

INWESTOR: **GMINA DROHICZYN**  
**ul. Kraszewskiego 5, 17-312 Drohiczyn**

INWESTYCJA: **„Budowa wieży widokowej”**

ADRES INWESTYCJI: **Wygoda, gmina Janów Podlaski, nr geod działki: 76**

FAZA PROJEKTU: **PROJEKT BUDOWLANY**

BRANŻA: **KONSTRUKCJA**

Projektant: **mgr inż. Wiesław Tomasz Waszczak**  
**nr uprawnień: MAZ/0224/PWBKb/15**

Sprawdzający: **mgr inż. Tomasz Wojczakowski**  
**nr uprawnień: MAZ/0121/PWOK/11**

DATA OPRACOWANIA: **06.02.2018**

Projekt jest chroniona prawem autorskim (Ustawa z dnia 4.02.1994r. Dz.U. nr 24, poz.83) i nie może być wykorzystywana i powielana bez zgody autora projektu

**SIEMIATYCZE, 06.02.2018**

RAFAŁ LUBOWICKI POLPHINN ENGINEERING UL. BUKOWA 16, 17-300 SIEMIATYCZE

## S P I S   T R E Ś C I

<b>1. OŚWIADCZENIA I UPRAWNIENIA.....</b>	<b>3</b>
1.1. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA I SPRAWDZAJĄCEGO.....	3
1.2. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIE IZBY PROJEKTANTÓW .....	4
1.3. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIE IZBY SPRAWDZAJĄCEGO.....	7
<b>2. PODSTAWA I CEL OPRACOWANIA .....</b>	<b>10</b>
<b>3. ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE PRZYJĘTE DO PROJEKTOWANIA.....</b>	<b>11</b>
3.1. UKŁAD KONSTRUKCYJNY WIEŻY .....	11
3.2. WARUNKI GRUNTOWE I SPOSÓB POSADOWIENIA .....	11
3.3. NORMY PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ STATYCZNYCH KONSTRUKCJI .....	12
3.4. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ STATYCZNYCH KONSTRUKCJI.....	12
3.4.1. ZAŁOŻENIA OGÓLNE .....	12
3.4.2. ZASTOSOWANE SCHEMATY KONSTRUKCYJNE (STATYCZNE) .....	13
3.4.3. OBCIĄŻENIA – ZAŁOŻENIA (CHARAKTERYSTYCZNE).....	14
3.4.4. OBCIĄŻENIA STAŁE – WARSTWY WYKOŃCZENIOWE .....	14
3.4.5. OBCIĄŻENIE ZMIENNE – UŻYTKOWE .....	14
3.4.1. OBCIĄŻENIE ZMIENNE – WIATR .....	15
3.4.2. OBCIĄŻENIE ZMIENNE – ŚNIEG .....	16
3.5. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH KONSTRUKCJI.....	17
3.6. SZCZEGÓŁOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH KONSTRUKCJI.....	19
3.6.1. SCHEMATY KONSTRUKCYJNE WIEŻY .....	19
3.6.2. PRZYPADKI OBCIĄŻEŃ .....	25
3.6.3. GRUPY OBCIĄŻEŃ .....	25
3.6.4. KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ.....	25
3.6.5. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCJI - SKRÓCONE .....	26
3.6.6. FUNDAMENTY .....	41
3.7. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI OBIEKTU.....	44
3.7.1. FUNDAMENTY .....	44
3.7.2. KONSTRUKCJA WIEŻY .....	44
3.7.3. ODPORNOŚĆ NA KORÓZJĘ BIOLOGICZNĄ.....	47
3.7.4. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE.....	48
3.7.1. ZABEZPIECZENIE POWIERZCHNI BETONOWYCH.....	48
<b>4. CZĘŚĆ RYSUNKOWA ZAŁOŻEŃ KONSTRUKCYJNYCH.....</b>	<b>49</b>
PB-K-01 RZUT FUNDAMENTÓW (1:100).....	49
PB-K-02 SCHEMAT KONSTRUKCJI WIEŻY - AKSONOMETRIA (1:100).....	50
PB-K-03 SCHEMAT KONSTRUKCJI WIEŻY – WIDOKI Z1, Z2, Z3 (1:100).....	51
PB-K-04 SCHEMAT KONSTRUKCJI WIEŻY – TRZON WEW. - WIDOKI T1, T2, T3 (1:100).....	52
PB-K-05 SCHEMAT KONSTRUKCJI WIEŻY – DACH (1:100) .....	53
PB-K-06 SCHEMAT KONSTRUKCJI WIEŻY – SCHODY +0,55m, +1,95m, +3,35m, +4,75m (1:100).....	54
PB-K-07 SCHEMAT KONSTRUKCJI WIEŻY – SCHODY +6,15m, +7,55m, +8,95m, +10,35m (1:100).....	55
PB-K-08 SCHEMAT KONSTRUKCJI WIEŻY – SCHODY +11,75m, +13,15m, +14,55m, TARSA +15,95m (1:100).....	56

# **1. OŚWIADCZENIA I UPRAWNIENIA**

## **1.1. OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA I SPRAWDZAJĄCEGO**

Siemiatycze, 06.02.2018

### **OŚWIADCZENIE**

Oświadczam, że projekt budowlany: „Budowa wieży widokowej” adres inwestycji: Wygoda, gmina Janów Podlaski, nr geod działki: 76, sporządzony dla inwestora: GMINA DROHICZYN ul. Kraszewskiego 5, 17-312 Drohiczyn, został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

#### **PROJEKTANT**

mgr inż. Wiesław Tomasz Waszczak  
nr uprawnień: MAZ/0224/PWBKb/15

#### **SPRAWDZAJĄCY**

mgr inż. Tomasz Wojczakowski  
nr uprawnień: MAZ/0121/PWOK/11

06.02.2018

## 1.2. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIE IZBY PROJEKTANTÓW



Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa  
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt. MAZ/7131-7132/328/15/K

Warszawa, dnia 1 lipca 2015 r.

### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 w związku z art. 11 ust. 1 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (tekst jedn.: Dz.U. z 2013 r. poz. 932 z późn. zm.) i art. 12 ust. 1 pkt 1 - 5, ust. 2, 3 i 4c pkt 3, art. 13 ust. 1, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. z 2013r. poz. 1409 z późn. zm.) oraz § 10 i 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan mgr inż. Wiesław Tomasz Waszczak**  
ur. dnia 27 sierpnia 1974 roku w Warszawie  
otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**numer ewidencyjny MAZ/0224/PWBKb/15**  
**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi**  
**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 Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw. ....

mgr inż. Irena Churska .....

mgr inż. Leszek Ganowicz .....





Uprawnienia budowlane nadane

**Panu mgr inż. Wiesławowi Tomaszowi Waszczak**  
**ur. dnia 27 sierpnia 1974 roku w Warszawie**

**numer ewidencyjny MAZ/0224/PWBKb/15**  
**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi**  
**w specjalności konstrukcyjno-budowlanej**  
**bez ograniczeń**

upoważniają do:

- I. w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:  
projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego, w odniesieniu do konstrukcji obiektu;
- II. w specjalności konstrukcyjno-budowlanej do:
  - 1) kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
  - 2) kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrole techniczną wytwarzania tych elementów,
  - 3) wykonywania nadzoru inwestorskiego,
  - 4) sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, w odniesieniu do konstrukcji i architektury obiektu;
- III. w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, do sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu.

**Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw. ....

mgr inż. Irena Churska .....

mgr inż. Leszek Ganowicz .....



Otrzymują:

1. Pan Wiesław Tomasz Waszczak  
ul. Wspólna Droga 8 m. 63  
04-352 Warszawa,
2. Okręgowa Rada Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-JXH-SI6-YRK \*

Pan WIESŁAW TOMASZ WASZCZAK o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0338/15  
adres zamieszkania ul. WSPÓLNA DROGA 8 / 63, 04-352 WARSZAWA  
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2018-02-01 do 2018-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2018-02-06 roku przez:

Mieczysław Grodzki, Przewodniczący Rady Mazowieckiej 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](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



### 1.3. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIE IZBY SPRAWDZAJĄCEGO



sygn. akt. MAZ/7131-7132/ 169 / 11 /K

Warszawa, dnia 20 czerwca 2011 r.

#### DECYZJA

Na podstawie art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. nr 5, poz. 42 z późn. zm.), art. 12 ust. 1 pkt 1-5 oraz ust. 3, art. 13 ust. 1, 3 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.) oraz § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 17 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 83 poz. 578 późn. zm.)

**Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa:  
nadaje**

**Panu Tomaszowi Wojczakowskiemu  
magistrowi inżynierowi  
urodzonemu dnia 27 lipca 1980 roku w m. Sieciechów, synowi Mikołaja**

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE  
nr MAZ/ 0121 /PWOK/11**

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

#### Szczegółowy zakres uprawnień

**I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1-5, art. 13 ust. 1, 3 i 4 ustawy – Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:**

- 1/ projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego,
- 2/ kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi,
- 3/ kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
- 4/ wykonywania nadzoru inwestorskiego,
- 5/ sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

**II. Na mocy § 15 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:**

sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej.



**III. Na mocy § 17 ust. 1 w zw. z § 16 ust. 1 pkt 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:**

projektowania obiektu budowlanego i kierowania robotami budowlanymi związanymi z obiektem budowlanym w zakresie:

- 1/ sporządzania projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu oraz
- 2/ kierowania robotami budowlanymi w zakresie, o którym mowa w pkt 1/ oraz w odniesieniu do architektury obiektu.

**UZASADNIENIE**

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

**POUCZENIE**

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 ustawy – Prawo budowlane, podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru, prowadzonego przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.

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

**Skład Orzekający**

- 1/ mgr inż. Leszek Ganowicz
- 2/ mgr inż. Krzysztof Latoszek
- 3/ mgr inż. Zygmunt Garwoliński



Otrzymują:

1. Pan Tomasz Wojczakowski  
ul. Hanki Lewandowicz 2 m. 5  
26-930 Garbatka – Letnisko
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
3. a/a





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-WV9-ULS-T44 \*

Pan TOMASZ WOJCZAKOWSKI o numerze ewidencyjnym MAZ/BO/0541/11  
adres zamieszkania ul. HANKI LEWANDOWICZ 2/5, 26-930 GARBATKA - LETNISKO  
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2017-08-01 do 2018-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2017-07-17 roku przez:

Mieczysław Grodzki, Przewodniczący Rady Mazowieckiej 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.piiib.org.pl](http://www.piiib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

## 2. PODSTAWA I CEL OPRACOWANIA

Ustawy i Rozporządzenia:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. z 2016 r. poz. 290),
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. W sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. z 2012r. poz. 462)
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. W sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012r. Poz. 463)

Celem niniejszego opracowania jest projekt budowlany: „Budowa wieży widokowej” adres inwestycji: Wygoda, gmina Janów Podlaski, nr geod. działki: 76, sporządzony dla inwestora: GMINA DROHICZYN ul. Kraszewskiego 5, 17-312 Drohiczyn, w zakresie branży konstrukcyjnej, stanowiący podstawę do uzyskania decyzji administracyjnej o pozwoleniu na budowę.

Projekt budowlany nie może stanowić podstawy wykonania robót budowlanych w rozumieniu definicji dokumentacji budowy (art. 3, pkt. 13 Ustawy – Prawo budowlane).

### 3. ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE PRZYJĘTE DO PROJEKTOWANIA

#### 3.1. UKŁAD KONSTRUKCYJNY WIEŻY

Wysokość drewnianej wieży wynosi 19,55m n.p.t. Konstrukcja projektowanej drewnianej wieży widokowej składa się z trzonu wewnętrznego, kratownicy zewnętrznej z outriggerem, dachu i tarasu wraz ze spocznikami i biegami schodów.

Posadowienie bezpośrednie jako fundament płytowy na warstwie nośnej gruntu 1,20m p.p.t. Drewniana konstrukcja nie styka się z gruntem, zaczyna się 0,45m powyżej ppt. i połączona jest z płytą fundamentową żelbetowymi słupami/trzonami.

Trzon wewnętrzny wieży stanowi przestrzenną kratownicę drewnianą w kształcie równobocznego trójkąta o wymiarze osiowym każdej krawędzi 2,078m, sztywno utwierdzoną w gruncie za pomocą żelbetowego bloku fundamentowego. W kierunku pionowym występują drewniane krzyżulce kratownicy, wymiar osiowy sekcji 1,40m.

Kratownice zewnętrzne składają się z drewnianych krawężników rozstawionych w narożnikach trójkąta równobocznego którego wymiar osiowy boku wynosi 8,560m. Krawężniki nachylone są do środka wieży pod kątem 89°. Na poziomie +6,05m n.p.t., +10,25m n.p.t. występują poziome drewniane rygle, które wraz z krzyżowymi stężeniami stalowymi tworzą kratownicę zewnętrzną.

Pod poziomem tarasu widokowego krawężniki są połączone ze sobą outriggerem złożonym z trzech drewnianych kratownic. Każda z nich jest także połączona z trzonem wewnętrznym w sposób umożliwiający komunikację na schodach i spocznikach.

Dach wieży widokowej złożony jest z drewnianych belek wieńczących krawężniki i służących do zamocowania krokwi. Jednopołaciowa konstrukcja jest pochylona pod kątem 15° w kierunku najniższego krawężnika.

Taras widokowy, spoczniki, biegi schodowe i balustrady zaprojektowano jako drewniane. Spoczniki i taras widokowy ukształtowane są z belek drewnianych, w sposób zapewniający połączenie trzonu wewnętrznego i kratownic zewnętrznych z outriggerem. Biegi schodowe oparte są na spocznikach, których belki są podparte zastrzałami. Schody i spoczniki zaprojektowano z desek drewnianych. Główne słupki balustrad służą do mocowania pośrednich tralek oraz poręczy. Słupki tarasu widokowego dodatkowo podparto zastrzałami.

#### 3.2. WARUNKI GRUNTOWE I SPOSÓB POSADOWIENIA

Na podstawie:

„Opinii geotechnicznej i dokumentacji badań podłoża gruntowego” dla zadania: Budowa wieży widokowej oraz wiaty wypoczynkowej w ramach projektu „Łączy nas Bug – planowanego do realizacji na działce nr ewid.: 76 w Wygodzie, gm. Janów Podlaski, pow. bialski, woj. lubelskie. Wykonanej przez mgr inż. Tadeusza Siluka Biała Podlaska, luty 2018r, stwierdzono:

proste warunki gruntowe, a **projektowany obiekt budowlany został zaliczony do II kategorii geotechnicznej.**

Posadowienie bezpośrednie obiektu zaprojektowano jako fundament płytowy na warstwie występujących gruntów nośnych tj. piasek drobny, piasek średni, piasek gruby w stanie co najmniej średniozagęszczonym w poziomie 1,20m ppt.

Do obliczeń przyjęto parametry geotechniczne wg badań podłoża gruntowego:

Nazwa	miąższość H[m]	$\rho_m$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi'$ [°]	Spójność Cu [kPa]	M0 [kPa]
Gleba	0,3	-	-	-	-
Piasek gliniasty	0,5	21,5	13,3	25	42000
Piasek drobny $I_D=0,64$	2,7	17,5	28,2	-	80000
Piasek średni $I_D=0,58$	1,0	20,0	30,1	-	110000
Piasek gruby $I_D=0,48$	2,0	20,0	29,6	-	95000
Piasek drobny	0,7	20,0	29,6		95000
Pył piaszczysty $I_L=0,50$	0,8	19,5	9,0	8,5	15500

Poziom swobodnego zwierciadła wody gruntowej 2,2 ppt.



