

OPRACOWANIE:



LOGORYTM PATRYK GRUSZKA  
UL. NOWOWIEJSKIEGO 4i/23  
40-139 KATOWICE  
NIP 634 260 90 49  
REGON 241691664  
TELEFON 660712264  
MAIL biuro.logorytm@gmail.pl

INWESTOR:

**GMINA BŁONIE**  
UL. RYNEK 6  
05-870 BŁONIE



NAZWA ELEMENTU PROJEKTU BUDOWLANEGO:

**PROJEKT BUDOWLANY**  
**- PROJEKT TECHNICZNY**

**PB/PT****BRANŻA KONSTRUKCYJNA****K**

NAZWA ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO:

**BUDOWA TĘŻNI SOLANKOWEJ NA TERENIE**  
**PARKU "BAJKA" W BŁONIU WRAZ**  
**Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ ORAZ**  
**ZAGOSPODAROWANIEM TERENU.**

ADRES ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO:

05-870 BŁONIE ,  
UL. NORWIDA

JEDNOSTKA EWID. / OBRĘB EWID. / NUMERY DZIAŁEK:

DZ. NR EW.: 10/2,  
OBRĘB 0023, BŁONIE

KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO:

**VIII - INNE OBIEKTY**

DATA:

**02.2024**

DOKUMENTACJA OBJĘTA PRAWAMI AUTORSKIMI  
WSZELKIE PRAWA AUTORSKIE DOTYCZĄCE TEGO PROJEKTU I RYSUNKU NALEŻĄ DO  
PRACOWNI PROJEKTOWEJ LOGORYTM PATRYK GRUSZKA LUB DO JEJ PARTNERÓW.  
RYSUNEK NIE MOŻE BYĆ KOPIOWANY I UDOSTĘPNIANY BEZ ZGODY PRACOWNI.

DOKUMENTACJA ZOSTAŁA OPRACOWANA W PROGRAMIE ARCHICAD START EDITION

NUMER PROJEKTU

**EL.04K / EGZ.NR1****067**

PROJEKTANT:  
MGR INŻ. **KATARZYNA WILCZEK**  
Nr upr.: SLK/0585/POOK/04

SPRAWDZAJĄCY:  
MGR INŻ. **WOJCIECH WILCZEK**  
Nr upr.: SLK/2355/POOK/08

## **SPIS TREŚCI.**

### **I. CZĘŚĆ OPISOWA.**

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA.
2. PODSTAWA OPRACOWANIA.
3. WARUNKI LOKALIZACJI.
4. OPINIA GEOTECHNICZNA
5. OPIS PRZYJĘTYCH ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH.
6. WYTYCZNE DLA WYKONAWCY PROWADZENIA PRAC
7. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE ELEMENTÓW.
8. INFORMACJE BIOZ
9. INFORMACJE DLA WYKONAWCY
10. MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE.

### **II. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA.**

CZĘŚĆ OBLICZENIOWA	13
Poz. 1 KONSTRUKCJA TĘŻNI	16
Poz. 2 POSADOWIENIE	125

### **III. ZAŁĄCZNIKI**

ODPIS UPRAWNIENÍ BUDOWLANYCH  
WPIS DO IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
KOPIA DOKUMENTU STWIERDZAJĄCEGO ZMIANĘ DANYCH OSOBOWYCH

#### IV. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

Rys. <b>PBT/67K/01</b>	SCHEMAT POSADOWIENIA TĘŻNI.
Rys. <b>PBT/67K/02.1</b>	KONSTRUKCJA DACHU - RZUT W POZIOMIE DACHU I +5,00
Rys. <b>PBT/67K/02.2</b>	KONSTRUKCJA DACHU - RZUT W POZIOMIE +2,40 I -0,40
Rys. <b>PBT/67K/03.1</b>	PRZEKROJE. RAMA R1
Rys. <b>PBT/67K/03.2</b>	PRZEKROJE. RAMA R2
Rys. <b>PBT/67K/03.3</b>	PRZEKROJE. RAMA R3, R4
Rys. <b>PBT/67K/03.4</b>	PRZEKROJE -RAMA R5, FRAGMENT PERGOLA

## 1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt budowlany techniczny część konstrukcyjna obiektu tężni solankowej na terenie parku "Bajka" w Błoniu wraz z infrastrukturą techniczną oraz zagospodarowaniem terenu.

