





## SPIS ZAWARTOŚCI

<b>1. UPRAWNIENIA I PRZYNALEŻNOŚCI DO IZB ZAWODOWYCH PROJEKTANTÓW .....</b>	<b>5</b>
<b>2. OŚWIADCZENIE.....</b>	<b>9</b>
<b>3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....</b>	<b>11</b>
<b>4. PODSTAWA OPRACOWANIA .....</b>	<b>11</b>
<b>5. DANE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE.....</b>	<b>11</b>
5.1. CHARAKTERYSTYKA TERENU .....	11
5.2. WARUNKI GRUNTOWE .....	11
5.3. WARUNKI WODNE .....	12
5.4. WARUNKI GÓRNICZE .....	12
<b>6. OPIS KONSTRUKCJI.....</b>	<b>12</b>
6.1. DANE OGÓLNE.....	12
6.2. OBCIĄŻENIA .....	12
6.3. ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE .....	14
6.4. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE .....	14
6.5. ZABEZPIECZENIE BUDYNKU Z UWAGI NA DEFORMACJE PODŁOŻA GRUNTOWEGO WYNIKAJĄCEGO Z ODDZIAŁYWAŃ GÓRNICZYCH.....	15
6.6. ZABEZPIECZENIA PRZECIWPOŻAROWE KONSTRUKCJI.....	16
<b>7. INFORMACJE OGÓLNE .....</b>	<b>16</b>
<b>8. WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH.....</b>	<b>17</b>
8.1. BELKA KALENICOWA BK1 .....	18
8.2. KROKIEW K1 .....	24
8.3. KROKIEW K2.....	30
8.4. KROKIEW KOSZOWA KK1 .....	36
8.5. BELKA OCZEPOWA BO1 .....	42
8.6. SŁUP S1 .....	47
8.7. SŁUP S2 .....	53
8.8. SŁUP S3 .....	59
8.9. ŁAWA FUNDAMENTOWA .....	65
<b>9. CZĘŚĆ RYSUNKOWA.....</b>	<b>66</b>



# 1. UPRAWNIENIA I PRZYNALEŻNOŚCI DO IZB ZAWODOWYCH PROJEKTANTÓW



SLK/OKK/7131.7132/5846/15

Katowice, dnia 20 czerwca 2016 r.

## DECYZJA

Na podstawie art. 12 ust. 2, 3, 4, art. 13, art. 14 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2016 r., poz. 290), § 10 i § 12 ust. 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2014 r., poz. 1278) oraz na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2014 r., poz. 1946 z późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pan Wojciech Mazur**

mgr inż. budownictwa  
ur. dnia 23 kwietnia 1985 w Jastrzębiu Zdroju

**otrzymuje**

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny SLK/5846/PWBKb/16

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

Zakres uprawnień:

- sporządzanie projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu wyłącznie w zakresie uzyskanej specjalności,
- sprawdzanie projektów budowlanych w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej i sprawowanie nadzoru autorskiego,
- kierowanie robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji obiektu oraz architektury obiektu,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

## UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

*Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej SIOIIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.*

Otrzymują:

1. Pan Wojciech Mazur  
Piaskowa 3  
44-207 Rybnik
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



Skład orzekający OKK

1.   
mgr inż. Piotr Szatkowski
2.   
inż. Hieronim Spiżewski
3.   
mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-JRH-XM4-XFX \*

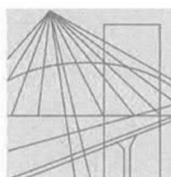
Pan Wojciech Mazur o numerze ewidencyjnym SLK/BO/9681/16  
adres zamieszkania ul. Piaskowa 3, 44-207 Rybnik  
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2021-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2020-08-19 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej 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.



Ś L Ą S K A  
O K R Ę G O W A  
I Z B A  
I N Ż Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

SLK/OKK/7131.7132/5845/15

Katowice, dnia 22 czerwca 2015 r.

## DECYZJA

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

**Pan Rafał Domagała**

dr inż. budownictwa  
ur. dnia 26 maja 1981 w Rybniku

**otrzymuje**

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**numer ewidencyjny SLK/5845/PWBKb/15**  
**do projektowania i kierowania robotami budowlanymi**  
**w specjalności konstrukcyjno - budowlanej bez ograniczeń**

Zakres uprawnień:

- sporządzanie projektu architektoniczno – budowlanego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
- sporządzanie projektu zagospodarowania działki lub terenu wyłącznie w zakresie uzyskanej specjalności,
- sprawdzanie projektów budowlanych w zakresie specjalności konstrukcyjno – budowlanej i sprawowanie nadzoru autorskiego,
- kierowanie robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji obiektu oraz architektury obiektu,
- kierowanie wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzór i kontrola techniczna wytwarzania tych elementów,
- wykonywanie nadzoru inwestorskiego,
- sprawowanie kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych.

## UZASADNIENIE

W wyniku pozytywnego postępowania kwalifikacyjnego i pozytywnego wyniku egzaminu ze znajomości procesu budowlanego oraz praktycznego zastosowania wiedzy technicznej wydanie niniejszych uprawnień budowlanych jest uzasadnione.

*Od niniejszej decyzji służy prawo odwołania do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej ŚIOIB w Katowicach w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.*

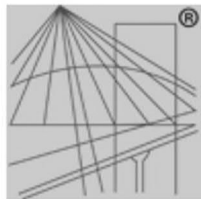
Otrzymują:

1. Pan Rafał Domagała  
Marynarska 11  
44-200 Rybnik
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



**Skład orzekający OKK**

1.   
mgr inż. Piotr Szatkowski
2.   
inż. Hieronim Spiżewski
3.   
mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz



P O L S K A  
I Z B A  
I N Ż Y N I E R Ó W  
B U D O W N I C T W A

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-W5K-26P-RBK \*

Pan Rafał Domagała o numerze ewidencyjnym SLK/BO/9178/15  
adres zamieszkania ul. Marynarska 11, 44-200 Rybnik  
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2021-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2020-07-16 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej 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.



## 2. OŚWIADCZENIE

Na podstawie art. 34 ust. 3d pkt 3 ustawy z dn. 7 lipca 1994 Prawo budowlane (wraz z późniejszymi zmianami) oświadczam, że część konstrukcyjna projektu:

**Temat:**

Budowa świetlicy sezonowej

**Adres inwestycji:**

Dobrośławice, dz. nr 129  
55-140 Żmigród

**Inwestor:**

Gmina Żmigród  
Pl. Wojska Polskiego 2-3,  
55-140 Żmigród

sporządzona została zgodnie z obowiązującymi przepisami, zasadami wiedzy technicznej i spełnia wymogi celu, któremu ma służyć.

.....  
**dr inż. Wojciech Mazur**  
upr. nr SLK/5846/PWBKb/16

.....  
**dr inż. Rafał Domagała**  
upr. nr SLK/5845/PWBKb/15



### 3. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem projektu jest konstrukcja budynku świetlicy sezonowej.

### 4. PODSTAWA OPRACOWANIA

- [1] Projekt budowlany
- [2] Dokumentacja podłoża gruntowego opracowana przez Pracownię Geologiczną Jaspis s.c.
- [3] Obowiązujące normy budowlane oraz przepisy.
- [4] Literatura fachowa dotycząca zakresu projektu.

### 5. DANE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

#### 5.1. CHARAKTERYSTYKA TERENU

Pod względem administracyjnym teren zlokalizowany jest w Dobrosławicach, na działce nr 129.

#### 5.2. WARUNKI GRUNTOWE

Podłoże gruntowe budują grunty rodzime, które do głębokości rozpoznanej odwiertami budują dwie warstwy geotechniczne, które charakteryzują się zróżnicowanymi własnościami nośnymi.

Charakterystyka warstw geotechnicznych

Warstwa I

Jest to przypowierzchniowa warstwa humusu o miąższości 0,4 – 0,6 m p.p.t., którą należy usunąć i następnie zagospodarować.

Warstwa II

Jest to pakiet gruntów spoistych – glin, piasków gliniastych, glin pylastych. Grunty II warstwy zakwalifikowano do grupy konsolidacyjnej „C” (grunty nieskonsolidowane). Ze względu na parametry mechaniczne oraz stopień plastyczności, w ramach warstwy II wyodrębniono trzy podwarstwy.

Warstwa III

Jest to warstwa składająca się z piasków średnich, średniozagęszczonych, o uogólnionym stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,5$ .

Warunki posadowienia projektowanego budynku należy określić jako korzystne.

#### Wnioski

Nośność gruntów jest wystarczająca dla bezpośredniego posadowienia projektowanego budynku. W podłożu nie stwierdzono gruntów słabonośnych.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn. 25.04.2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych oraz zgodnie z Opinią Geotechniczną [2] przyjęto proste warunki gruntowe - projektowany obiekt można posadzić bezpośrednio. Przyjęto I kategorię geotechniczną.

Pod budynkiem zaprojektowano posadowienie bezpośrednie w postaci ław fundamentowych. Do obliczeń przyjęto posadowienie z uwzględnieniem warstwy II oraz III, o parametrach podanych w Opinii Geotechnicznej [2].

Wykopy należy zabezpieczyć przed napływem wód opadowych oraz gruntowych. Prace ziemne należy wykonywać w taki sposób aby nie dopuścić do zamoknięcia oraz przemarzania gruntów w dnie wykopu i na skarpach.

Wykonane badania geotechniczne stanowią punkt wyjścia i determinują założenia projektowe przyjęte w obliczeniach, są jednak z wiadomych przyczyn obarczone pewną niedokładnością lub błędem wynikającym z tego, iż opierają się na wybiórczych badaniach terenowych. W związku z tym ostateczne parametry posadowienia obiektów oraz odwodnienia i zabezpieczenia wykopu mogą się zmienić. W celu określenia ostatecznych rozwiązań należy zweryfikować przyjęte założenia geotechniczne na etapie realizacji oraz wprowadzić odpowiednie korekty jeśli będzie to wymagane. Należy przestrzegać zaleceń Opinii Geotechnicznej [2].