### 3.3. NORMY PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ STATYCZNYCH KONSTRUKCJI

- PN-EN 1990 Eurokod 0. Podstawy projektowania konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-1 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.
- PN-EN 1991-1-2 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru.
- PN-EN 1991-1-3 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążenie śniegiem.
- PN-EN 1991-1-4 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- PN-EN 1991-1-5 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania termiczne.
- PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1992-1-2 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-2: Reguły ogólne. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe.
- PN-EN 1993-1-1 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- PN-EN 1993-3-1 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 3-1: Wieże, maszty i kominy. Wieże i maszty.
- PN-EN 1995-1-1 Eurokod 5. Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-1: Postanowienia ogólne. Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.
- PN-EN 1997-1 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 1997-2 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- PN-EN 338 Drewno konstrukcyjne. Klasy wytrzymałości.
- PN-EN ISO 7094. Podkładki okrągłe. Szereg bardzo duży. Klasa dokładności C.
- PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

### 3.4. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO OBLICZEŃ STATYCZNYCH KONSTRUKCJI

#### 3.4.1. ZAŁOŻENIA OGÓLNE

Wilgotność drewna litego nie powinna przekraczać 23% w konstrukcjach pracujących na otwartym powietrzu. W przypadku użycia drewna świerkowego należy uwzględnić że jest zaliczany do gatunków wrażliwych na pękanie.

Przyjęte klasy sortownicze drewna konstrukcyjnego wg PN-D-94021 w stosunku do klas wytrzymałości wg PN-EN 338:

- C35: modrzew europejski KW, sosna zwyczajna KW
- C30: modrzew europejski KS, świerk pospolity KW
- C24: sosna zwyczajna KS, świerk pospolity KS

Przyjęto 3 kategorię projektowanego okresu użytkowania: od 15 do 30 lat.

Przyjęto 3 Klasa użytkowania.

Elementy z drewna powinny odpowiadać wymaganiom EN 14081-1.

Łączniki metalowe powinny spełniać wymagania określone w EN 14592. Obliny, pęknięcia, sęki i inne wady w obrębie złącza powinny być ograniczone, aby nośność połączenia nie była zmniejszona.

Otworki w drewnie na śruby powinny mieć średnicę nie większą niż średnica śruby + 1mm powyżej średnicy łącznika. Otworki na śruby w blachach stalowych powinny mieć średnicę nie większą niż średnica śruby ściągającej + 2mm lub 0,1d. Pod główkę i nakrętkę należy stosować podkładki o długości boku średnicy co najmniej 3d i grubości co najmniej 0,3d. podkładki powinny mieć pełną powierzchnię nośną.

Śruby i wkręty powinny być tak dopasowane, aby łączone elementy ściśle przylegały do siebie. Aby zachować nośność i sztywność konstrukcji, jeśli to konieczne, śruby i wkręty należy ponownie dokręcić, gdy drewno osiągnie wilgotność równowagową.

### 3.4.2. ZASTOSOWANE SCHEMATY KONSTRUKCYJNE (STATYCZNE)

Wszystkie elementy prętowe połączono przegubowo w połączeniach z innymi elementami konstrukcji. Słupki główne balustrad zaprojektowano jako sztywno zamocowane w belce policzkowej lub belce krawędziowej spocznika. Graficzne przedstawienie projektowanej budowli obrazują schematy konstrukcji w szczegółowych wynikach obliczeń statycznych konstrukcji oraz z części rysunkowej założeń konstrukcyjnych.

Dla poszczególnych elementów konstrukcyjnych projektowanej budowli zastosowano następujące schematy statyczne:

- Trzon wewnętrzny                      przestrzenna kratownica z pasami ciągłymi i przegubowo połączonymi krzyżulcami kratownicy,
- Zewnętrzna kratownica                trzy płaszczyznach z kratownic złożonych z krawężników pochylonych pod kątem  $89^\circ$  do środka wieży oraz poziomych rygli i wiotkich stężeń stalowych, Wszystkie elementy połączone przegubowo, Stalowe stężenia jako elementy tylko rozciągane.
- Outrigger                                trzy kratownice złożone z pasów górnych i dolnych przegubowo połączonych z krawężnikami oraz krzyżulce przegubowo połączone z pasami kratownicy. Pas górny kratownicy obciążony jest tarasem widokowym a pas dolny jest dołączony do trzonu w sposób zapewniający komunikację na biegach schodów.
- Belki dachu i dach:                    główne belki dachowe przegubowo połączone z krawężnikami oraz trzonem wewnętrznym, zaprojektowano jako oparcie krokwi dachowych przegubowo połączonych z belkami oraz zabezpieczonych na wyboczenie poprzez pełne deskowanie w płaszczyźnie dachu.
- Spoczniki:                                Spoczniki zaprojektowano z obniżonej belki głównej przegubowo połączonej z trzonem wewnętrznym oraz krawężnikiem. Belki spocznika przy biegach schodów zaprojektowano jako przegubowo połączone z trzonem oraz podparte zastrzałem. Belka krawędziowa do której mocowana będzie balustrada połączona jest przegubowo z belką główną oraz belką spocznika.
- Belki policzkowe schodów:            Belki policzkowe zaprojektowano jako przegubowo połączone z belkami spoczników. Do zewnętrznej belki policzkowej będą mocowane słupki balustrady w sposób sztywny.
- Taras widokowy:                        Taras widokowy zaprojektowano jako płaszczyznę złożoną z belek przegubowo połączonych z trzonem wewnętrznym oraz opartych na górnym pasie outrigera.
- Balustrada:                                Balustradę zaprojektowano jako ze słupków głównych sztywno połączonych z belkami krawędziowymi spoczników oraz belkami policzkowymi schodów. Balustrada na tarasie widokowym Została wzmocniona zewnętrznymi zastrzałami słupków głównych. Pomiędzy słupkami głównymi zaprojektowano tralki oraz drewnianą poręcz.
- Stopnie schodów:                        Stopnie schodów zaprojektowano jako belki swobodnie podparte pomiędzy belkami policzkowymi.
- Deskowanie:                                Deski na spocznikach oraz tarasie widokowym zaprojektowano jako belki swobodnie podparte minimum dwuprzęsłowe.

### 3.4.3. OBCIĄŻENIA – ZAŁOŻENIA (CHARAKTERYSTYCZNE)

- Obciążenie śniegiem: III strefa,  $S_k=1,20\text{kN/m}^2$ ,
- Obciążenie wiatrem: I strefa,  $q_p=0,81-1,40\text{kN/m}^2$ ,
- Obciążenie użytkowe C3 (bez przeszkód dla ludzi):  $4,00-5,00\text{ kN/m}^2$ ,
- Obciążenie użytkowe C5 (poziome balustrad tarasu):  $3,00\text{kN/m}$ ,
- Obciążenie użytkowe C3 (poziome balustrad schodów):  $1,00\text{kN/m}$ ,
- Obciążenie ciężarem warstw wykończeniowych: wg projektu architektonicznego.

### 3.4.4. OBCIĄŻENIA STAŁE – WARSTWY WYKOŃCZENIOWE

Obciążenie pokryciem dachu z pełnym poszyciem	$q_k$	$Y_f$	$q_d$
Pokrycie dachowe (gont bitumiczny)	0,15	1,35	0,20
--- Papa podkładowa 4mm	0,05	1,35	0,07
2,5 cm Pełne deskowanie 0,025 x 6,00	0,15	1,35	0,20
<b>OBCIĄŻENIE CAŁKOWITE [<math>\text{kN/m}^2</math>]</b>	<b>0,35</b>		<b>0,47</b>

Przyjęto obciążenie powierzchniowe [ $\text{kN/m}^2$ ] 0,35 0,47  
 (ciężar konstrukcji krokwi z znajduje się w obliczeniach w pozycji "Ciężar własny")

Obciążenie deskowaniem 5cm	$q_k$	$Y_f$	$q_d$
5 cm Pełne deskowanie 0,05 x 6,00	0,30	1,35	0,41
<b>OBCIĄŻENIE CAŁKOWITE [<math>\text{kN/m}^2</math>]</b>	<b>0,30</b>		<b>0,41</b>

Przyjęto obciążenie powierzchniowe [ $\text{kN/m}^2$ ] 0,30 0,41  
 (ciężar konstrukcji krokwi z znajduje się w obliczeniach w pozycji "Ciężar własny")

### 3.4.5. OBCIĄŻENIE ZMIENNE – UŻYTKOWE

Obciążenie użytkowe tarasu widokowego	$q_k$	$Y_f$	$q_d$
kategoria C3: bez przeszkód dla ludzi	5,00	1,50	7,50
<b>OBCIĄŻENIE POWIERZCHNIOWE [<math>\text{kN/m}^2</math>]</b>	<b>5,00</b>		<b>7,50</b>

Obciążenie użytkowe schodów i spoczników	$q_k$	$Y_f$	$q_d$
kategoria C3: bez przeszkód dla ludzi	4,00	1,50	6,00
<b>OBCIĄŻENIE POWIERZCHNIOWE [<math>\text{kN/m}^2</math>]</b>	<b>4,00</b>		<b>6,00</b>

Obciążenie użytkowe balustrady tarasu	$q_k$	$Y_f$	$q_d$
kategoria C5: dostępne dla tłumu	3,00	1,50	4,50
<b>OBCIĄŻENIE LINIOWE [<math>\text{kN/m}</math>]</b>	<b>3,00</b>		<b>4,50</b>


  

Obciążenie użytkowe balustrady schodów	$q_k$	$Y_f$	$q_d$
kategoria C3: bez przeszkód dla ludzi	1,00	1,50	1,50
<b>OBCIĄŻENIE LINIOWE [<math>\text{kN/m}</math>]</b>	<b>1,00</b>		<b>1,50</b>



### 3.4.1. OBCIĄŻENIE ZMIENNE – WIATR

Strefa obciążenia wiatrem: 1  $v_{b,o} = 22,00 \text{ m/s}$   
 Współczynnik kierunkowy wiatru:  $c_{dir} = 1,0$   
 Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,0$   
 Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = 1,0 \quad 1,0 \quad 22,00 = 22,00 \text{ m/s}$   
 Wysokość odniesienia  $z_e = h = 20 \text{ m}$

Kategoria terenu: II   
 $z_0 = 0,05 \text{ m} \quad z_{min} = 2 \text{ m} \quad z_{max} = 300 \text{ m}$   
 Współczynnik chropowatości  
 $c_r(z) = 1,0 \times (20 / 10)^{0,17} = 1,125$

miejsce usytuowania: na nawietrznej stoku wzniesień i łańcuchów wzgórz:  
 wzórze maksymalnie: 30 m wysokości h na  $L_u$ : 100 m  $\Phi = 0,3$   
 $z/L_e = 0,200$

Współczynnik rzeźby terenu (orografii):  $c_o = 1 + 2s\Phi = 1,42$

Współczynnik turbulencji  $k_t = 1,0$   
 Intensywność turbulencji  $I_v(z) = k_t / (c_o(z) \times \ln(z/z_0)) = 0,118$   
 Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

Średnia prędkość wiatru  $v_m(z) = c_r(z) \times c_{o(z)} \times v_b = 35,07 \text{ m/s}$

Wartość charakterystyczna szczytowego ciśnienia prędkości wiatru  
 $q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times 0,5 \times \rho \times v_m^2(z) = 1,403 \text{ kN/m}^2$

Wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem terenu wzrasta prędkość wiatru.  
 Zbiorne zestawienie obciążenia wiatrem na wysokościach:

Wysokość h [m]	$q_p(z) [\text{kN/m}^2]$
20,05	1,404
18,65	1,395
17,25	1,382
15,85	1,369
14,45	1,353
13,05	1,335
11,65	1,313
10,25	1,288
8,85	1,261
7,45	1,223
6,05	1,180
4,65	1,125
3,25	1,053
1,85	0,953
0,45	0,808

### 3.4.2. OBCIĄŻENIE ZMIENNE – ŚNIEG

Wysokość na której działa obciążenie  $h = 20,00 \text{ m}$   
 Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 15^\circ$

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3

Strefa obciążenia śniegiem: 3  $s_k = 1,20 \text{ [kN/m}^2\text{]}$   
 Wysokość n.p.m.  $A \text{ [m]} = 190 \text{ m}$   
 Współczynnik ekspozycji:  
     Teren normalny  $C_e = 1,000$   
 Współczynnik termiczny:  
     Dach o niskim współczynniku przenikania ciepła  $C_t = 1,000$

W przypadku, gdy:  $1 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq U \leq 4,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$   
 $\Delta t$  - różnica temperatury  $\Delta t = 3 \text{ [}^\circ\text{C]}$   
 $t_i$  - temperatura wewnętrzna  $t_i = 8 \text{ [}^\circ\text{C]}$   
 $U$  - współczynnik przenikania ciepła przegrody dachowej  $U = 0,70 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$

Współczynnik kształtu połaci dachowych:

nachylenie połaci 1:  $15^\circ$   $\mu_1 = 0,800$

Obciążenie charakterystyczne dachu:

$s_1 =$	0,800	1,0	1,000	1,20	=	<b>0,96</b> [kN/m <sup>2</sup> ]
---------	-------	-----	-------	------	---	----------------------------------

Obciążenie charakterystyczne krokwi w rozstawie:

	0,80 m		
	0,96	0,80	= <b>0,77</b> [kN/m]

Obciążenie obliczeniowe dachu:

	$\gamma_f =$	1,50	
$s_1' =$	1,5	0,96	= <b>1,44</b> [kN/m <sup>2</sup> ]

Obciążenie obliczeniowe krokwi w rozstawie:

	0,80 m		
	1,44	0,80	= <b>1,15</b> [kN/m]

### 3.5. PODSTAWOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH KONSTRUKCJI

TRZON WEWNĘTRZNY						
Element	Wielkości statyczne obliczeniowe (Ed) w miejscu sprawdzenia przekroju					
	N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
Pas kratownicy Ø25cm	-1,82	0,05	-1,00	-0,07	-0,73	0,00
Słupek 15x25cm	3,00	-0,36	7,82	0,05	3,86	-0,18
Słupek / krzyżulec 15x15cm	-22,57	0,01	-0,01	0,01	0,03	0
Krzyżulec 15x18cm	-38,63	-38,63	-38,63	-38,63	-38,63	-38,63
Stężenie Ø30mm	43,07	0	-0,14	0	-0,13	-0,01

KRATOWNICA ZEWNĘTRZNA						
Element	Wielkości statyczne obliczeniowe (Ed) w miejscu sprawdzenia przekroju					
	N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
Krawężnik Ø40cm	-157,12	-0,44	-1,79	0	0	0
Belka dachu 25x25cm	0,13	0,08	1,14	-0,30	13,60	-0,19
Poziome rygle 23x23cm	2,52	0	0	0	2,04	-5,80

OUTRIGGER						
Element	Wielkości statyczne obliczeniowe (Ed) w miejscu sprawdzenia przekroju					
	N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
Słupki 15x18cm	-20,39	0,06	-0,05	-0,15	0,19	-0,62
Pas górny/dolny 23x23cm	12,25	-0,07	-18,54	0,01	-9,68	-0,11

DACH						
Element	Wielkości statyczne obliczeniowe (Ed) w miejscu sprawdzenia przekroju					
	N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
Belka 25x25cm	1,16	-1,27	5,26	-0,51	15,04	-3,01
Krokiew 6x18cm	-0,63	-0,09	6,23	0	-4,61	0,17



