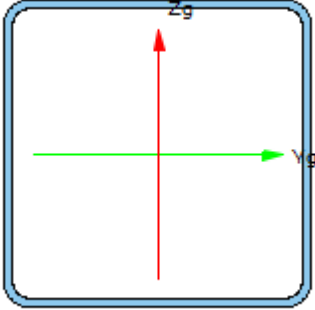
Brak ugięcia względnego#

#

Pozycja 2.4. Część południowa – pas dolny - Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Y_g , a oś Z oznacza oś główną Z_g .

Geometria:

	Nazwa profilu:	R 100x3	
	Długość pręta:	L = 2.50 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 11.25 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 173.09 \text{ cm}^4$	$J_z = 173.09 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 34.62 \text{ cm}^3$	$W_z = 34.62 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 40.42 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 40.42 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 273.80 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 51

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = 152.74 \text{ kN}$

$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 0.11 \text{ kN}$

$M_y = 0.00 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek średnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{11.25 \cdot 235}{1.0} = 264.43 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$N_{t,Rd} = 264.43 \text{ [kN]}$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 562.63 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 5.23 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 5.23 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 9.50 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.10^2}{0.10^2 + 2 \cdot 0.10 \cdot (0.10 - 0.00)} \right) = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 5.23 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 5.23 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{152.74}{264.43} + \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.58$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.11}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.00$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{nz}} = \frac{0.00}{5.23} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.00}{5.23} + \frac{0.00}{5.23} = 0.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{152.74}{264.43} = 0.58$$

Element prosty, nr preta: 51

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 1.25 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 152.74 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = -0.07 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek środknika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środknika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{11.25 \cdot 235}{1.0} = 264.43 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 264.43 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{40.42 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 562.63 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 76.34 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 5.23 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,z,Rd} = 5.23 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M \left(1 - \frac{\rho \cdot h^2}{h^2 + 2 \cdot B \cdot (h - t_w)} \right) = 9.50 \cdot \left(1 - \frac{0.00 \cdot 0.10^2}{0.10^2 + 2 \cdot 0.10 \cdot (0.10 - 0.00)} \right) = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 9.50 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 5.23 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 5.23 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{152.74}{264.43} + \frac{0.07}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.58$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{76.34} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.07}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.07}{9.50} + \frac{0.00}{9.50} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{ny}} = \frac{0.07}{5.23} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.07}{5.23} + \frac{0.00}{5.23} = 0.01$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{0.07}{1.00 \cdot 9.50} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{9.50} \cdot 1.00 = 0.01$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 0.00 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

parcie:

parcie

$$u_y = \sum u(i)_y = 0.001 [cm]$$

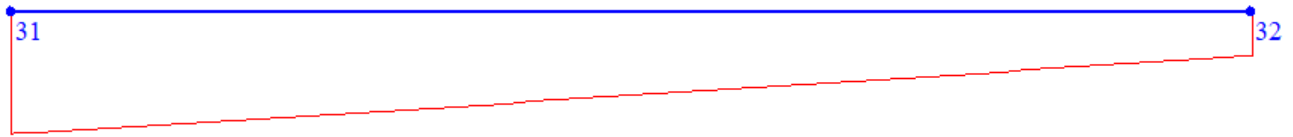
Wykres przemieszczeń w kierunku Y:

31

32

$$u_z = \sum u(i)_z = -1.399 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|0.001|^2 + |-1.399|^2} = 1.40 > 1.000 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: $x = 0.00 [m]$

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

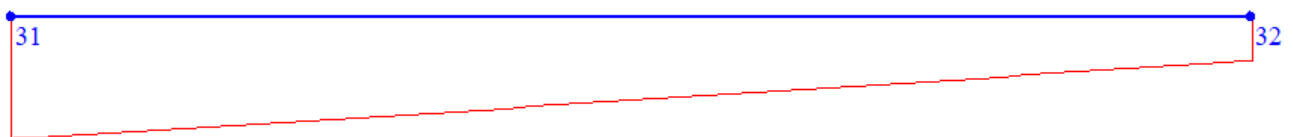
parcie:

parcie

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{bz} = -1.456 [cm]$$

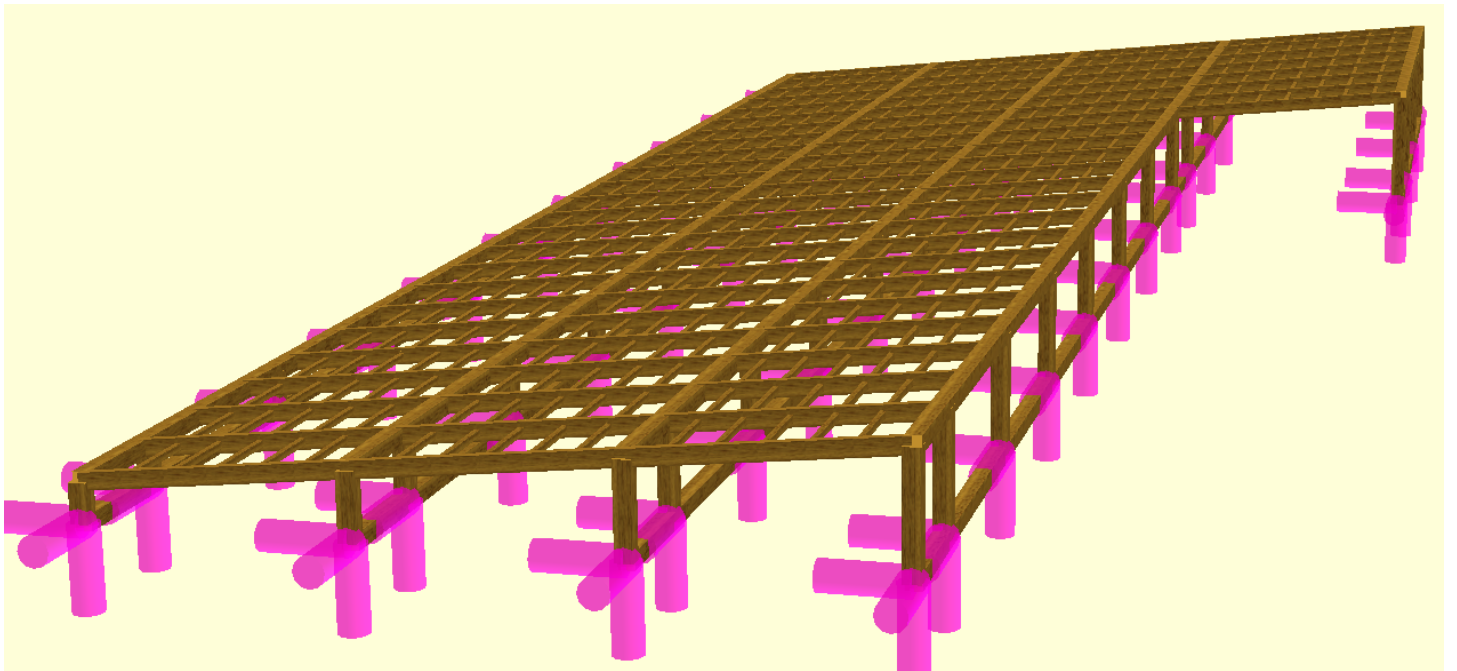
$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.057 [cm]$$

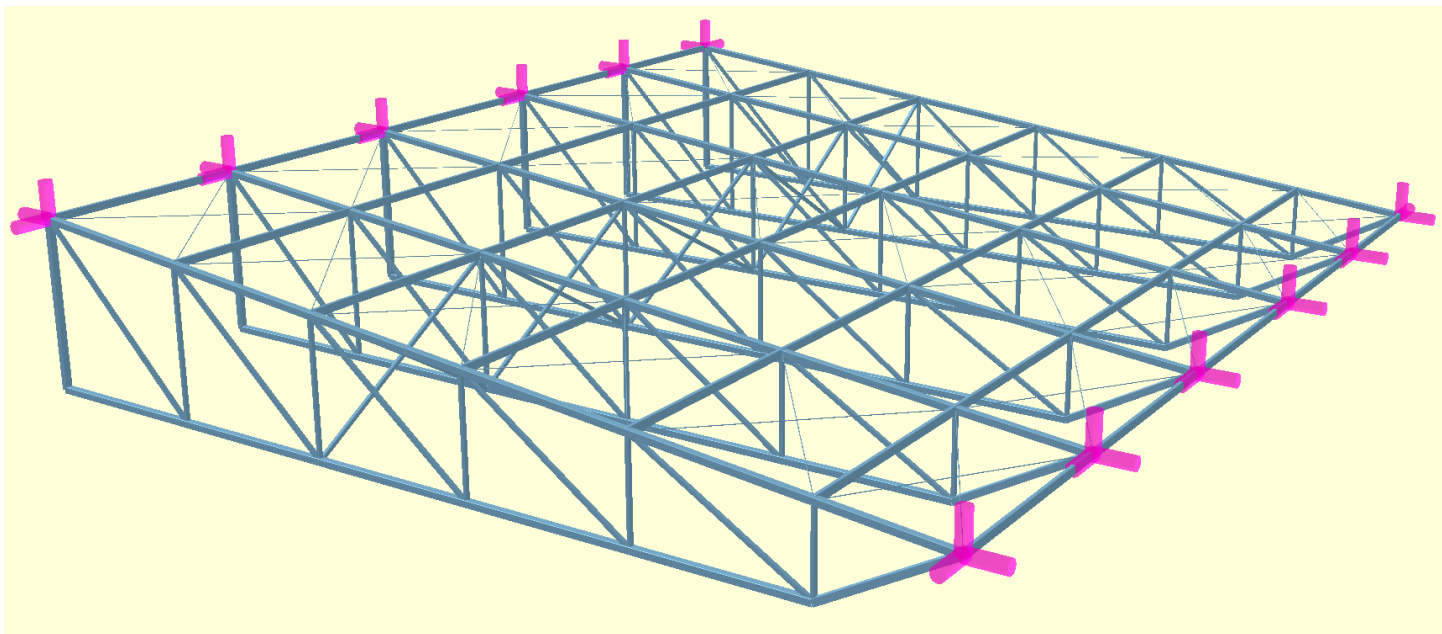
$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 0.057 \leq 1.000 [cm]$$

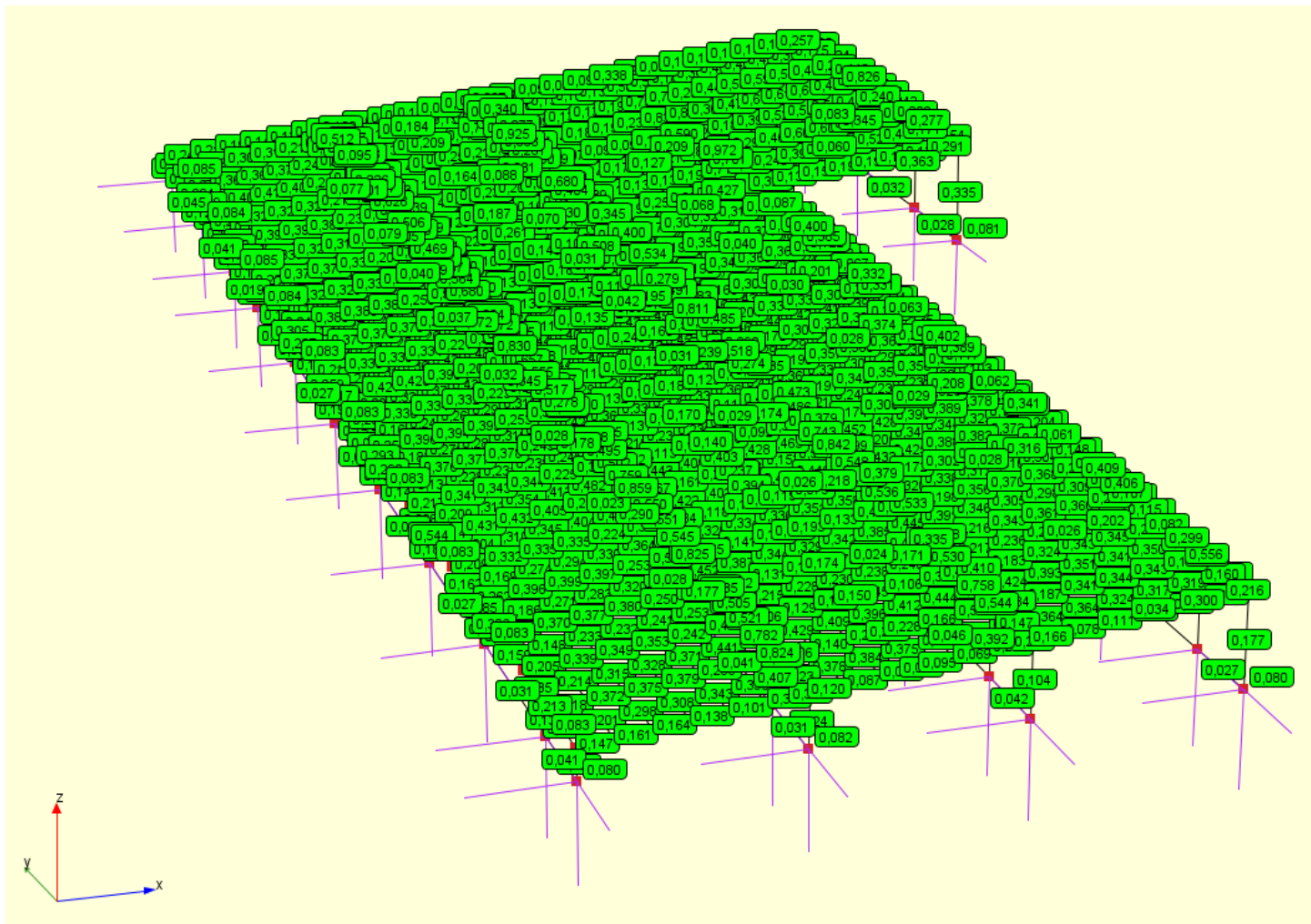
Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