W szczególności opracowanie obejmuje:

- Opis techniczny przyjętych założeń konstrukcyjnych.
- Obliczenia statyczne - wytrzymałościowe
- Schematy konstrukcyjne

## 2. PODSTAWA OPRACOWANIA.

2.1 Ustalenia z Zleceniodawcą.

2.2 Projekt budowlany część architektoniczna opracowana przez firmę Logorytm

2.3 OPINIA GEOTECHNICZNA dotycząca tężni solankowej projektowanej na terenie parku „Bajka” wraz z infrastrukturą techniczną i zagospodarowaniem terenu na działce nr ew. 10/2 w Błoniu opracowana przez firmę PPGE Usługi geologiczne Kacper Boliński w lutym 2024r.

2.4 Obowiązujące normy i normatywy budowlane

## 3. WARUNKI LOKALIZACJI.

**Obciążenia śniegiem** jak dla I-szej strefy i  $H = 190$  m n.p.m. obc. wg **Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy jednopołaciowe** oraz terenu niezabudowanego, otwartego.

**Obciążenie wiatrem** jak dla III-iej strefy i  $H = 190$  m n. p.m obciążenia wg **Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy płaskie**

**Strefa przemarzania gruntu** wg PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowania”. Głębokość przemarzania  $H_z \geq 1,00$  m p.p.t

## 4. OPINIA GEOTECHNICZNA

Zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, nr 0, poz. 463)”:

4.1 Ustalanie geotechnicznych warunków posadawiania (wg §3.1) polega na:

- 1) zaliczeniu obiektu budowlany do **I kategorii geotechnicznej**;
- 2) zaprojektowaniu odwodnień budowlanych - nie dotyczy
- 3) przygotowaniu oceny przydatności gruntów stosowanych w budowlach ziemnych – nie dotyczy
- 4) zaprojektowaniu barier lub ekranów uszczelniających – nie dotyczy
- 5) określeniu nośności, przemieszczeń i ogólnej stateczności podłoża gruntowego – zgodnie z pkt.4.3
- 6) ustaleniu wzajemnego oddziaływania obiektu budowlanego i podłoża gruntowego w różnych fazach budowy i eksploatacji a także wzajemnego oddziaływania obiektu budowlanego z obiektami sąsiadującymi – nie dotyczy
- 7) ocenie stateczności zboczy, skarp wykopów i nasypów – nie dotyczy
- 8) wyborze metody wzmacniania podłoża gruntowego i stabilizacji zboczy, skarp wykopów i nasypów – nie dotyczy
- 9) ocenie wzajemnego oddziaływania wód gruntowych i obiektu budowlanego – nie dotyczy
- 10) ocenie stopnia zanieczyszczenia podłoża gruntowego i doboru metody oczyszczania gruntów – nie dotyczy