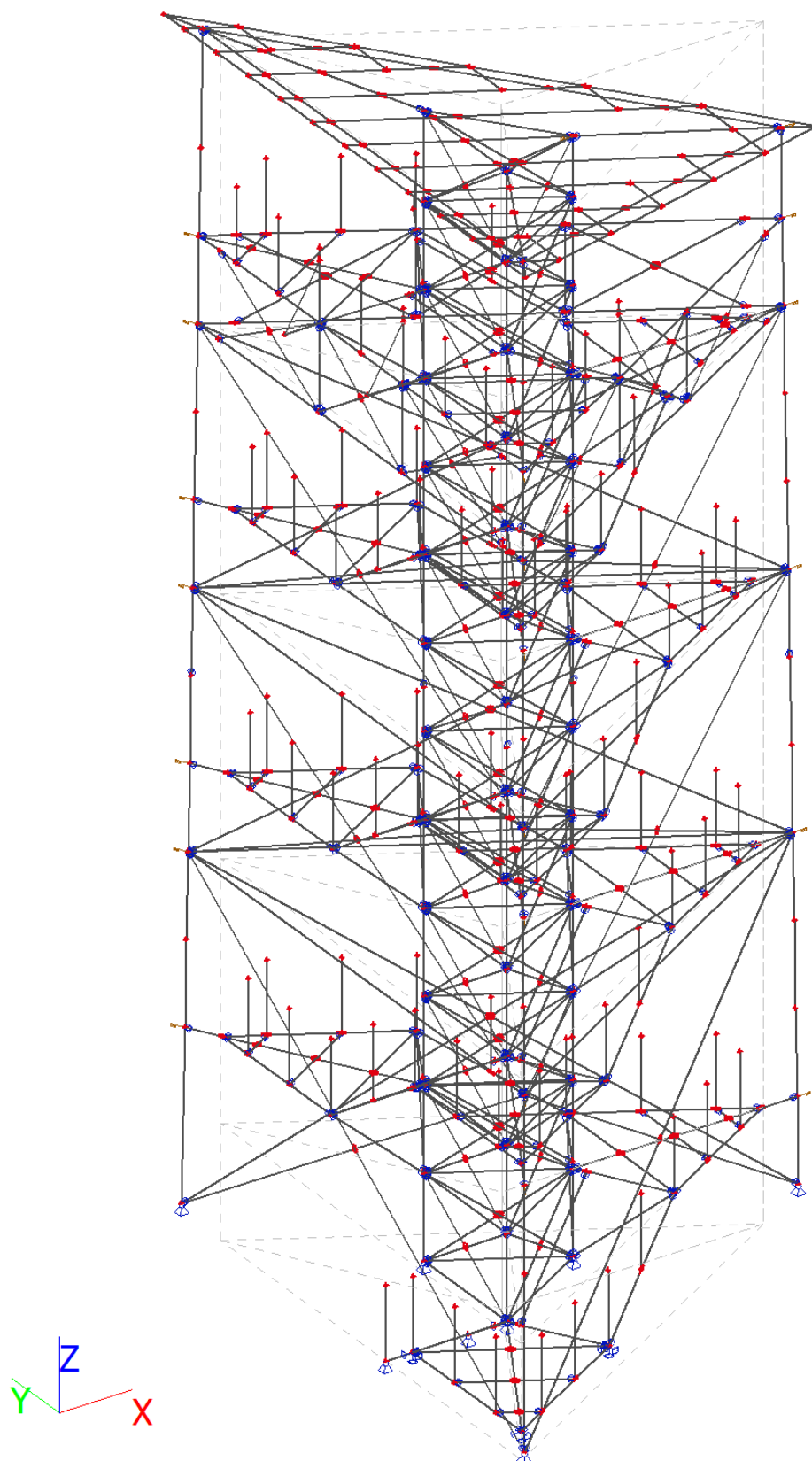
SCHODY						
Element	Wielkości statyczne obliczeniowe (Ed) w miejscu sprawdzenia przekroju					
	N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>y,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>y,Ed</sub> [kNm]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]
Belka 16x20cm	1,23	0,97	-4,99	-1,46	0	0
Belka 10x20cm	3,31	1,53	3,1	-0,57	0	0
Belka 10x10cm	-0,05	0	-1,20	0	-0,72	0

PŁYTA FUNDAMENTOWA GR 40CM					
Element	Wypadkowe wartości reakcji podporowych w wybranej sytuacji obliczeniowej				
	V [kN]	MB [kNm]	ML [kNm]	HB [kNm]	HL[kNm]
ULS	565,09	-1878,94	355,04	-145,40	-0,03
SLS	434,90	-1812,88	273,97	-145,40	-0,03

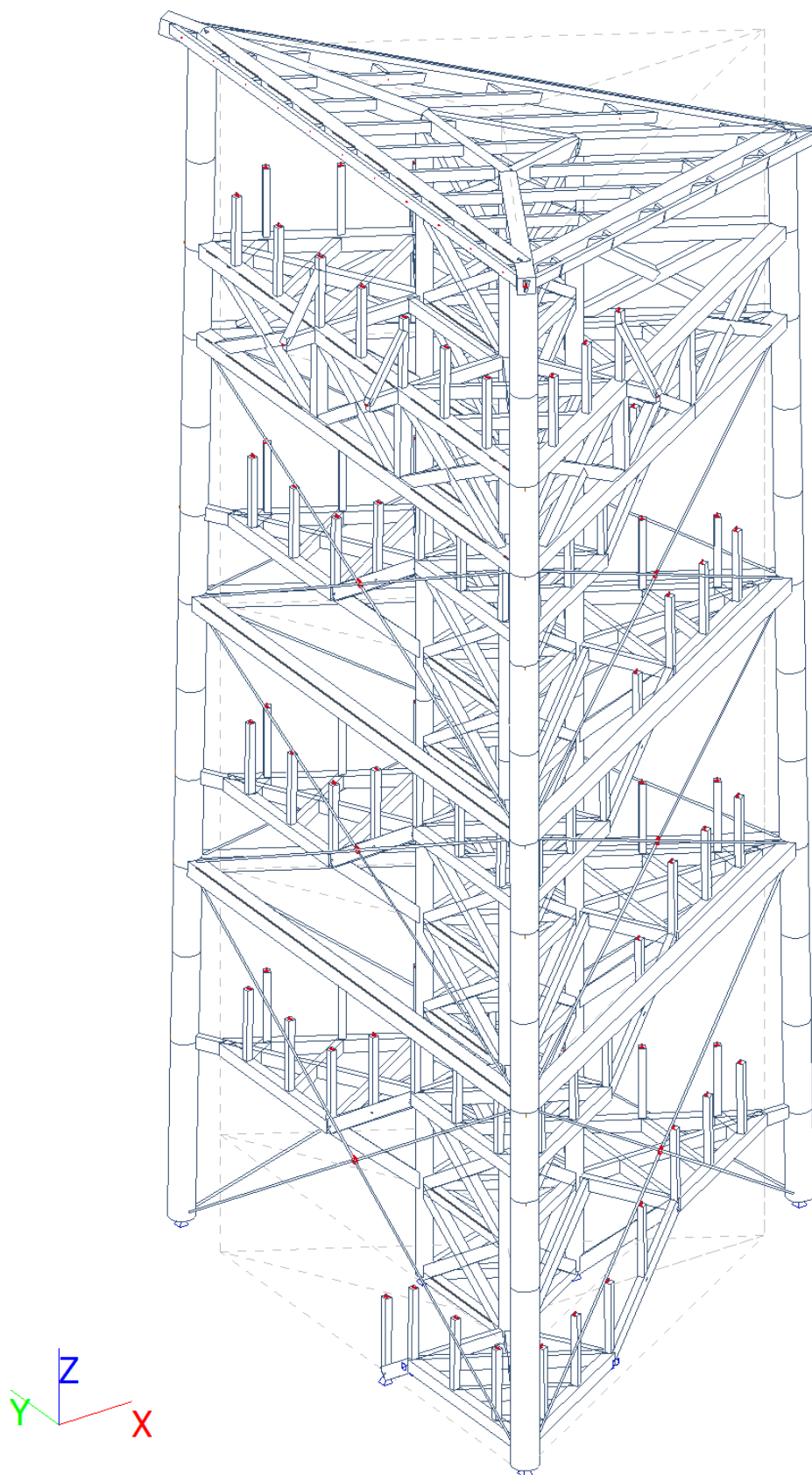
### 3.6. SZCZEGÓŁOWE WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH KONSTRUKCJI

#### 3.6.1. SCHEMATY KONSTRUKCYJNE WIEŻY

##### 3.6.1.1. SCHEMAT PRĘTOWY KONSTRUKCJI WIEŻY

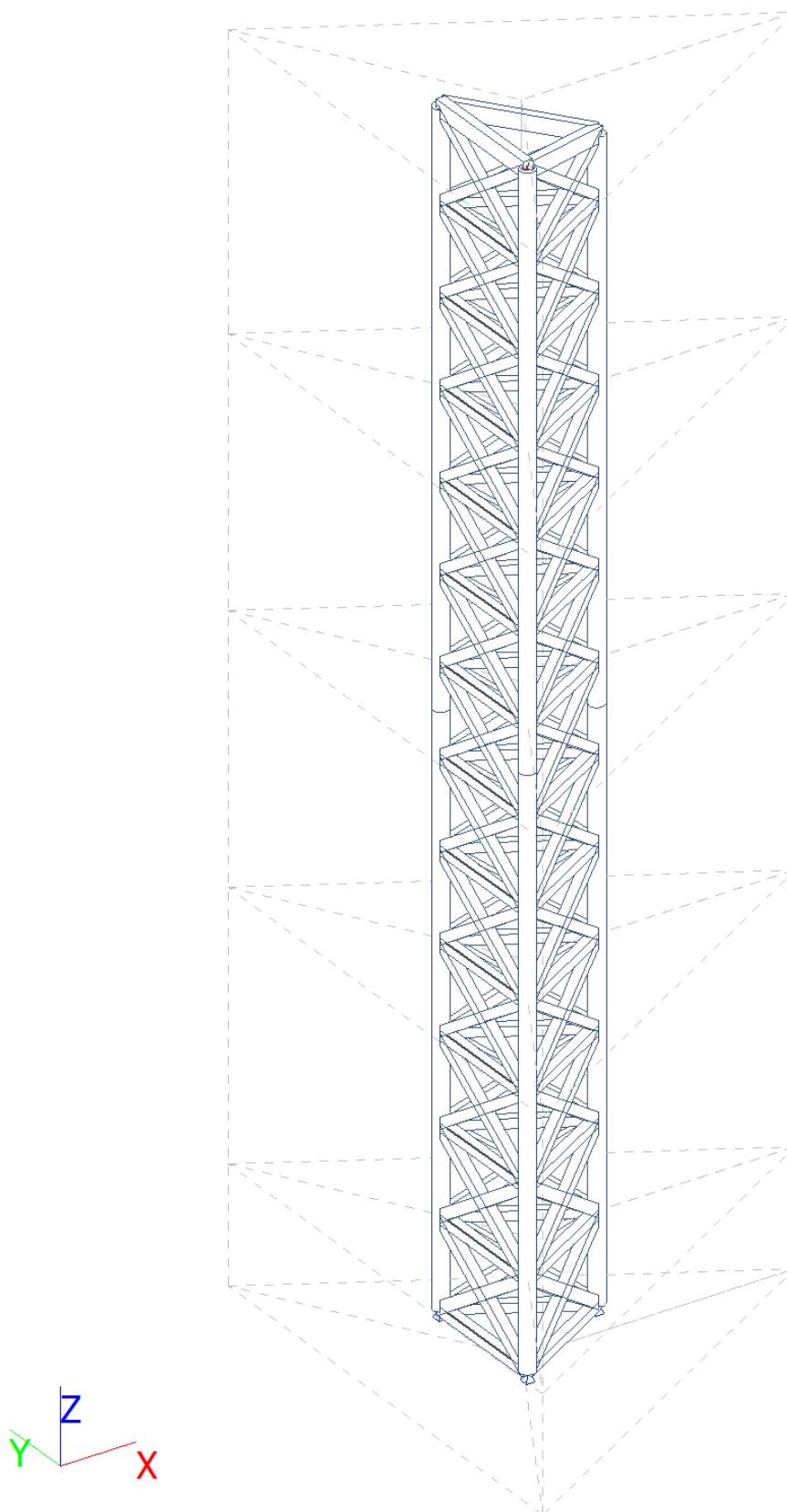


### 3.6.1.2. SCHEMAT KONSTRUKCJI WIEŻY

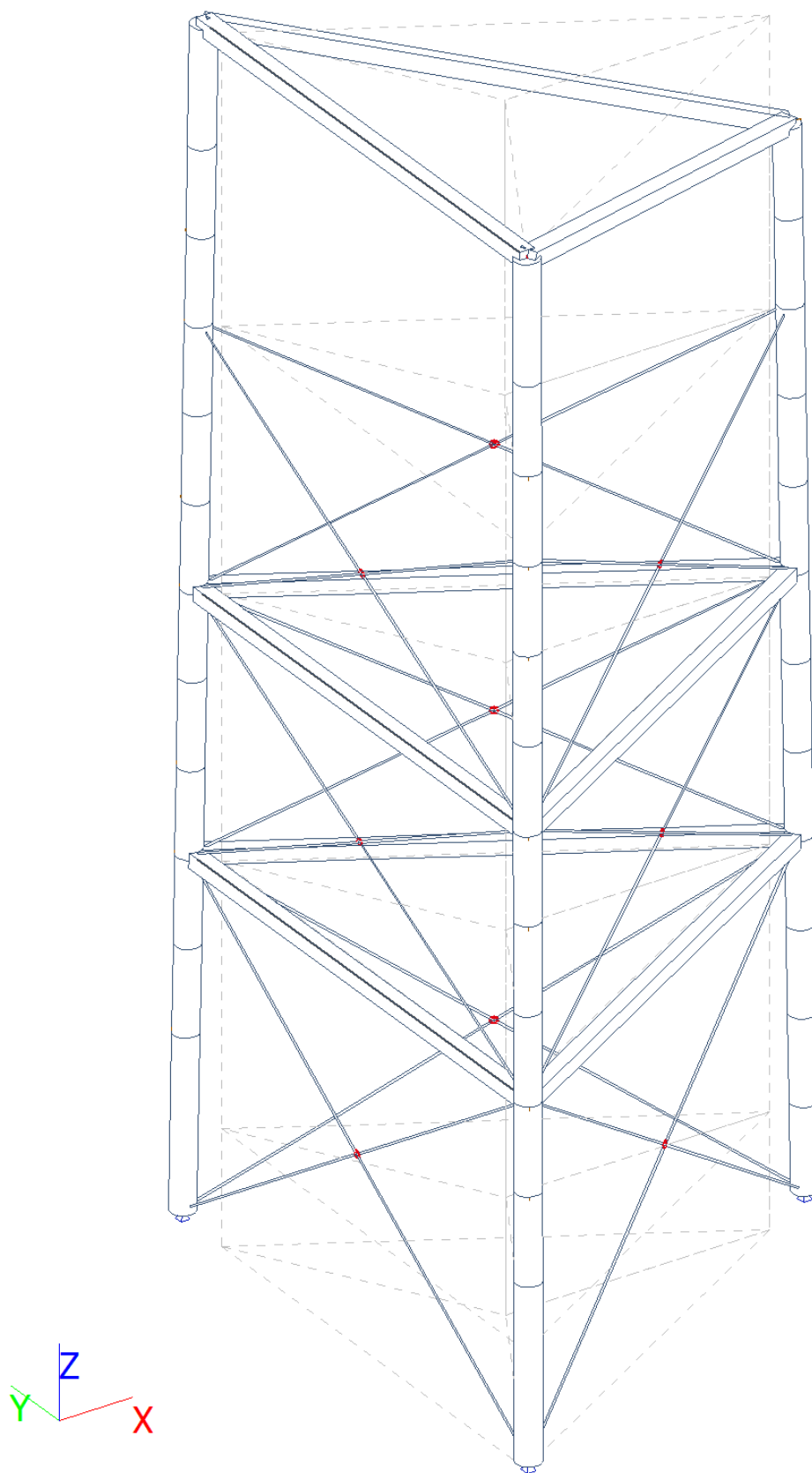




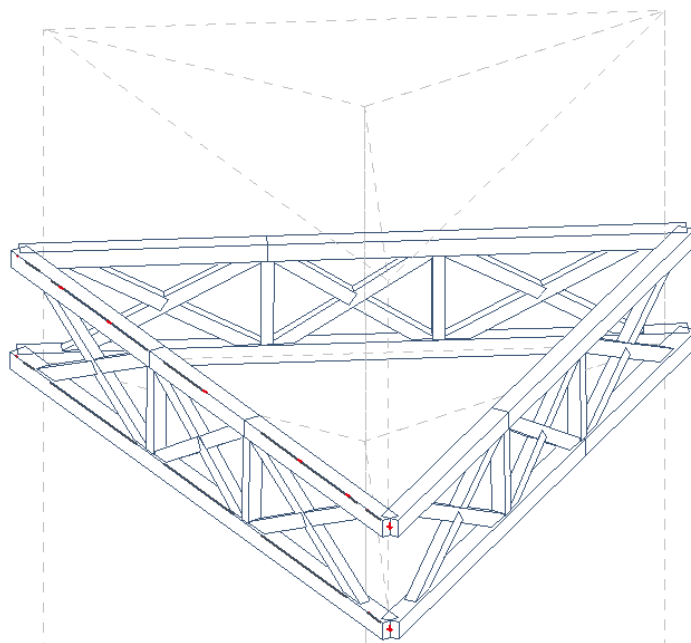
### 3.6.1.3. SCHEMAT KONSTRUKCJI TRZONU WEWNĘTRZNEGO