### **5.3. WARUNKI WODNE**

Do głębokości rozpoznanej wierceniami, stwierdzono występowanie poziomu wód gruntowych o zwierciadle naporowym. Zwierciadło nawiercone wystąpiło w trakcie wykonywania odwiertów na głębokości 1,6 – 1,8 m p.p.t., stabilizowało się na poziomie 1,4 – 1,5 m p.p.t.

### **5.4. WARUNKI GÓRNICZE**

Projektowany obiekt znajduje się poza terenem oddziaływań górniczych. W związku z powyższym nie przewidziano zabezpieczenia przed negatywnymi wpływami eksploatacji górniczej.

## **6. OPIS KONSTRUKCJI**

### **6.1. DANE OGÓLNE**

Wg PN-EN 1990. Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji przyjęto, że projektowany obiekt zalicza się do 4 kategorii projektowanego okresu użytkowania, dla którego orientacyjny projektowany okres użytkowania wynosi 50 lat.

Konstrukcję nośną projektowanego budynku stanowią:

- 1) Drewniane słupy i belki.
- 2) Drewniana konstrukcja dachu.

Fundamenty zaprojektowano jako monolityczne żelbetowe w formie ław fundamentowych.

### **6.2. OBCIĄŻENIA**

Kombinacje oddziaływań wykonano wg PN-EN 1990. Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji. Przyjęto, że decydująca kombinacja efektów oddziaływań w przypadku trwałych lub przejściowych sytuacji obliczeniowych uwzględnia wartości obliczeniowe wiodących oddziaływań zmiennych oraz obliczeniową kombinację wartości towarzyszących oddziaływań zmiennych.

Współczynniki wartości kombinacyjnej, częstej oraz prawie stałej oddziaływań zmiennych przyjęto wg PN-EN 1990 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji:

Oddziaływania	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Obciążenie zmienne w budynkach, kategoria (patrz EN 1991-1-1)			
Kategoria A: powierzchnie mieszkalne	0,7	0,5	0,3
Kategoria B: powierzchnie biurowe	0,7	0,5	0,3
Kategoria C: miejsca zebrań	0,7	0,7	0,6
Kategoria D: powierzchnie handlowe	0,7	0,7	0,6
Kategoria E: powierzchnie magazynowe	1,0	0,9	0,8
Kategoria F: powierzchnie ruchu pojazdów pojazdy $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Kategoria G: powierzchnie ruchu pojazdów $30 \text{ kN} < \text{ciężar pojazdu} \leq 160 \text{ kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategoria H: dachy	0	0	0,0
Obciążenie budynków śniegiem (patrz EN 1991-1-3) *)			
Finlandia, Islandia, Norwegia, Szwecja	0,70	0,50	0,20
Pozostałe kraje CEN, miejscowości położone na wysokości $H > 1000$ m ponad poziom morza	0,70	0,50	0,20
Pozostałe kraje CEN, miejscowości położone na wysokości $H \leq 1000$ m ponad poziom morza	0,50	0,20	0,20
Obciążenie wiatrem (patrz EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (nie pożarowa) w budynku (patrz EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

**Obciążenia stałe:**

Ciężar własny konstrukcji przyjęto automatycznie w programie komputerowym.

Ciężar warstw wykończeniowych przyjęto wg części architektonicznej projektu budowlanego.

Ciężar objętościowy wszystkich materiałów przyjęto wg PN-EN 1991. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne - ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.

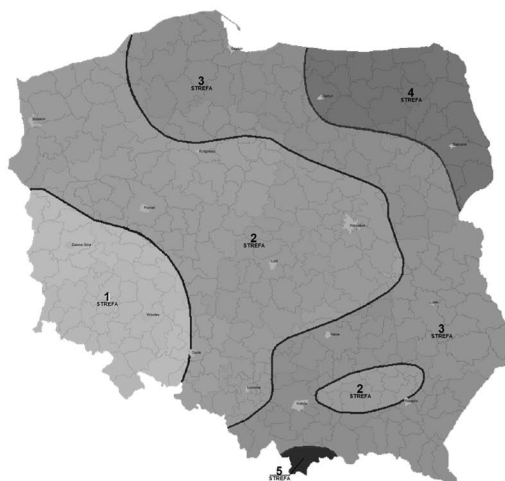
**Obciążenia dachu:**

Obciążenia użytkowe wg PN-EN 1991. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne - ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach:

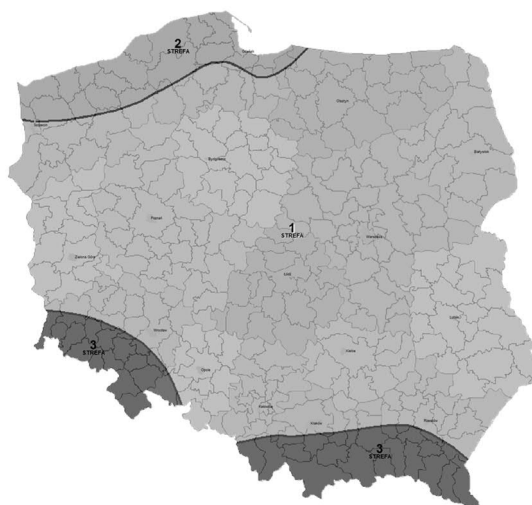
Obciążenie dachu podkonstrukcją sufitów podwieszonych –  $q_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$

**Obciążenia klimatyczne:**

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: oddziaływania ogólne - obciążenie śniegiem – strefa 1.



Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991. Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: oddziaływania ogólne - oddziaływania wiatru – strefa 1.



### 6.3. ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE

#### Konstrukcje żelbetowe

- beton klasy C20/25 wg PN-EN 206-1.  
Zawartość cementu i w/c muszą być odpowiednie dla klasy ekspozycji XC1, maksymalny wymiar ziaren kruszywa 8 mm, konsystencja S3,
- stal zbrojenia głównego klasy A-IIIN,
- stal strzemion klasy A-I.

#### Konstrukcje drewniane

Drewno sosnowe klasy C24.

#### Konstrukcje murowe

Ściany fundamentowe wykonać z bloczków betonowych klasy 15 o grubości 250 mm, zaprawa zwykła projektowana klasy M5.

### 6.4. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE

#### Fundamenty

Posadowienie obiektu zaprojektowano jako bezpośrednie w postaci monolitycznych ław fundamentowych. Ławy zazbroić podłużnie prętami  $\varnothing 12$  mm oraz strzemionami  $\varnothing 6$  mm. Przyjęto otulinę zbrojenia – 50 mm.

Ściany fundamentowe wykonać z bloczków betonowych o grubości 250 mm.

Na ścianach fundamentowych wykonać monolityczne wieńce o przekroju 250 x 270 mm. Wieńce zazbroić podłużnie prętami  $\varnothing 12$  mm oraz strzemionami  $\varnothing 6$  mm. Przyjęto otulinę zbrojenia – 30 mm.

#### Podłoga na gruncie

Podłogę na gruncie wykonać w postaci płyty grubości min. 100 mm zbrojonej górką i dołem siatkami Q503 (pręty  $\varnothing 8$  mm, oczko siatki 100 x 100 mm). Izolację płyty wykonać zgodnie z częścią architektoniczną projektu budowlanego.

**Belka podwalinowa**

Zaprojektowano jako drewnianą o przekroju 140 x 140 mm (pod ścianami konstrukcyjnymi) oraz 100 x 140 mm (pod ścianami działowymi). Belki podwalinowe kotwić do wieńca na ścianach fundamentowych.

**Słupy**

Zaprojektowano jako drewniane o przekroju 140 x 140 mm, 140 x 240 mm, 60 x 140 mm, 40 x 100 mm oraz 100 x 100 mm.

**Belka oczepowa**

Zaprojektowano jako drewnianą o przekroju 140 x 280 mm nad ścianami konstrukcyjnymi oraz 100 x 140 mm nad ścianami działowymi. Belki oczepowe stanowią nadproża okienne i drzwiowe.

**Poszycie ścian**

Ściany należy obudować obustronnie płytami MFP o grubości min. 15 mm.

**Zastrzały**

Zaprojektowano jako drewniane o przekroju 140 x 140 mm, które należy wykonać w narożach budynku oraz o przekroju 120 x 240, które należy wykonać w osi A.

**Przewiązki drewniane**

Przewiązki o przekroju równym przekrojowi słupów należy zastosować pomiędzy słupami w miejscach montażu szaf wiszących oraz armatury, w miejscach łączenia ścian zewnętrznych z wewnętrznymi (jeśli w miejscu połączenia nie występuje słup), w miejscach montażu puszek elektrycznych.

**Konstrukcja drewniana dachu**

Konstrukcję dachu zaprojektowano jako drewnianą składającą się z krokwi o przekroju 120 x 240, 140 x 240 mm; jętek dwugązgowych o przekroju 100 x 200, 120 x 240 mm; belek kalenicowych o przekroju 200 x 200, 100 x 200 mm; krokwi koszowej o przekroju 120 x 240 mm, belek o przekroju 100 x 200 mm.

**UWAGI:**

- 1) Wszystkie elementy drewniane konstrukcji należy zabezpieczyć przeciw grzybom, pleśniam i owadom oraz przeciwpożarowo poprzez impregnację odpowiednim środkiem dopuszczonym do stosowania w budownictwie.
- 2) Ściany działowe pełnią funkcję usztywniającą. Należy je wykonać zgodnie z projektem. Nie należy usuwać ścian działowych w czasie eksploatacji budynku.

**6.5. ZABEZPIECZENIE BUDYNKU Z UWAGI NA DEFORMACJE PODŁOŻA  
GRUNTOWEGO WYNIKAJĄCEGO Z ODDZIAŁYWAŃ GÓRNICZYCH**

Z uwagi, że projektowany budynek zlokalizowany jest poza terenem oddziaływań górniczych, nie przewidziano żadnego zabezpieczenia obiektu przed negatywnymi wpływami eksploatacji górniczej.

## 6.6. ZABEZPIECZENIA PRZECIWPOŻAROWE KONSTRUKCJI

Wszystkie elementy budowlane i rozwiązania systemowe powinny posiadać dokumenty formalno-prawne potwierdzające wymagane klasyfikacje w zakresie rozprzestrzeniania ognia wydane przez uprawnione jednostki naukowo badawcze.