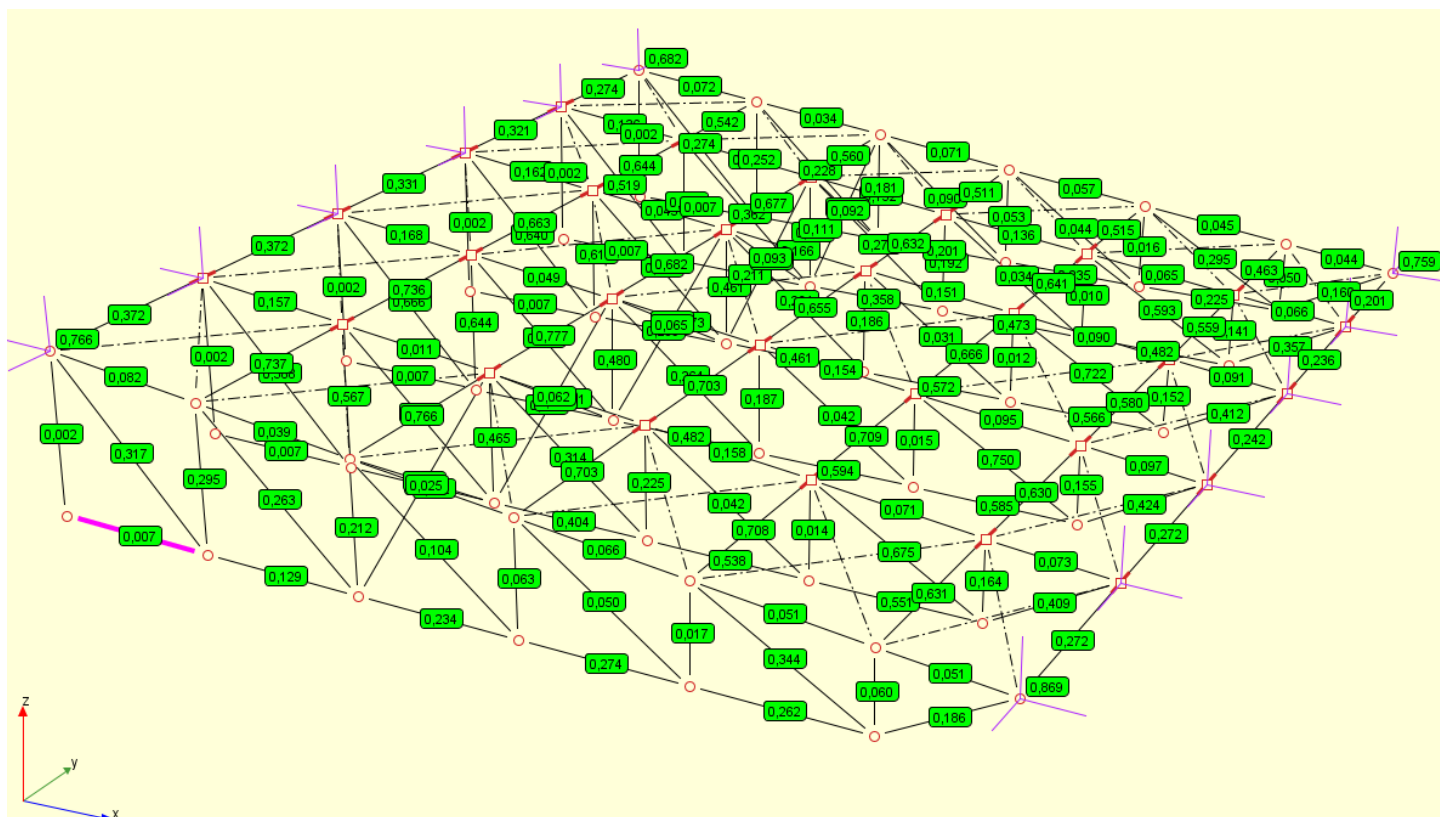
$$\Delta d = |d_n - d| = |0.506 - 1.399| = 0.893 [cm]$$

#









PROJEKT BUDOWLANY

BRANŻA – INSTALACJE ELEKTRYCZNE

TEMAT: PRZEBUDOWA KONSTRUKCJI DACHU BUDUNKU
USŁUGOWEGO OSP PYRZOWICE

LOKALIZACJA: Pyrzowice, gm. Ożarówice
dz. nr ew. 501 obręb 0005 Pyrzowice
jednostka ew. 241306_2 Ożarówice

INWESTOR: Gmina Ożarówice
ul. Dworcowa 15
42-625 Ożarówice

Stanowisko	Imię i nazwisko	Uprawnienia	Data	Podpis
Projektant	Łukasz Różycki	SWK/0142/PBE/18	01.04.2020r.	
Sprawdzający	Jan Madej	160/85	01.04.2020r.	

Spis zawartości dokumentacji

1. Strona tytułowa
2. Spis zawartości dokumentacji
3. Opis techniczny
4. Plan instalacji odgromowej

Rys. E1

1. Podstawa opracowania.

Dokumentację opracowano na podstawie:

- a) zawartej umowy,
- b) podkładów architektonicznych,
- c) wymienionych niżej obowiązujących przepisów:
 - Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego, (Dz. U. Z 2003 Nr 120, poz 1133 ze zm.).
 - Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych, (Dz. U. Nr 202 poz. 2072 ze zm.).
 - PN-HD 60364-4-41:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym.
 - PN-IEC 60364-4-41:2010 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przeciwporażeniowa.
 - PN-EN 62305-1-4 – Ochrona odgromowa
 - PN-EN 50014-AC Urządzenia elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Wymagania ogólne.
 - Rozporządzeniem z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz. U. Nr 75/2002 (z załączonym pakietem PN)
 - Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych, Dz. U. Nr 94/24/1983
 - Ustawą z dnia 7.07.1994r. Prawo budowlane
 - Zasady wiedzy technicznej

2. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonania instalacji odgromowej w modernizowanym budynku OSP po przeprowadzeniu prac remontowych dachu w miejscowości Pyrzowice na dz. nr 501.

3. Zakres opracowania.

- 1) instalacja odgromowa

4. Opis stanu istniejącego.

Istniejący budynek remizy OSP wyposażony jest w instalację odgromową w dobrym stanie. Ze względu na wymianę konstrukcji dachu i pokrycia dachowego należy wymienić instalację odgromową obejmującą zwody poziome, zwody pionowe w warstwie ocieplenia pozostają bez zmian.

5. Opis szczegółowy wykonania prac.

5.1. Instalacja odgromowa.

Ze względu na charakter obiektu nie ma tu strefy zagrożenia wybuchem, mniejsza możliwość zagrożenia życia osób personelu technicznego instalacje odgromowe należy zakwalifikować do trzeciej kategorii ochrony LPL. Najbardziej trafną metodą obliczeń dla tego typu obiektów jest metoda toczącej się kuli o promieniu 40m. Wymagana wartość rezystancji uziomów zaleca się aby miała jak najmniejszą wartość jednak nie może ona być większa niż 10 Ohm.

Projektowaną instalację odgromową wykonać stosując przewody odprowadzające z drutu stalowego ocynkowanego fi 8mm prowadzone zgodnie z rys. E1. Na dachu przewody odprowadzające mocować na uchwytych rynnowych, gąsiorowych lub kątowych, blachę pokrycia dachowego wykorzystać jako naturalny przewód odprowadzający jeżeli jej grubość rdzenia przekracza 0,5mm. Na kominach nie wyższych niż 2m wykonać z drutu FeZn8mm maszty odgromowe stosując zasadę kąta ochronnego 70st. Maszty odgromowe montować trwale do podłoża przy pomocy podstaw i złączy kompensujących kąty połaci dachowej. Maszty w wykonaniu stalowym lub aluminiowym o średnicy pręta 18mm.

Projektowaną instalację fotowoltaiczną objąć połączeniami wyrównawczymi zgodnie z opracowaniem systemu fotowoltaicznego.

6. Uwagi końcowe

Przed przystąpieniem do robót zapoznać się dokładnie z niniejszym projektem budowlanym. Prace należy prowadzić z przedstawionym projektem budowlanym oraz aktualnie obowiązującymi przepisami i normami.

Wszelkie zmiany w trakcie realizacji robót związanych z wykonawstwem objętych niniejszym projektem winny być uzgodnione z autorami opracowania lub inspektorem nadzoru i potwierdzone odpowiednim wpisem w dzienniku budowy.

Instalacje elektryczne należy wykonać zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75 Poz. 690 ze zm.).

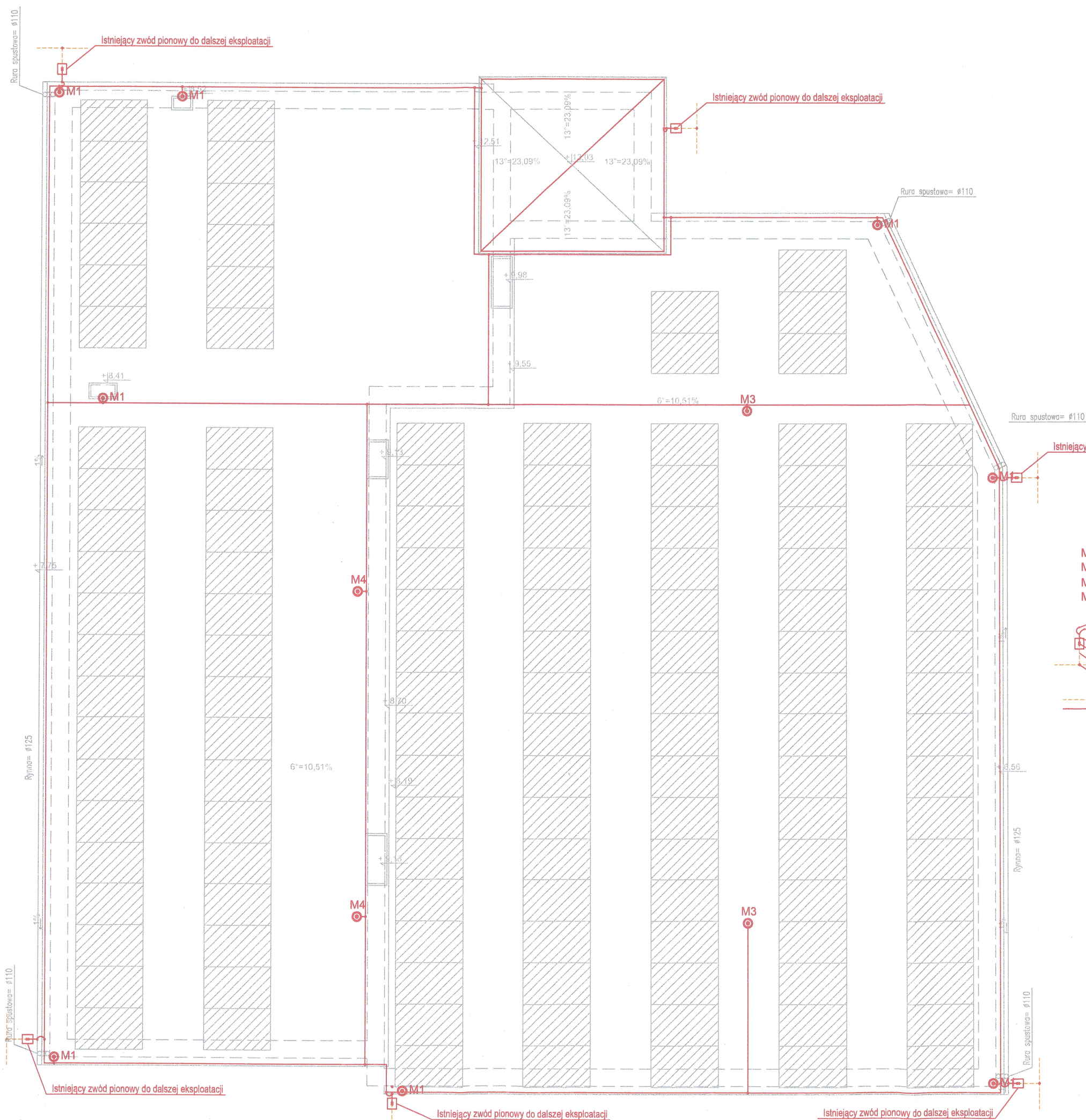
Normą arkuszową PN HD-60364 :2010 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych” (odpowiednik IEC-364). PN-EN 62305-1-4 – Ochrona odgromowa

Po wykonaniu robót należy przeprowadzić badania pomontażowe wykonywanych instalacji tj. badania skuteczności szybkiego wyłączenia zasilania, pomiary rezystancji izolacji, uziemień itd.

Wyniki dokonanych pomiarów winny się mieścić w odpowiednich granicach dopuszczalnych normami i przepisami, które wraz z niniejszą dokumentacją powinny być przechowywane przez użytkownika przez cały okres eksploatacji wykonanych instalacji. Do odbioru końcowego należy przedstawić wszystkie wymagane protokoły pomiarów i oświadczenia.