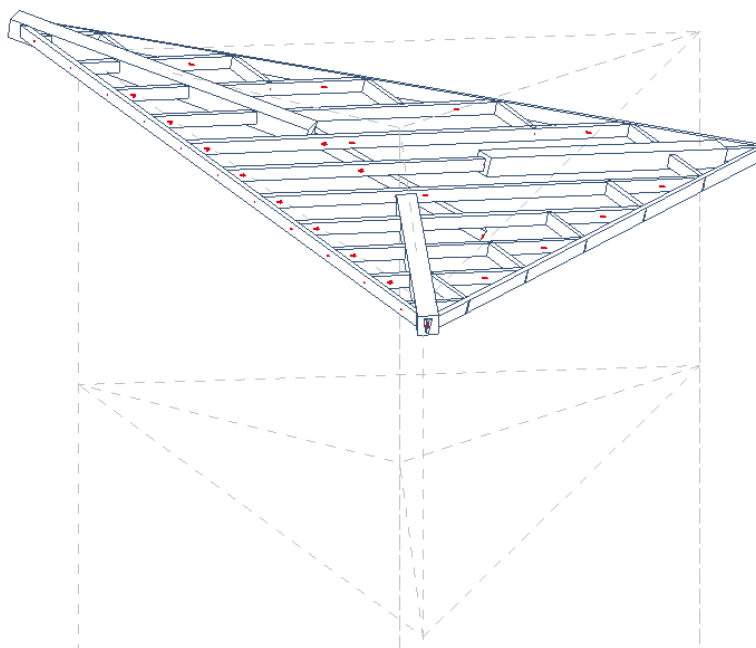
### 3.6.1.4. SCHEMAT KONSTRUKCJI KRATOWNICY ZEWNĘTRZNEJ



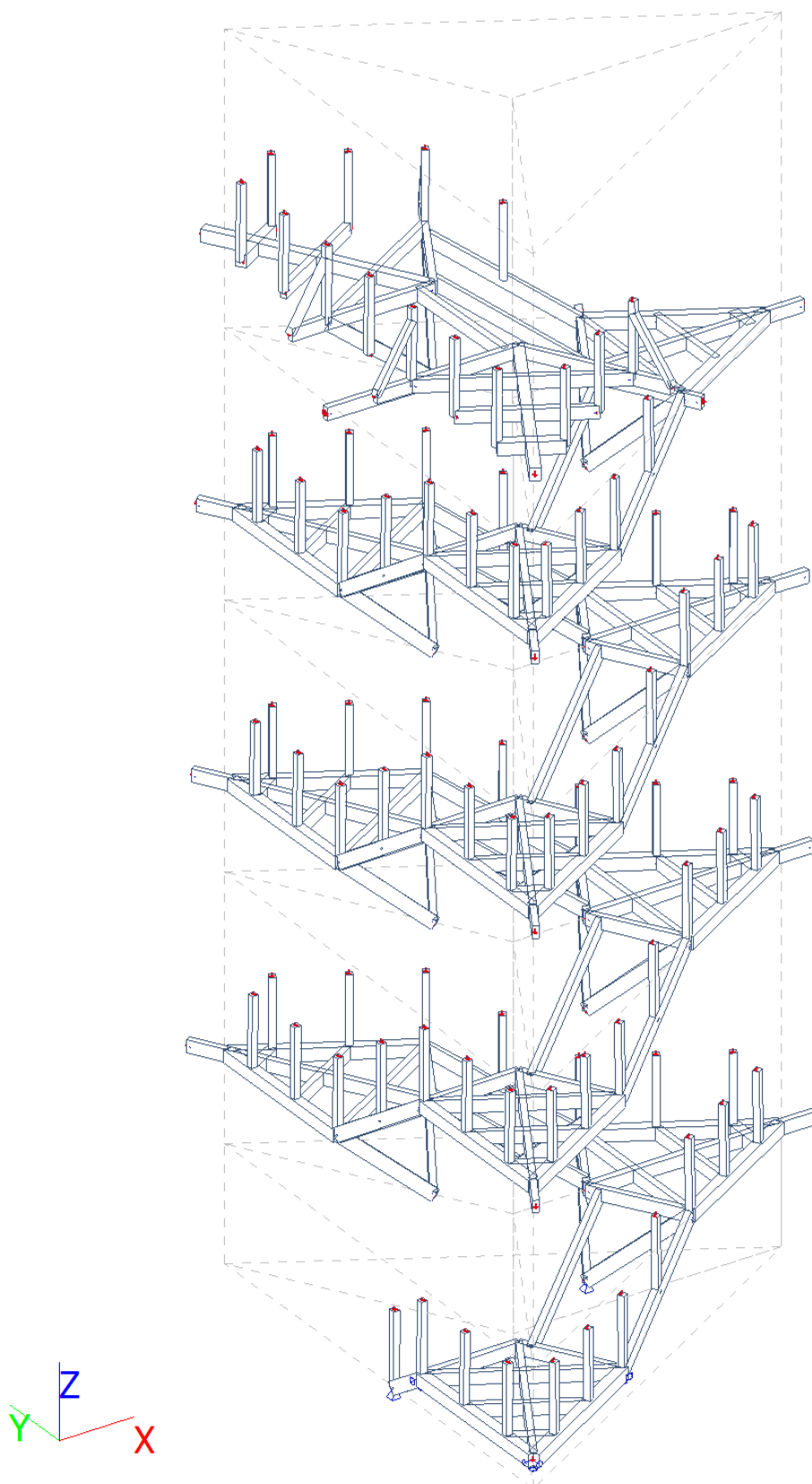
### 3.6.1.5. SCHEMAT KONSTRUKCJI OUTRIGGERA



### 3.6.1.6. SCHEMAT KONSTRUKCJI DACHU



### 3.6.1.7. SCHEMAT KONSTRUKCJI TARASU SPOCZNIKÓW I SCHODÓW





### 3.6.2. PRZYPADKI OBCIĄŻEŃ

Nazwa	Opis	Rodzaj działania	Grupa obciążeń	Kierunek	Czas trwania	Główny przypadek obciążenia
	Spec	Rodzaj obciążenia				
SW	STAŁE CIĘŻAR WŁASNY	Stały	STAŁE	-Z		
SA	STAŁE OBCIĄŻENIE WARSTWAMI ARCHITEKTONICZNYMI	Stały	STAŁE			
ZC	ZMIENNE KAT C : ZGROMADZENIA	Zmienny	KAT C : ZGROMADZENIA		Średni	Żadny
SN	ZMIENNE ŚNIEG	Zmienny	ŚNIEG		Średni	Żadny
WTR 1	ZMIENNE WIATR	Zmienny	WIATR		Krótki	Żadny
WTR 2	ZMIENNE WIATR	Zmienny	WIATR		Krótki	Żadny
WTR 3	ZMIENNE WIATR	Zmienny	WIATR		Krótki	Żadny
WTR 1.2	ZMIENNE WIATR	Zmienny	WIATR		Krótki	Żadny
WTR 2.2	ZMIENNE WIATR	Zmienny	WIATR		Krótki	Żadny
WTR 3.2	ZMIENNE WIATR	Zmienny	WIATR		Krótki	Żadny

### 3.6.3. GRUPY OBCIĄŻEŃ

Nazwa	Ociążenie	Związek	Typ
STAŁE	Stały		
KAT C : ZGROMADZENIA	Zmienny	Standard	Kat C : zgromadzenia
ŚNIEG	Zmienny	Wyłączna	Śnieg
WIATR	Zmienny	Wyłączna	Wiatr

### 3.6.4. KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ

Nazwa, Opis, Typ	CO1	EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B
Nazwa, Opis, Typ	CO2	EN-SGU Char.
Nazwa, Opis, Typ	CO3	EN-SGU Quasi - stała
Nazwa, Opis, Typ	CO4	EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B
Nazwa, Opis, Typ	CO5	EN-SGU Char.
Nazwa, Opis, Typ	CO6	EN-SGU Quasi - stała
Nazwa, Opis, Typ	CO7	EN-ULS (STR/GEO) Zestaw B
Nazwa, Opis, Typ	CO8	EN-ULS (STR/GEO) Set C
Nazwa, Opis, Typ	CO2.1	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO2.2	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO2.3	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO2.4	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO3.1	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO3.2	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO5.1	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO5.2	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO5.3	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO5.4	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO6.1	Obwiednia - użytkowność
Nazwa, Opis, Typ	CO6.2	Obwiednia - użytkowność

### 3.6.5. WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCJI - SKRÓCONE

#### 3.6.5.1. TRZON WEWNĘTRZNY

##### Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B793	9,143 m	D25 - OKRĄG (250)	C30	Wszystkie SGN	0,50
------------	---------	-------------------	-----	---------------	------

##### Klucz do kombinacji

Wszystkie SGN / SW + SA + ZC + WTR 1

##### Dane podstawowe

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30
--	------

##### Dane o materiale

Zginanie (fm,k)	30,0	MPa
Rozciąganie (ft,0,k)	18,0	MPa
Rozciąganie (ft,90,k)	0,4	MPa
Ściskanie (fc,0,k)	23,0	MPa
Ściskanie (fc,90,k)	2,7	MPa
Ścinanie (fv,k)	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **6,300 m**.

##### Siły wewnętrzne

NEd	-1,82	kN
Vy,Ed	0,05	kN
Vz,Ed	-1,00	kN
TEd	-0,07	kNm
My,Ed	-0,73	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

##### Współczynnik modyfikacji

Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji kmod	0,70

#### ...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU ...

##### Ściskanie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,0	MPa
$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

##### Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	1,75	kN
$l$	100	mm
$l_{ef}$	160	mm
$b$	10	mm
$A_{ef}$	1600	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	1,1	MPa
Warunek podparcia	Dyskretny	
$h$	250	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,50	-

##### Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	0,5	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,0	MPa
$k_{h,z}$	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	1,00	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,03 + 0,00 = 0,03 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,03 + 0,00 = 0,03 -

##### Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,0	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,02	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,00	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

##### Skręcanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
$k_{shape}$	1,20	
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,01	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,01	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

##### Kombinacja siły osiowej i zginania

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	1,00	

Sprawdzenie zgodności (6.19) = 0,00 + 0,03 + 0,00 = 0,03 -

Sprawdzenie zgodności (6.20) = 0,00 + 0,03 + 0,00 = 0,03 -

#### Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

#### ...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...

##### Śłupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23),(6.24)

Parametry wybożenia	yy	zz	
Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	1,400	1,400	m
Współczynnik wybożenia $k$	0,90	0,92	
Długość wyboczeniowa $L_{cr}$	1,258	1,283	m
Smukłość $\lambda$	20,13	20,52	-
Smukłość względna $\lambda$	0,34	0,35	-
Smukłość graniczna	0,30	0,30	-
Niedoskonałość $\beta_c$	0,20	0,20	-
Współczynnik redukcji $k_c$	0,99	0,99	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) = 0,00 + 0,03 + 0,00 = 0,03 -

Sprawdzenie zgodności (6.24) = 0,00 + 0,03 + 0,00 = 0,03 -

##### Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

##### Parametry zwężenia

Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	1217,99	kNm
---	---------	-----

**Parametry zwichrzenia**

Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	794,0	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,19	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,03 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

**Parametry  $M_{y,crit}$** 

$G_{0,05}$	500,0	MPa
Długość zwichrzenia L	1,400	m
$L_{ef}/L$	1,00	-
Długość skuteczna $L_{ef}$	1,400	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	-

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.**

Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B45	2,134 m	15X25 - PROST (150; 250)	C30	Wszystkie SGN	0,29
-----------	---------	--------------------------	-----	---------------	------

**Klucz do kombinacji**

Wszystkie SGN / SW + SA + SN + ZC + WTR 1.2

**Dane podstawowe**

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30
--	------

**Dane o materiale**

Zginanie ( $f_{m,k}$ )	30,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	18,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	23,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,7	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	-

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **0,491 m**.**Siły wewnętrzne**

$N_{Ed}$	3,00	kN
$V_{y,Ed}$	-0,36	kN
$V_{z,Ed}$	7,82	kN
$T_{Ed}$	0,05	kNm
$M_{y,Ed}$	3,86	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,18	kNm

**Współczynnik modyfikacji**

Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

**...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU ...****Rozciąganie równoległe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.2 i wzorem (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,1	MPa
kh	1,00	-
$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,01	-

**Ściskanie prostopadłe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	10,03	kN
l	100	mm
$l_{ef}$	160	mm
b	150	mm
$A_{ef}$	24000	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,4	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	-
h	250	mm
kc,90	1,00	-
fc,90,d	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,29	-

**Zginanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	2,5	MPa
kh,y	1,00	-
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,2	MPa
kh,z	1,00	-
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
km	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,15 + 0,01 = 0,16 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,11 + 0,01 = 0,12 -

**Ścinanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

kc,r	0,67	-
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,5	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,01	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,22	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,05	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Skręcanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
kshape	1,08	-
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,02	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,06	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Kombinacja zginania i rozciągania osiowego**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.3 i wzorem (6.17),(6.18)

$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
km	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.17) = 0,01 + 0,15 + 0,01 = 0,17 -

Sprawdzenie zgodności (6.18) = 0,01 + 0,11 + 0,01 = 0,13 -

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.****...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...****Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

<b>Parametry zwichrzenia</b>		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	409,28	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	261,9	MPa

**Parametry zwężenia**

Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,34	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,15 -

**Parametry  $M_{y,crit}$** 

$G_{0,05}$	500,0	MPa
Długość zwężenia L	2,134	m
$L_{ef}/L$	0,80	-
Długość skuteczna $L_{ef}$	1,707	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	-

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.****Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1**

Belka B296	2,506 m	15X15 - (150; 150)	PROST	C3	Wszystkie SGN	0,12
------------	---------	--------------------	-------	----	---------------	------

**Klucz do kombinacji**

Wszystkie SGN / SW + SA + SN + ZC + WTR 2.2

**Dane podstawowe**

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30
--	------

**Dane o materiale**

Zginanie ( $f_{m,k}$ )	30,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	18,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	23,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,7	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	-

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji 1,879 m.