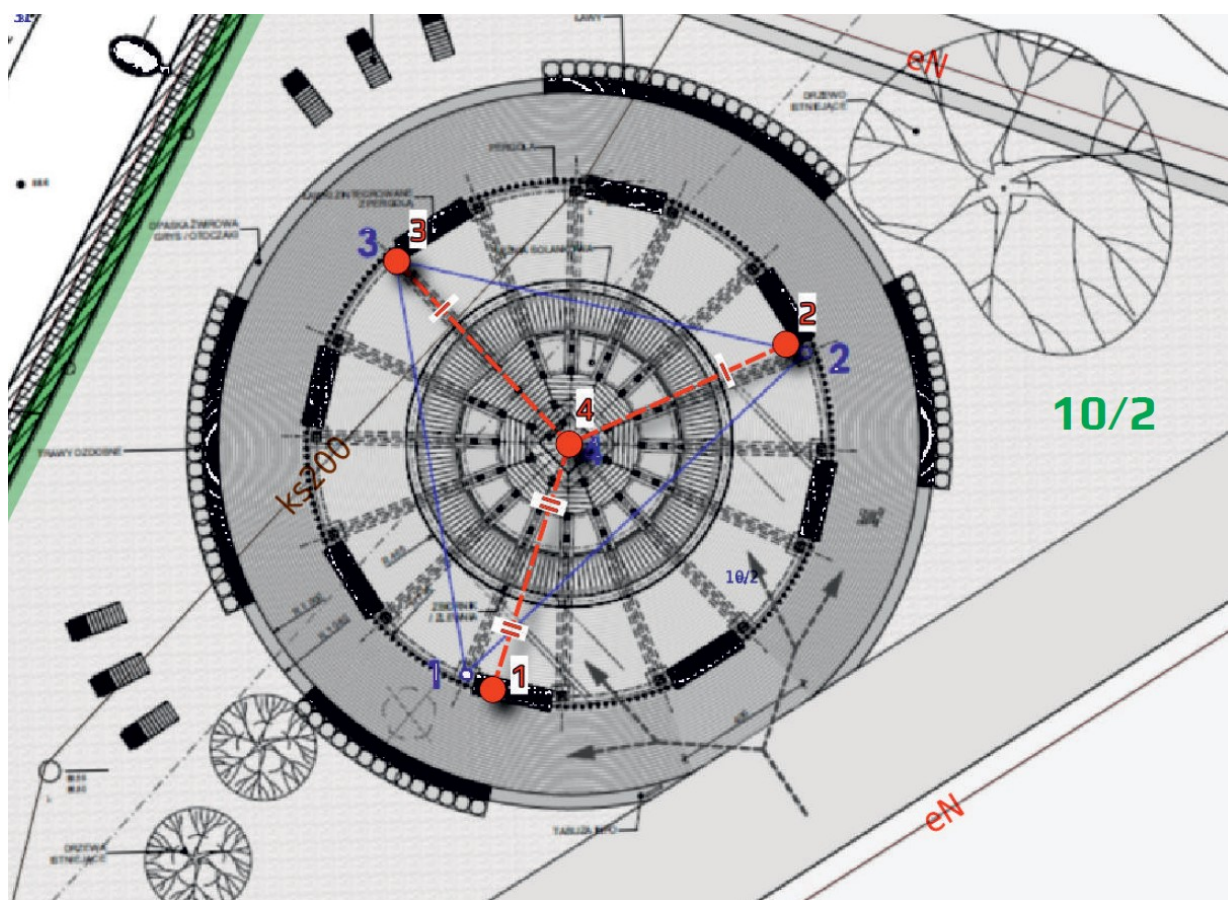


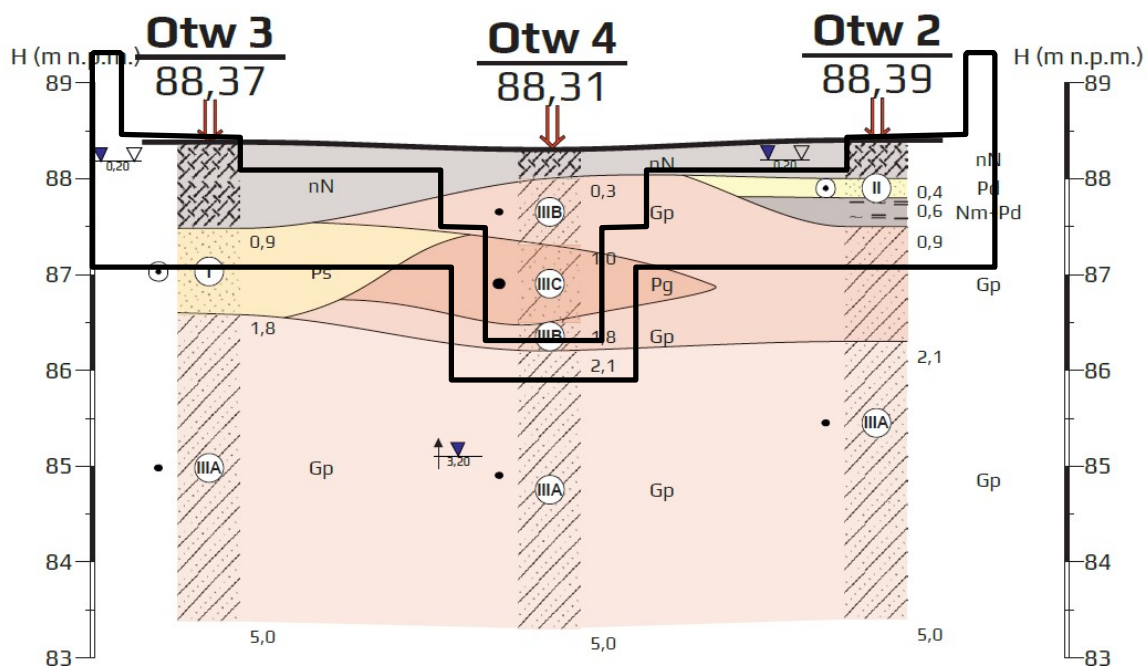
#### 4.2 Ustalanie warunków gruntowych (wg § 4.1): **PROSTE**