Projektant mgr inż. Łukasz Różycki

Uprawnienia do projektowania bez ograniczeń w zakresie sieci i instalacji elektr. nr SWK/0142/PBE/18



LEGENDA

- M1 Projektowany maszt odgromowy o wysokości 1m, z drutu FeZn8mm na uchwytach do ściany
- M2 Projektowany maszt odgromowy o wysokości 2m, aluminiowy na podstawie z regulacją kąta
- M3 Projektowany maszt odgromowy o wysokości 3m, aluminiowy na podstawie z regulacją kąta
- M4 Projektowany maszt odgromowy o wysokości 4m, aluminiowy na podstawie z regulacją kąta
- Łączyć do blachy zewnętrznej pokrycia dachu oraz przewodów odprowadzających za pomocą złączy krzyżowych
- Łączyć do rynny okapowej za pomocą złączy rynnowych
- Zwód pionowy drutem FeZn fi 8mm prowadzony w rurce grubościenniej 3mm fi 20mm w warstwie ocieplenia
- Złącza kontrolne drut/bednarka w puszcze podtynkowej PCV 150x180x110mm na wys 0,8m od podłoża
- Bednarka FeZn 25x4mm układana w warstwie ocieplenia
- Złącze spawane z uziomem otokowym z bednarki FeZn30x4mm na głębokości co najmniej 0,6m
- Bednarka FeZn30x4mm układać luzem w wykopie na głębokości 0,6m
- Przewody odprowadzające z drutu FeZn 8mm prowadzić na dachu na uchwytach kątowych, gąsiorowych do obróbki lub uchwytach rynnowych do rynny okapowej

UKŁAD ZASILANIA TN-S OCHRONA PRZECZ SAMOCZYNNIE WYŁĄCZENIE

Dzieki : BUDYNEK OSP PYRZOWICE		Data : kwiecień, 2020r.	
Adres : Pyrzowice, gm. Ożarówice dz. nr 501		Aktualizacja :	
Treść rysunku : Plan instalacji odgromowej		Branża : ELEKTRYCZNA	
Projektant : mgr inż. Łukasz Różycki	Nr upr. SWK/0142/PBE/18	Podpis :	Skala: 1:100
	Nr upr.	Podpis :	Nr rysunku : E1
Sprawdzający : mgr inż. Jan Madej	Nr upr. 160/85	Podpis :	

**INWENTARYZACJA I EKSPERTYZA TECHNICZNA BUDYNKU
USŁUGOWEGO OSP W PYRZOWICACH**

Lokalizacja:	Pyrzowice, gm. Ożarowice dz. nr 501 obręb 0005 Pyrzowice jednostka ew. 241306_2 Ożarowice
Inwestor:	Gmina Ożarowice Dworcowa 15 42-625 Ożarowice
Jednostka Projektowa:	Pracownia Projektowa Aldona Krakowiak ul. Krakowska 9 28-200 Staszów
Kategoria obiektu:	Obiekt Kategorii: XVII
Data opracowania:	Marzec 2020 rok

Branża	Imię i Nazwisko/ Numer uprawnień	Pieczętka i podpis
Branża konstrukcyjna	mgr inż. Kacper Krakowiak SWK/0017/PBKb/16	

Rozdział 1. Inwentaryzacja budynku i opis stanu technicznego

OPIS TECHNICZNY

DANE OGÓLNE:

1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest ekspertyza techniczna budynku OSP Pyrzowice. Dla przedmiotowego budynku sporządzono inwentaryzację w oparciu o:

- wizję lokalną w terenie,
- pomiary budynku,
- oględziny całości budynku i poszczególnych jego elementów,
- informacje uzyskane w trakcie wizji lokalnej.

1.2 Inwestor

Gmina Ożarówice

ul. Dworcowa 15

42-625 Ożarówice

1.3 Jednostka projektowa

Pracownia Projektowa Aldona Krakowiak

ul. Krakowska 9

28-200 Staszów

2. Rozwiązania architektoniczno-budowlane

2.1 Charakterystyka obiektu.

Budynek użyteczności publicznej, dwukondygnacyjny wolnostojący, w części, nad którą znajdują się scena, częściowo podpiwniczony. Bryła budynku nieregularna, o podstawie złożonej z trapezu i prostokąta z dachem dwuspadowym pulpitowym, w głównej bryle i

cztero-spadowym nad wieżyczką. Dach o konstrukcji ze stalowych dźwigarów, wykonanych z ceowników 80x3, pokryty blachą trapezową. Konstrukcja budynku murowana – tradycyjna z posadowieniem bezpośrednim. Budynek wybudowany w latach 70. Budynek pełni obecnie funkcję strażnicy OSP w Pyrzowicach.

2.2 Podstawowe dane techniczne

- powierzchnia zabudowy:	545,60 m ²
- powierzchnia użytkowa:	693,10 m ²
- Kubatura brutto budynku:	4 220 m ³
- Wysokość budynku:	11,88 m
- Szerokość budynku:	23,68 m
- Długość:	24,85 m

2.3 Wyposażenie instalacyjne

- instalacja elektryczna
- instalacja odgromowa
- instalacja c.o.
- instalacja wod-kan.
- instalacja gazowa.

3. Rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe

3.1 Fundamenty

Fundamenty żelbetowe, zbrojone prętami Ø14 podłużnie oraz Ø12 co 15 cm poprzecznie, strzemiona Ø8 co 40 cm. Ławy fundamentowe przy sali widowiskowej z kamienia łamanego, wzmocnione opaską żelbetową, zbrojoną j.w.. Ściany fundamentowe wykonane z cegły pełnej i kratówki na zaprawie cementowo-wapiennej oraz z kamieni łamanych na zaprawienie cementowej.

3.2 Ściany

Ściany zewnętrzne wielowarstwowe z pustaka żuźlowego, styropianu, cegły kratówki/dziurawki oraz ocieplony styropianem, łączna grubość ~50cm. Mur obustronnie tynkowany – wewnątrz tynkiem cementowo-wapiennym, na zewnątrz tynkiem strukturalnym cienkowarstwowym. Warstwa zewnętrzna ściany z cegły kratówki/dziurawki, kotwiona do

warstwy wewnętrznej prętami $\varnothing 6$ co 50 cm w pionie i poziomie. Pogrubione filarki między okienne wykonane z cegły pełnej. Ściany wewnętrzne z cegły dziurawki 12 cm, ściany obustronnie tynkowane tynkiem cementowo-wapiennym.

3.3 Stropy

Na klatce schodowej i nad sceną żelbetowe, pozostałe między kondygnacyjne prefabrykowane typu: „Żerań”.

3.4 Dach

Dach dwuspadowy o różnych wysokościach punktów szczytowych. Konstrukcja dachu stalowa, wykonana z ceowników 80x3 oraz jako typowy wiązar KB1-31.6.1/15/-78 o rozpiętości 15 m – typ WSG-15-C, nr projektu 3543. Dach pokryty blachą trapezową, kąt pochylenia połaci dachowej 6°. Konstrukcja dachu wieżyczki – drewniana z podparciem w postaci ramy stalowej. Pokrycie blachą trapezową, kąt nachylenia połaci nad wieżyczką 13 °. Rynny oraz rury spustowe z pcv. Obrówki z blachy w kolorze pokrycia.

3.5 Wentylacja

W obiekcie wentylacja grawitacyjna.

3.6 Stolarka okienna i drzwiowa, bramy

Stolarka okienna PCV i aluminiowa. Stolarka drzwiowa drewniana i aluminiowa, drzwi jedno i dwuskrzydłowe. Brama wjazdowa panelowa.

3.7 Podłogi i posadzki

W obiekcie posadzki z: gressu, betonowe, lastrico oraz parkiet.

3.8 Tynki

Wewnętrzne – cementowo-wapienne, częściowo ściany malowane farbami emulsyjnymi. Zewnętrzne – strukturalne cienkowarstwowe – ściany malowane farbami elewacyjnymi.

3.9 Izolacje

Izolacja pozioma fundamentów w postaci papy asfaltowej na lepiku. Izolacja termiczna dachu w postaci skalnej wełny mineralnej układanej na stropie - w części północnej. Pod częścią południową izolacja termiczna wykonana w postaci wdmuchiwanej granulowanej wełny mineralnej. Ściany zewnętrzne izolowane styropianem o grubości 12+2 cm.

3.10 Kolorystyka elewacji

Ściany – szare i czerwone

Dach – czerwony

Stolarka – czerwona i szara

Rynny, rury spustowe, obróbki blacharskie – brązowe

4. Charakterystyka ekologiczna obiektu

4.1 Odprowadzenie wód opadowych

Wody opadowe odprowadzane do istniejącej sieci kanalizacji deszczowej.

4.2 Gromadzenie nieczystości

Nieczystości gromadzone w pojemnikach przystosowanych do wywozu zorganizowanego

4.3 Trujące gazy, płyny, emisja hałasu, wibracje

Nie stwierdzono wydzielania spalin, trujących gazów i płynów, emisji hałasu oraz wibracji, a także promieniowania i zakłóceń elektromagnetycznych.

4.4 Ochrona atmosfery

Obiekt spełnia wymogi odnoszące się do ochrony atmosfery.

5. Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia

Obiekt o prostej konstrukcji, nie stwarza zagrożenie dla zdrowia jego użytkowników

6. Dokumentacja fotograficzna







6. Aktualny stan techniczny elementów konstrukcyjnych

- Fundamenty – w ścianach fundamentowych i przyziemiu budynku w strefie ścian wewnętrznych i zewnętrznych nie stwierdzono uszkodzenia w postaci spękań – Stan dobry
- Ściany – w ścianach zewnętrznych oraz wewnętrznych nie stwierdzono uszkodzenia w postaci rys pionowych i poziomych. Stan techniczny ścian zewnętrznych i wewnętrznych – dobry.
- Strop – stan techniczny stropów dobry
- Dach – konstrukcja stalowa więzara wykazuje miejscowo ugięcia przekraczające stan użytkowania, widoczne ślady korozji stali na niektórych elementach konstrukcyjnych, takich jak: płatew, słupki, pasy dolne i górne. Całość konstrukcji nie została właściwie zabezpieczona przed korozją. Stan techniczny konstrukcji dachowej średni. Stan techniczny pokrycia, obróbek blacharskich, rynien i rur spustowych – średni.
- Podłogi i posadzki – w obiekcie posadzki: gressowe, betonowe, drewniane oraz lastrico – miejscowo widoczne ubytki i wypaczanie parkietu drewnianego – ogólny stan techniczny - dobry
- Tynki – tynki wewnętrzne na ścianach w dobrym stanie technicznym.
- Izolacje w dobrym stanie technicznym.

Wnioski, uwagi i zalecenia

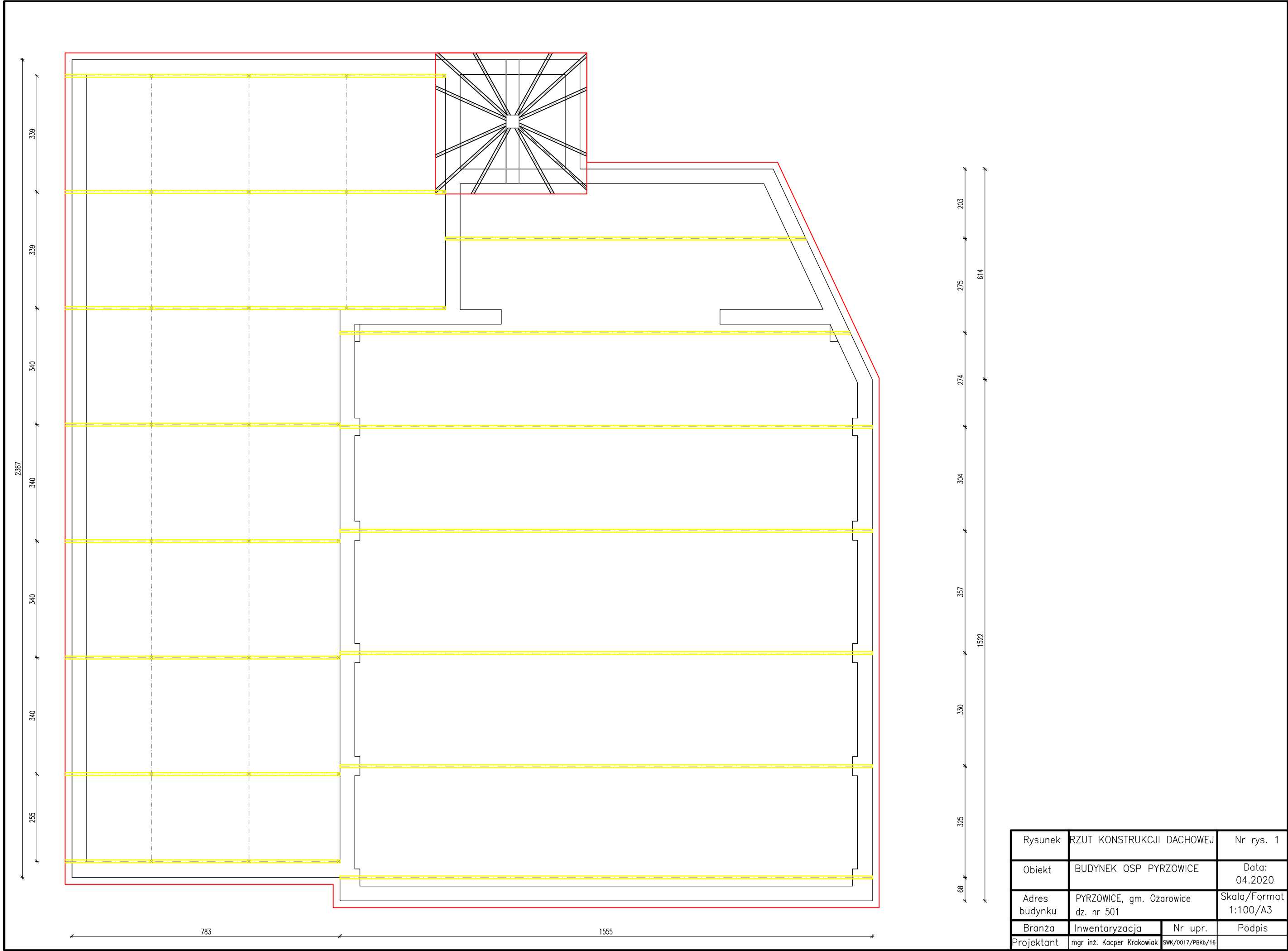
Na podstawie dokonanych oględzin, odkrywek i pomiarów w związku z zamierzeniem inwestora dotyczącym zainstalowania na dachu obiektu instalacji fotowoltaicznej, oraz w związku z dokonanymi obliczeniami konstrukcyjnymi stwierdza się co następuje:

- Po analizie modelu obliczeniowego budynku OSP Pyrzowice, stwierdza się, że po przyłożeniu dodatkowych obciążeń (fotowoltaika, zastoiska śnieżne) nastąpi przekroczenia stanów granicznych – nośności i użytkowości.
- Wobec powyższego należy rozebrać istniejącą konstrukcję, oraz wykonać nową konstrukcję dachu. Zaleca się wykonanie na części południowej (nad salą widowiskową): więzarów kratowych z profili zamkniętych – ze względu na niski ciężar własny konstrukcji. Na części południowej – ze stropem, zaleca się wykonanie więzby płatwiowej, z czterema ścianami stolcowymi. Pokrycie na części niższej w postaci płyty warstwowej z rdzeniem z wełny mineralnej, który pełnić będzie jednocześnie funkcję izolacji termicznej oraz zachowa klasę odporności ogniowej przewidzianą przepisami – EI15. Na części północnej pokrycie należy wykonać z

blachy trapezowej o wysokim trapezie – minimum T35, zalecany T55 z dodatkowym uszczelnieniem.