**Siły wewnętrzne**

NEd	-22,57	kN
$V_{y,Ed}$	0,01	kN
$V_{z,Ed}$	-0,01	kN
TEd	0,01	kNm
$M_{y,Ed}$	0,03	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

**Współczynnik modyfikacji**

Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

**...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU ...****Ściskanie równoległe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	1,0	MPa
$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,08	-

**Zginanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	0,0	MPa
$k_{h,y}$	1,00	-
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,0	MPa
$k_{h,z}$	1,00	-
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,00 + 0,00 = 0,00 -

**Ścinanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	-
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,0	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,00	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Skęrcanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$r_{tor,d}$	0,0	MPa
$k_{shape}$	1,05	-
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,01	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,01	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Kombinacja siły osiowej i zginania**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.19) = 0,01 + 0,00 + 0,00 = 0,01 -

Sprawdzenie zgodności (6.20) = 0,01 + 0,00 + 0,00 = 0,01 -

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju. ...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...****Słupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23),(6.24)

Parametry wyboczenia	yy	zz	
Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	1,253	2,506	m
Współczynnik wyboczenia $k$	0,97	1,00	-
Długość wyboczeniowa $L_{cr}$	1,221	2,506	m
Smukłość $\lambda$	28,21	57,87	-
Smukłość względna $\lambda$	0,48	0,99	-
Smukłość graniczna	0,30	0,30	-
Niedoskonałość $\beta_c$	0,20	0,20	-
Współczynnik redukcji $k_c$	0,96	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) = 0,08 + 0,00 + 0,00 = 0,09 -

Sprawdzenie zgodności (6.24) = 0,12 + 0,00 + 0,00 = 0,12 -

**Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

**Parametry zwężenia**

Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	152,54	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	271,2	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,33	-



**Parametry zwężenia**

Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-
----------------------------------	------	---

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,00 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,00 + 0,12 = 0,12 -

**Parametry  $M_{y,crit}$** 

$G_{0,05}$	500,0	MPa
Długość zwężenia L	2,506	m
$L_{ef}/L$	0,90	
Długość skuteczna $L_{ef}$	2,255	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia  
stateczności.**

Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B280	2,506 m	15x18 0 - PROST (150; 180)	C30	Wszystkie SGN
------------	---------	-------------------------------	-----	---------------

**Klucz do kombinacji**

Wszystkie SGN / SW + SA + SN + ZC + WTR 1

**Dane podstawowe**

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30
--	------

**Dane o materiale**

Zginanie ( $f_{m,k}$ )	30,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	18,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	23,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,7	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji 1,253 m.

**Siły wewnętrzne**

$N_{Ed}$	-38,63	kN
$V_{y,Ed}$	0,02	kN
$V_{z,Ed}$	0,00	kN
$T_{Ed}$	0,03	kNm
$M_{y,Ed}$	0,08	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,02	kNm

**Współczynnik modyfikacji**

Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...:**Ściskanie równoległe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	1,4	MPa
$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,12	-

**Zginanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11), (6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	0,1	MPa
$k_{h,y}$	1,00	

$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,0	MPa
$k_{h,z}$	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,01 + 0,00 = 0,01 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,00 + 0,00 = 0,01 -

**Ścinanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,0	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,00	-

Uwaga: Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Skreślenie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
$k_{shape}$	1,06	
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,01	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,01	-

Uwaga: Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Kombinacja siły osiowej i zginania**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19), (6.20)

$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.19) = 0,01 + 0,01 + 0,00 = 0,02 -

Sprawdzenie zgodności (6.20) = 0,01 + 0,00 + 0,00 = 0,02 -

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.**...: **SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI** ...:**Ślupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23), (6.24)

Parametry wyboczenia	yy	zz	
Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	1,253	2,506	m
Współczynnik wyboczenia $k$	0,86	1,00	
Długość wyboczeniowa $L_{cr}$	1,074	2,506	m
Smukłość $\lambda$	20,68	57,87	-
Smukłość względna $\lambda$	0,35	0,99	-
Smukłość graniczna	0,30	0,30	-
Niedoskonałość $\beta_c$	0,20	0,20	-
Współczynnik redukcji $k_c$	0,99	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) = 0,12 + 0,01 + 0,00 = 0,12 -

Sprawdzenie zgodności (6.24) = 0,17 + 0,00 + 0,00 = 0,17 -

**Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33), (6.35)

**Parametry zwężenia**

Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	198,99	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	245,7	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,35	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,01 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,00 + 0,17 = 0,17 -

Parametry $M_{y,crit}$		
G0,05	500,0	MPa
Długość zwężenia L	2,506	m
Lef/L	0,90	
Długość skuteczna Lef	2,255	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

### Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

#### 3.6.5.2. KRATOWNICA ZEWNĘTRZNA

##### Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B737	1,400 m	D40 - OKRĄG (400)	C3 0	Wszystkie SGN	0,63 -
---------------	------------	----------------------	---------	------------------	-----------

Klucz do kombinacji
Wszystkie SGN / SW + SA + WTR 1

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie (fm,k)	30,0	MPa
Rozciąganie (ft,0,k)	18,0	MPa
Rozciąganie (ft,90,k)	0,4	MPa
Ściskanie (fc,0,k)	23,0	MPa
Ściskanie (fc,90,k)	2,7	MPa
Ścinanie (fv,k)	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji 1,400 m.

Siły wewnętrzne		
N <sub>Ed</sub>	-157,12	kN
V <sub>y,Ed</sub>	-0,44	kN
V <sub>z,Ed</sub>	-1,79	kN
T <sub>Ed</sub>	0,00	kNm
M <sub>y,Ed</sub>	0,00	kNm
M <sub>z,Ed</sub>	0,00	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0.70

##### ...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU ...

##### Ściskanie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	1,3	MPa
$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,10	-

##### Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	1,79	kN
l	100	mm
l <sub>ef</sub>	130	mm
b	10	mm

A <sub>ef</sub>	1300	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	1,4	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	
h	400	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,63	-

##### Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

k <sub>cr</sub>	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,0	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,01	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,00	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

##### Skreśanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
k <sub>shape</sub>	1,20	
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,00	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

##### Kombinacja siły osiowej i zginania

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	1,00	

Sprawdzenie zgodności (6.19) = 0,01 + 0,00 + 0,00 = 0,01 -

Sprawdzenie zgodności (6.20) = 0,01 + 0,00 + 0,00 = 0,01 -

### Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

#### ...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...

##### Słupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23),(6.24)

Parametry wybożenia	yy	zz	
Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	1,400	5,601	m
Współczynnik wybożenia $k$	0,96	0,90	
Długość wybożeniowa L <sub>cr</sub>	1,340	5,022	m
Smukłość $\lambda$	13,40	50,22	-
Smukłość względna $\lambda$	0,23	0,86	-
Smukłość graniczna	0,30	0,30	-
Niedoskonałość $\beta_c$	0,20	0,20	-
Współczynnik redukcji $k_c$	1,00	0,79	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) = 0,10 + 0,00 + 0,00 = 0,10 -

Sprawdzenie zgodności (6.24) = 0,13 + 0,00 + 0,00 = 0,13 -

##### Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwichrzenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	2495,28	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	397,1	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,27	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,00 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,00 + 0,13 = 0,13 -

Parametry $M_{y,crit}$		
$G_{0,05}$	500,0	MPa
Długość zwężenia L	5,601	m
$L_{ef}/L$	0,80	
Długość skuteczna $L_{ef}$	4,481	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.**

#### Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B22	8,237 m	25X25 - PROST (250; 250)	C3 0	Wszystkie SGN	0,33 -
--------------	------------	-----------------------------	---------	------------------	-----------

Klucz do kombinacji	
Wszystkie SGN / SW + SA + SN + ZC + WTR 1.2	

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie ( $f_m, k$ )	30,0	MPa
Rozciąganie ( $f_t, 0, k$ )	18,0	MPa
Rozciąganie ( $f_t, 90, k$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_c, 0, k$ )	23,0	MPa
Ściskanie ( $f_c, 90, k$ )	2,7	MPa
Ścinanie ( $f_v, k$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **4,940 m**.

Siły wewnętrzne		
$N_{Ed}$	0,13	kN
$V_{y,Ed}$	0,08	kN
$V_{z,Ed}$	1,14	kN
$T_{Ed}$	-0,30	kNm
$M_{y,Ed}$	13,60	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,19	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...:

#### Rozciąganie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.2 i wzorem (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,0	MPa
kh	1,00	
$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

#### Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$f_{c,90,d}$	3,27	kN
l	100	mm

$l_{ef}$	160	mm
b	250	mm
$A_{ef}$	40000	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,1	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	
h	250	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,04	-

#### Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	5,2	MPa
kh,y	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,1	MPa
kh,z	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
km	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,32 + 0,00 = 0,33 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,23 + 0,00 = 0,23 -

#### Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

kcr	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,0	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,02	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,00	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

#### Skrećanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,1	MPa
kshape	1,05	
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,04	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,04	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

#### Kombinacja zginania i rozciągania osiowego

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.3 i wzorem (6.17),(6.18)

$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
km	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.17) = 0,00 + 0,32 + 0,00 = 0,33 -

Sprawdzenie zgodności (6.18) = 0,00 + 0,23 + 0,00 = 0,23 -

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.**

...: **SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI** ...:

#### Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwężenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	358,14	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	137,5	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,47	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,32 -

Parametry $M_{y,crit}$		
G0,05	500,0	MPa
Długość zwirzenia L	8,237	m
Lef/L	0,90	
Długość skuteczna Lef	7,413	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

### Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

#### Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B41	8,264 m	23X23 - PROST (230; 230)	C30	Wszystkie SGN	0,23 -
-----------	---------	--------------------------	-----	---------------	--------

Klucz do kombinacji	
Wszystkie SGN / SW + SA + SN + ZC + WTR 1.2	

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna lekkiego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie (fm,k)	30,0	MPa
Rozciąganie (ft,0,k)	18,0	MPa
Rozciąganie (ft,90,k)	0,4	MPa
Ściskanie (fc,0,k)	23,0	MPa
Ściskanie (fc,90,k)	2,7	MPa
Ścinanie (fv,k)	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **4,132 m**.

Siły wewnętrzne		
NEd	2,52	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	0,00	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	2,04	kNm
Mz,Ed	-5,80	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...:

#### Rozciąganie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.2 i wzorem (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,0	MPa
kh	1,00	
$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

#### Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	1,0	MPa
kh,y	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	2,9	MPa

kh,z	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
km	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) =  $0,06 + 0,12 = 0,19$  -

Sprawdzenie zgodności (6.12) =  $0,04 + 0,18 = 0,22$  -

#### Skreślenie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$r_{tor,d}$	0,0	MPa
kshape	1,05	
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,00	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

#### Kombinacja zginania i rozciągania osiowego

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.3 i wzorem (6.17),(6.18)

$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
km	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.17) =  $0,00 + 0,06 + 0,12 = 0,19$  -

Sprawdzenie zgodności (6.18) =  $0,00 + 0,04 + 0,18 = 0,23$  -

### Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

...: **SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI** ...:

#### Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwirzenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	255,68	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	126,1	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,49	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) =  $0,06$  -

Parametry $M_{y,crit}$		
G0,05	500,0	MPa
Długość zwirzenia L	8,264	m
Lef/L	0,90	
Długość skuteczna Lef	7,437	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

### Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

#### EC-EN 1993 Sprawdzenie stali SGN

Obliczenie nieliniowe

Kombinacja nieliniowa: NL

Układ współrzędnych: Główny

Ekstremum 1D: Przekrój poprzeczny

Wybór: Wszystkie

Filtr: Przekrój poprzeczny = CS4 - PO30

#### Sprawdzenie wg normy EN 1993-1-1

Łącznik krajowy: Polski NA PN-EN

Pręt B265	4,571 / 9,213 m	PO30	S 355	NL	0,31 -
-----------	-----------------	------	-------	----	--------

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa	
$\gamma_{MO}$ przy sprawdzaniu nośności przekrojów poprzecznych	1,00



**Częściowe współczynniki bezpieczeństwa**

$\gamma_{M1}$ przy sprawdzaniu stateczności	1,00
$\gamma_{M2}$ przy sprawdzaniu nośności przekrojów netto	1,10

**Materiał**

Granica plastyczności $f_y$	355,0	MPa
Wytrzymałość $f_u$	490,0	MPa
Produkcja	Walcowany	

**Uwaga:** Dla tego typu przekroju poprzecznego redukcja wytrzymałości w funkcji grubości nie jest obsługiwana.

...:SPRAWDZENIE PRZEKROJU:...

Sprawdzenie krytyczne jest w miejscu 4,571 m

Siły wewnętrzne	Obliczony	Jednostka
$N_{Ed}$	43,07	kN
$V_{y,Ed}$	0,00	kN
$V_{z,Ed}$	-0,14	kN
$T_{Ed}$	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	-0,13	kNm
$M_{z,Ed}$	0,01	kNm

**Klasyfikacja projektu przekroju**

**Uwaga:** Klasyfikacja nie jest możliwa w przypadku tego typu przekroju.

Przekrój jest sprawdzany jako sprężysty (klasa 3).

**Sprawdzenie rozciągania**

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.3 i wzorem (6.5)

A	7,0650e-04	m <sup>2</sup>
$N_{pl,Rd}$	250,81	kN
$N_{u,Rd}$	283,24	kN
$N_{t,Rd}$	250,81	kN
Sprawdzenie całkowite	0,17	-

**Sprawdzenie momentu zginającego —  $M_y$** 

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.14)

$W_{el,y,min}$	2,5952e-06	m <sup>3</sup>
$M_{el,y,Rd}$	0,92	kNm
Sprawdzenie całkowite	0,14	-

**Sprawdzenie momentu zginającego —  $M_z$** 

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.5 i wzorem (6.12),(6.14)

$W_{el,z,min}$	2,5952e-06	m <sup>3</sup>
$M_{el,z,Rd}$	0,92	kNm
Sprawdzenie całkowite	0,01	-

**Sprawdzenie ścinania —  $V_y$** 

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

$\eta$	1,20	
$A_v$	7,0650e-04	m <sup>2</sup>
$V_{pl,y,Rd}$	144,80	kN
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

**Sprawdzenie ścinania —  $V_z$** 

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.6 i wzorem (6.17)

$\eta$	1,20	
$A_v$	7,0650e-04	m <sup>2</sup>
$V_{pl,z,Rd}$	144,80	kN
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

**Sprawdzenie skręcania**

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

Włókno	17	
$T_{Ed}$	0,3	MPa
$T_{Rd}$	205,0	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

**Uwaga :** Wynik jednostkowego sprawdzenia dla skręcania jest niższy niż wartość graniczna 0,05. Skręcanie jest więc uznawane za

nieistotne i jest ignorowane podczas sprawdzania złożonego.

**Sprawdzenie kombinacji zginania, siły osiowej i siły ścinającej**

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.2.9.2 i wzorem (6.42)

Napężenia normalne		
Włókno	11	
$\sigma_{N,Ed}$	-61,0	MPa
$\sigma_{My,Ed}$	-48,7	MPa
$\sigma_{Mz,Ed}$	0,0	MPa
$\sigma_{tot,Ed}$	-109,6	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,31	-

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

...:SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI:...

**Sprawdzenie zwichrzenia**

Zgodnie z EN 1993-1-1, punkt 6.3.2.1 & 6.3.2.2 i wzorem (6.54)

Parametry zwichrzenia		
metoda dla krzywej wyboczenia	Przypadek ogólny	
Sprężysty wskaźnik przekroju $W_{el,y}$	2,5952e-06	m <sup>3</sup>
Sprężysty moment krytyczny $M_{cr}$	3,33	kNm
Smukłość względna $\lambda_{rel,LT}$	0,53	
Smukłość graniczna $\lambda_{rel,LT,0}$	0,20	

**Uwaga :** Smukłość lub moment zginający jest taka, że wpływy zwichrzenia można zignorować zgodnie z EN 1993-1-1 pkt 6.3.2.2(4).

Parametry $M_{cr}$		
Długość zwichrzenia L	9,213	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	
Współczynnik korekcyjny k	1,00	
Współczynnik korekcyjny $k_w$	1,00	
NEN – współczynnik momentu $C_1$	1,35	
NEN – współczynnik momentu $C_2$	0,63	
NEN – współczynnik momentu $C_3$	0,41	
Odległość od środka ścinania $d_z$	0	mm
Odległość przyłożenia obciążenia $z_g$	0	mm
Mono-symetria stała $\beta_y$	0	mm
Mono-symetria stała $z_j$	0	mm

**Uwaga :** Parametry C są określone zgodnie z ECCS 119 2006 / Galea 2002

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.**

### 3.6.5.3. OUTRIGGER

#### Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka B781	2,874 m	15x18 0 - PROST (150; 180)	C3 0	Wszystkie SGN	0,17 -
---------------	------------	-------------------------------	---------	------------------	-----------

#### Klucz do kombinacji

Wszystkie SGN / SW + SA + SN + ZC + WTR 2.2

#### Dane podstawowe

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa  $\gamma_M$  dla drewna litego 1,30

#### Dane o materiale

Zginanie ( $f_{m,k}$ )	30,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	18,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	23,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,7	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **1,431 m**.