### **Konstrukcja drewniana**

Konstrukcje drewniane nośne zaprojektowano w klasie odporności ogniowej F0,5 (R30) przez przyjęcie odpowiednich przekrojów elementów konstrukcyjnych. Dodatkowo należy zabezpieczyć konstrukcję przeciwpożarowo impregnując wszystkie elementy drewniane odpowiednimi preparatami dopuszczonymi do stosowania w budownictwie.

## 7. INFORMACJE OGÓLNE

Projekt opracowano zgodnie z obowiązującymi normami PN-EN (Eurokodami) oraz wytycznymi literatury fachowej (w tym wytycznymi ITB).

Zawartość projektu jest zgodna z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.

Wszystkie roboty budowlane należy prowadzić zgodnie z Dz. Ust. Nr 13/72 – „W sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych i rozbiórkowych”.

Niniejszą część projektu należy rozpatrywać łącznie z projektem pozostałych branż.

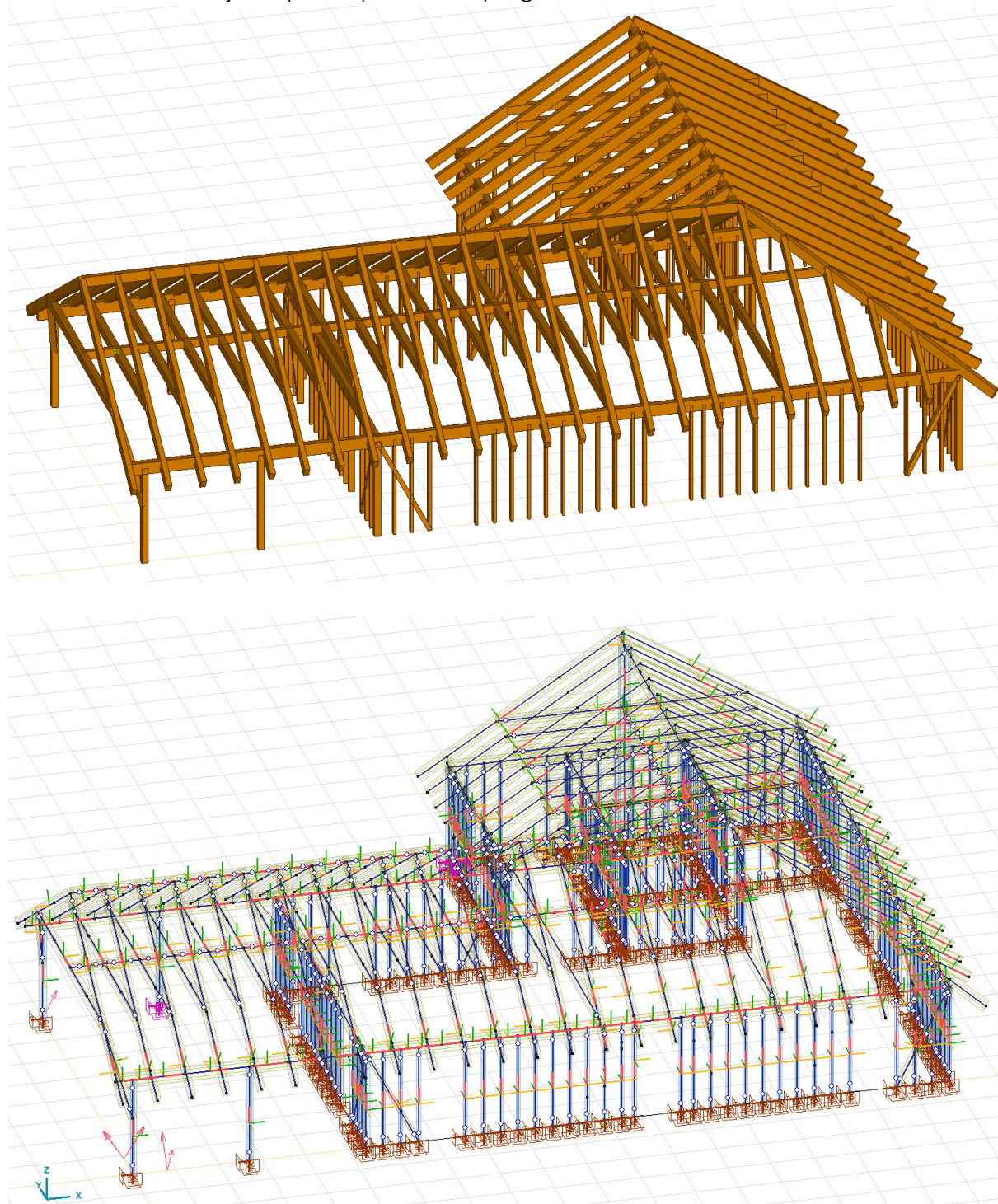
Prace budowlane należy prowadzić pod nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia budowlane. Postępy wykonywanych prac należy potwierdzać wpisami do Dziennika Budowy.

Przed przystąpieniem do robót należy sprawdzić w odpowiednich projektach związane z tym prace, a ewentualne wady koordynacji należy niezwłocznie przedstawić nadzorowi autorskiemu. Prowadzenie robót w przypadku wystąpienia wad koordynacji jest zabronione. W szczególności zabronione jest prowadzenie robót na podstawie dokumentacji jednej branży bez sprawdzenia ich odniesień do pozostałych.



## 8. WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Obliczenia konstrukcji budynku wykonano w programie AxisVM.



## 8.1. BELKA KALENICOWA BK1

### WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: **367**

Węzły: **818-819**

Norma: **Eurokod-PL**

[PN-EN 1995-1-1:2010](#)

Materiał: **C24**

Klasa użytkowania: **1**

Przekrój poprzeczny: **200x200**

Przypadek obciążenia: **liniowa, (Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca**

Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe**

#### 1. Siła normalna

[EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4](#)

Decydująca kombinacja: **[c. własny+WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y+.P.S}**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 9305,98 = 0 \text{ mm}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_x}{A_x} = \frac{5283,60}{40000,00} = 0,13 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1$$

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1 \cdot 14,00}{1,3} = 11,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{0,13}{11,85} = 1,1 \% \quad (6.1) \quad \text{spełniony}$$

#### 2. Zginanie (y)

[EN 1995-1-1: 6.1.6](#)

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 9305,98 = 3705,98 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|15721478,50|}{1333333,32} = 11,79 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 1 \cdot 24,00}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{11,79}{14,77} = 79,8 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 3. Zginanie (z)

[EN 1995-1-1: 6.1.6](#)

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny**

**+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] X-P.S} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y**

**+)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 9305,98 = 3705,98 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|3905174,73|}{1333333,32} = 2,93 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1 \cdot 24,00}{1,3} = 20,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,93}{20,31} = 14,4 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,31 \cdot L = 0,31 \cdot 9305,98 = 2905,98 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-3426,17)|}{0,67 \cdot 200,00 \cdot 200,00} = 0,19 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 4,00}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,19}{2,46} = 7,8 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

#### 5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 9305,98 = 3705,98 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |18913,04|}{0,67 \cdot 200,00 \cdot 200,00} = 1,06 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 4,00}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{1,06}{2,46} = 43,0 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

## 6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{ własny}$

$+1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Wiatr [BUDYNEK] X-.P.P}\} (1,5 \cdot 0,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} +)$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 9305,98 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{200,00}{200,00} ; 1,3 \right) = 1,05 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,05 \cdot 3,38} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

## SPRAWDZENIE INTERAKCJI

### 7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{ własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y}\}$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 9305,98 = 3705,98 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,02}{12,92} \right)^2 + \frac{|11,74|}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{|1,77|}{14,77} = 87,9 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,02}{12,92} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|11,74|}{14,77} + \frac{|1,77|}{14,77} = 67,6 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(87,9 ; 67,6) = 87,9 \% \quad \text{spełniony}$$

### 8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{ własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y}\}$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 9305,98 = 3705,98 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 9305,98}{57,74} = 161,2$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 9305,98}{57,74} = 161,2$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{161,2}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 2,7 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{161,2}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 2,7 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (2,7 - 0,3) + 2,7^2) = 4,48 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (2,7 - 0,3) + 2,7^2) = 4,48 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left( \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{4,48 + \sqrt{4,48^2 - 2,7^2}} ; 1 \right) = 0,12 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left( \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{4,48 + \sqrt{4,48^2 - 2,7^2}} ; 1 \right) = 0,12 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,02|}{0,12 \cdot 12,92} + \frac{|11,74|}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{|1,77|}{14,77} = 89,4 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,02|}{0,12 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{|11,74|}{14,77} + \frac{|1,77|}{14,77} = 69,1 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(89,4 ; 69,1) = 89,4 \% \quad \text{spełniony}$$

## 9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 9305,98 = 3705,98 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 200,00_{max} = 400,00 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 200,00^2}{200,00 \cdot (1,00 \cdot 9305,98 + 400,00)} \cdot 7400,00 = 118,94 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,00}{118,94}} = 0,45 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left( \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0,01}{0,12 \cdot 12,92} + \left( \frac{|11,79|}{1,00 \cdot 14,77} \right)^2 = 64,7 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|11,79|}{1,00 \cdot 14,77} = 79,8 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 79,8 \% \quad \text{spełniony}$$

## 10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 9305,98 = 3705,98 \text{ mm}$

W punkcie A (punkt środkowy na boku b);  $\tau_{V_{z,d}} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{y,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-3426,17)|}{0,67 \cdot 200,00 \cdot 200,00} = 0,19 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,05 \cdot 2,46} + \left( \frac{0,19}{2,46} \right)^2 = 0,6 \% \quad (\text{NA.55})$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h);  $\tau_{V_{y,d}} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{z,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |18913,04|}{0,67 \cdot 200,00 \cdot 200,00} = 1,06 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,05 \cdot 2,46} + \left( \frac{1,06}{2,46} \right)^2 = 18,5 \% \quad (\text{NA.55})$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego);  $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left( \frac{0,19}{2,46} \right)^2 + \left( \frac{1,06}{2,46} \right)^2 = 19,1 \% \quad (\text{NA.55})$$

$$\eta_{V_y, V_z, M_x} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(0,6; 18,5; 19,1; 7,8; 43,0) = 43,0 \% \quad \text{spełniony}$$