- Należy ocieplić ścianę - pulpitową dzielącą część południową od północnej, aby uniknąć mostków termicznych – izolację wykonać w postaci 15 cm wełny mineralnej.
- Zakres napraw konstrukcji i rozwiązania techniczne należy opracować w projekcie budowlanym i uzyskać prawomocne pozwolenie na budowę.
- Roboty budowlane należy wykonać przy zachowaniu obowiązujących warunków technicznych, przepisów normowych stosowanych w budownictwie, pod nadzorem osoby uprawnionej, po uzyskaniu prawomocnej decyzji o pozwoleniu na budowę.
- Projektowana inwestycja wraz z przyjętymi w niej rozwiązaniami wpłynie na zwiększenie naprężenia konstrukcji, wykonana zgodnie z dokumentacją nie będzie stwarzać zagrożenia dla bezpieczeństwa użytkowników istniejącego obiektu. Ponadto podłoże gruntowe przeniesie dodatkowe obciążenia wynikające z realizacji przedmiotowego obiektu.

Opracował:



OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE

CZĘŚĆ ISTNIEJĄCA

1. Podstawa Opracowania

- Branża Architektoniczna niniejszego opracowania,
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (tj. – Dz. U. z 2019r. poz. 1186 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania (tj.– Dz. U. z 2019r. poz. 1065)
- Normy:
 - PN-EN 1990:200 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.
 - PN-EN 1991-1-1:2004 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1. Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
 - PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3. Oddziaływania ogólne – Obciążenia śniegiem.
 - PN-EN 1991-1-4:200 Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4. Oddziaływania ogólne – Oddziaływanie wiatru.
 - PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
 - PN-EN 1993-1-1:2006 Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1. Reguły ogólne i reguły dla budynków.
 - PN-EN 1996-1-1:2006 Eurokod 6: Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-1. Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych

2. Opis założeń projektowych

Do obliczeń przyjęto strefy klimatyczne:

- II strefa wiatrowa (wg. PN-EN 1991-1-3:2005)
- II strefa śniegowa (wg. PN-EN 1991-1-3:2005)

Fundamenty (ławy fundamentowe) - obliczono na odpór gruntu w schemacie płyty dwuspornikowej przy działaniu sił pionowych.

Wiązary dachowy stalowy południowy – obliczono w schemacie trójkąta z przegubowymi połączeniami w węzłach, element stalowy z katalogu KB1-31.6.1.(15)-78, wykonany z ceowników typu WSG-15,0-C.

Wiązary dachowy stalowy północny – obliczono w schemacie trójkąta z przegubowymi połączeniami w węzłach, oparty na stropie, wykonany z ceowników C80.

#

#

#

#

3. Zestawienie obciążeń na dach

Zestawienie obciążeń stałych						
L.p.	Rodzaj obciążenia	Gr. Warstwy [cm]	Ciężar [kN/m³]	Obc. Charakt.[kN/m²]	Wsp. obliczeniowy	Obc. Oblicz.[kN/m²]
1	Płyta warstwowa	12	0,93	0,11	1,35	0,15
2	Ciężar więzara stalowego	-	-	0,801	1,35	1,08
3	Fotowoltaika	-	-	0,11	1,35	0,150
4	Sufit podwieszany	3	3,7	0,11	1,35	0,15
					Σ	1,53

Zestawienie obciążeń stałych						
L.p.	Rodzaj obciążenia	Gr. Warstwy [cm]	Ciężar [kN/m³]	Obc. Charakt.[kN/m²]	Wsp. obliczeniowy	Obc. Oblicz.[kN/m²]
1	Płyta warstwowa	12	0,93	0,11	1,35	0,15
2	Ciężar więzara stalowego	-	-	0,50	1,35	0,675
3	Fotowoltaika	-	-	0,11	1,35	0,150
4	Sufit podwieszany	3	3,7	0,11	1,35	0,15
					Σ	1,125

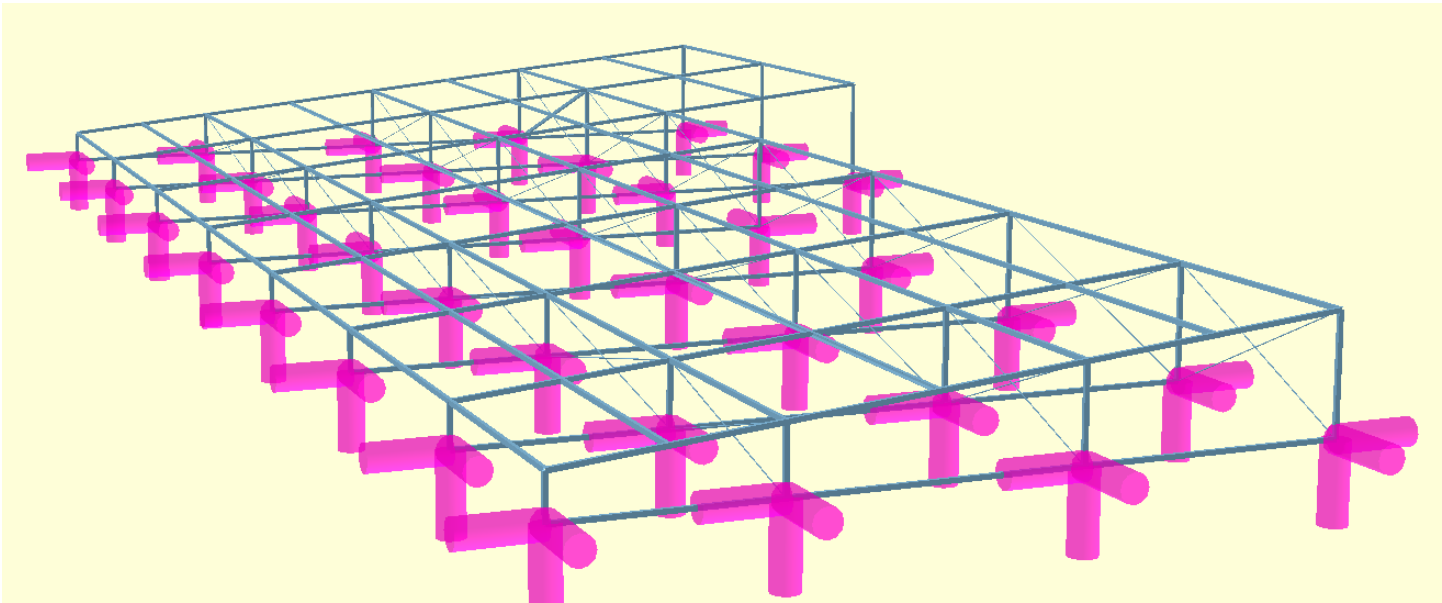
Zestawienie obciążeń zmiennych				
L.p.	Rodzaj obciążenia	Obc. Charakt. [kN/m²]	Wsp. obliczeniowy	Obc. Charakt. [kN/m²]
1	Parcie wiatru	0,92	1,5	1,38
2	Ssanie wiatru	-0,92	1,5	-1,38
3	Śnieg	0,72	1,5	1,08

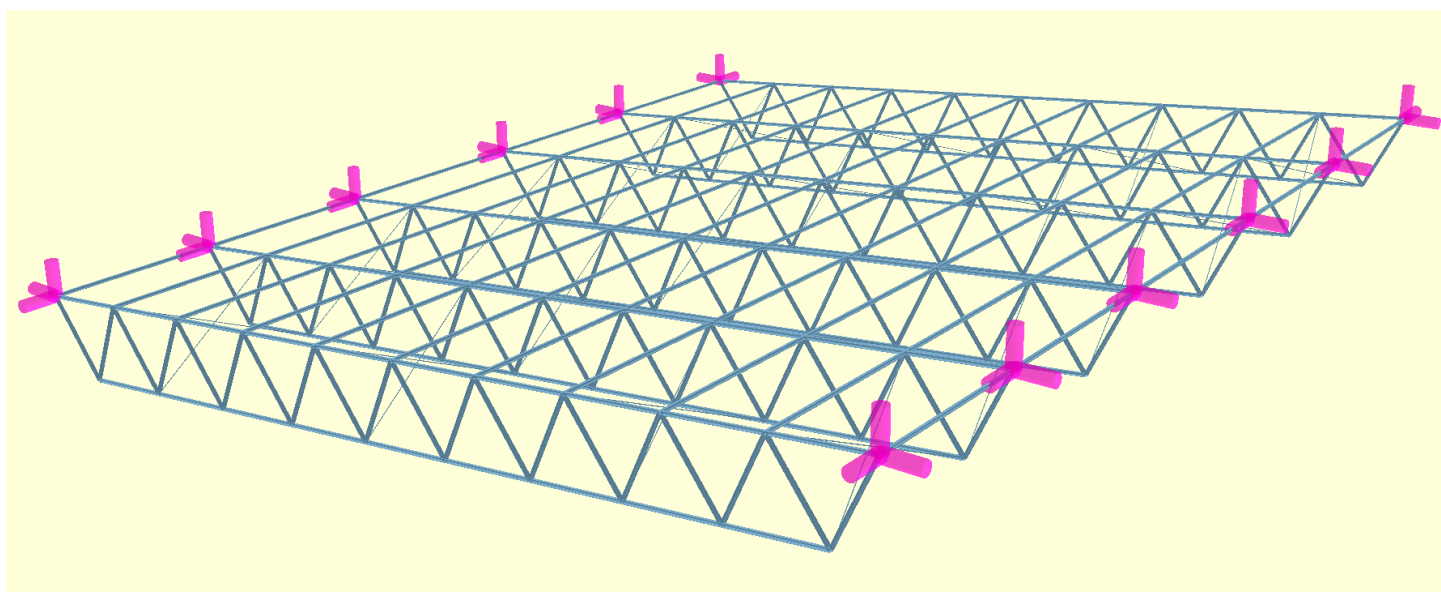
#

#

#

#

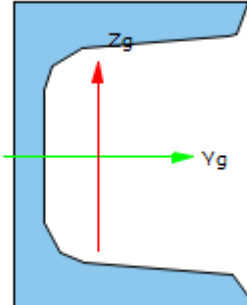




Pozycja 3.1. Część północna – platew - Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Y_g , a oś Z oznacza oś główną Z_g .

Geometria:

	Nazwa profilu:	CN 80p	
	Długość pręta:	L = 3.39 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	A = 7.12 cm ²	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 26.50 \text{ cm}^4$	$J_z = 9.10 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 10.60 \text{ cm}^3$	$W_z = 3.74 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 12.98 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 6.89 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 1.14 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 118

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

ssanie
 $N = 0.03 \text{ kN}$
 $M_y = -2.26 \text{ kNm}$
 $T_y = V_y = -0.54 \text{ kN}$
 $M_z = 0.31 \text{ kNm}$
 $T_z = V_z = -3.68 \text{ kN}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1 Klasa ścianek środnika = 1 Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1 Klasa środnika = 1 Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1 Klasa środnika = 1 Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.03}{167.30} + \frac{2.26}{3.05} + \frac{0.31}{1.62} = 0.93$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.54}{62.68} = 0.01$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{3.68}{54.45} = 0.07$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{2.26}{3.05} + \frac{0.31}{1.62} = 0.93$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{2.26}{3.05} + \frac{0.31}{1.62} = 0.93$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{2.26}{3.05} + \frac{0.31}{1.62} = 0.93$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{2.26}{3.05} + \frac{0.31}{1.62} = 0.93$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{2.26}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + \frac{0.31}{1.62} \cdot 1.00 = 0.93$$

Element prosty, nr preta: 118

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:
 parcie

$$N = -0.03 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.56 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 8.86 \text{ kN}$$

$$M_y = 5.43 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.33 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek średnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \left[kNm \right]$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \left[kNm \right]$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \left[mm^2 \right]$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \left[kN \right]$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \left[mm^2 \right]$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \left[kN \right]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 3.05 \left[kNm \right]$$

$$DM_y = -0.00 \left[kNm \right]$$

$$M_{N,Rd,z} = 1.62 \left[kNm \right]$$

$$DM_z = -0.00 \left[kNm \right]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} - \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{M0}} = 3.05 - \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \left[kNm \right]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \left[kNm \right]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 3.05 \left[kNm \right]$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 1.62 \left[kNm \right]$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.03}{167.30} + \frac{5.43}{3.05} + \frac{0.33}{1.62} = 1.98$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.56}{62.68} = 0.01$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{8.86}{54.45} = 0.16$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{5.43}{3.05} + \frac{0.33}{1.62} = 1.98$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{5.43}{3.05} + \frac{0.33}{1.62} = 1.98$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{5.43}{3.05} + \frac{0.33}{1.62} = 1.98$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{5.43}{3.05} + \frac{0.33}{1.62} = 1.98$$

Warunek przekroczony !!!