#### Siły wewnętrzne

NEd	-20,39	kN
Vy,Ed	0,06	kN
Vz,Ed	-0,05	kN
TEd	-0,15	kNm
My,Ed	0,19	kNm
Mz,Ed	-0,62	kNm

#### Współczynnik modyfikacji

Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...:

#### Ściskanie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,8	MPa
$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,06	-

#### Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	0,10	kN
$l$	100	mm
$l_{ef}$	160	mm
$b$	150	mm
$A_{ef}$	24000	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,0	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	
$h$	180	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

#### Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11), (6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	0,2	MPa
$k_{h,y}$	1,00	
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,9	MPa
$k_{h,z}$	1,00	
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) =  $0,01 + 0,04 = 0,05$  -

Sprawdzenie zgodności (6.12) =  $0,01 + 0,06 = 0,07$  -

#### Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,0	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,00	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

#### Skrećanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$r_{tor,d}$	0,2	MPa
$k_{shape}$	1,06	
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,07	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,07	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

#### Kombinacja siły osiowej i zginania

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19), (6.20)

$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.19) =  $0,00 + 0,01 + 0,04 = 0,06$  -

Sprawdzenie zgodności (6.20) =  $0,00 + 0,01 + 0,06 = 0,07$  -

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.**

...: **SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI** ...:

#### Słupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23), (6.24)

Parametry wyboczenia	yy	zz	
Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	1,443	2,874	m
Współczynnik wyboczenia $k$	0,95	1,00	
Długość wyboczeniowa $L_{cr}$	1,365	2,874	m
Smukłość $\lambda$	26,28	66,36	-
Smukłość względna $\lambda$	0,45	1,13	-
Smukłość graniczna	0,30	0,30	-
Niedoskonałość $\beta_c$	0,20	0,20	-
Współczynnik redukcji $k_c$	0,96	0,59	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) =  $0,06 + 0,01 + 0,04 = 0,12$  -

Sprawdzenie zgodności (6.24) =  $0,10 + 0,01 + 0,06 = 0,17$  -

#### Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33), (6.35)

**Parametry zwichrzenia**

Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	173,53	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	214,2	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,37	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,01 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,00 + 0,10 = 0,10 -

**Parametry  $M_{y,crit}$** 

$G_{0,05}$	500,0	MPa
Długość zwichrzenia $L$	2,874	m
$L_{ef}/L$	0,90	-
Długość skuteczna $L_{ef}$	2,586	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	-

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.****Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1**

Belka B771	3,008 m	23X23 - (230; 230)	PROST C3	Wszystkie SGN	0,43 -
---------------	------------	-----------------------	-------------	------------------	-----------

**Klucz do kombinacji**

Wszystkie SGN / SW + SA + SN + ZC + WTR 3.2

**Dane podstawowe**

Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30
--	------

**Dane o materiale**

Zginanie ( $f_{m,k}$ )	30,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	18,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	23,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,7	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	-

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **3,008 m**.**Siły wewnętrzne**

$N_{Ed}$	12,25	kN
$V_{y,Ed}$	-0,07	kN
$V_{z,Ed}$	-18,54	kN
$T_{Ed}$	0,01	kNm
$M_{y,Ed}$	-9,68	kNm
$M_{z,Ed}$	-0,11	kNm

**Współczynnik modyfikacji**

Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

**...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU ...****Rozciąganie równoległe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.2 i wzorem (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,2	MPa
$k_h$	1,00	-

$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,02	-

**Ściskanie prostopadłe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	18,54	kN
$l$	100	mm
$l_{ef}$	130	mm
$b$	230	mm
$A_{ef}$	29900	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,6	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	-
$h$	230	mm
$k_{c,90}$	1,00	-
$f_{c,90,d}$	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,43	-

**Zginanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	4,8	MPa
$k_{h,y}$	1,00	-
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	0,1	MPa
$k_{h,z}$	1,00	-
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,30 + 0,00 = 0,30 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,21 + 0,00 = 0,21 -

**Ścinanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	-
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,8	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,00	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,36	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,13	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Skręcanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
$k_{shape}$	1,05	-
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,13	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Kombinacja zginania i rozciągania osiowego**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.3 i wzorem (6.17),(6.18)

$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.17) = 0,02 + 0,30 + 0,00 = 0,32 -

Sprawdzenie zgodności (6.18) = 0,02 + 0,21 + 0,00 = 0,23 -

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.****...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...****Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwężenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	2555,88	kNm
Krytyczne napężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	1260,4	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,15	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,30 -

Parametry $M_{y,crit}$		
$G_{0,05}$	500,0	MPa
Długość zwężenia $L$	0,930	m
$L_{ef}/L$	0,80	-
Długość skuteczna $L_{ef}$	0,744	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	-

### Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

#### 3.6.5.4. DACH

Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka	4,053	25X25 - PROST (250;C3	Wszystkie	0,41
B47	m	250)	SGN	-

Klucz do kombinacji	
Wszystkie SGN / SW + SA + SN + WTR 1.2	

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie ( $f_m, k$ )	30,0	MPa
Rozciąganie ( $f_t, 0, k$ )	18,0	MPa
Rozciąganie ( $f_t, 90, k$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_c, 0, k$ )	23,0	MPa
Ściskanie ( $f_c, 90, k$ )	2,7	MPa
Ścinanie ( $f_v, k$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	-

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji 1,585 m.

Siły wewnętrzne		
$N_{Ed}$	1,16	kN
$V_{y,Ed}$	-1,27	kN
$V_{z,Ed}$	5,26	kN
$T_{Ed}$	-0,51	kNm
$M_{y,Ed}$	15,04	kNm
$M_{z,Ed}$	-3,01	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU ...:

Rozciąganie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.2 i wzorem (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,0	MPa
$k_h$	1,00	-

$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	8,88	kN
$I$	100	mm
$I_{ef}$	160	mm
$b$	250	mm
$A_{ef}$	40000	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,2	MPa
Warunek podparcia	Dyskretny	-
$h$	250	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,10	-

Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	5,8	MPa
$k_{h,y}$	1,00	-
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	1,2	MPa
$k_{h,z}$	1,00	-
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,36 + 0,05 = 0,41 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,25 + 0,07 = 0,32 -

Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	-
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	0,2	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,02	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,09	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,01	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

Skręcanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,2	MPa
$k_{shape}$	1,05	-
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,07	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,08	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

Kombinacja zginania i rozciągania osiowego

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.3 i wzorem (6.17),(6.18)

$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	16,2	MPa
$k_m$	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.17) = 0,00 + 0,36 + 0,05 = 0,41 -

Sprawdzenie zgodności (6.18) = 0,00 + 0,25 + 0,07 = 0,32 -

Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.

...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...:

Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwężenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	2848,50	kNm
Krytyczne napężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	1093,8	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,17	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,36 -

Parametry $M_{y,crit}$		
$G_{0,05}$	500,0	MPa
Długość zwężenia $L$	0,932	m
$L_{ef}/L$	1,00	-
Długość skuteczna $L_{ef}$	0,932	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	-

### Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.

Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1

Belka	8,140	8X16 - PROST (80;C3	Wszystkie	0,88
B450	m	160)	0 SGN	-

Klucz do kombinacji	
Wszystkie SGN / SW + SA + SN + WTR 1.2	

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie ( $f_{m,k}$ )	30,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,0,k}$ )	18,0	MPa
Rozciąganie ( $f_{t,90,k}$ )	0,4	MPa
Ściskanie ( $f_{c,0,k}$ )	23,0	MPa
Ściskanie ( $f_{c,90,k}$ )	2,7	MPa
Ścinanie ( $f_{v,k}$ )	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	-

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **3,943 m**.

Siły wewnętrzne		
NEd	-0,63	kN
Vy,Ed	-0,09	kN
Vz,Ed	6,23	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	-4,61	kNm
Mz,Ed	0,17	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...:

### Ściskanie równoległe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,0	MPa
$f_{c,0,d}$	12,4	MPa

Sprawdzenie całkowite	0,00	-
-----------------------	------	---

### Ściskanie prostopadłe do włókien

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	8,12	kN
$I$	100	mm
$I_{ef}$	160	mm
$b$	80	mm
$A_{ef}$	12800	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,6	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	-
$h$	160	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,29	-

### Zginanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	13,5	MPa
$k_{h,y}$	1,00	-
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$\sigma_{m,z,d}$	1,0	MPa
$k_{h,z}$	1,13	-
$f_{m,z,d}$	18,3	MPa
$k_m$	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,84 + 0,04 = 0,87 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,58 + 0,06 = 0,64 -

### Ścinanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	-
$\tau_{y,d}$	0,0	MPa
$\tau_{z,d}$	1,1	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,01	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,51	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,26	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

### Skręcanie

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$\tau_{tor,d}$	0,0	MPa
$k_{shape}$	1,10	-
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,26	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

### Kombinacja siły osiowej i zginania

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
$f_{m,y,d}$	16,2	MPa
$f_{m,z,d}$	18,3	MPa
$k_m$	0,70	-

Sprawdzenie zgodności (6.19) = 0,00 + 0,84 + 0,04 = 0,87 -

Sprawdzenie zgodności (6.20) = 0,00 + 0,58 + 0,06 = 0,64 -

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.**

...: **SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI** ...:

### Słupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23),(6.24)

Parametry wybożenia	$\eta_y$	$\eta_z$	-
---------------------	----------	----------	---



Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa L	3,570	2,756	m
Współczynnik wyboczenia k	0,75	0,67	
Długość wyboczeniowa Lcr	2,680	1,860	m
Smukłość λ	58,03	80,54	-
Smukłość względna λ	0,99	1,37	-
Smukłość graniczna	0,30	0,30	-
Niedoskonałość βc	0,20	0,20	-
Współczynnik redukcji kc	0,70	0,44	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) = 0,01 + 0,84 + 0,04 = 0,88 -

Sprawdzenie zgodności (6.24) = 0,01 + 0,58 + 0,06 = 0,65 -

**Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33), (6.35)

Parametry zwichrzenia		
Sprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	28,63	kNm
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	83,9	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,60	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,84 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,70 + 0,01 = 0,71 -

Parametry $M_{y,crit}$		
G0,05	500,0	MPa
Długość zwichrzenia L	2,756	m
Lef/L	0,90	
Długość skuteczna Lef	2,480	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.****3.6.5.5. SCHODY****Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1**

Belka	2,573	16X20	-	PROST	C3	Wszystkie	0,59
B444	m	(160; 200)			0	SGN	-

Klucz do kombinacji	
Wszystkie SGN / SW + SA + SN + ZC + WTR 3.2	

Dane podstawowe	
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M$ dla drewna litego	1,30

Dane o materiale		
Zginanie (fm,k)	30,0	MPa
Rozciąganie (ft,0,k)	18,0	MPa
Rozciąganie (ft,90,k)	0,4	MPa
Ściskanie (fc,0,k)	23,0	MPa
Ściskanie (fc,90,k)	2,7	MPa
Ścinanie (fv,k)	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji 2,573 m.

Siły wewnętrzne		
N <sub>Ed</sub>	1,23	kN
V <sub>y,Ed</sub>	0,97	kN
V <sub>z,Ed</sub>	-4,99	kN
T <sub>Ed</sub>	-1,46	kNm

Siły wewnętrzne		
M <sub>y,Ed</sub>	0,00	kNm
M <sub>z,Ed</sub>	0,00	kNm

Współczynnik modyfikacji	
Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji $k_{mod}$	0,70

**...: SPRAWDZENIE PRZEKROJU ...****Rozciąganie równoległe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.2 i wzorem (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,0	MPa
kh	1,00	
$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,00	-

**Ściskanie prostopadłe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	4,99	kN
l	100	mm
l <sub>ef</sub>	130	mm
b	160	mm
A <sub>ef</sub>	20800	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,2	MPa
Warunek podparcia	Dyskretny	
h	200	mm
kc,90	1,00	-
fc,90,d	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,17	-

**Ścinanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

k <sub>cr</sub>	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,1	MPa
$\tau_{z,d}$	0,3	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,03	-
Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,16	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,03	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Śkręcanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$r_{tor,d}$	1,3	MPa
k <sub>shape</sub>	1,06	
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,56	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,59	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.****...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...****Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.****Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1**

Belka	2,506	10X20	-	PROST	C3	Wszystkie	0,52
B155	m	(100; 200)			0	SGN	-

**Klucz do kombinacji**

Wszystkie SGN / SW + SA + SN + ZC + WTR 3.2

**Dane podstawowe**Częściowy współczynnik bezpieczeństwa  $\gamma_M$  dla drewna litego 1,30**Dane o materiale**

Zginanie (fm,k)	30,0	MPa
Rozciąganie (ft,0,k)	18,0	MPa
Rozciąganie (ft,90,k)	0,4	MPa
Ściskanie (fc,0,k)	23,0	MPa
Ściskanie (fc,90,k)	2,7	MPa
Ścinanie (fv,k)	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **0,000 m**.**Siły wewnętrzne**

NEd	3,31	kN
Vy,Ed	1,53	kN
Vz,Ed	3,10	kN
TEd	-0,57	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

**Współczynnik modyfikacji**

Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji kmod	0,70

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...:**Rozciąganie równoległe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.2 i wzorem (6.1)

$\sigma_{t,0,d}$	0,2	MPa
kh	1,00	
$f_{t,0,d}$	9,7	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,02	-

**Ściskanie prostopadłe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	3,10	kN
l	100	mm
l <sub>ef</sub>	130	mm
b	100	mm
A <sub>ef</sub>	13000	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,2	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	
h	200	mm
k <sub>c,90</sub>	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,11	-

**Ścinanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

k <sub>cr</sub>	0,67	
$\tau_{y,d}$	0,2	MPa
$\tau_{z,d}$	0,3	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $\tau_y$	0,08	-

Sprawdzenie zgodności $\tau_z$	0,16	-
Sprawdzenie zgodności – Interakcja	0,03	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Skręcanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.8 i wzorem (6.14)

$r_{tor,d}$	1,2	MPa
k <sub>shape</sub>	1,10	
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,49	-
Sprawdzenie zgodności – Ścinanie interakcyjne	0,52	-

Uwaga : Równanie interakcji zostało dodane jako NCCI.