#### 4.3 Warunki gruntowe:

Przypowierzchniową warstwę o miąższości do 0,9 m w miejscach wykonanych otworów stanowiły nasypy niekontrolowane. Bezpośrednio pod gruntami antropogenicznymi nawiercono ciekłą warstwę piasków drobnych, a następnie piaski gliniaste z przewarstwieniami glin piaszczystych. Poniżej gruntów spoistych nawiercono piaski średnie z przewarstwieniami glin piaszczystych, a następnie ciągły do głębokości rozpoznania pakiet gruntów spoistych, reprezentowany przez gliny piaszczyste i piaski gliniaste.

Na podstawie wykonanych odwiertów sporządzono karty otworów geotechnicznych oraz przekroje geotechniczne i wyznaczono na nich następujące warstwy geotechniczne:





	- grunty słabonośne (nasypy niekontrolowane)
	- grunty organiczne (namuły)
	- grunty niespoiste (piaski średnie) średnio-zagęszczone, przyjęto $I_D=0,50$
	- grunty niespoiste (piaski drobne) średnio-zagęszczone, przyjęto $I_D=0,50$
	- grunty spoiste (gliny piaszczyste) twardoplastyczne, przyjęto $I_L=0,10$
	- grunty spoiste (gliny piaszczyste, piaski gliniaste) twardoplastyczne, przyjęto $I_L=0,20$
	- grunty spoiste (piaski gliniaste) plastyczne, przyjęto $I_L=0,40$

TABELA PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH GRUNTÓW

L.P.	Stratygrafia	Rodzaj gruntu	Oznaczenie warstwy	Stopień zagęszczenia		Stopień plastyczności	Oznaczenie konsolidacji	X	Wilgotność naturalna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej
				ID	IL				Wn	ρ	γu	Cu	Eo	Mo
									/‰/	T/m3	/°/	/kPa/	/kPa/	/kPa/
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Qh	nN					/n/	-	-	-	-	-	-	
							*	1,10	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
							/r/	-	-	-	-	-	-	
2	Qh	Nm					/n/	-	-	-	-	-	-	
							*	1,10	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
							/r/	-	-	-	-	-	-	
3	Q	Ps	I	0,50			/n/	14,00	1,85	33,00	-	79903	94688	
							*	1,10	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
							/r/	15,40	1,67	29,70	-	71913	85219	
4	Qh	Pd	II	0,50			/n/	16,00	1,75	30,40	-	46202	61908	
							*	1,10	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	
							/r/	17,60	1,58	27,36	-	41582	55717	
5	Qp	Gp	IIIA	0,10		B	/n/	12,00	2,20	2,10	35,48	36547	48089	
						*	1,10	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90		
						/r/	13,20	1,98	1,89	31,93	32892	43280		
6	Q	Gp, Pg	IIIB	0,20		C	/n/	12,00/13,00	2,20/2,15	14,80	16,96	20580	29401	
						*	1,10	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90		
						/r/	13,20/14,30	1,98/2,37	13,32	15,26	18522	26461		
7	Q	Pg	IIIC	0,40		C	/n/	16,00	2,10	11,60	10,65	13442	19203	
						*	1,10	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90		
						/r/	17,60	1,89	10,44	9,59	12098	17283		