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 3.39 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 3.39 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 47.79 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 16.40 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,T} = 1758.96 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,Tf} = 16.34 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 1.87$$

$$l_z = 3.19$$

$$l_T = 0.31$$

$$l_{Tf} = 3.20$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.22$$

$$c_z = 0.08$$

$$c_{min} = 0.08$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.60$$

$$k_{yz} = 0.54$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 0.90$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{0.03}{0.22 \cdot 167.30} \cdot 1.00 +$$

$$0.60 \cdot \frac{5.43}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 0.54 \cdot \frac{0.33}{1.62} \cdot 1.00 = 1.18$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{0.03}{0.08 \cdot 167.30} \cdot 1.00 +$$

$$1.00 \cdot \frac{5.43}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 0.90 \cdot \frac{0.33}{1.62} \cdot 1.00 = 1.96$$

Warunek przekroczony !!!

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 1.67 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:
 śnieg z parciem

Ciężar własny	parcie	śnieg	fotowoltaika
pokrycie			

$$u_y = \sum u(i)_y = 0.018 + 1.018 + 0.234 + 0.049 + 0.049 = -1.368 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = -8.931 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-1.368|^2 + |-8.931|^2} = 9.04 > 1.356 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: x = 1.67 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

fotowoltaika

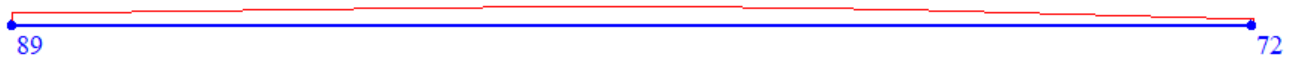
Ciężar własny

pokrycie

parcie

śnieg

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = \sqrt{u_{by}^2 + u_{bz}^2} = \sqrt{|-0.454|^2 + |-3.750|^2} = 3.778 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 5.181 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 5.181 > 1.356 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

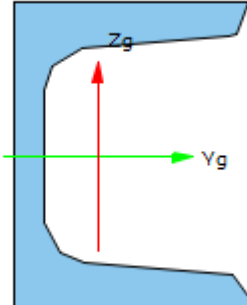
$$\Delta d = |d_n - d| = |1.650 - 5.926| = 4.276 [cm]$$

#

Pozycja 3.2. Część północna – słup - Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Y_g , a oś Z oznacza oś główną Z_g .

Geometria:

	Nazwa profilu:	CN 80p	
	Długość pręta:	L = 0.93 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	A = 7.12 cm ²	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 26.50 \text{ cm}^4$	$J_z = 9.10 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 10.60 \text{ cm}^3$	$W_z = 3.74 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 12.98 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 6.89 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 1.14 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 8

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:
 parcie

$$N = -11.08 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 2.06 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 1.06 \text{ kN}$$

$$M_y = 0.36 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 2.85 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = -0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 1.51 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = -0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 2.85 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 1.51 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{11.08}{167.30} + \frac{0.36}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.18$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{2.06}{62.68} = 0.03$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{1.06}{54.45} = 0.02$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.36}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.12$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.36}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.12$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{0.36}{2.85} + \frac{0.00}{1.51} = 0.13$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.36}{2.85} + \frac{0.00}{1.51} = 0.13$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 0.93 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 0.93 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 633.64 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 217.50 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,T} = 9673.01 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,Tf} = 215.58 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.51$$

$$l_z = 0.88$$

$$l_T = 0.13$$

$$l_{Tf} = 0.88$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.84$$

$$c_z = 0.61$$

$$c_{min} = 0.61$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.61$$

$$k_{yz} = 0.61$$

$$k_{zy} = 0.97$$

$$k_{zz} = 1.01$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{11.08}{0.84 \cdot 167.30} \cdot 1.00 +$$

$$0.61 \cdot \frac{0.36}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 0.61 \cdot \frac{0.00}{1.62} \cdot 1.00 = 0.15$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{11.08}{0.61 \cdot 167.30} \cdot 1.00 +$$

$$0.97 \cdot \frac{0.36}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 1.01 \cdot \frac{0.00}{1.62} \cdot 1.00 = 0.22$$

Element prosty, nr preta: 8

Punkt nr: 1 na przecie. położenie: 0.93 m

**Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:
 ssanie**

$$N = 4.28 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = -0.86 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -0.68 \text{ kN}$$

$$M_y = 0.38 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.80 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środka = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środka = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 2.97 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 1.58 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} - \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4,0 \cdot \gamma_{MO}} = 3,05 - \frac{0,00 \cdot 0,04^2 \cdot 0,01 \cdot 235000,00}{4,0 \cdot 1,00} = 3,05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1,62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 2,97 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 1,58 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{4,28}{167,30} + \frac{0,38}{3,05} + \frac{0,80}{1,62} = 0,64$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0,86}{62,68} = 0,01$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0,68}{54,45} = 0,01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0,38}{3,05} + \frac{0,80}{1,62} = 0,62$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0,38}{3,05} + \frac{0,80}{1,62} = 0,62$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{0,38}{2,97} + \frac{0,80}{1,58} = 0,63$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0,38}{2,97} + \frac{0,80}{1,58} = 0,63$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1,00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1,00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1,00$$

$$k_{yz} = 1,00$$

$$k_{zy} = 1,00$$

$$k_{zz} = 1,00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{0.38}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + \frac{0.80}{1.62} \cdot 1.00 = 0.62$$

Element prosty, nr preta: 8

Punkt nr: 2 na przecie, położenie: 0.93 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:
parcie

$$N = -11.01 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 2.06 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 1.06 \text{ kN}$$

$$M_y = -0.63 \text{ kNm}$$

$$M_z = 1.91 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środka = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środka = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środka = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 2.85 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = -0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 1.51 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = -0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} \cdot \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{M0}} = 3.05 \cdot \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 2.85 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 1.51 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{11.01}{167.30} + \frac{0.63}{3.05} + \frac{1.91}{1.62} = 1.45$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{2.06}{62.68} = 0.03$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{1.06}{54.45} = 0.02$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.63}{3.05} + \frac{1.91}{1.62} = 1.39$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.63}{3.05} + \frac{1.91}{1.62} = 1.39$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,Rd,z}} = \frac{0.63}{2.85} + \frac{1.91}{1.51} = 1.49$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.63}{2.85} + \frac{1.91}{1.51} = 1.49$$

Warunek przekroczony !!!

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 0.93 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 0.93 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 633.64 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 217.50 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,T} = 9673.01 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,Tf} = 215.58 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.51$$

$$l_z = 0.88$$

$$l_T = 0.13$$

$$l_{Tf} = 0.88$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.84$$

$$c_z = 0.61$$

$$c_{min} = 0.61$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.61$$

$$k_{yz} = 0.61$$

$$k_{zy} = 0.97$$

$$k_{zz} = 1.01$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{11.01}{0.84 \cdot 167.30} \cdot 1.00 + 0.61 \cdot \frac{0.63}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 0.61 \cdot \frac{1.91}{1.62} \cdot 1.00 = 0.92$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{11.01}{0.61 \cdot 167.30} \cdot 1.00 + 0.97 \cdot \frac{0.63}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 1.01 \cdot \frac{1.91}{1.62} \cdot 1.00 = 1.50$$

Warunek przekroczony !!!

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 0.57 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

parcie

Ciężar własny

parcie

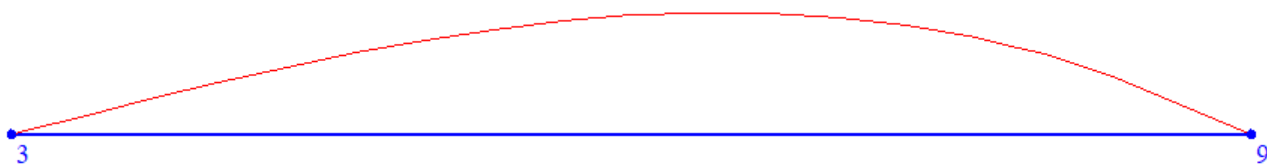
śnieg

fotowoltaika

pokrycie

$$u_y = \sum u(i)_y = 0.008 + 0.260 + 0.141 + 0.029 + 0.029 = -0.467 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = -0.117 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.467|^2 + |-0.117|^2} = 0.48 > 0.372 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: $x = 0.52 [m]$

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

fotowoltaika

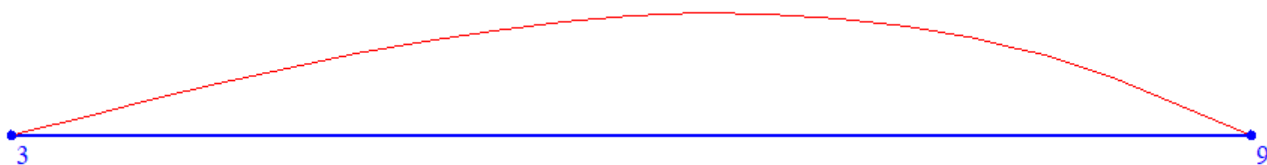
Ciężar własny

pokrycie

parcie

śnieg

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{bz} = -0.137 [cm]$$

$$\Delta u_y = u_y - u_{by} = -0.468 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_y = 0.468 > 0.372 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

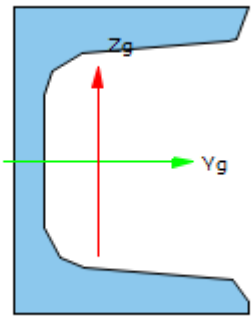
$$\Delta d = |d_n - d| = |0.147 - 0.000| = 0.147 [cm]$$

#

Pozycja 3.3. Część północna – pas górny - Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	CN 80p	
	Długość pręta:	L = 1.55 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 7.12 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 26.50 \text{ cm}^4$	$J_z = 9.10 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 10.60 \text{ cm}^3$	$W_z = 3.74 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 12.98 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 6.89 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 1.14 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 85

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:
 parcie

$$N = -3.27 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.01 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 9.71 \text{ kN}$$

$$M_y = 7.14 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.01 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 2.99 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = -0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 1.59 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = -0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} \cdot \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 \cdot \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 2.99 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 1.59 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{M_{C,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{3.27}{167.30} + \frac{7.14}{3.05} + \frac{0.01}{1.62} = 2.37$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.01}{62.68} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{9.71}{54.45} = 0.18$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{7.14}{3.05} + \frac{0.01}{1.62} = 2.35$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{7.14}{3.05} + \frac{0.01}{1.62} = 2.35$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{7.14}{2.99} + \frac{0.01}{1.59} = 2.39$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{7.14}{2.99} + \frac{0.01}{1.59} = 2.39$$

Warunek przekroczony !!!

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 1.55 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 1.55 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 229.19 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 78.67 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,T} = 4209.45 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,Tf} = 78.10 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.85$$

$$l_z = 1.46$$

$$l_T = 0.20$$

$$l_{Tf} = 1.46$$

Współczynniki wybożenia:

$$c_y = 0.63$$

$$c_z = 0.33$$

$$c_{min} = 0.33$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.61$$

$$k_{yz} = 0.58$$

$$k_{zy} = 0.98$$

$$k_{zz} = 0.97$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M1} M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{3.27}{0.63 \cdot 167.30} \cdot 1.00 + 0.61 \cdot \frac{7.14}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 0.58 \cdot \frac{0.01}{1.62} \cdot 1.00 = 1.47$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{3.27}{0.33 \cdot 167.30} \cdot 1.00 + 0.98 \cdot \frac{7.14}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 0.97 \cdot \frac{0.01}{1.62} \cdot 1.00 = 2.37$$

Warunek przekroczony !!!

Element prosty, nr preta: 85

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 1.55 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:
 ssanie

$$N = 0.45 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = -0.01 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = -3.96 \text{ kN}$$

$$M_y = 3.22 \text{ kNm}$$

$$M_z = -0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \left[kN \right]$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \left[mm^2 \right]$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \left[kN \right]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 3.04 \left[kNm \right]$$

$$DM_y = 0.00 \left[kNm \right]$$

$$M_{N,Rd,z} = 1.62 \left[kNm \right]$$

$$DM_z = 0.00 \left[kNm \right]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} - \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 - \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \left[kNm \right]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \left[kNm \right]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 3.04 \left[kNm \right]$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 1.62 \left[kNm \right]$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.45}{167.30} + \frac{3.22}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 1.06$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.01}{62.68} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{3.96}{54.45} = 0.07$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{3.22}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 1.06$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{3.22}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 1.06$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{3.22}{3.04} + \frac{0.00}{1.62} = 1.06$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd,z}} = \frac{3.22}{3.04} + \frac{0.00}{1.62} = 1.06$$

Warunek przekroczony !!!

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{3.22}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{1.62} \cdot 1.00 = 1.06$$

Warunek przekroczony !!!

Element prosty, nr pręta: 85

Punkt nr: 2 na przecie, położenie: 1.55 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:
 parcie

$$N = -3.26 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.01 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 9.60 \text{ kN}$$

$$M_y = -7.80 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

$$\text{Klasa ścianek pasów} = 1$$

$$\text{Klasa ścianek środnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na ściskanie} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie y-y} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa środnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie z-z} = 1$$

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 2.99 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = -0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 1.59 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = -0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} \cdot \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 \cdot \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 2.99 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 1.59 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{C,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{3.26}{167.30} + \frac{7.80}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 2.58$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.01}{62.68} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{9.60}{54.45} = 0.18$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{7.80}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 2.56$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{7.80}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 2.56$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{7.80}{2.99} + \frac{0.00}{1.59} = 2.61$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{7.80}{2.99} + \frac{0.00}{1.59} = 2.61$$

Warunek przekroczony !!!