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.**...: **SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI** ...:**Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.****Sprawdzenie wg normy EN 1995-1-1**

Belka B578	1,200 m	10X10 (100; 100)	- PROST	C30	Wszystkie SGN	0,25
------------	---------	------------------	---------	-----	---------------	------

**Klucz do kombinacji**

Wszystkie SGN / SW + SA + WTR 1

**Dane podstawowe**Częściowy współczynnik bezpieczeństwa  $\gamma_M$  dla drewna litego 1,30**Dane o materiale**

Zginanie (fm,k)	30,0	MPa
Rozciąganie (ft,0,k)	18,0	MPa
Rozciąganie (ft,90,k)	0,4	MPa
Ściskanie (fc,0,k)	23,0	MPa
Ściskanie (fc,90,k)	2,7	MPa
Ścinanie (fv,k)	4,0	MPa
Rodzaj drewna	Bryła	

Sprawdzenie krytyczne jest na pozycji **1,200 m**.**Siły wewnętrzne**

NEd	-0,05	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	-1,20	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	-0,72	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

**Współczynnik modyfikacji**

Klasa użytkowania	3
Czas trwania obciążenia	Krótkotrwałe
Współczynnik modyfikacji kmod	0,70

...: **SPRAWDZENIE PRZEKROJU** ...:**Ściskanie równoległe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.4 i wzorem (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	0,0	MPa
$f_{c,0,d}$	12,4	MPa

Sprawdzenie całkowite	0,00	-
-----------------------	------	---

**Ściskanie prostopadłe do włókien**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.5 i wzorem (6.3)

$F_{c,90,d}$	1,20	kN
$l$	100	mm
$l_{ef}$	130	mm
$b$	100	mm
$A_{ef}$	13000	mm <sup>2</sup>
$\sigma_{c,90,d}$	0,1	MPa
Warunek podparcia	Dyskretne	
$h$	100	mm
$k_{c,90}$	1,50	-
$f_{c,90,d}$	1,5	MPa
Sprawdzenie całkowite	0,04	-

**Zginanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.6 i wzorem (6.11),(6.12)

$\sigma_{m,y,d}$	4,3	MPa
$k_{h,y}$	1,08	
$f_{m,y,d}$	17,5	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.11) = 0,25 + 0,00 = 0,25 -

Sprawdzenie zgodności (6.12) = 0,17 + 0,00 = 0,17 -

**Ścinanie**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.1.7 i wzorem (6.13)

$k_{cr}$	0,67	
$t_{z,d}$	0,3	MPa
$f_{v,d}$	2,2	MPa
Sprawdzenie zgodności $t_z$	0,12	-

**Kombinacja siły osiowej i zginania**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.2.4 i wzorem (6.19),(6.20)

$f_{c,0,d}$	12,4	MPa
$f_{m,y,d}$	17,5	MPa
$k_m$	0,70	

Sprawdzenie zgodności (6.19) = 0,00 + 0,25 + 0,00 = 0,25 -

Sprawdzenie zgodności (6.20) = 0,00 + 0,17 + 0,00 = 0,17 -

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia przekroju.****...: SPRAWDZENIE STATECZNOŚCI ...****Słupy poddawane ściskaniu lub jednocześnie ściskaniu i zginaniu**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.2 i wzorem (6.23),(6.24)

Parametry wyboczenia	yy	zz	
Typ przesuwności	nieprzesuwny	nieprzesuwny	
Długość systemowa $L$	1,200	1,200	m
Współczynnik wyboczenia $k$	0,95	0,74	
Długość wyboczeniowa $L_{cr}$	1,141	0,891	m
Smukłość $\lambda$	39,54	30,87	-
Smukłość względna $\lambda$	0,67	0,53	-
Smukłość graniczna	0,30	0,30	-
Niedoskonałość $\beta_c$	0,20	0,20	-
Współczynnik redukcji $k_c$	0,89	0,94	-

Sprawdzenie zgodności (6.23) = 0,00 + 0,25 + 0,00 = 0,25 -

Sprawdzenie zgodności (6.24) = 0,00 + 0,17 + 0,00 = 0,17 -

**Belki poddawane zginaniu lub jednocześnie zginaniu i ściskaniu**

Zgodnie z EN 1995-1-1, punkt 6.3.3 i wzorem (6.33),(6.35)

Parametry zwężenia		
Śprężysty moment krytyczny $M_{y,crit}$	70,78	kNm

Parametry zwężenia		
Krytyczne naprężenie zginające $\sigma_{m,crit}$	424,7	MPa
Smukłość względna $\lambda_{rel,m}$	0,27	-
Współczynnik redukcji $k_{crit}$	1,00	-

Sprawdzenie zgodności (6.33) = 0,25 -

Sprawdzenie zgodności (6.35) = 0,06 + 0,00 = 0,06 -

Parametry $M_{y,crit}$		
$G_{0,05}$	500,0	MPa
Długość zwężenia $L$	1,200	m
$L_{ef}/L$	0,80	
Długość skuteczna $L_{ef}$	0,960	m
Wpływ pozycji obciążenia	brak wpływu	

**Pręt spełnia warunki sprawdzenia stateczności.**

### 3.6.6. FUNDAMENTY

#### Warunki gruntowe

Legenda:

- Warstwa - numer porządkowy warstwy
- Nazwa - nazwa warstwy gruntu
- Miąższość - miąższość warstwy
- $\gamma$  - ciężar właściwy
- $\phi'$  - efektywny kąt tarcia wewnętrznego gruntu
- $C'$  - spójność efektywna gruntu
- $C_u$  - wytrzymałość na ścinanie
- $M$  - moduł sprężystości
- $M_o$  - moduł sprężystości pierwotnej

Warstwa	Nazwa gruntu	Miąższość [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$C'$ [kPa]	$C_u$ [kPa]	$M_o$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	nasyp niebudowlany	0.3	21.5	13.3	25.0	0.0	42000.0	70000.0
2	piasek gliniasty	0.5	21.5	13.3	25.0	0.0	42000.0	70000.0
3	piasek drobny	2.7	17.5	28.2	0.0	0.0	79000.0	100000.0
4	piasek średni	1.0	20.0	30.1	0.0	0.0	110000.0	122222.0
5	piasek gruby	2.0	20.0	29.6	0.0	0.0	95000.0	105555.0
6	piasek drobny	0.7	20.0	29.6	0.0	0.0	95000.0	105555.0
7	pył piaszczysty	0.8	19.5	9.0	8.5	0.0	15500.0	25833.0

Głębokość posadowienia	[m]	1.2
Poziom wody gruntowej	[m]	2.2
Ciężar zasyпки	[kN/m <sup>3</sup> ]	0.0

#### Kompletny zestaw obciążeń (ULS/SLS)

##### Zestaw nr 1:

Nazwa	V [kN]	$M_B$ [kNm]	$M_L$ [kNm]	$H_B$ [kN]	$H_L$ [kN]
ULS	565.09	-1878.94	355.04	-145.40	-0.03
SLS	434.90	-1812.88	273.97	-145.40	-0.03

#### Stan graniczny nośności (GEO)

Podejście obliczeniowe DA2

$\gamma_{G, niekorzystne} = 1.35$ ,  $\gamma_Q = 1.50$

$\gamma_R = 1,4$  - częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na wyparcie

$\gamma_{R,h} = 1,1$  - częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oporu granicznego na ścicie gruntu pod fundamentem

Głębokość posadowienia  $h_f = 1.20$  m

##### Schemat nr 1

#### SPRAWDZENIE PIONOWEJ NOŚNOŚCI PODŁOŻA.

##### Warunki "z odpływem"

Dodatkowe obciążenia podłoża:

Ciężaru fundamentu (całkowity):

$$G_{fk} = V_f \cdot \gamma_f = 24.33 \cdot 25.00 = 608.2 \text{ [kN]}$$

Ciężar gruntu nad fundamentem:

$$G_k = 0.00 \text{ [kN]}$$

Obliczeniowa wartość obciążenia podłoża:

$$V_d = N_{,d} + \gamma_{G, niekorzystne} \cdot (G_{fk} + G_k) = 565.09 + 1.35 \cdot (608.21 + 0.00) = 1386.18 \text{ [kN]}$$

Obciążenia przekazywane na podłoże (charakterystyczne, wartości momentów bez uwzględnienia nieosiowego działania siły pionowej):

$$V_k = N_k + G_{fk} + G_k = 434.90 + 608.21 + 0.00 = 1043.11 [kN]$$

$$M_{Bk} = M_{OB,k} + H_{Bk} \cdot h = (-1812.88) + (-145.40) \cdot 0.40 = -1871.04 [kNm]$$

$$M_{Lk} = M_{OL,k} + H_{Lk} \cdot h = 273.97 + -0.03 \cdot 0.40 = 273.96 [kNm]$$

$$H_k = \sqrt{H_{Bk}^2 + H_{Lk}^2} = \sqrt{(-145.40)^2 + -0.03^2} = 145.40 [kN]$$

Mimośród obciążeń:

$$e_B = \frac{M_{Bk} + e_{OB} \cdot N_{G_Qk}}{V_k} = \frac{(-1871.04) + 0.00 \cdot 434.90}{1043.11} = -1.79 < 0,3 \quad B = 2.64 [m]$$

Warunek spełniony

$$e_L = \frac{M_{Lk} + e_{OL} \cdot N_{G_Qk}}{V_k} = \frac{273.96 + 0.00 \cdot 434.90}{1043.11} = 0.26 < 0,3 \quad L = 2.64 [m]$$

Warunek spełniony

Sprowadzone wymiary fundamentu:

$$B' = B - 2 \cdot e_B = 8.80 - 2 \cdot 1.79 = 5.21 [m]$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L = 8.80 - 2 \cdot 0.26 = 8.27 [m]$$

$$A' = B' \cdot L' = 5.21 \cdot 8.27 = 43.13 [m^2]$$

Jednostkowy opór graniczny podłoża

$$\frac{R_k}{A'} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + g' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma =$$

$$= 0.00 \cdot 26.20 \cdot 1.00 \cdot 1.32 \cdot 0.77 + 24.20 \cdot 15.05 \cdot 1.00 \cdot 1.30 \cdot 0.78 + 0.5 \cdot 17.50 \cdot 5.21 \cdot 15.06 \cdot 1.00 \cdot 0.81 \cdot 0.68 = 747.30 [kPa]$$

q - naprężenie w gruncie (obok fundamentu) w poziomie posadowienia (całkowite)

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{32233.13}{1.40} = 23023.66 [kN]$$

Warunek obliczeniowy:

$$V_d = 1386.18 < R_d = 23023.66 kN$$

**Warunek nośności na wyparcie spełniony.**

**SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI GRUNTU NA ŚCIĘCIE W POZIOMIE POSADOWIENIA**

$$H < R_d + R_{p,d}$$

gdzie:

$H_d$  - wartość obliczeniowa siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt,

$R_d$  - opór graniczny podłoża pod fundamentem na ścicie,

$R_{p,d}$  - opór graniczny podłoża na przesunięcie fundamentu, przyjęto = 0,0

**Warunki "z odpływem"**

Wartość obliczeniowa oporu granicznego gruntu pod fundamentem

$$R_d = \min \left( \frac{V_k \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{R,h}}; 0.4 \cdot V_d \right) = \min \left( \frac{1043.11 \cdot 0.54}{1.10}; 0.4 \cdot 1386.18 \right) = 504.06 [kN]$$

$$H_d = 145.40 < R_d = 504.06 [kN]$$

**Warunek nośności na ścicie spełniony.**

## Sprawdzenie nośności pozostałych warstw

Poziom spr.	Nawodniona	Warunki z odpływem		Warunki bez odpływu	
		Ed/Rd (H)	Ed/Rd (V)	Ed/Rd (H)	Ed/Rd (V)
2.20	TAK	0.119	0.065	-	-
3.50	TAK	0.063	0.056	-	-
4.50	TAK	0.040	0.072	-	-
6.50	TAK	0.023	0.082	-	-
7.20	TAK	0.073	0.784	1.#IO	1.849

## Sprawdzenie stateczności fundamentu (EQU):

Oznaczenia:

- std - oddziaływania stabilizujące
- dst - oddziaływania destabilizujące

Współczynniki częściowe do oddziaływań:

$$\gamma_{G, dst} = 1.10$$

$$\gamma_{G, stb} = 0.90$$

$$\gamma_{Q, dst} = 1.50$$

$$M_{dst} = 1969.37 < M_{stb} = 9789.83 \text{ [kNm]}$$

Warunek stateczności spełniony.

## Osiadanie fundamentu

Schemat nr 1

Osiadania pierwotne = 0.000 cm

Osiadania wtórne = 0.052 cm

Osiadania całkowite = 0.052 cm

Tangens kąta nachylenia względem osi X = 0.00001

Tangens kąta nachylenia względem osi Y = 0.00010

Przechyłka = 0.00010 rad

Warunek naprężeniowy

$$0.2 \cdot \sigma_{zd} = 0.2 \cdot 66.98 = 13.40 \text{ kN/m}^2$$

Głębokość, na której zachodzi warunek wytrzymałościowy = 5.00 m

Tabela z wartościami:

Nr	H [m]	$\rho_{ZR}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\rho_{ZS}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\rho_{ZD}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Suma = $\rho_{ZS} + \rho_{ZD} + \rho_{ZDsiła} + \rho_{ZDfund}$
0	1.20	24.20	13.47	0.00	13.47
1	1.28	25.66	13.47	0.00	13.47
2	1.45	28.57	13.47	0.00	13.47
3	1.62	31.49	13.47	0.00	13.47
4	1.78	34.41	13.47	0.00	13.47
5	1.95	37.32	13.47	0.00	13.47
6	2.12	40.24	13.47	0.00	13.47
7	2.29	42.41	13.47	0.00	13.47
8	2.48	43.84	13.46	0.00	13.46
9	2.66	45.27	13.46	0.00	13.46
10	2.85	46.70	13.45	0.00	13.45
11	3.04	48.13	13.44	0.00	13.44
12	3.22	49.55	13.43	0.00	13.43
13	3.41	50.98	13.42	0.00	13.42
14	3.60	52.72	13.39	0.00	13.39
15	3.80	54.75	13.37	0.00	13.37
16	4.00	56.79	13.35	0.00	13.35
17	4.20	58.83	13.27	0.00	13.27
18	4.40	60.87	13.22	0.00	13.22
19	4.60	62.91	13.20	0.00	13.20
20	4.80	64.94	13.15	0.00	13.15
21	5.00	66.98	13.08	0.00	13.08



### **3.7. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE PODSTAWOWYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI OBIEKTU**

#### **3.7.1. FUNDAMENTY**

Zaprojektowano posadowienie bezpośrednio żelbetowej płyty fundamentowej, monolityzowanej wraz ze słupami/trzonami fundamentowym, łączącymi drewnianą konstrukcję wieży z płytą fundamentową.

Posadowienie bezpośrednio obiektu zaprojektowano jako fundament płytowy na warstwie występujących gruntów nośnych tj. piasek drobny, piasek średni, piasek gruby w stanie co najmniej średniozagęszczonym na poziomie -1,20m.

Dostosować wysokość trzonów/słupów.

W celu zachowania nośności podłoża fundamentów przy wykonywaniu posadowień bezpośrednich należy:

- zabezpieczyć podłoże gruntowe przed rozmoczeniem, wysuszeniem lub przemarzeniem w czasie wykonywania robót budowlanych,
- zabezpieczyć wykop fundamentowy przed zalaniem przez wody gruntowe, powierzchniowe lub opadowe, a także przed korozyjnym działaniem na materiały i konstrukcje podziemnej części budowli, na urządzenia podziemne oraz na grunty podłoża,
- wykonać podkład z chudego betonu gr. 10cm klasy C12/15 pod wszystkimi elementami fundamentów.
- prace ziemne wykonywane mechanicznie zakończyć 20cm powyżej głębokości docelowej, pozostałą część gruntu należy odspoić i usunąć ręcznie.

##### **3.7.1.1. PŁYTA FUNDAMENTOWA**

Płytę fundamentową zaprojektowano grubości 40cm. Geometria płyty znajduje się w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych.

- Beton: C30/37,
- Zbrojenie: siatka górna i dolna o oczku 10/20cm z prętów Ø12 (B500SP – AIIIIN),
- Otulina: 5cm.

W przypadku przenikania się elementów żelbetowych należy przepuszczać zbrojenie elementów.

##### **3.7.1.2. SŁUPY/TRZONY FUNDAMENTOWE**

Pod drewnianą konstrukcją wieży zaprojektowano żelbetowe słupy/rdzenie o wymiarze 70x70cm połączone monolitycznie z płytą fundamentową. Poziom nad powierzchnią terenu kończy się na wysokości 0,40m + 5cm podlewki.

- Beton: C30/37,
- Zbrojenie: pręty podłużne Ø16 (B500SP – AIIIIN) strzemiona Ø10 (B500SP – AIIIIN),
- Otulina: 5cm.

W przypadku przenikania się elementów żelbetowych należy przepuszczać zbrojenie elementów.

##### **3.7.1.3. STOPY FUNDAMENOWE**

Pod drewnianą konstrukcją pierwszego spocznika i schodów wieży zaprojektowano żelbetowe stopy fundamentowe o wymiarze maks. 50x50cm.

- Beton: C30/37,
- Zbrojenie: pręty podłużne Ø12 (B500SP – AIIIIN) strzemiona Ø8 (B500SP – AIIIIN),
- Otulina: 5cm.