## 4.4 Warunki wodne:

W dniu przeprowadzania prac badawczych, tj. 10 lutego 2024 r., pomiar poziomu wody gruntowej, wykonany po zakończonych wierceniach, wykazał obecność lustra wody w przedziale głębokości 0,2-0,3 m p.p.t. w otworach Otw1, Otw2 i Otw3. Nawiercona woda prawdopodobnie miała pochodzenie opadowe i roztopowe, a jej obecność oraz poziom mogą naturalnie podlegać sezonowym zmianom. Zmiany te mogą wynikać z jednej strony z okresów bezdeszczowych, a z drugiej z występowania długotrwałych opadów atmosferycznych oraz wiosennych roztopów. W okresach z ograniczoną ilością opadów atmosferycznych i brakiem roztopów, stwierdzona woda może zanikać. Natomiast w okresach o wzmożonych opadach atmosferycznych oraz w trakcie roztopów, stwierdzona woda może gromadzić się nad stropem słabo przepuszczalnych utworów spoistych.

W sytuacji dużych opadów oraz intensywnych roztopów, może nawet stagnować miejscowo blisko powierzchni terenu.

W otworze Otw4 gdzie oprócz przypowierzchniowych nasypów niekontrolowanych, nawiercono wyłącznie grunty spoiste, pomiar poziomu wody gruntowej wykonany po zakończonym wierceniu wykazał obecność lustra wody gruntowej na głębokości 3,2 m p.p.t.

Obserwowane lustro wody gruntowej mogła być w trakcie bardzo powolnej stabilizacji.

Różnice w głębokości występowania zwierciadła wody mogą wynikać z morfologii terenu oraz być efektem różnego tempa stabilizacji wody w poszczególnych otworach badawczych.

#### 4.5. Zalecenia dotyczące prowadzenia robót fundamentowych

a) Napotkane w dnie wykopów fundamentowych i pod posadzką budynku nasypy niekontrolowane oraz grunty organiczne, należy wybrać i zastąpić nasypem kontrolowanym lub chudym betonem.

b) Wszelkie prace ziemne należy prowadzić starannie, aby nie naruszyć naturalnej struktury gruntów, co obniżyłoby ich nośność.

c) Prace ziemne zaleca się wykonać w porze suchej. Nie należy wykonywać prac ziemnych w czasie oraz po intensywnych opadach atmosferycznych a także w czasie roztopów. W przypadku pojawienia się wody opadowej w poziomie posadowienia należy wykonać drenaż powierzchniowy odprowadzający wodę. W przypadku konieczności obniżenia zwierciadła wody można zastosować np. system studni lub igłofiltrów.

d) Należy zaznaczyć, że parametry wytrzymałościowe podłoża spoistego, gdzie w górnych częściach profilów otworów badawczych dominującymi utworami były nieskonsolidowane gliny piaszczyste oraz piaski gliniaste, w wyniku nadmiernego zawilgocenia wodą opadową i penetracją wodą gruntową, mogą wskutek drgań mechanicznych powstałych w wyniku wykonywanych prac budowlanych, uplastyczniać się, tracąc swoje pierwotne właściwości fizyczno – mechaniczne i w efekcie obniżyć przedstawione w niniejszej opinii geotechnicznej, parametry geotechniczne. Podczas prowadzenia robót ziemnych należy możliwie wyeliminować niepożądane oddziaływania dynamiczne.

e) Zalegające w dnie przyszłych wykopów fundamentowych, utwory spoiste należy chronić przed zawilgoceniem, przesuszeniem i przemarzaniem – grunty wysadzinowe. Stan gruntów spoistych na skutek zmian wilgotnościowych może ulec pogorszeniu.

## **5. OPIS TECHNICZNY PRZYJĘTYCH ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH.**

### **5.1 Konstrukcja drewniana tężni**

Obiekt tężni jest konstrukcją drewnianą wykonaną na rzucie okręgu.

Wymiary tężni: szerokość równa średnicy 570cm, wysokość z poziomu niecki do pokrycia dachu 8,33m. Główny układ konstrukcyjny stanowią drewniane ramy rozłożone promieniście w rozstawie co 22.5°, połączone górą i dołem belkami stężającymi.

Tężnia składa się zasadniczo z dwóch pełnych ram prostopadłych względem siebie i półpełnych połączonych ze sobą w poziomie dachu.