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 1.55 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 1.55 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 229.19 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 78.67 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,T} = 4209.45 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,Tf} = 78.10 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.85$$

$$l_z = 1.46$$

$$l_T = 0.20$$

$$l_{Tf} = 1.46$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.63$$

$$c_z = 0.33$$

$$c_{min} = 0.33$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.61$$

$$k_{yz} = 0.58$$

$$k_{zy} = 0.98$$

$$k_{zz} = 0.97$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{3.26}{0.63 \cdot 167.30} \cdot 1.00 + 0.61 \cdot \frac{7.80}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 0.58 \cdot \frac{0.00}{1.62} \cdot 1.00 = 1.60$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{M_{y,Rk}}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{3.26}{0.33 \cdot 167.30} \cdot 1.00 + 0.98 \cdot \frac{7.80}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 0.97 \cdot \frac{0.00}{1.62} \cdot 1.00 = 2.57$$

Warunek przekroczony !!!

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 1.55 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

parcie

Ciężar własny

parcie

śnieg

fotowoltaika

pokrycie

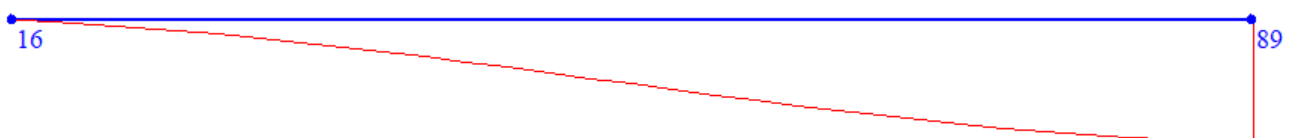
$$u_y = \sum u(i)_y = -0.016 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = -5.916 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.016|^2 + |-5.916|^2} = 5.92 > 0.619 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: x = 1.55 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

fotowoltaika

Ciężar własny

pokrycie

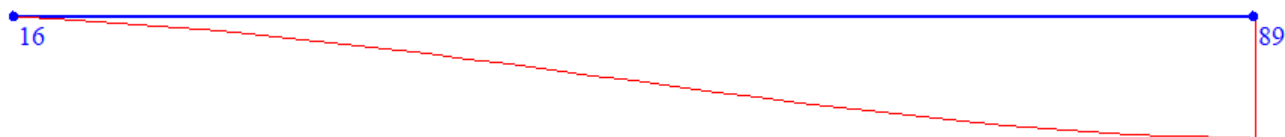
parcie

śnieg

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{bz} = -1.770 [cm]$$

$$\Delta u_y = u_y - u_{by} = -0.017 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 4.146 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \sqrt{\Delta u_y^2 + \Delta u_z^2} = \sqrt{(-0.017)^2 + (4.146)^2} = 4.146 > 0.619 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

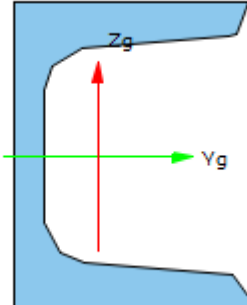
$$\Delta d = |d_n - d| = |5.916 - 0.057| = 5.858 [cm]$$

#

Pozycja 4.1. Część południowa – platew - Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	CN 80p	
	Długość pręta:	L = 3.57 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 7.12 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 26.50 \text{ cm}^4$	$J_z = 9.10 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 10.60 \text{ cm}^3$	$W_z = 3.74 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 12.98 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 6.89 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 1.14 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 237

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = -9.80 \text{ kN}$

$T_y = V_y = 0.53 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 8.13 \text{ kN}$

$M_y = 4.41 \text{ kNm}$

$M_z = -0.29 \text{ kNm}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek średnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa średnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 [mm^2]$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 [kN]$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 [mm^2]$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 [kN]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 2.87 [kNm]$$

$$DM_y = -0.00 [kNm]$$

$$M_{N,Rd,z} = 1.52 [kNm]$$

$$DM_z = -0.00 [kNm]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} - \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 - \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 [kNm]$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 [kNm]$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 2.87 [kNm]$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 1.52 [kNm]$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{9.80}{167.30} + \frac{4.41}{3.05} + \frac{0.29}{1.62} = 1.68$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.53}{62.68} = 0.01$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{8.13}{54.45} = 0.15$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{4.41}{3.05} + \frac{0.29}{1.62} = 1.62$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{4.41}{3.05} + \frac{0.29}{1.62} = 1.62$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{4.41}{2.87} + \frac{0.29}{1.52} = 1.72$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{4.41}{2.87} + \frac{0.29}{1.52} = 1.72$$

Warunek przekroczony !!!

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 3.57 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 3.57 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 43.09 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 14.79 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,T} = 1695.50 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,Tf} = 14.74 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 1.97$$

$$l_z = 3.36$$

$$l_T = 0.31$$

$$l_{Tf} = 3.37$$

Współczynniki wybożenia:

$$c_y = 0.20$$

$$c_z = 0.08$$

$$c_{min} = 0.08$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.74$$

$$k_{yz} = 1.12$$

$$k_{zy} = 0.78$$

$$k_{zz} = 1.86$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{9.80}{0.20 \cdot 167.30} \cdot 1.00 + 0.74 \cdot \frac{4.41}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 1.12 \cdot \frac{0.29}{1.62} \cdot 1.00 = 1.56$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_z} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{9.80}{0.08 \cdot 167.30} \cdot 1.00 + 0.78 \cdot \frac{4.41}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 1.86 \cdot \frac{0.29}{1.62} \cdot 1.00 = 2.22$$

Warunek przekroczony !!!

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: $x = 1.78$ [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

parcie:

parcie

$$u_y = \sum u(i)_y = 0.762 = -0.762 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = -7.384 \text{ [cm]}$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|-0.762|^2 + |-7.384|^2} = 7.42 > 1.428 \text{ [cm]}$$

Warunek przekroczony!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: $x = 1.78$ [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

parcie:

parcie

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = \sqrt{u_{by}^2 + u_{bz}^2} = \sqrt{|-0.482|^2 + |-3.982|^2} = 4.011 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 3.402 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \Delta u_z = 3.402 > 1.428 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

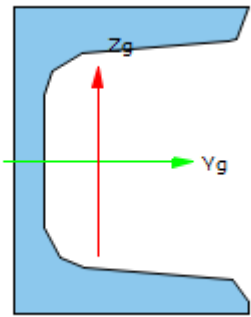
$$\Delta d = |d_n - d| = |3.928 - 4.097| = 0.169 [cm]$$

#

4.2. Część południowa – pas dolny -Raport wymiarowania stali wg PN-EN 1993-1-1 do programu Rama3D/2D:

Wszystkie obliczenia są wykonywane w osiach głównych. W dalszych oznaczeniach zmiennych w raporcie oś Y oznacza oś główną Yg, a oś Z oznacza oś główną Zg.

Geometria:

	Nazwa profilu:	CN 80p	
	Długość pręta:	L = 1.45 m	
	Gatunek stali:	S235	
	Granica plastyczności:	$f_y = 235.00 \text{ MPa}$	
	Pole przekroju:	$A = 7.12 \text{ cm}^2$	
	Momenty bezwładności:	$J_y = 26.50 \text{ cm}^4$	$J_z = 9.10 \text{ cm}^4$
	Wskaźniki wytrzymałości sprężyste:	$W_y = 10.60 \text{ cm}^3$	$W_z = 3.74 \text{ cm}^3$
	Plastyczne:	$W_{y,pl} = 12.98 \text{ cm}^3$	$W_{z,pl} = 6.89 \text{ cm}^3$
	Momenty bezwładności na skręcanie:	$I_t = 1.14 \text{ cm}^4$	

Element prosty, nr pręta: 92

Punkt nr: 0 na przecie, położenie: 0.00 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$N = 165.37 \text{ kN}$

$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$

$T_z = V_z = 0.07 \text{ kN}$

$M_y = -0.03 \text{ kNm}$

$M_z = 0.00 \text{ kNm}$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$N_{t,Rd} = 167.30 \text{ [kN]}$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 0.04 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 0.02 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 0.04 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 0.02 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{165.37}{167.30} + \frac{0.03}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 1.00$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{62.68} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.07}{54.45} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.03}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.03}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{0.03}{0.04} + \frac{0.00}{0.02} = 0.71$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.03}{0.04} + \frac{0.00}{0.02} = 0.71$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{0.03}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{1.62} \cdot 1.00 = 0.01$$

Element prosty, nr preta: 92

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 1.28 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = 165.36 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = -0.07 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

Klasa ścianek pasów = 1

Klasa ścianek środnika = 1

Klasa przekroju na ściskanie = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie y-y = 1

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

Klasa pasów = 1

Klasa środnika = 1

Klasa przekroju na zginanie z-z = 1

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na rozciąganie

$$N_{t,Rd} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 0.04 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = 0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 0.02 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} \cdot \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 \cdot \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 0.04 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 0.02 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{165.36}{167.30} + \frac{0.07}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 1.01$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{62.68} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{54.45} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.07}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.02$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.07}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.02$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{0.07}{0.04} + \frac{0.00}{0.02} = 2.01$$

Warunek przekroczony !!!

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.07}{0.04} + \frac{0.00}{0.02} = 2.01$$

Warunek przekroczony !!!

Współczynnik zwężenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwężenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{0.07}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + \frac{0.00}{1.62} \cdot 1.00 = 0.02$$

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 1.45 [m]

Lista grup obciążeń:

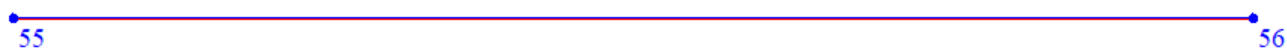
Nazwa grupy obciążeń:

parcie:

parcie

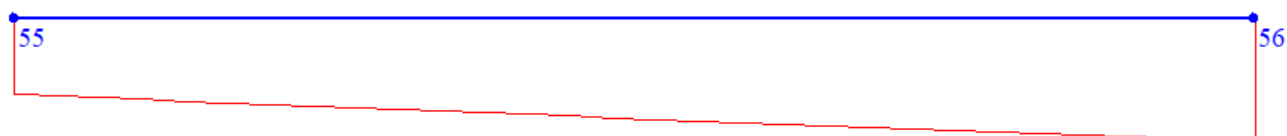
$$u_y = \sum u(i)_y = 0.036 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = -2.970 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|0.036|^2 + |-2.970|^2} = 2.97 > 0.580 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: $x = 1.45 [m]$

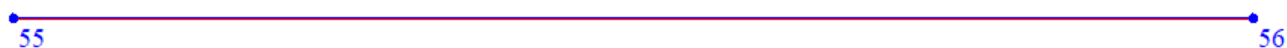
Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

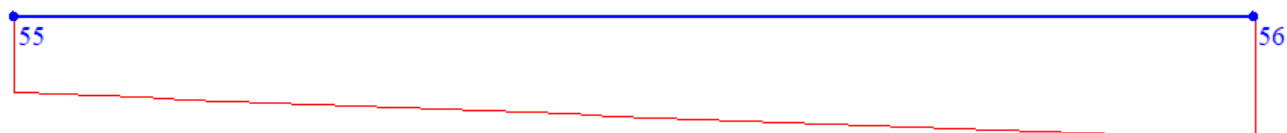
parcie:

parcie

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = \sqrt{u_{by}^2 + u_{bz}^2} = \sqrt{|0.042|^2 + |-3.071|^2} = 3.071 [cm]$$

$$\Delta u_y = u_y - u_{by} = -0.006 [cm]$$

$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.101 [cm]$$

$$\Delta u_{max} = \sqrt{\Delta u_y^2 + \Delta u_z^2} = \sqrt{|-0.006|^2 + |0.101|^2} = 0.101 \leq 0.580 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |2.970 - 1.853| = 1.117 [cm]$$

#

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 1.41 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = -0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 0.75 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = -0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} - \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 - \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 1.41 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 0.75 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{89.98}{167.30} + \frac{0.00}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.54$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{62.68} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.02}{54.45} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{My}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.00}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{0.00}{1.41} + \frac{0.00}{0.75} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.00}{1.41} + \frac{0.00}{0.75} = 0.00$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 1.41 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 1.41 \text{ [m]}$$

Sily krytyczne:

$$N_{cr,y} = 277.83 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 95.36 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,T} = 4866.42 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,Tf} = 94.63 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.78$$

$$l_z = 1.32$$

$$l_T = 0.19$$

$$l_{Tf} = 1.33$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.68$$

$$c_z = 0.38$$

$$c_{min} = 0.38$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 1.00$$

$$k_{yz} = 1.00$$

$$k_{zy} = 1.00$$

$$k_{zz} = 1.00$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_{min}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{89.98}{0.38 \cdot 167.30} \cdot 1.00 = 1.43$$

Warunek przekroczony !!!

Element prosty, nr preta: 90

Punkt nr: 1 na przecie, położenie: 0.68 m

Wartości sił wewnętrznych w punkcie w układzie osi głównych:

$$N = -89.95 \text{ kN}$$

$$T_y = V_y = 0.00 \text{ kN}$$

$$T_z = V_z = 0.00 \text{ kN}$$

$$M_y = -0.01 \text{ kNm}$$

$$M_z = 0.00 \text{ kNm}$$

Klasa przekroju na ściskanie:

$$\text{Klasa ścianek pasów} = 1$$

$$\text{Klasa ścianek średnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na ściskanie} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi y:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa średnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie y-y} = 1$$

Klasa przekroju na zginanie względem osi z:

$$\text{Klasa pasów} = 1$$

$$\text{Klasa średnika} = 1$$

$$\text{Klasa przekroju na zginanie z-z} = 1$$

Nośność na ściskanie

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{7.12 \cdot 235}{1.0} = 167.30 \text{ [kN]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi y

$$M_{pl,Rd,y} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{12.98 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Udział pasów w nośności na zginanie

$$M_{f,Rd} = 0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na czyste zginanie względem osi z

$$M_{pl,Rd,z} = \frac{W_{pl,z} \cdot f_y}{\gamma_{MO}} = \frac{6.89 \cdot 10^{-6} \cdot 235.00}{1.00} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi z.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 401.31 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,z,Rd} = 54.45 \text{ [kN]}$$

Nośność na ścinanie wzdłuż osi y.