## 11. Wartość największej strefy naprężeń prostopadłej do osi

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny**

**+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] X-.P.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y**

**+)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 9305,98 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (\text{6.53}) \quad \text{spełniony}$$

**WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO**Wymiarowany element: **367**Węzły: **818-819**Norma: **Eurokod-PL**

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: **C24**Klasa użytkowania: **1**Przekrój poprzeczny: **200x200**Przypadek obciążenia: **liniowa, (SGU Charakterystyczne) Decydująca**Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe****12. SGU (Stan graniczny użytkowalności)**

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {Śnieg DX+Y  
+} (0,6\*Wiatr [BUDYNEK] X-.P.S)Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,73 \cdot L = 0,73 \cdot 9305,98 = 6825,98$  mm

$$k_{def} = 0,6$$

$$w_{net,fin,y} = \left| w_{fin,y} - u_{fin,i,y} \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) - u_{fin,j,y} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| 2,59 - 6,28 \cdot \left( 1 - \frac{6825,98}{9305,98} \right) - 0,87 \cdot \frac{6825,98}{9305,98} \right| = 0,28 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{9305,98}{300,0} = 31,02 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{0,28}{31,02} = 0,9 \%$$

$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,i,z} \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) - u_{fin,j,z} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-9,77) - (-3,98) \cdot \left( 1 - \frac{6825,98}{9305,98} \right) - 0,96 \cdot \frac{6825,98}{9305,98} \right| = 9,41 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{9305,98}{300,0} = 31,02 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{9,41}{31,02} = 30,3 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y}; \eta_{SLS,z}) = \max(0,9; 30,3) = 30,3 \% \quad \text{spełniony}$$

## 8.2. KROKIEW K1

### WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 174

Węzły: 510-520

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: C24

Klasa użytkowania: 2

Przekrój poprzeczny: 120x240

Przypadek obciążenia: liniowa, (Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: Chwilowe

#### 1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,62 \cdot L = 0,62 \cdot 5602,64 = 3452,38$  mm

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-12966,76)|}{28800,00} = 0,45 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 21,00}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,45}{12,92} = 3,5 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

#### 2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,62 \cdot L = 0,62 \cdot 5602,64 = 3452,38$  mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-8124772,07)|}{1151999,92} = 7,05 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 1 \cdot 24,00}{1,3} = 11,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{7,05}{11,08} = 63,7 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny

+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] X-.P.S} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y



+)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,62 \cdot L = 0,62 \cdot 5602,64 = 3452,38 \text{ mm}$ 

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|(-255419,43)|}{575999,96} = 0,44 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left( \left( \frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left( \left( \frac{150}{120,00} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,046 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1,046 \cdot 24,00}{1,3} = 21,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,44}{21,23} = 2,1 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y+P.P}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,62 \cdot L = 0,62 \cdot 5602,64 = 3452,38 \text{ mm}$ 

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |161,68|}{0,67 \cdot 120,00 \cdot 240,00} = 0,01 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,01}{3,38} = 0,4 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

#### 5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,86 \cdot L = 0,86 \cdot 5602,64 = 4807,35 \text{ mm}$ 

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |9539,44|}{0,67 \cdot 120,00 \cdot 240,00} = 0,74 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 4,00}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{0,74}{2,46} = 30,1 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

## 6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+} (1,5\*0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 5602,64 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{240,00}{120,00} ; 1,3 \right) = 1,1 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,1 \cdot 3,38} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

## SPRAWDZENIE INTERAKCJI

### 7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,62 \cdot L = 0,62 \cdot 5602,64 = 3452,38 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,31}{9,69} \right)^2 + \frac{|7,05|}{11,08} + 0,7 \cdot \frac{|0,14|}{11,58} = 64,6 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,31}{9,69} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|7,05|}{11,08} + \frac{|0,14|}{11,58} = 45,9 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(64,6 ; 45,9) = 64,6 \% \quad \text{spełniony}$$

### 8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,62 \cdot L = 0,62 \cdot 5602,64 = 3452,38 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 5602,64}{69,28} = 80,9$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 5602,64}{34,64} = 161,7$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{80,9}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 1,4 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{161,7}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 2,7 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,4 - 0,3) + 1,4^2) = 1,55 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (2,7 - 0,3) + 2,7^2) = 4,50 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left( \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,55 + \sqrt{1,55^2 - 1,4^2}} ; 1 \right) = 0,44 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left( \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{4,50 + \sqrt{4,50^2 - 2,7^2}} ; 1 \right) = 0,12 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,45|}{0,44 \cdot 12,92} + \frac{|9,39|}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{|0,19|}{15,44} = 72,3 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,45|}{0,12 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{|9,39|}{14,77} + \frac{|0,19|}{15,44} = 73,9 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(72,3 ; 73,9) = 73,9 \% \quad \text{spełniony}$$

## 9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{ własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y+}\}$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,62 \cdot L = 0,62 \cdot 5602,64 = 3452,38 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 240,00_{max} = 480,00 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 120,00^2}{240,00 \cdot (1,00 \cdot 5602,64 + 480,00)} \cdot 7400,00 = 56,94 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,00}{56,94}} = 0,65 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left( \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0,45}{0,12 \cdot 12,92} + \left( \frac{|9,39|}{1,00 \cdot 14,77} \right)^2 = 68,6 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|9,39|}{1,00 \cdot 14,77} = 63,6 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = 68,6 \% \quad \text{spełniony}$$

## 10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}**Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,86 \cdot L = 0,86 \cdot 5602,64 = 4807,35 \text{ mm}$ W punkcie A (punkt środkowy na boku b);  $\tau_{V_{z,d}} = 0$ 

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{y,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-40,42)|}{0,67 \cdot 240,00 \cdot 120,00} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,1 \cdot 2,46} + \left( \frac{0}{2,46} \right)^2 = 0 \% \quad (\text{NA.55})$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h);  $\tau_{V_{y,d}} = 0$ 

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{z,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |9539,44|}{0,67 \cdot 240,00 \cdot 120,00} = 0,74 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,1 \cdot 2,46} + \left( \frac{0,74}{2,46} \right)^2 = 9,1 \% \quad (\text{NA.55})$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego);  $\tau_{tor,d,O} = 0$ 

$$\eta_O = \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left( \frac{0}{2,46} \right)^2 + \left( \frac{0,74}{2,46} \right)^2 = 9,1 \% \quad (\text{NA.55})$$

$$\eta_{V_y, V_z, M_x} = \max(\eta_A ; \eta_B ; \eta_O ; \eta_{V_y} ; \eta_{V_z}) = \max(0 ; 9,1 ; 9,1 ; 0,1 ; 30,1) = 30,1 \% \quad \text{spełniony}$$

**11. Wartość największej strefy naprężeń prostopadłej do osi**

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+} (1,5\*0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y+.P.S)**Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 5602,64 = 0 \text{ mm}$ 

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (\text{6.53}) \quad \text{spełniony}$$

**WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO**Wymiarowany element: **174**Węzły: **510-520**Norma: **Eurokod-PL**

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: **C24**Klasa użytkowania: **2**Przekrój poprzeczny: **120x240**Przypadek obciążenia: **liniowa, (SGU Charakterystyczne) Decydująca**Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe****12. SGU (Stan graniczny użytkowalności)**

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {Śnieg DX+Y+} (0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y +P.S)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,47 \cdot L = 0,47 \cdot 5602,64 = 2640,33$  mm

$$k_{def} = 0$$

$$w_{net,fin,y} = \left| w_{fin,y} - u_{fin,i,y} \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) - u_{fin,j,y} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-2,11) - (-3,92) \cdot \left( 1 - \frac{2640,33}{5602,64} \right) - 0,05 \cdot \frac{2640,33}{5602,64} \right| = 0,17 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{5602,64}{300,0} = 18,68 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{0,17}{18,68} = 0,9 \%$$

$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,i,z} \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) - u_{fin,j,z} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-18,54) - (-16,44) \cdot \left( 1 - \frac{2640,33}{5602,64} \right) - 15,04 \cdot \frac{2640,33}{5602,64} \right| = 17,80 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{5602,64}{300,0} = 18,68 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{17,80}{18,68} = 95,3 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y}; \eta_{SLS,z}) = \max(0,9; 95,3) = 95,3 \% \quad \text{spełniony}$$

### 8.3. KROKIEW K2

#### WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 44

Węzły: 663-665

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: C24

Klasa użytkowania: 2

Przekrój poprzeczny: 140x240

Przypadek obciążenia: liniowa, (Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: Chwilowe

#### 1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,86 \cdot L = 0,86 \cdot 5602,64 = 4807,35$  mm

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-24272,37)|}{33600,00} = 0,72 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 21,00}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,72}{12,92} = 5,6 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

#### 2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,43 \cdot L = 0,43 \cdot 5602,64 = 2416,67$  mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-5046861,65)|}{1343999,99} = 3,76 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 1 \cdot 24,00}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{3,76}{14,77} = 25,4 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y +.P.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,86 \cdot L = 0,86 \cdot 5602,64 = 4807,35 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|180963,64|}{783999,97} = 0,23 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left( \left( \frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left( \left( \frac{150}{140,00} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,014 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1,014 \cdot 24,00}{1,3} = 20,59 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,23}{20,59} = 1,1 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y +P.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 5602,64 = 0 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_{y,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-37,64)|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 240,00} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,y,d}} = \frac{0}{3,38} = 0,1 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

#### 5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 5602,64 = 0 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_{z,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-3732,09)|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 240,00} = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 4,00}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,z,d}} = \frac{0,25}{2,46} = 10,1 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

## 6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S})$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 5602,64 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{240,00}{140,00} ; 1,3 \right) = 1,086 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,086 \cdot 3,38} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