Konstrukcja ramy pełnych u podstawy ma szerokość 2,90m i składa się 6 słupów o przekroju 200x200mm i 200x180mm połączonych kleszczami 2x100x200mm w poziomie podstawy i w poziomie +2,40m oraz kleszczami 2x100x200 w poziomie +5,00.

Kleszcze w poziomie +5,00 są elementami wspólnymi dla tężni i okalającej pergoli.

Niezmiennność poprzeczna ramy R1 zapewnia krzyżowe stężenie słupów środkowych krawędziakami 100x200mm łączonych z śrub M16 z wmontowanym pierścieniem kolcowym  $\phi 62$ .

Niezmiennność poprzeczna ramy R2 zapewniają stężenie słupów środkowych w kształcie odwróconego V krawędziakami 180x200mm łączonych z słupami za pomocą zaciosów zmniejszających oraz śrub M16 z wmontowanym pierścieniem kolcowym  $\phi 62$ .

Niezmiennność poprzeczna ramy R3 i R4 zapewniają stężenie słupów skrajnych krawędziakami 2x80x180mm łączonych z słupami za pomocą zaciosów dwóch śrub M12 z wmontowanym pierścieniem kolcowym  $\phi 50$ .

Konstrukcja drewniana tężni wypełniona będzie gałęziami tarniny układanymi na dodatkowych profilach drewnianych o przekroju 60x80, układanych w kierunku podłużnym i mocowanymi do słupów ram w rozstawie pionowym.

Konstrukcja drewniana tężni ustawiona będzie w żelbetowej wannie zbierającej spływającą solankę oraz pełniącą rolę fundamentu.

Górne kleszcze obejmujące wszystkie słupy stanowią część zadaszenia pasażu spacerowego. Zadanie pasażu stanowi kontynuację kleszczy 2x100x200 obejmujących słupy ram tężni. Z uwagi na smukłość kleszczy w trzech miejscach zostaną wprowadzone przewiązki łączące kleszcze między sobą. Dodatkowe usztywnienie poprzeczne pergoli wykonane zostanie w postaci stalowych mieczy skośnych wykonanych z rur ze stali nierdzewnej  $\varnothing 60,3 \times 4$ . W miejscu mocowania mieczy przewiązka zostanie zastąpiona elementem drewnianym 200x200mm i powiązane ze sobą za pomocą 6 śrub M12.

Ściana pergoli zostanie wykonana z powtarzającego się układu zastrzałów w formie V, z profili 160x160mm połączonych z słupkami u podstawy. Słupy zwieńczone są belką 180x200cm. Słupki mocowane są do fundamentu za pośrednictwem łącznika typu wspornik słupa o zwiększonej wysokości słupka  $\varnothing 70$ .

Wszystkie elementy połączone na wręby i czopy, dodatkowo skręcone śrubami ze stali kwasoodpornej austenicznej klasy V4A.

## 5.2 Montaż tężni

Montaż elementów drewnianych będzie polegał na scaleniu ram, ustawieniu ich i wypoziomowaniu na podkładach na płycie wanny żelbetowej. Montaż należy rozpocząć od ram głównych R1 i R2, stężonych ukośnymi stężeniami, następnie kontynuować wznoszenie o kolejne przęsła wykorzystując stężone przęsła do stabilizacji przestrzennej konstrukcji.

## 5.3 Opis wykonani fundamentów

Dla konstrukcji tężni zaprojektowano fundament w formie wanny żelbetowej z obniżonym rzępiem w części centralnej. Poziom posadowienia fundamentu jednakowy -1,90m. Poziom porównawczy ustalono na poziomie górnej krawędzi niecki  $\pm 0,00$ . W środkowej części niecki zlokalizowana jest studzienka o wymiarach w świetle 1200x1200mm zagłębiona -2,55m względem poziomu porównawczego.

Poziom posadowienia płyty wraz z chudym betonem znajduje się 160cm poniżej poziomu terenu. Z uwagi na poziom przemarzania -1.00m p.p.t pod niecką należy wykonać poduszkę piaskowo – żwirową gr.50cm zagęszczona do  $I_s=0,98$ . Na warstwie podkładu z chudego betonu z B10 gr.10cm należy ułożyć warstwę poślizgową z 3 warstw folii PE gr.0,50mm.