W przypadku przenikania się elementów żelbetowych należy przepuszczać zbrojenie elementów.

#### **3.7.2. KONSTRUKCJA WIEŻY**

##### **3.7.2.1. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE TRZONU WEWNĘTRZNEGO**

Trzon wewnętrzny zaprojektowano z litego drewna. Kratownicę przestrzenną o podstawie trójkąta równobocznego, zaprojektowano z trzech pasów o przekroju Ø25cm oraz krzyżulców i słupków o przekroju 15x15cm/15x18cm/15x25cm o układzie powtarzającym się co sekcję i wysokości 1,40m.

Schemat konstrukcji trzonu przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych. Węzły na pasie kratownicy w których zbiegają się krzyżulce oraz belki i zastrzały spocznika zaprojektowano jako stalowe obrycze z wystającymi blachami skręcane prętami gwintowanymi i śrubami M20/M24/M30 z podkładkami do połączeń typu drewno-drewno i stal-stal oraz podwójnymi nakrętkami.

Rozwiązanie materiałowe:

- Drewno: C30 np. modrzew europejski KS (zabezpieczone od korozji biologicznej)
- Śruby, pręty gwintowane nakrętki: 8.8 (odporne na korozję – cynkowane)
- podkładki: 8 (odporne na korozję – cynkowane)
- Stal – blachy węzłowe: S355J2 (odporne na korozję – cynkowane)

### 3.7.2.2. KRAWĘŻNIKI KRATOWNICY ZEWNĘTRZNEJ

Krawężniki kratownicy zewnętrznej zaprojektowano z litego drewna o przekroju Ø40cm. Jeden krawężnik zaprojektowano jako złożony z dwóch elementów połączonych w sposób sztywny za pomocą łączników z prętów gwintowanych i ceowników stalowych. Schemat konstrukcji krawężników przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych. Węzły łączące krawężnik z poziomymi drewnianymi ryglami, obniżoną belką spoczników i stężeniami zaprojektowano jako stalowe skręcane prętami gwintowanymi i śrubami M20-M24-M30 z podkładkami do połączeń typu drewno-drewno i stal-stal oraz podwójnymi nakrętkami.

Rozwiązanie materiałowe:

- Drewno: C30 np. modrzew europejski KS (zabezpieczone od korozji biologicznej)
- Śruby, pręty gwintowane nakrętki: 8.8 (odporne na korozję – cynkowane)
- podkładki: 8 (odporne na korozję – cynkowane)
- Stal – blachy węzłowe: S355J2 (odporne na korozję – cynkowane)

### 3.7.2.3. POZIOME RYGLENKI KRATOWNICY ZEWNĘTRZNEJ

Poziome rygle kratownicy zewnętrznej zaprojektowano z litego drewna o przekroju kwadratowym 23x23cm. Schemat konstrukcji rygli poziomych przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych. Węzły łączące poziome rygle z krawężnikami, obniżoną belką spoczników i stężeniami zaprojektowano jako stalowe skręcane prętami gwintowanymi i śrubami M20-M24-M30 z podkładkami do połączeń typu drewno-drewno i stal-stal oraz podwójnymi nakrętkami.

Rozwiązanie materiałowe:

- Drewno: C30 np. modrzew europejski KS (zabezpieczone od korozji biologicznej)
- Śruby, pręty gwintowane nakrętki: 8.8 (odporne na korozję – cynkowane)
- podkładki: 8 (odporne na korozję – cynkowane)
- Stal – blachy węzłowe: S355J2 (odporne na korozję – cynkowane)

### 3.7.2.1. STĘŻENIA KRATOWNICY ZEWNĘTRZNEJ

Stężenia kratownicy zewnętrznej zaprojektowano ze stalowych prętów okrągłych o przekroju Ø30mm napinanych śrubami rzymskimi. Schemat konstrukcji stężeń przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych. Węzły łączące stężenia z innymi elementami drewnianymi zaprojektowano jako stalowe skręcane prętami gwintowanymi i śrubami M20-M24-M30 z podkładkami do połączeń typu drewno-drewno i stal-stal oraz podwójnymi nakrętkami.

Rozwiązanie materiałowe:

- Śruby, pręty gwintowane nakrętki: 8.8 (odporne na korozję – cynkowane)
- podkładki: 8 (odporne na korozję – cynkowane)
- Stal – pręty i blachy węzłowe: S355J2 (odporne na korozję – cynkowane)

### 3.7.2.2. OUTRIGGER

Outrigger złożony z kratownic z litego drewna o przekroju pasów górnych o dolnych 23x23cm oraz krzyżulców 15x15cm. Schemat konstrukcji outriggera przedstawiono w części rysunkowej założeń

konstrukcyjnych. Węzły łączące pasy kratownic z krawężnikami i stężeniami zaprojektowano jako stalowe skręcane prętami gwintowanymi i śrubami M20-M24-M30 z podkładkami do połączeń typu drewno-drewno i stal-stal oraz podwójnymi nakrętkami.

Rozwiązanie materiałowe:

- Drewno: C30 np. modrzew europejski KS (zabezpieczone od korozji biologicznej)
- Śruby, pręty gwintowane nakrętki: 8.8 (odporne na korozję – cynkowane)
- podkładki: 8 (odporne na korozję – cynkowane)
- Stal – blachy węzłowe: S355J2 (odporne na korozję – cynkowane)

### 3.7.2.3. BELKI DACH

Belki łączące krawężniki oraz trzon wewnętrzny zaprojektowano z litego drewna o przekroju kwadratowym 25x25cm. Stanowią mocowanie krokwi dachowych oraz zwieńczenie krawężników. Schemat konstrukcji belek dachu przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych. Węzły łączące belki dachowe z krawężnikami zaprojektowano jako stalowe skręcane prętami gwintowanymi i śrubami M20-M24-M30 z podkładkami do połączeń typu drewno-drewno i stal-stal oraz podwójnymi nakrętkami.

Rozwiązanie materiałowe:

- Drewno: C30 np. modrzew europejski KS (zabezpieczone od korozji biologicznej)
- Śruby, pręty gwintowane nakrętki: 8.8 (odporne na korozję – cynkowane)
- podkładki: 8 (odporne na korozję – cynkowane)
- Stal – blachy węzłowe: S355J2 (odporne na korozję – cynkowane)

### 3.7.2.4. DACH

Dach zaprojektowano jako jednopołaciowy o spadku 15%. Krokwie dachowe zaprojektowano z litego drewna o przekroju kwadratowym 8x16cm. Mocowane są na belkach dachowych 25x25cm w rozstawie co 80cm o są zabezpieczone na wyboczenie poprzez pełne deskowanie gr 2,5cm pod pokrycie gontem bitumicznym. Schemat konstrukcji dachu przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych.

- Drewno: C30 np. modrzew europejski KS (zabezpieczone od korozji biologicznej)

### 3.7.2.5. BELKI SPOCZNOKÓW

Belki spoczników zaprojektowano z litego drewna o przekroju prostokątnym 10x20cm oraz 16x20cm. Konstrukcja spocznika składa się z obniżonej belki 10x20cm łączącej krawężnik z wewnętrznym trzonem oraz podpierająca belki pośrednie spocznika. Belki podpierające biegi schodów zaprojektowano wraz z zastrzałami z przekroju 10x20cm. Krawędź zewnętrzną spocznika do której będą mocowane główne słupki balustrady zaprojektowano z przekroju 16x20cm. Schemat konstrukcji spoczników przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych. Węzły łączące elementy spoczników zaprojektowano jako skręcane prętami gwintowanymi i śrubami M20 z podkładkami do połączeń typu drewno-drewno oraz podwójnymi nakrętkami.

Rozwiązanie materiałowe:

- Drewno: C30 np. modrzew europejski KS (zabezpieczone od korozji biologicznej)
- Śruby, pręty gwintowane nakrętki: 8.8 (odporne na korozję – cynkowane)
- podkładki: 8 (odporne na korozję – cynkowane)

### 3.7.2.6. BELKI POLICZKOWE SCHODÓW

Belki policyczne biegów schodów zaprojektowano z litego drewna o przekroju prostokątnym 10x20cm. Oparte są na spocznikach oraz służą do mocowania głównych słupków balustrady.

Do belek policycznych zaprojektowano zamocowanie stopni oraz spoczników drewnianych wykonanych z desek o grubości 5cm. Schemat konstrukcji belek policycznych przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych. Węzły łączące Belki policyczne ze spocznikami spoczników zaprojektowano

jako skręcane prętami gwintowanymi i śrubami M20 z podkładkami do połączeń typu drewno-drewno oraz podwójnymi nakrętkami.

Rozwiązanie materiałowe:

- Drewno: C30 np. modrzew europejski KS (zabezpieczone od korozji biologicznej)
- Śruby, pręty gwintowane nakrętki: 8.8 (odporne na korozję – cynkowane)
- podkładki: 8 (odporne na korozję – cynkowane)

### 3.7.2.7. TARAS WIDOKOWY

Taras widokowy zaprojektowano jako płaszczyznę złożoną z belek z litego drewna o przekroju prostokątnym 10x20cm opartych na górnym pasie outriggera i trzonie wewnętrznym. Krawędź zewnętrzną do której będą mocowane główne słupki balustrady zaprojektowano z przekroju 10x20cm, dodatkowo pod słupki z zastrzałami zaprojektowano belki wystające na zewnątrz poza taras. Schemat konstrukcji tarasu przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych. Węzły łączące elementy tarasu zaprojektowano jako skręcane prętami gwintowanymi i śrubami M20 z podkładkami do połączeń typu drewno-drewno oraz podwójnymi nakrętkami oraz blachami stalowymi.

Rozwiązanie materiałowe:

- Drewno: C30 np. modrzew europejski KS (zabezpieczone od korozji biologicznej)
- Śruby, pręty gwintowane nakrętki: 8.8 (odporne na korozję – cynkowane)
- podkładki: 8 (odporne na korozję – cynkowane)
- Stal – blachy węzłowe: S355J2 (odporne na korozję – cynkowane)

### 3.7.2.8. BALUSTRADY

Balustrady zaprojektowano ze słupków głównych z litego drewna o przekroju prostokątnym 10x10cm sztywno zamocowanych w belkach krawędziowych oraz belkach policzkowych. Pomiedzy słupkami głównymi występują tralki o przekroju 4x6cm w rozstawie spełniającym wymogi bezpieczeństwa oraz poręcz 5x15cm. Schemat konstrukcji balustrady przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych. Do mocowania balustrad należy stosować śrub i wkrętów. Balustrady po ich wykonaniu muszą spełniać odpowiednią sztywność i stabilność.

### 3.7.2.9. STOPNIE SCHODÓW

Stopnie schodów zaprojektowano z litego drewna o grubości 5cm opartych na belkach policzkowych za pomocą stolików drewnianych, te zaś mocowane z pomocą śrub M10 z podkładkami i dwiema nakrętkami. Schemat konstrukcji biegu schodów przedstawiono w części rysunkowej założeń konstrukcyjnych.

### 3.7.2.10. DESKOWANIE SPOCZNIKÓW, TARASU WIDOKOWEGO

Deskowanie spoczników i tarasu widokowego zaprojektowano z litego drewna o grubości 5cm mocowanych wkrętami ze szparami 0,5cm. Deski mocowane do belek przy pomocy wkrętów do drewna. Deski należy montować w odstępach maksymalnie 0,5cm dla swobodnego spływu wód opadowych.

### 3.7.2.11. ŁĄCZNIKI

Jako łączniki występują: stalowe pręty gwintowane klasy 8.8 oraz śruby klasy 8.8. Wszystkie zestawy składają się z podwójnych nakrętek oraz odpowiednich podkładek do drewna i stali. Do mocowania desek spoczników, tarasu i poszycia dachu należy zastosować odpowiednie wkręty do drewna ocynkowane.

### 3.7.3. ODPORNOŚĆ NA KOROZJĘ BIOLOGICZNĄ

Drewno powinno być poddane zabiegom zabezpieczającym zgodnie z PN-EN 351-1 „Trwałość drewna i materiałów drewnopochodnych - Drewno lite zabezpieczone środkiem ochrony - Część 1: Klasyfikacja wnikania i retencji środka ochrony” i PN-EN 460 „Trwałość drewna i materiałów drewnopochodnych - Naturalna trwałość drewna litego - Wytyczne dotyczące wymagań w zakresie trwałości drewna stosowanego w klasach zagrożenia”. Zasady wykonania zabiegów zabezpieczających podano w EN 350-2 „Trwałość drewna i materiałów drewnopochodnych – Naturalna trwałość drewna litego – Wytyczne

dotyczące naturalnej trwałości i podatności na nasycanie wybranych gatunków drewna mających znaczenie w Europie” i PN-EN 335. „Trwałość drewna i materiałów drewnopochodnych - Klasy użytkowania: definicje, zastosowanie do drewna litego i materiałów drewnopochodnych.”

Naturalna trwałość drewna konstrukcyjnego:

- drewno modrzewiowe, sosnowe(twardziel) zaliczane do klasy II (średnio trwałe, ubytek masy 5 do 10%, czas pracy 10 do 15 lat)
- drewno świerkowe, do IV klasy (mało trwałe, ubytek masy 10 do 30%, czas pracy 5 do 10 lat)

Drewniane elementy konstrukcji wieży widokowej należy zabezpieczać powłokami ochronnymi przed grzybami, sinizną, owadami oraz zabezpieczające przed działaniem ognia.

Konstrukcja drewniana wieży widokowej znajduje się w: klasie użytkowania 3 – drewno narażone na działanie czynników atmosferycznych, ale nie mające stałego kontaktu z wodą. Sposoby zabezpieczenia:

- Metoda zanurzeniowa w roztworze o stężeniu dla klasy użytkowania 3
- Impregnacja próżniowo-ciśnieniowa w roztworze o dawce dla klasy użytkowania 3

Uwaga!:Przeznaczone do zabezpieczania drewno powinno być czyste, okorowane, odtłuszczone oraz pozbawione powłok malarskich i lakierniczych. Proces impregnacji drewna należy prowadzić w temperaturze powyżej +5°C.

### **3.7.4. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE**

Niezbędne zabezpieczenia antykorozyjne łączników w 3 klasie użytkowania:

- Śruby, sworznie, gwoździe i wkręty, płytki stalowe gr.≥3mm: Fe/Zn 25c lub cynkowanie ogniowe Z350 zgodnie z EN 10147
- Zszywki, płytki kolczaste i płytki stalowe o grubości do 3mm: Stal nierdzewna

Elementy stalowe należy zabezpieczyć antykorozyjne poprzez cynkowanie. Wszelkie miejsca powstałych na etapie montażu uszkodzeń powłok antykorozyjnych należy uzupełnić farbą cynkową o podwyższonej zawartości cynku

Powierzchnia przedmiotów, które mają zostać ocynkowane ogniowo, zostanie oczyszczona zgodnie z normą ISO 1459. Minimalne grubości powłok zalecane zależnie od grubości materiału, z którego wykonane są cynkowane elementy określa norma PN-EN ISO 1461.

### **3.7.1. ZABEZPIECZENIE POWIERZCHNI BETONOWYCH**

Powierzchnię betonowe należy zabezpieczać środkami o właściwościach uodporniających na czynniki powodujące wietrzenie i starzenie betonu poprzez zastosowanie środków odpornych na czynniki atmosferyczne.

Fundamenty należy zabezpieczać izolacjami przeciwwilgociowymi i przeciwwodnymi z dwóch warstw folii polietylenowej izolacyjnej. Natomiast pionowe ściany fundamentów należy zabezpieczać izolacjami przeciwwilgociowymi powłokowymi – wykonywane na zimno z dwuskładnikowej dyspersyjnej masy asfaltowo-kauczukowej lub innymi o tej samej jakości i trwałości.

Opracował  
mgr inż. Wiesław Tomasz Waszczak

Siemiatycze, 06.02.2018