## SPRAWDZENIE INTERAKCJI

### 7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \}$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,43 \cdot L = 0,43 \cdot 5602,64 = 2416,67 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,65}{12,92} \right)^2 + \frac{|3,76|}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{|0,04|}{14,97} = 25,9 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,65}{12,92} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|3,76|}{14,77} + \frac{|0,04|}{14,97} = 18,3 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(25,9 ; 18,3) = 25,9 \% \quad \text{spełniony}$$

### 8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \}$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,49 \cdot L = 0,49 \cdot 5602,64 = 2761,91 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 5602,64}{69,28} = 80,9$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 5602,64}{40,41} = 138,6$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{80,9}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 1,4 \quad (6.21)$$



$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{138,6}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 2,4 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,4 - 0,3) + 1,4^2) = 1,55 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (2,4 - 0,3) + 2,4^2) = 3,47 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left( \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,55 + \sqrt{1,55^2 - 1,4^2}} ; 1 \right) = 0,44 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left( \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{3,47 + \sqrt{3,47^2 - 2,4^2}} ; 1 \right) = 0,17 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,66|}{0,44 \cdot 12,92} + \frac{|3,69|}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{|0,05|}{14,97} = 36,8 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,66|}{0,17 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{|3,69|}{14,77} + \frac{|0,05|}{14,97} = 48,6 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(36,8 ; 48,6) = 48,6 \% \quad \text{spełniony}$$

## 9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{ własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y+}\}$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,49 \cdot L = 0,49 \cdot 5602,64 = 2761,91 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 240,00_{max} = 480,00 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 140,00^2}{240,00 \cdot (1,00 \cdot 5602,64 + 480,00)} \cdot 7400,00 = 77,50 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,00}{77,50}} = 0,56 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left( \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0,66}{0,17 \cdot 12,92} + \left( \frac{|3,69|}{1,00 \cdot 14,77} \right)^2 = 37,1 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|3,69|}{1,00 \cdot 14,77} = 25,0 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = 37,1 \% \quad \text{spełniony}$$

## 10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \}$ Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 5602,64 = 0 \text{ mm}$ W punkcie A (punkt środkowy na boku b);  $\tau_{V_{z,d}} = 0$ 

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{y,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-13,63)|}{0,67 \cdot 240,00 \cdot 140,00} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,086 \cdot 2,46} + \left( \frac{0}{2,46} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h);  $\tau_{V_{y,d}} = 0$ 

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{z,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-3732,09)|}{0,67 \cdot 240,00 \cdot 140,00} = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,086 \cdot 2,46} + \left( \frac{0,25}{2,46} \right)^2 = 1,0 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego);  $\tau_{tor,d,O} = 0$ 

$$\eta_O = \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left( \frac{0}{2,46} \right)^2 + \left( \frac{0,25}{2,46} \right)^2 = 1,0 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_y, V_z, M_x} = \max(\eta_A ; \eta_B ; \eta_O ; \eta_{V_y} ; \eta_{V_z}) = \max(0 ; 1,0 ; 1,0 ; 0 ; 10,1) = 10,1 \% \quad \text{spełniony}$$

**11. Wartość największej strefy naprężeń prostopadłej do osi**

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S})$ Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 5602,64 = 0 \text{ mm}$ 

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{spełniony}$$

**WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO**Wymiarowany element: **44**Węzły: **663-665**Norma: **Eurokod-PL**

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: **C24**Klasa użytkowania: **2**Przekrój poprzeczny: **140x240**Przypadek obciążenia: **liniowa, (SGU Charakterystyczne) Decydująca**Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe****12. SGU (Stan graniczny użytkowalności)**

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {Śnieg DX+Y+} (0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y +P.S)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,46 \cdot L = 0,46 \cdot 5602,64 = 2589,29 \text{ mm}$  $k_{def} = 0,8$ 

$$w_{net,fin,y} = \left| w_{fin,y} - u_{fin,i,y} \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) - u_{fin,j,y} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| 1,50 - 3,90 \cdot \left( 1 - \frac{2589,29}{5602,64} \right) - (-0,03) \cdot \frac{2589,29}{5602,64} \right| = 0,58 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{5602,64}{300,0} = 18,68 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{0,58}{18,68} = 3,1 \%$$

$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,i,z} \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) - u_{fin,j,z} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-16,56) - (-6,06) \cdot \left( 1 - \frac{2589,29}{5602,64} \right) - 1,22 \cdot \frac{2589,29}{5602,64} \right| = 13,86 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{5602,64}{300,0} = 18,68 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{13,86}{18,68} = 74,2 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y}; \eta_{SLS,z}) = \max(3,1; 74,2) = 74,2 \% \quad \text{spełniony}$$

## 8.4. KROKIEW KOSZOWA KK1

### WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 39

Węzły: 710-663

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: C24

Klasa użytkowania: 2

Przekrój poprzeczny: 120x240

Przypadek obciążenia: liniowa, (Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: Średniotrwale

#### 1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny

+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] X-.S.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,32 \cdot L = 0,32 \cdot 7325,84 = 2359,17 \text{ mm}$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-15481,49)|}{28800,00} = 0,54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 21,00}{1,3} = 17,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,54}{17,77} = 3,0 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

#### 2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,83 \cdot L = 0,83 \cdot 7325,84 = 6084,17 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-6168778,90)|}{1151999,92} = 5,35 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 1 \cdot 24,00}{1,3} = 14,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{5,35}{14,77} = 36,3 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y +.P.S} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,83 \cdot L = 0,83 \cdot 7325,84 = 6084,17 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|1643171,79|}{575999,96} = 2,85 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left( \left( \frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left( \left( \frac{150}{120,00} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,046 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1,046 \cdot 24,00}{1,3} = 21,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,85}{21,23} = 13,4 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y +.P.S} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,98 \cdot L = 0,98 \cdot 7325,84 = 7201,67 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |1323,36|}{0,67 \cdot 120,00 \cdot 240,00} = 0,10 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,10}{3,38} = 3,0 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

#### 5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 7325,84 = 7325,84 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |5463,10|}{0,67 \cdot 120,00 \cdot 240,00} = 0,42 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 4,00}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{V_z,d}} = \frac{0,42}{2,46} = 17,3 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

## 6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg UD}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 7325,84 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 4,00}{1,3} = 2,46 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{240,00}{120,00} ; 1,3 \right) = 1,1 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,1 \cdot 2,46} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

## SPRAWDZENIE INTERAKCJI

### 7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,83 \cdot L = 0,83 \cdot 7325,84 = 6084,17 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,36}{12,92} \right)^2 + \frac{|5,35|}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{|0,87|}{15,44} = 40,3 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,36}{12,92} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|5,35|}{14,77} + \frac{|0,87|}{15,44} = 31,1 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(40,3 ; 31,1) = 40,3 \% \quad \text{spełniony}$$

### 8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,83 \cdot L = 0,83 \cdot 7325,84 = 6084,17 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 7325,84}{69,28} = 105,7$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 7325,84}{34,64} = 211,5$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{105,7}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 1,8 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{211,5}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 3,6 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,8 - 0,3) + 1,8^2) = 2,26 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (3,6 - 0,3) + 3,6^2) = 7,26 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left( \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{2,26 + \sqrt{2,26^2 - 1,8^2}} ; 1 \right) = 0,28 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left( \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{7,26 + \sqrt{7,26^2 - 3,6^2}} ; 1 \right) = 0,07 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,36|}{0,28 \cdot 12,92} + \frac{|5,35|}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{|0,87|}{15,44} = 50,4 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,36|}{0,07 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{|5,35|}{14,77} + \frac{|0,87|}{15,44} = 69,1 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(50,4 ; 69,1) = 69,1 \% \quad \text{spełniony}$$

## 9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,83 \cdot L = 0,83 \cdot 7325,84 = 6084,17 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 240,00_{max} = 480,00 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 120,00^2}{240,00 \cdot (1,00 \cdot 7325,84 + 480,00)} \cdot 7400,00 = 44,37 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,00}{44,37}} = 0,74 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left( \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0,36}{0,07 \cdot 12,92} + \left( \frac{|5,35|}{1,00 \cdot 14,77} \right)^2 = 51,2 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|5,35|}{1,00 \cdot 14,77} = 36,3 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 51,2\% \quad \text{spełniony}$$

## 10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 7325,84 = 7325,84$  mm

W punkcie A (punkt środkowy na boku b);  $\tau_{V_{z,d}} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{y,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |402,99|}{0,67 \cdot 240,00 \cdot 120,00} = 0,03 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,1 \cdot 2,46} + \left( \frac{0,03}{2,46} \right)^2 = 0\% \quad (\text{NA.55})$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h);  $\tau_{V_{y,d}} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{z,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |5463,10|}{0,67 \cdot 240,00 \cdot 120,00} = 0,42 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,1 \cdot 2,46} + \left( \frac{0,42}{2,46} \right)^2 = 3,0\% \quad (\text{NA.55})$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego);  $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left( \frac{0,03}{2,46} \right)^2 + \left( \frac{0,42}{2,46} \right)^2 = 3,0\% \quad (\text{NA.55})$$

$$\eta_{V_y, V_z, M_x} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(0; 3,0; 3,0; 1,3; 17,3) = 17,3\% \quad \text{spełniony}$$

## 11. Wartość największej strefy naprężeń prostopadłej do osi

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg UD}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 7325,84 = 0$  mm

$$\eta_{Apex} = 0\% \quad (\text{6.53}) \quad \text{spełniony}$$



**WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO**Wymiarowany element: **39**Węzły: **710-663**Norma: **Eurokod-PL**

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: **C24**Klasa użytkowania: **2**Przekrój poprzeczny: **120x240**Przypadek obciążenia: **liniowa, (SGU Charakterystyczne) Decydująca**Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe****12. SGU (Stan graniczny użytkowalności)**

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: **[c. własny+WARSTWY WYK.] {Śnieg DX+Y+} (0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y +P.S)**Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,71 \cdot L = 0,71 \cdot 7325,84 = 5215,01 \text{ mm}$ 

$$k_{def} = 0,8$$

$$w_{net,fin,y} = \left| w_{fin,y} - u_{fin,i,y} \cdot \left(1 - \frac{x}{L}\right) - u_{fin,j,y} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-9,84) - 3,16 \cdot \left(1 - \frac{5215,01}{7325,84}\right) - (-7,56) \cdot \frac{5215,01}{7325,84} \right| = 5,31 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{7325,84}{300,0} = 24,42 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{5,31}{24,42} = 21,7 \%$$