Fundament tężni jest płytą fundamentową grubości 35cm. Zewnętrzne ściany wysokości ok.190cm nadają fundamentowi kształt niecki. Konstrukcja drewniana tężni ustawiona będzie na podkładach drewnianych na ścianach fundamentowych gr.30cm. Niecka płyty fundamentowej stanowi technologiczny zbiornik na spływającą z tarniny solankę i pozwala na jej przepływ do studzienki zasilającej instalacje nawadniającą tężnię.

Płytę fundamentową należy wykonywać na warstwie poślizgowej wykonanej z 3 warstw folii PE gr.0,5mm. Warstwa poślizgowa powinna być wykonana pod całą powierzchnią płyty. W miejscu obniżenia studzienki, ściany pionowe obniżenia należy obłożyć miękkim, odfinansowanym styropianem grubości min.10cm, umożliwiającym ruchy poziome płyty. Płytę fundamentową należy betonować w całości. Przerwy technologiczne w betonowaniu można wykonać jedynie na styku płyta–ściana pionowa niecki. Przerwa powinna być zabezpieczona systemem taśm uszczelniających i węży iniekcyjnych.

Zabezpieczenie niecki przed korozją chemiczną, zarówno betonu jak i zbrojenia, zostanie zapewnione przez zastosowanie betonu dla klasy środowiska XS2 czyli dla obiektów stale zanurzonych w wodzie



morskiej, w których występują chlorki. Na tej podstawie zastosowano do konstrukcji płyty beton klasy C35/45(B45) , stal zbrojeniowa A-IIIN gatunek B500SP Epstal o podwyższonej granicy plastyczności, otulinę zbrojenia  $c=45\text{mm}$ . W obliczeniach statycznych rozwarcie rys ograniczono do  $0,20\text{mm}$ . Przyjęto schemat płyty sztywnej, nie podzielonej dylatacjami.

Pod słupami zadaszenia pasazu spacerowego zostanie wykonana ława fundamentowa schodkowa o szerokości podstawy  $60 \times 40\text{cm}$  z kawałkami ścianki fundamentowej gr.  $30\text{cm}$ . W czasie betonowania ściany fundamentowej należy osadzić w betonie łączniki do mocowania słupków drewnianych typu wspornik słupa o długości pręta  $\phi 70$   $l=500\text{mm}$ .

Pod ławami zostanie wykonana powłokowa izolacja przeciwwodnej, poniżej wylany beton podkładowy C8/10, gr.  $10\text{cm}$  oraz podbudowę piaskowo – żwirową gr.  $30\text{cm}$  zagęszczoną do  $I_s = 0,98$ .

Beton na ławy C25/30 XC2

Beton dla niecki C35/45(B45) XS2

Stal zbrojeniowa A-IIIN (B500SP)

#### **UWAGA:**

**W przypadku, gdy w poziomie posadowienia natrafi się na grunty warstwy IIIC (piaski gliniaste o  $I_L=0,40$ ) należy je w całości usunąć i zastąpić podbudową piaskowo – żwirową zagęszczoną do  $I_s = 0,98$ .**

## **6. WYTYCZNE DLA WYKONAWCY PROWADZENIA PRAC**

### **Warunki wykonania i odbioru konstrukcji żelbetowej**

Zaleca się, aby konstrukcja żelbetowa była realizowana w oparciu o projekt wykonawczy wykonany na podstawie zatwierdzonego projektu budowlanego.

### **Dostawa betonu**

Woda przezroczysta, bez soli i substancji oleistych o  $Ph\ 6 \div 8$  powinna być wiadomego pochodzenia i mieć stałą charakterystykę w czasie. Stosować tylko cement posiadający odpowiednie dopuszczenia, zgodnie z obowiązującymi normami. Widoczne wylewki z betonu powinny być wykonane z tej samej partii cementu. Jako minimalną należy uważać zawartość cementu  $\geq 280\text{kg/m}^3$ . Przestrzeganie wartości  $R_{ck}$  i  $w/c$  może wymagać dużo większej dawki cementu od wskazanej minimalnej. Stosunek  $w/c$  nie powinien przekraczać  $0,50$ . Klasa konsystencji mieszanki w chwili wylewania S4.