Przekrój czynny przy ścinaniu.

$$A_v = 462.00 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Nośność na ścinanie

$$V_{C,y,Rd} = 62.68 \text{ [kN]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej

$$M_{N,y,Rd} = 1.41 \text{ [kNm]}$$

$$DM_y = -0.00 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,Rd,z} = 0.75 \text{ [kNm]}$$

$$DM_z = -0.00 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi y.

$$M_{V,y,Rd} = M_{C,y,Rd} - \frac{\rho \cdot h_w^2 \cdot t_w \cdot f_y}{4.0 \cdot \gamma_{MO}} = 3.05 - \frac{0.00 \cdot 0.04^2 \cdot 0.01 \cdot 235000.00}{4.0 \cdot 1.00} = 3.05 \text{ [kNm]}$$

Nośność na zginanie z uwzględnieniem ścinania względem osi z.

$$M_{V,z,Rd} = 1.62 \text{ [kNm]}$$

Nośność przekroju na zginanie z uwzględnieniem siły normalnej i tnącej

$$M_{N,V,Rd,y} = 1.41 \text{ [kNm]}$$

$$M_{N,V,Rd,z} = 0.75 \text{ [kNm]}$$

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{C,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_y}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_z}{M_{C,z,Rd}} = \frac{89.95}{167.30} + \frac{0.01}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.54$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{C,y,Rd}} = \frac{0.00}{62.68} = 0.00$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{C,z,Rd}} = \frac{0.00}{54.45} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{C,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{C,z,Rd}} = \frac{0.01}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{Vy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{Vz}} = \frac{0.01}{3.05} + \frac{0.00}{1.62} = 0.00$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,z,Rd}} = \frac{0.01}{1.41} + \frac{0.00}{0.75} = 0.01$$

$$\frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{N,V,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{N,V,Rd,z}} = \frac{0.01}{1.41} + \frac{0.00}{0.75} = 0.01$$

Długości krytyczne:

$$L_{cr,y} = 1.41 \text{ [m]}$$

$$L_{cr,z} = 1.41 \text{ [m]}$$

Siły krytyczne:

$$N_{cr,y} = 277.83 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,z} = 95.36 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,T} = 4866.42 \text{ [kN]}$$

$$N_{cr,Tf} = 94.63 \text{ [kN]}$$

Smukłości względne:

$$l_y = 0.78$$

$$l_z = 1.32$$

$$l_T = 0.19$$

$$l_{Tf} = 1.33$$

Współczynniki wyboczenia:

$$c_y = 0.68$$

$$c_z = 0.38$$

$$c_{min} = 0.38$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie górnym.

$$\chi_{LT,g} = 1.00$$

Współczynnik zwichrzenia przy ściskającym pasie dolnym.

$$\chi_{LT,d} = 1.00$$

Współczynniki interakcji.

$$k_{yy} = 0.87$$

$$k_{yz} = 1.61$$

$$k_{zy} = 0.59$$

$$k_{zz} = 2.69$$

Stopień wykorzystania nośności elementu.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk} \cdot \chi_y} \cdot \gamma_{M1} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{89.95}{0.68 \cdot 167.30} \cdot 1.00 +$$

$$0.87 \cdot \frac{0.01}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 1.61 \cdot \frac{0.00}{1.62} \cdot 1.00 = 0.80$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{M_{y,Rk}} \cdot \gamma_{M1} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \cdot \gamma_{M1} = \frac{89.95}{0.38 \cdot 167.30} \cdot 1.00 +$$

$$0.59 \cdot \frac{0.01}{1.00 \cdot 3.05} \cdot 1.00 + 2.69 \cdot \frac{0.00}{1.62} \cdot 1.00 = 1.42$$

Warunek przekroczony !!!

Wyniki obwiedni przemieszczeń:

Położenie: x = 1.41 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

parcie:

parcie

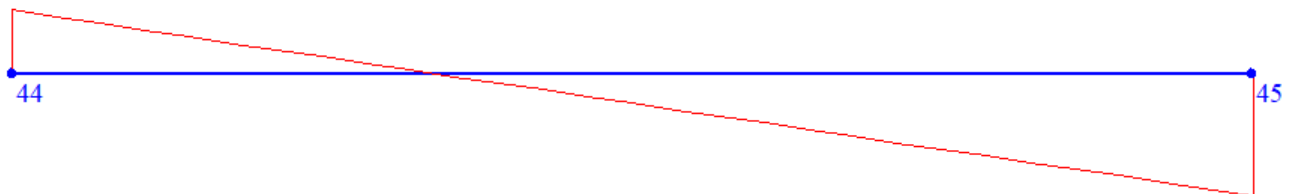
$$u_y = \sum u(i)_y = 0.001 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Y:



$$u_z = \sum u(i)_z = -0.761 [cm]$$

Wykres przemieszczeń w kierunku Z:



$$u_{max} = \sqrt{u_y^2 + u_z^2} = \sqrt{|0.001|^2 + |-0.761|^2} = 0.76 > 0.562 [cm]$$

Warunek przekroczony!

Wyniki ugięcia względnego:

Położenie: x = 0.00 [m]

Lista grup obciążeń:

Nazwa grupy obciążeń:

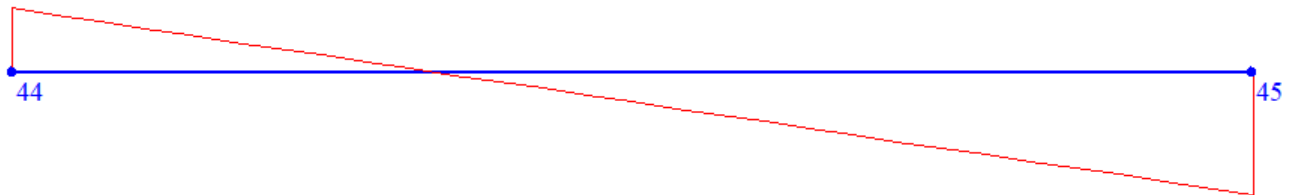
parcie:

parcie

Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Y:



Wykres przemieszczeń dla zestawu grup obciążeń tworzących ugięcie względne w kierunku Z:



$$u_b = u_{bz} = 0.392 [cm]$$

$$\Delta u_y = u_y - u_{by} = -0.017 [cm]$$

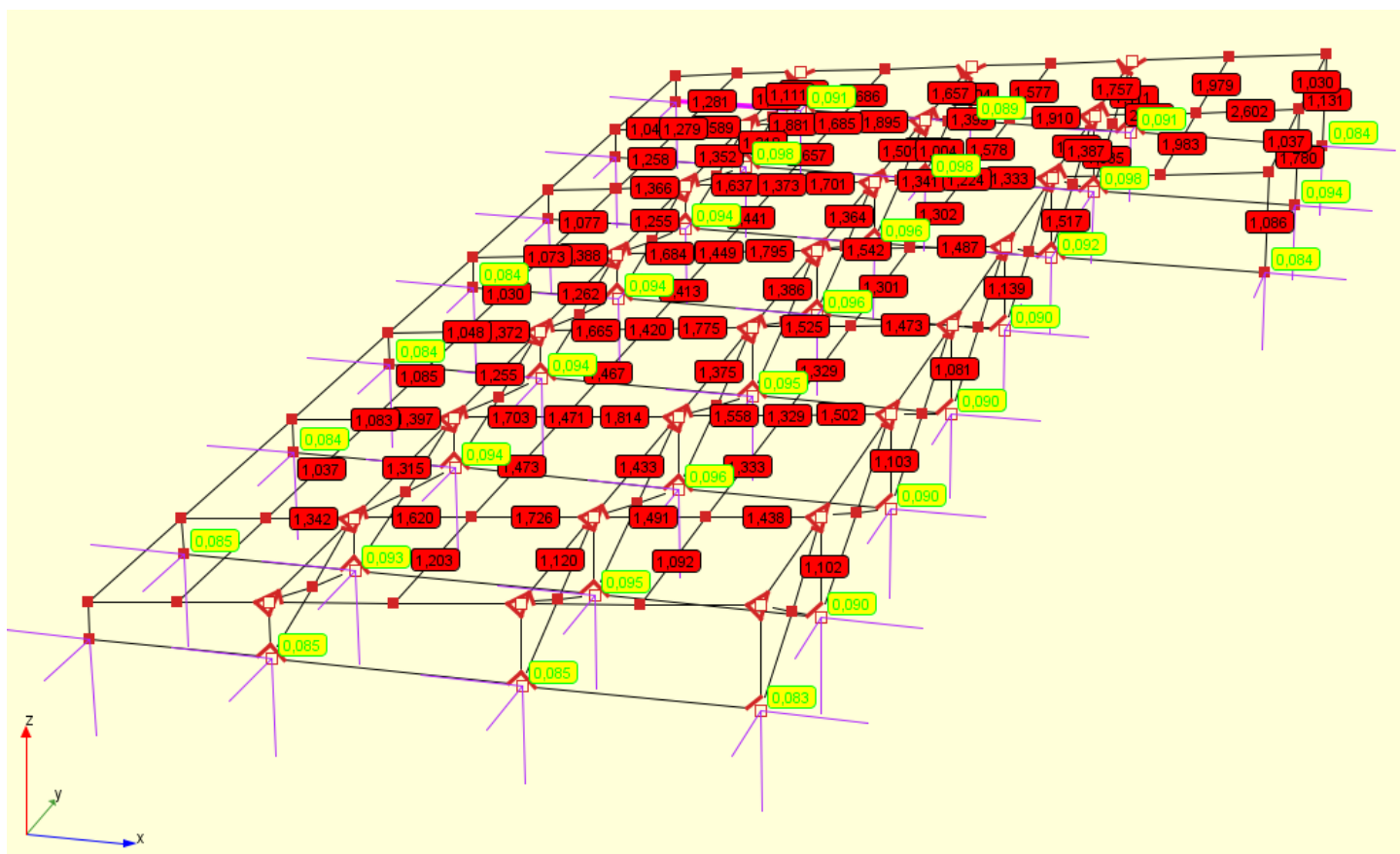
$$\Delta u_z = u_z - u_{bz} = 0.004 [cm]$$

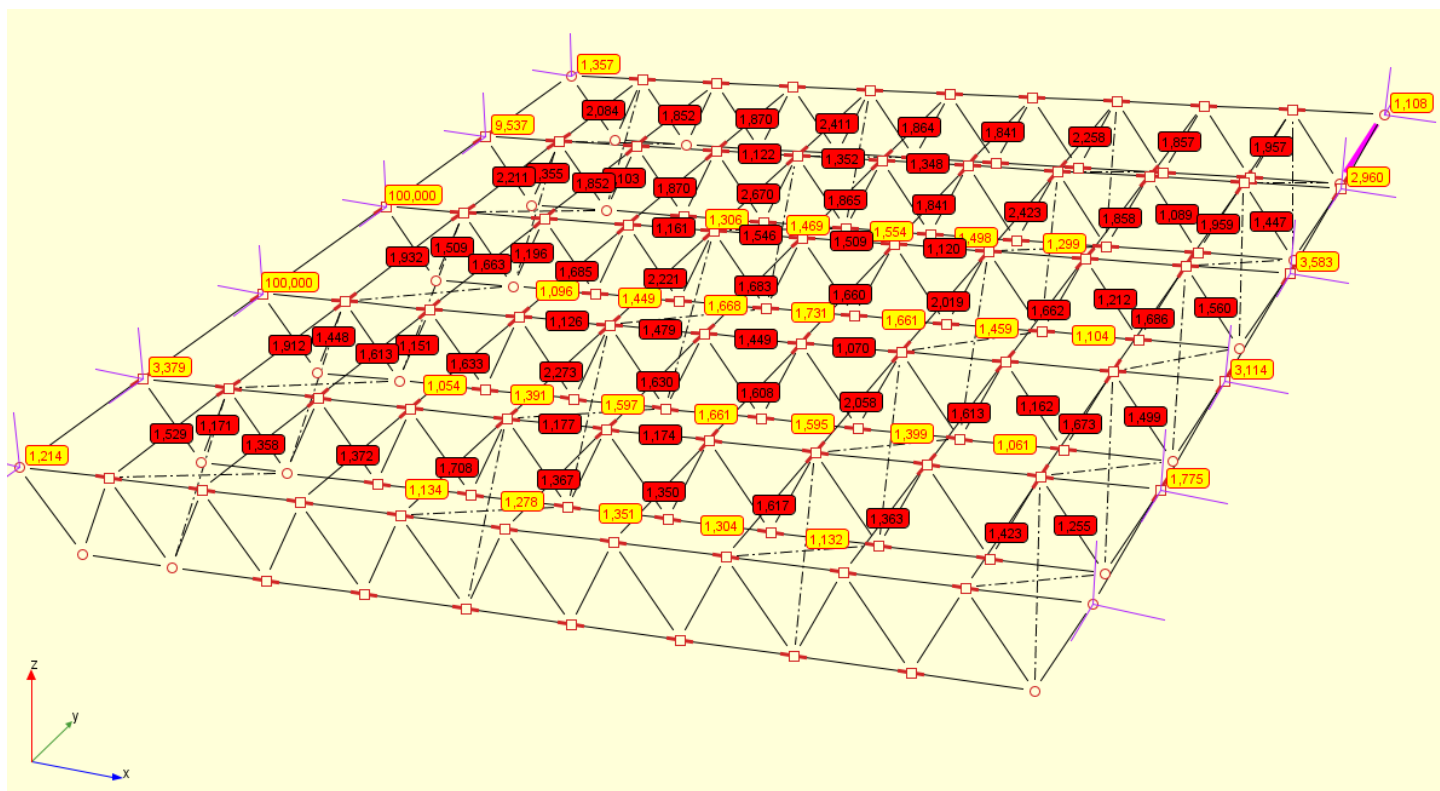
$$\Delta u_{max} = \sqrt{\Delta u_y^2 + \Delta u_z^2} = \sqrt{|-0.017|^2 + |0.004|^2} = 0.018 \leq 0.562 [cm]$$

Różnica przemieszczeń węzła początkowego i końcowego:

$$\Delta d = |d_n - d| = |0.761 - 0.396| = 0.365 [cm]$$

#







IZBA ARCHITEKTÓW
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

PODKARPACKA OKRĘGOWA IZBA ARCHITEKTÓW RP
OKRĘGOWA KOMISJA KWALIFIKACYJNA

Znak sprawy: PKOKK-3/11/2012

Rzeszów, dnia 30 listopada 2012 r.