$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,i,z} \cdot \left(1 - \frac{x}{L}\right) - u_{fin,j,z} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-10,99) - 1,03 \cdot \left(1 - \frac{5215,01}{7325,84}\right) - (-3,44) \cdot \frac{5215,01}{7325,84} \right| = 8,81 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{7325,84}{300,0} = 24,42 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{8,81}{24,42} = 36,1 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y}; \eta_{SLS,z}) = \max(21,7; 36,1) = 36,1 \% \quad \text{spełniony}$$

## 8.5. BELKA OCZEPOWA BO1

### WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: **36**

Węzły: **351-91**

Norma: **Eurokod-PL**

[PN-EN 1995-1-1:2010](#)

Materiał: **C24**

Klasa użytkowania: **2**

Przekrój poprzeczny: **140x280**

Przypadek obciążenia: **liniowa, (Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca**

Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe**

#### 1. Siła normalna

[EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4](#)

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y +P.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,62 \cdot L = 0,62 \cdot 19300,00 = 12000,00 \text{ mm}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_x}{A_x} = \frac{20556,11}{39200,00} = 0,52 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1$$

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1 \cdot 14,00}{1,3} = 11,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} = \frac{0,52}{11,85} = 4,4 \% \quad (6.1) \quad \text{spełniony}$$

#### 2. Zginanie (y)

[EN 1995-1-1: 6.1.6](#)

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,16 \cdot L = 0,16 \cdot 19300,00 = 3100,00 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|8874135,97|}{1829333,37} = 4,85 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 1 \cdot 24,00}{1,3} = 11,08 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{4,85}{11,08} = 43,8 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 3. Zginanie (z)

## EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,30 \cdot L = 0,30 \cdot 19300,00 = 5800,00 \text{ mm}$ 

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|6448416,71|}{914666,69} = 7,05 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left( \left( \frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left( \left( \frac{150}{140,00} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,014 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 1,014 \cdot 24,00}{1,3} = 11,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{7,05}{11,23} = 62,8 \% \quad \text{spełniony}$$

**4. Ścinanie(y)**

## EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,29 \cdot L = 0,29 \cdot 19300,00 = 5600,00 \text{ mm}$ 

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-14311,76)|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 280,00} = 0,82 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 4,00}{1,3} = 1,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,82}{1,85} = 44,3 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

**5. Ścinanie(z)**

## EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,16 \cdot L = 0,16 \cdot 19300,00 = 3100,00 \text{ mm}$ 

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-20861,99)|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 280,00} = 1,19 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 4,00}{1,3} = 1,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{1,19}{1,85} = 64,5 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

## 6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y+S.P}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 19300,00 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{280,00}{140,00} ; 1,3 \right) = 1,1 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,1 \cdot 3,38} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

## SPRAWDZENIE INTERAKCJI

### 7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,30 \cdot L = 0,30 \cdot 19300,00 = 5800,00 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01}{6,46} + \frac{|2,49|}{11,08} + 0,7 \cdot \frac{|7,05|}{11,23} = 66,5 \% \quad (6.17)$$

$$\eta_2 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{0,01}{6,46} + 0,7 \cdot \frac{|2,49|}{11,08} + \frac{|7,05|}{11,23} = 78,6 \% \quad (6.18)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(66,5 ; 78,6) = 78,6 \% \quad \text{spełniony}$$

### 8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: [1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,30 \cdot L = 0,30 \cdot 19300,00 = 5800,00 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|2,49|}{11,08} + 0,7 \cdot \frac{|7,05|}{11,23} = 66,4 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = 0,7 \cdot \frac{|2,49|}{11,08} + \frac{|7,05|}{11,23} = 78,5 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(66,4 ; 78,5) = 78,5 \% \quad \text{spełniony}$$

### 9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,16 \cdot L = 0,16 \cdot 19300,00 = 3100,00$  mm

$$\sigma_{Mcd} = |\sigma_{m,y,d}| - \sigma_{c,0,d} = |4,85| - \sigma_{c,0,d} = 4,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \frac{\sigma_{Mcd}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{4,85}{0,75 \cdot 11,08} = 58,7 \% \quad \text{spełniony}$$

## 10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,16 \cdot L = 0,16 \cdot 19300,00 = 3100,00$  mm

W punkcie A (punkt środkowy na boku b);  $\tau_{V_{z,d}} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{y,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |262,57|}{0,67 \cdot 280,00 \cdot 140,00} = 0,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,1 \cdot 1,85} + \left( \frac{0,01}{1,85} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h);  $\tau_{V_{y,d}} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_{z,d}} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-20861,99)|}{0,67 \cdot 280,00 \cdot 140,00} = 1,19 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,1 \cdot 1,85} + \left( \frac{1,19}{1,85} \right)^2 = 41,7 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego);  $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left( \frac{\tau_{V_{y,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left( \frac{0,01}{1,85} \right)^2 + \left( \frac{1,19}{1,85} \right)^2 = 41,7 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_{y,V_{z,M_x}} = \max(\eta_A ; \eta_B ; \eta_O ; \eta_{V_y} ; \eta_{V_z}) = \max(0 ; 41,7 ; 41,7 ; 0,8 ; 64,5) = 64,5 \% \quad \text{spełniony}$$

## 11. Wartość największej strefy naprężeń prostopadłej do osi

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: **[c. własny+WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y+.S.P}**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 19300,00 = 0$  mm

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{spełniony}$$

**WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO**Wymiarowany element: **36**Węzły: **351-91**Norma: **Eurokod-PL**

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: **C24**Klasa użytkowania: **2**Przekrój poprzeczny: **140x280**Przypadek obciążenia: **liniowa, (SGU Charakterystyczne) Decydująca**Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe****12. SGU (Stan graniczny użyteczności)**

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S} (0,5\*Śnieg DX+Y +)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,72 \cdot L = 0,72 \cdot 19300,00 = 13900,00$  mm $k_{def} = 0,8$ 

$$w_{net,fin,y} = \left| w_{fin,y} - u_{fin,i,y} \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) - u_{fin,j,y} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| 14,57 - 2,95 \cdot \left( 1 - \frac{13900,00}{19300,00} \right) - 1,12 \cdot \frac{13900,00}{19300,00} \right| = 12,94 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{19300,00}{300,0} = 64,33 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{12,94}{64,33} = 20,1 \%$$

$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,i,z} \cdot \left( 1 - \frac{x}{L} \right) - u_{fin,j,z} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-0,03) - 1,00 \cdot \left( 1 - \frac{13900,00}{19300,00} \right) - (-0,05) \cdot \frac{13900,00}{19300,00} \right| = 0,28 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{19300,00}{300,0} = 64,33 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{0,28}{64,33} = 0,4 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y}; \eta_{SLS,z}) = \max(20,1; 0,4) = 20,1 \% \quad \text{spełniony}$$

## 8.6. SŁUP S1

### WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: **89**

Węzły: **337-338**

Norma: **Eurokod-PL**

[PN-EN 1995-1-1:2010](#)

Materiał: **C24**

Klasa użytkowania: **2**

Przekrój poprzeczny: **140x140**

Przypadek obciążenia: **liniowa, (Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca**

Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe**

#### 1. Siła normalna

[EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4](#)

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-18465,79)|}{19600,00} = 0,94 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 21,00}{1,3} = 9,69 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,94}{9,69} = 9,7 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

#### 2. Zginanie (y)

[EN 1995-1-1: 6.1.6](#)

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,59 \cdot L = 0,59 \cdot 2360,00 = 1396,00 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|413809,60|}{457333,34} = 0,90 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = \min \left( \left( \frac{150}{h} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left( \left( \frac{150}{140,00} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,014 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 1,014 \cdot 24,00}{1,3} = 11,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,90}{11,23} = 8,1 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 3. Zginanie (z)

[EN 1995-1-1: 6.1.6](#)

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,59 \cdot L = 0,59 \cdot 2360,00 = 1396,00 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|(-1145693,54)|}{457333,34} = 2,51 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left( \left( \frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left( \left( \frac{150}{140,00} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,014 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 1,014 \cdot 24,00}{1,3} = 11,23 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,51}{11,23} = 22,3 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 4. Ścinanie(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,59 \cdot L = 0,59 \cdot 2360,00 = 1396,00 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-1188,48)|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 140,00} = 0,14 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 4,00}{1,3} = 1,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,14}{1,85} = 7,4 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

#### 5. Ścinanie(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,59 \cdot L = 0,59 \cdot 2360,00 = 1396,00 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-405,61)|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 140,00} = 0,05 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 4,00}{1,3} = 1,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{0,05}{1,85} = 2,5 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$



## 6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{ własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y} + \} (1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S})$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{140,00}{140,00} ; 1,3 \right) = 1,05 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,05 \cdot 3,38} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

## SPRAWDZENIE INTERAKCJI

### 7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot c. \text{ własny} + 1,35 \cdot \text{WARSTWY WYK.}]$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,59 \cdot L = 0,59 \cdot 2360,00 = 1396,00 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,93}{9,69} \right)^2 + \frac{|0,90|}{11,23} + 0,7 \cdot \frac{|2,49|}{11,23} = 24,5 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{0,93}{9,69} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|0,90|}{11,23} + \frac{|2,49|}{11,23} = 28,7 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(24,5 ; 28,7) = 28,7 \% \quad \text{spełniony}$$

### 8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot c. \text{ własny} + 1,35 \cdot \text{WARSTWY WYK.}]$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,59 \cdot L = 0,59 \cdot 2360,00 = 1396,00 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 2360,00}{40,41} = 58,4$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 2360,00}{40,41} = 58,4$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{58,4}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 1 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{58,4}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 1 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1 - 0,3) + 1^2) = 1,06 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1 - 0,3) + 1^2) = 1,06 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left( \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,06 + \sqrt{1,06^2 - 1^2}} ; 1 \right) = 0,70 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left( \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,06 + \sqrt{1,06^2 - 1^2}} ; 1 \right) = 0,70 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,93|}{0,70 \cdot 9,69} + \frac{|0,90|}{11,23} + 0,7 \cdot \frac{|2,49|}{11,23} = 37,4 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,93|}{0,70 \cdot 9,69} + 0,7 \cdot \frac{|0,90|}{11,23} + \frac{|2,49|}{11,23} = 41,6 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(37,4 ; 41,6) = 41,6 \% \quad \text{spełniony}$$