DECYZJA Nr 10/PKOKK/2012

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt. 1, ust 2 i 3, art. 13 ust. 1 pkt. 1 i ust. 4¹ ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity z 2010 r. Dz. U. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.), art. 11 i 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.), § 11 ust. 1 pkt. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578 z późn. zm.) oraz art. 104 i 107 § 1 i 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. - Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, z późn. zm.).

stwierdza się, że

Pan mgr inż. arch. Grzegorz Krzysztof MAKOWSKI

urodzony w dniu 3 grudnia 1975 roku w Busku Zdroju

**posiada odpowiednie wykształcenie techniczne i praktykę zawodową
i po zdaniu egzaminu z wynikiem pozytywnym otrzymuje**

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

w specjalności architektonicznej do projektowania bez ograniczeń

Decyzja niniejsza jako uwzględniająca w całości żądanie strony nie wymaga uzasadnienia. Od decyzji przysługuje Panu odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Izby Architektów RP. Odwołanie wnosi się za pośrednictwem organu, który wydał decyzję tj. Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Podkarpackiej Okręgowej Izby Architektów RP, w terminie 14 dni od dnia doręczenia decyzji.

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| 1. Przewodniczący Komisji | Władysław Woźniak |
| 2. I wiceprzewodniczący Komisji: | Adam Kardyś |
| 3. II wiceprzewodniczący Komisji: | Ryszard Witek |
| 4. Sekretarz Komisji: | Jan Bulsza |
| 5. Członek Komisji: | Danuta Gałarska |
| 6. Członek Komisji: | Grzegorz Kalita |
| 7. Członek Komisji: | Władysław Boczkaj |



[Handwritten signatures of the commission members]

Otrzymują:

1. Pan Grzegorz Krzysztof Makowski; 38-400 Krosno ul. Lelewela 25/3
2. a.a.



IZBA ARCHITEKTÓW
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Świętokrzyska Okręgowa Rada Izby Architektów RP

ZAŚWIADCZENIE - ORYGINAŁ

(wypis z listy architektów)

Świętokrzyska Okręgowa Rada Izby Architektów RP zaświadcza, że:

mgr inż. arch. Grzegorz Krzysztof Makowski

posiadający kwalifikacje zawodowe do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie w specjalności architektonicznej i w zakresie posiadanych uprawnień nr **10/PKOKK/2012**, jest wpisany na listę członków Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Architektów RP pod numerem: **SW-0214**.

Członek czynny od: 16-01-2013 r.

Data i miejsce wygenerowania zaświadczenia: 16-01-2020 r. Kielce.

Zaświadczenie jest ważne do dnia: **30-06-2020 r.**

Podpisano elektronicznie w systemie informatycznym Izby Architektów RP przez:
Alicja Bojarowicz, Sekretarz Okręgowej Rady Izby Architektów RP.

Nr weryfikacyjny zaświadczenia:

SW-0214-5E6Y-F41F-FBD3-6Y94



IZBA ARCHITEKTÓW
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Świętokrzyska Okręgowa Rada Izby Architektów RP

ZAŚWIADCZENIE - ORYGINAŁ

(wypis z listy architektów)

Świętokrzyska Okręgowa Rada Izby Architektów RP zaświadcza, że:

mgr inż. arch. Piotr Drzymalski

posiadający kwalifikacje zawodowe do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie w specjalności architektonicznej i w zakresie posiadanych uprawnień nr **315/SWOKK/2018**, jest wpisany na listę członków Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Architektów RP pod numerem: **SW-0289**.

Członek czynny od: 09-07-2018 r.

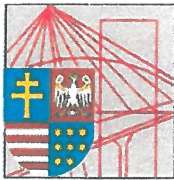
Data i miejsce wygenerowania zaświadczenia: 07-01-2019 r. Kielce.

Zaświadczenie jest ważne do dnia: **30-06-2020 r.**

Podpisano elektronicznie w systemie informatycznym Izby Architektów RP przez:
Alicja Bojarowicz, Sekretarz Okręgowej Rady Izby Architektów RP.

Nr weryfikacyjny zaświadczenia:

SW-0289-F99Y-A9AE-C1D2-67E7



**ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA**

Kielce, dnia 27 czerwca 2016r.

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
sygn. akt SK-0054-0028(2)/16

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (*Dz.U. z 2014r. poz. 1946*) i art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (*Dz.U. z 2016r. poz. 290*) oraz § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2014r. poz. 1278*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Kacper Krzysztof Krakowiak
magister inżynier budownictwa
ur. dnia 8 sierpnia 1988 roku w Starachowicach

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
nr ewidencyjny SWK/0017/PBKb/16
do projektowania
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
bez ograniczeń.

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

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

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

mgr inż. Andrzej Pieniążek
Przewodniczący składu orzekającego

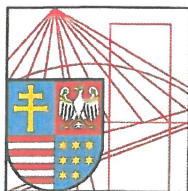


Otrzymują:

1. Pan Kacper Krzysztof Krakowiak
ul. Rytwiańska 18 Strzegomek
28-221 Osiek
2. Okręgowa Rada ŚOIIB
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a

dr inż. Stefan Szalkowski
Członek składu orzekającego

mgr inż. Elżbieta Chociaj
Członek składu orzekającego



ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kielce, dn. 21 styczeń 2020

Zaświadczenie

Pan(i) Krakowiak Kacper Krzysztof

miejsce zamieszkania :

ul. Rytwiańska 18 Strzegomek

28-221 Osiek

jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

o numerze ewidencyjnym : SWK/BO/0034/16

i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od dnia 01-03-2020 do 28-02-2021

Z up. Przewodniczącego ŚOIIB

mgr inż. Wiesława Sobańska
DYREKTOR BIURA

Świętokrzyska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa

25-304 Kielce, ul. Leonarda 18: tel. 41 344 94 13, tel. kom. 694 912 692, fax 41 344 63 82

www.swk.piib.org.pl, e-mail: swk@piib.org.pl

Bank Pekao S.A. I O/Kielce, nr rach. 98 124013721111000012505214

Godziny pracy biura: poniedziałek, wtorek, czwartek, piątek - od 10:00 do 16:00, środa - nieczynne

Godziny pracy czytelní: wtorek - od 10:00 do 16:00

Stwierdzenie przygotowania zawodowego

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 2 ust.1 pkt 1, ust.3

i § 13 ust. 1 pkt 2 oraz zmiany Dz.U. Nr 69, poz.299 z 8 sierpnia 1991 r.

rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r.
w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 3, poz. 46) stwierdza
się, że:

Obywatel Janusz Stanisław Machnik - magister inżynier
budownictwa

urodzony dnia 10 lutego 1957 r. w Staszowie

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

- projektanta -

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Obywatel Janusz Stanisław Machnik jest upoważniony do:

1. sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz nawierzchni lotniskowych, mostów, budowli hydrotechnicznych i wodno-melioracyjnych,
2. sporządzania projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych w budownictwie jednorodzinnym, zagrodowym oraz innych budynków o kubaturze do 1000 m sześć.

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w terminie 14-tu dni od daty otrzymania za moim pośrednictwem.

Wojewoda
[Podpis]

biuro
urzędowe

Stwierdzenie przygotowania zawodowego

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 5 ust.1, 6 ust.1 i 3, 7

i § 13 ust. 1 pkt 2

rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r.
w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46) stwierdza
się, że:

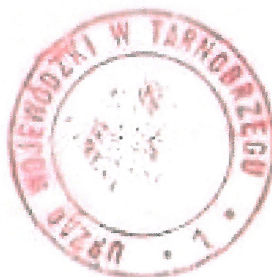
Obywatel Janusz Stanisław Machnik - inżynier budownictwaurodzony dnia 10 lutego 1957 r. w Staszowie

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji
kierownika budowy i robót

w specjalności konstrukcyjno-budowlanejObywatel Janusz Stanisław Machnik jest upoważniony do:

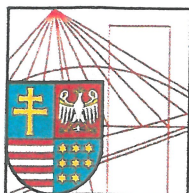
1. kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie wszelkich budynków i innych budowli z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i wodnomelioracyjnych,
2. sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych wszelkich budynków i budowli,
3. sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych:
 - a) budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,
 - b) budowli nie będących budynkami.

Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Ministra Budownictwa,
Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej w terminie 14 dni za pośrednictwem
Głównego Architekta Wojewódzkiego.-

płoczyć
urzędowo

Główny Architekt Wojewódzki

Int. arch. Arnold Barański



ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kielce, dn. 16 grudzień 2019

Zaświadczenie

Pan(i) Machnik Janusz

miejsce zamieszkania :

ul.Sandomierska 5a

28-210 Bogoria

jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

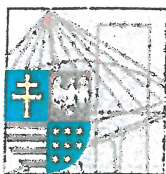
o numerze ewidencyjnym : SWK/BO/1546/01

i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od dnia 01-01-2020 do 31-12-2020

Z up. Przewodniczącego ŚOIIB

mgr inż. Wiesława Sobańska
DYREKTOR BIURA



**ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA**

Kielce, dnia 28 czerwca 2018 r.

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
sygn. akt SK-0054-0070(2)/16/18

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 2016 r. poz. 1725) i art. 12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 4c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2017 r. poz. 1332) oraz § 10 i § 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 2014 r. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Łukasz Różycki

magister inżynier elektrotechnik
ur. dnia 23 kwietnia 1981 roku w Pińczowie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
nr ewidencyjny SWK/0142/PBE/18

do projektowania

**w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych
bez ograniczeń.**

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

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

Zgodnie z treścią art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2017 r. poz. 1257 t.j.):

§ 1. W trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu administracji publicznej, który wydał decyzję.

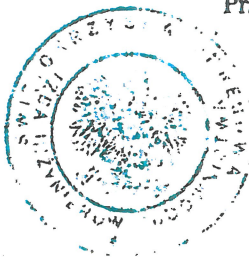
§ 2. Z dniem doręczenia organowi administracji publicznej oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

W przypadku złożenia przez stronę oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do odwołania od decyzji (określonego w § 2) stronie nie przysługuje prawo do odwołania się ani skargi do sądu administracyjnego.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

Otrzymują:

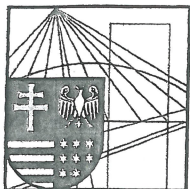
1. Pan Łukasz Różycki
Smerdyna 305
28-200 Staszów
2. Okręgowa Rada ŚOIIB
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a



mgr inż. Andrzej Fieniążek
Przewodniczący składu orzekającego

mgr inż. Stefan Szałkowski
Członek składu orzekającego

mgr inż. Elżbieta Chociaj
Członek składu orzekającego



ŚWIĘTOKRZYSKA
OKRĘGOWA
I Z B A
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kielce, dn. 31 styczeń 2020

Zaświadczenie

Pan(i) Różycki Łukasz

miejsce zamieszkania :

Smerdyna 305

28-200 Staszów

jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

o numerze ewidencyjnym : SWK/IE/0006/12

i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od dnia 01-02-2020 do 31-01-2021

Z up. Przewodniczącego ŚOIIB

mgr inż. Wiesława Sobańska
DYREKTOR BIURA

Świętokrzyska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa

25-304 Kielce, ul. Leonarda 18: tel. 41 344 94 13, tel. kom. 694 912 692, fax 41 344 63 82

www.swk.piib.org.pl, e-mail: swk@piib.org.pl

Bank Pekao S.A. I O/Kielce, nr rach. 98 124013721111000012505214

Godziny pracy biura: poniedziałek, wtorek, czwartek, piątek - od 10:00 do 16:00, środa - nieczynne

Godziny pracy czytelní: wtorek - od 10:00 do 16:00

URZĄD WOJEWÓDZKI

w Kielcach

Wydział Planowania Przestrzennego

Urbanistyki, Architektury

i Nadzoru Budowlanego

ul. Al. IX Wieków 3

Nr ewid. 160/85

Kielce, 1985 - 09 - 11

STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO

do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie.

Na podstawie § 13 ust. 1 pkt 4 lit. d, § 4 ust. 2, § 17, § 5 ust. 1 pkt 1, § 7, § 13 ust. 1 pkt 4 lit. d, § 6 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie /Dz.U. Nr 8, poz. 46/ stwierdza się, że:

OBYWATEL MADEJ JAN

MAGISTER INŻYNIER ELEKTRYK

urodzony dnia 19 listopada 1954 r. w Kielcach

posiada przygotowanie zawodowe, upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji projektanta oraz kierownika budowy i robót w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie instalacji elektrycznych.

OBYWATEL MADEJ JAN jest upoważniony do:

- 1/ sporządzania projektów instalacji elektrycznych,
- 2/ kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy i robót, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie instalacji elektrycznych.

Otrzymuje:

Ob. Jan Madej

ul. Karłowicka 10/215

Kielce

GLÓWNY ARCHITEKT WOJEWÓDZKI
DYREKTOR WYDZIAŁU

mgr inż. arch. Aleksander Dobrowolski



o numerze weryfikacyjnym:

Pan Jan Madej o numerze ewidencyjnym SWK/IE/0385/01
adres zamieszkania ul. Żeromskiego 38/22, 25-370 Kielce
jest członkiem Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2020-01-01 do 2020-06-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2020-01-27 roku przez:

Andrzej Pawelec, Zastępca Przewodniczącego Rady Świętokrzyskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

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