## 9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: [1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,59 \cdot L = 0,59 \cdot 2360,00 = 1396,00 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 140,00_{max} = 280,00 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 140,00^2}{140,00 \cdot (1,00 \cdot 2360,00 + 280,00)} \cdot 7400,00 = 306,09 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,00}{306,09}} = 0,28 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left( \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0,93}{0,70 \cdot 9,69} + \left( \frac{|0,90|}{1,00 \cdot 11,23} \right)^2 = 14,5 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|0,90|}{1,00 \cdot 11,23} = 8,1 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = 14,5 \% \quad \text{spełniony}$$

## 10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]**Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,59 \cdot L = 0,59 \cdot 2360,00 = 1396,00$  mmW punkcie A (punkt środkowy na boku b);  $\tau_{V_z,d} = 0$ 

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-1188,48)|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 140,00} = 0,14 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,05 \cdot 1,85} + \left( \frac{0,14}{1,85} \right)^2 = 0,5 \% \quad (\text{NA.55})$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h);  $\tau_{V_y,d} = 0$ 

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-405,61)|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 140,00} = 0,05 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,05 \cdot 1,85} + \left( \frac{0,05}{1,85} \right)^2 = 0,1 \% \quad (\text{NA.55})$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego);  $\tau_{tor,d,O} = 0$ 

$$\eta_O = \left( \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left( \frac{0,14}{1,85} \right)^2 + \left( \frac{0,05}{1,85} \right)^2 = 0,6 \% \quad (\text{NA.55})$$

$$\eta_{V_y, V_z, M_x} = \max(\eta_A ; \eta_B ; \eta_O ; \eta_{V_y} ; \eta_{V_z}) = \max(0,5 ; 0,1 ; 0,6 ; 7,4 ; 2,5) = 7,4 \% \quad \text{spełniony}$$

**11. Wartość największej strefy naprężeń prostopadłej do osi**

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y +} (1,5\*0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y+.P.S)**Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0$  mm

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (\text{6.53}) \quad \text{spełniony}$$

**WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO**Wymiarowany element: **89**Węzły: **337-338**Norma: **Eurokod-PL**[PN-EN 1995-1-1:2010](#)Materiał: **C24**Klasa użytkowania: **2**Przekrój poprzeczny: **140x140**Przypadek obciążenia: **liniowa, (SGU Charakterystyczne) Decydująca**Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe****12. SGU (Stan graniczny użytkowości)**[EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2](#)

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {Wiatr [BUDYNEK] Y+.S.S} (0,5\*Śnieg UD)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,53 \cdot L = 0,53 \cdot 2360,00 = 1256,40 \text{ mm}$  $k_{def} = 0,8$ 

$$w_{net,fin,y} = \left| w_{fin,y} - u_{fin,j,y} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| 8,96 - 10,23 \cdot \frac{1256,40}{2360,00} \right| = 3,52 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{2360,00}{300,0} = 7,87 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{3,52}{7,87} = 44,7 \%$$

$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,j,z} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| 1,12 - (-0,23) \cdot \frac{1256,40}{2360,00} \right| = 1,24 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{2360,00}{300,0} = 7,87 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{1,24}{7,87} = 15,8 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y}; \eta_{SLS,z}) = \max(44,7; 15,8) = 44,7 \% \quad \text{spełniony}$$

## 8.7. SŁUP S2

### WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 366

Węzły: 732-807

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: C24

Klasa użytkowania: 2

Przekrój poprzeczny: 140x240

Przypadek obciążenia: liniowa, (Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: Chwilowe

#### 1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,48 \cdot L = 0,48 \cdot 4910,00 = 2360,00$  mm

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-64514,85)|}{33600,00} = 1,92 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,80 \cdot 21,00}{1,3} = 12,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{1,92}{12,92} = 14,9 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

#### 2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y +P.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,48 \cdot L = 0,48 \cdot 4910,00 = 2360,00$  mm

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-1866782,78)|}{1343999,99} = 1,39 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1 \cdot 24,00}{1,3} = 20,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,39}{20,31} = 6,8 \% \quad \text{spełniony}$$

#### 3. Zginanie (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y

**+P.S} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,48 \cdot L = 0,48 \cdot 4910,00 = 2360,00 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|1959888,82|}{783999,97} = 2,50 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left( \left( \frac{150}{b} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left( \left( \frac{150}{140,00} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,014 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1,014 \cdot 24,00}{1,3} = 20,59 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,50}{20,59} = 12,1 \% \quad \text{spełniony}$$

**4. Ścinanie(y)**

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny

+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] X-.P.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,48 \cdot L = 0,48 \cdot 4910,00 = 2360,00 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |8131,84|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 240,00} = 0,54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0,54}{3,38} = 16,0 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

**5. Ścinanie(z)**

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y

+P.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,48 \cdot L = 0,48 \cdot 4910,00 = 2360,00 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |2811,58|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 240,00} = 0,19 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_{z,d}}}{f_{V_{z,d}}} = \frac{0,19}{3,38} = 5,5 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

## 6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+} (1,5\*0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y+.P.S)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 4910,00 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{240,00}{140,00} ; 1,3 \right) = 1,086 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,086 \cdot 3,38} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

## SPRAWDZENIE INTERAKCJI

### 7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y+.P.S} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,48 \cdot L = 0,48 \cdot 4910,00 = 2360,00 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{1,88}{17,77} \right)^2 + \frac{|1,21|}{20,31} + 0,7 \cdot \frac{|2,34|}{20,59} = 15,0 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{1,88}{17,77} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|1,21|}{20,31} + \frac{|2,34|}{20,59} = 16,7 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(15,0 ; 16,7) = 16,7 \% \quad \text{spełniony}$$

### 8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y+}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,48 \cdot L = 0,48 \cdot 4910,00 = 2360,00 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 4910,00}{69,28} = 70,9$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 4910,00}{40,41} = 121,5$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{70,9}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 1,2 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{121,5}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 2,1 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,2 - 0,3) + 1,2^2) = 1,31 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (2,1 - 0,3) + 2,1^2) = 2,80 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left( \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,31 + \sqrt{1,31^2 - 1,2^2}} ; 1 \right) = 0,54 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left( \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{2,80 + \sqrt{2,80^2 - 2,1^2}} ; 1 \right) = 0,21 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|1,92|}{0,54 \cdot 12,92} + \frac{|0,24|}{14,77} + 0,7 \cdot \frac{|0,52|}{14,97} = 31,4 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|1,92|}{0,21 \cdot 12,92} + 0,7 \cdot \frac{|0,24|}{14,77} + \frac{|0,52|}{14,97} = 74,3 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(31,4 ; 74,3) = 74,3 \% \quad \text{spełniony}$$

## 9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja:  $[1,35 \cdot 0,85 \cdot c. \text{ własny} + 1,35 \cdot 0,85 \cdot \text{WARSTWY WYK.}] \{1,5 \cdot \text{Śnieg DX+Y+}\}$

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,48 \cdot L = 0,48 \cdot 4910,00 = 2360,00 \text{ mm}$

$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 240,00_{max} = 480,00 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 140,00^2}{240,00 \cdot (1,00 \cdot 4910,00 + 480,00)} \cdot 7400,00 = 87,45 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,00}{87,45}} = 0,52 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left( \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{1,92}{0,21 \cdot 12,92} + \left( \frac{|0,24|}{1,00 \cdot 14,77} \right)^2 = 69,7 \% \quad (6.35)$$



$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|0,24|}{1,00 \cdot 14,77} = 1,6 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 69,7 \% \quad \text{spełniony}$$

## 10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja dla interakcji N-M-Wyboczenie: **[1,35\*0,85\*c. własny +1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] X-P.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y +)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,48 \cdot L = 0,48 \cdot 4910,00 = 2360,00 \text{ mm}$

W punkcie A (punkt środkowy na boku b);  $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |8131,84|}{0,67 \cdot 240,00 \cdot 140,00} = 0,54 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,086 \cdot 3,38} + \left( \frac{0,54}{3,38} \right)^2 = 2,6 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h);  $\tau_{V_y,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-140,51)|}{0,67 \cdot 240,00 \cdot 140,00} = 0,01 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,086 \cdot 3,38} + \left( \frac{0,01}{3,38} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego);  $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left( \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left( \frac{0,54}{3,38} \right)^2 + \left( \frac{0,01}{3,38} \right)^2 = 2,6 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_y, V_z, M_x} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(2,6; 0; 2,6; 16,0; 0,3) = 16,0 \% \quad \text{spełniony}$$

## 11. Wartość największej strefy naprężeń prostopadłej do osi

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y +} (1,5\*0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 4910,00 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{spełniony}$$

**WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO**Wymiarowany element: **366**Węzły: **732-807**Norma: **Eurokod-PL**[PN-EN 1995-1-1:2010](#)Materiał: **C24**Klasa użytkowania: **2**Przekrój poprzeczny: **140x240**Przypadek obciążenia: **liniowa, (SGU Charakterystyczne) Decydująca**Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe****12. SGU (Stan graniczny użytkowości)**[EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2](#)

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {Wiatr [BUDYNEK] Y+.P.S} (0,5\*Śnieg DX+Y +)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,43 \cdot L = 0,43 \cdot 4910,00 = 2124,00 \text{ mm}$  $k_{def} = 0,8$ 

$$w_{net,fin,y} = \left| w_{fin,y} - u_{fin,j,y} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-11,76) - (-11,22) \cdot \frac{2124,00}{4910,00} \right| = 7,72 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{4910,00}{300,0} = 16,37 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{7,72}{16,37} = 47,2 \%$$

$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,j,z} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| 0,85 - 1,01 \cdot \frac{2124,00}{4910,00} \right| = 0,48 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{4910,00}{300,0} = 16,37 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{0,48}{16,37} = 3,0 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y}; \eta_{SLS,z}) = \max(47,2; 3,0) = 47,2 \% \quad \text{spełniony}$$

## 8.8. SŁUP S3

### WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO

Wymiarowany element: 232

Węzły: 226-227

Norma: Eurokod-PL

PN-EN 1995-1-1:2010

Materiał: C24

Klasa użytkowania: 2

Przekrój poprzeczny: 60x140

Przypadek obciążenia: liniowa, (Wszystkie SGN (a, b)) Decydująca

Klasa trwania obciążenia: Chwilowe

#### 1. Siła normalna

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-9857,75)|}{8400,00} = 1,17 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,60 \cdot 21,00}{1,3} = 9,69 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{1,17}{9,69} = 12,1 \% \quad (6.2) \quad \text{spełniony}$$

#### 2. Zginanie (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y +P.P}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 2360,00 = 1180,00 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-313809,10)|}{195999,99} = 1,60 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = \min \left( \left( \frac{150}{h} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = \min \left( \left( \frac{150}{140,00} \right)^{0,2} ; 1,3 \right) = 1,014 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1,014 \cdot 24,00}{1,3} = 20,59 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{1,60}{20,59} = 7,8 \% \quad \text{spełniony}$$

**3. Zginanie (z)**

EN 1995-1-1: 6.1.6

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y +} (1,5\*0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|0|}{84000,00} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = \min \left( \left( \frac{150}{b} \right)^{0.2} ; 1.3 \right) = \min \left( \left( \frac{150}{60,00} \right)^{0.2} ; 1.3 \right) = 1,201 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 1,201 \cdot 24,00}{1,3} = 24,39 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0}{24,39} = 0 \% \quad \text{spełniony}$$

**4. Ścinanie(y)**

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y +} (1,5\*0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S)**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1.5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1.5 \cdot |0|}{0,67 \cdot 60,00 \cdot 140,00} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0}{3,38} = 0 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

**5. Ścinanie(z)**

EN 1995-1-1: 6.1.7

Decydująca kombinacja: **[1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y +P.P}**

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1.5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1.5 \cdot |(-539,08)|}{0,67 \cdot 60,00 \cdot 140,00} = 0,14 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{0,14}{3,38} = 4,2 \% \quad (6.13) \quad \text{spełniony}$$

## 6. Skręcanie

EN 1995-1-1: 6.1.8

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y  
+} (1,5\*0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{1,10 \cdot 4,00}{1,3} = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left( 1 + 0,05 \cdot \frac{140,00}{60,00} ; 1,3 \right) = 1,117 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,117 \cdot 3,38} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{spełniony}$$

## SPRAWDZENIE INTERAKCJI

### 7. Siła Normalna-Zginanie

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y  
+P.P} (1,5\*0,5\*Śnieg DX+Y+)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 2360,00 = 1180,00 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{1,12}{17,77} \right)^2 + \frac{|1,60|}{20,59} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{24,39} = 8,2 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left( \frac{1,12}{17,77} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|1,60|}{20,59} + \frac{|0|}{24,39} = 5,8 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(8,2 ; 5,8) = 8,2 \% \quad \text{spełniony}$$

### 8. Ściskanie-Zginanie-Wyboczenie

EN 1995-1-1: 6.3.2

Decydująca kombinacja: [1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 2360,00}{40,41} = 58,4$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 2360,00}{17,32} = 136,3$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{58,4}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 1 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{136,3}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21,00}{7400,00}} = 2,3 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1 - 0,3) + 1^2) = 1,06 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left( 1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (2,3 - 0,3) + 2,3^2) = 3,37 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left( \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{1,06 + \sqrt{1,06^2 - 1^2}} ; 1 \right) = 0,70 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left( \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left( \frac{1}{3,37 + \sqrt{3,37^2 - 2,3^2}} ; 1 \right) = 0,17 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|1,17|}{0,70 \cdot 9,69} + \frac{|0|}{11,23} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{13,30} = 17,4 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|1,17|}{0,17 \cdot 9,69} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{11,23} + \frac{|0|}{13,30} = 70,5 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(17,4 ; 70,5) = 70,5 \% \quad \text{spełniony}$$

## 9. Siła normalna-Zginanie-Zwichrzenie

EN 1995-1-1: 6.3.3

Decydująca kombinacja: [1,35\*c. własny+1,35\*WARSTWY WYK.]

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 140,00_{max} = 280,00 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 60,00^2}{140,00 \cdot (1,00 \cdot 2360,00 + 280,00)} \cdot 7400,00 = 56,22 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,00}{56,22}} = 0,65 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left( \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{1,17}{0,17 \cdot 9,69} + \left( \frac{|0|}{1,00 \cdot 11,23} \right)^2 = 70,5 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|0|}{1,00 \cdot 11,23} = 0 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = 70,5 \% \quad \text{spełniony}$$

## 10. Ścinanie-Skręcanie

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Wiatr [BUDYNEK] Y +P.P}

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

W punkcie A (punkt środkowy na boku b);  $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |0|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 60,00} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,117 \cdot 3,38} + \left( \frac{0}{3,38} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie B (punkt środkowy na boku h);  $\tau_{V_y,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-539,08)|}{0,67 \cdot 140,00 \cdot 60,00} = 0,14 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left( \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,117 \cdot 3,38} + \left( \frac{0,14}{3,38} \right)^2 = 0,2 \% \quad (NA.55)$$

W punkcie O (środek przekroju poprzecznego);  $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left( \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left( \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 = \left( \frac{0}{3,38} \right)^2 + \left( \frac{0,14}{3,38} \right)^2 = 0,2 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_y,V_z,M_x} = \max(\eta_A ; \eta_B ; \eta_O ; \eta_{V_y} ; \eta_{V_z}) = \max(0 ; 0,2 ; 0,2 ; 0 ; 4,2) = 4,2 \% \quad \text{spełniony}$$

## 11. Wartość największej strefy naprężeń prostopadłej do osi

EN 1995-1-1: 6.4.3

Decydująca kombinacja: [1,35\*0,85\*c. własny+1,35\*0,85\*WARSTWY WYK.] {1,5\*Śnieg DX+Y +} (1,5\*0,6\*Wiatr [BUDYNEK] Y+P.S)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2360,00 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{spełniony}$$

**WYMIAROWANIE ELEMENTU DREWNIANEGO**Wymiarowany element: **232**Węzły: **226-227**Norma: **Eurokod-PL**[PN-EN 1995-1-1:2010](#)Materiał: **C24**Klasa użytkowania: **2**Przekrój poprzeczny: **60x140**Przypadek obciążenia: **liniowa, (SGU Charakterystyczne) Decydująca**Klasa trwania obciążenia: **Chwilowe****12. SGU (Stan graniczny użytkowości)**[EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2](#)

Decydująca kombinacja: [c. własny+WARSTWY WYK.] {Wiatr [BUDYNEK] X-.P.P} (0,5\*Śnieg DX+Y +)

Położenie przekroju decydującego:  $x = 0,70 \cdot L = 0,70 \cdot 2360,00 = 1652,00 \text{ mm}$ 

$$k_{def} = 0$$

$$w_{net,fin,y} = \left| w_{fin,y} - u_{fin,j,y} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| 0,05 - 0,07 \cdot \frac{1652,00}{2360,00} \right| = 0,01 \text{ mm}$$

$$w_{limit,y} = \frac{L}{300,0} = \frac{2360,00}{300,0} = 7,87 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,y} = \frac{w_{net,fin,y}}{w_{limit,y}} = \frac{0,01}{7,87} = 0,1 \%$$

$$w_{net,fin,z} = \left| w_{fin,z} - u_{fin,j,z} \cdot \frac{x}{L} \right| = \left| (-5,87) - (-7,72) \cdot \frac{1652,00}{2360,00} \right| = 1,37 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{2360,00}{300,0} = 7,87 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{1,37}{7,87} = 17,4 \%$$

$$\eta_{SLS} = \max(\eta_{SLS,y}; \eta_{SLS,z}) = \max(0,1; 17,4) = 17,4 \% \quad \text{spełniony}$$



## 8.9. ŁAWA FUNDAMENTOWA

### GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **ława prostokątna**

B = 0,50 m      H = 0,30 m

### DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m<sup>3</sup>

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C20/25** →  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa

Ciężar objętościowy  $\rho = 24,0$  kN/m<sup>3</sup>

Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm

Współczynniki obciążenia:  $\gamma_{f,min} = 0,90$ ;  $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIIN (**RB500W**) →  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B  $\phi_B = 12$  mm

Maksymalny rozstaw prętów  $\phi_L = 20,0$  cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu  $c_{nom} = 50$  mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach  $c_{nom,b} = 50$  mm

### ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$

- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$

- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu:  $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ( $\lambda = 1,00$ )

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych  $N_k$   $N/N_k = 1,20$

### WYNIKI-PROJEKTOWANIE

#### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fn} = 108,0$  kN/mb

$N_r = 58,3$  kN/mb  $< m \cdot Q_{fn} = 0,81 \cdot 108,0$  kN/mb = 87,5 kN/mb (66,6%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{ft} = 17,8$  kN/mb

$T_r = 0,0$  kN/mb  $< m \cdot Q_{ft} = 0,72 \cdot 17,8$  kN/mb = 12,8 kN/mb (0,0%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający  $M_{ob,2} = 0,00$  kNm/mb, moment utrzymujący  $M_{ub,2} = 14,12$  kNm/mb

$M_o = 0,00$  kNm/mb  $< m \cdot M_u = 0,72 \cdot 14,1$  kNm/mb = 10,2 kNm/mb (0,0%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,23$  cm, wtórne  $s'' = 0,03$  cm, całkowite  $s = 0,26$  cm

$s = 0,26$  cm  $< s_{dop} = 1,00$  cm (26,1%)

## 9. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Spis rysunków:

Nr	Tytuł	Skala
PT/K01	Fundamenty	1:50
PT/K02	Rzut konstrukcji parteru	1:50
PT/K03	Rzut konstrukcji dachu	1:50