Kruszywa powinny posiadać charakterystyki zgodne z obowiązującymi normami. Charakterystyki powinny być kontrolowane w fazie wytwarzania mieszanki. Mogą być pochodzenia naturalnego lub uzyskane poprzez rozdrobnienie litej skały i powinny składać się z materiałów krzemowych, posegregowanych i przepłukanych wodą, wolne od substancji organicznych, szlamu, gliny, gipsu lub innych szkodliwych dla wytrzymałości betonu. Nie powinny być łupkowate, krzemowo – magnezowe, wykluczone jest stosowanie kruszyw z wolną krzemionką krystaliczną. W kompozycji krzywej granulometrycznej żadna frakcja nie powinna być dozowana w procencie wyższym od  $55\%$ . Do wykonania mieszanki składniki powinny należeć przynajmniej do różnych klas granulometrycznych. Zgodnie z normami należy sprawdzić systematycznie skład granulometryczny kruszyw do mieszanki betonowej.

Dodatki do betonu – stosować dodatki upłynniające. Wszystkie partie prętów zbrojeniowych powinny posiadać odpowiednie atesty.

### **Wylewanie betonu**

Beton wylewać warstwami, zagęszczać natychmiast wibratorami igłowymi o częstotliwości 8000÷1000 uderzeń na minutę. Stosować systemowe deskowania, odpowiednie podkładki pod zbrojenie betonowe lub z tworzyw sztucznych. Rejestrować zawsze datę, godzinę i temperaturę zewnętrzną.

Zgodnie z warunkami wykonania i odbioru robót wykonywać i badać próbki betonu. Próbkę do badań należy przechowywać w identycznych w identycznych warunkach w jakich dojrzewa beton konstrukcyjny.

Na łączonych warstwach, gdy przerwa w betonowaniu przekracza 3 godzin stosować zaprawy szczerwne oraz odpowiednie przygotowanie powierzchni.

### **Dojrzewanie betonu**

Przed rozebraniem deskowania wszystkie niezabezpieczone powierzchnie betonowania powinny być utrzymywane w wilgoci przy pomocy ciągłego polewania wodą lub innych odpowiednich metod. Polewanie wody można zastąpić przez stosowanie powłok zabezpieczających przed parowaniem. W szczególności stosować powłoki, gdy wilgotność powoduje powstawanie wykwitów powierzchniowych. W porze zimowej temperatura mieszanki podczas wylewania nie powinna być niższa od 13°. Powinna być kontrolowana temperatura wewnątrz mieszanki. Temperatura nie może spaść poniżej 5°.

W porze letniej temperatura mieszanki nie może przekraczać 30°. W szczególności w porze podwyższonych temperatur należy kontrolować dodawanie wody do mieszanki oraz właściwą pielęgnację wylewek betonowych.

## **7. ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE ELEMENTÓW.**

### **Elementy stalowe zabezpieczyć przed korozją:**

Elementy stalowe zostaną wykonane ze stali kwasoodpornej austenicznej klasy V4A .

Stali konstrukcyjna kwasoodpornej austenicznej klasy V4A

Systemowe łączniki do drewna ocynkowane ogniowo metodą zanurzeniową grubość cynku  $\geq 4$ .

### **Elementy żelbetowe**

Niecka żelbetowa zostanie wykonana w klasie ekspozycji XS2 z ograniczeniem zarysowania do 0,20mm, co stanowi zabezpieczenie dla przenikania wody.

Powierzchnie żelbetowe ławy pod pergole pionowe i poziome należy pokryć powłokami przeciwwodnymi.

### **Elementy drewniane**

Zabezpieczenie elementów drewnianych na korozję biologiczną należy wykonać wg projektu części architektonicznej.

**Zabezpieczenia p. pożarowe** elementów drewnianych należy wykonać wg projektu części architektonicznej.

## **8. INFORMACJE BIOZ**

Informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ)

Zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w trakcie budowy obiektu:

W czasie budowy obiektu będą występować następujące roboty, stwarzające zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- a) roboty ziemne (wykopy);
- b) prace na wysokości ponad 1,0 m od powierzchni terenu;

c) montaż elementów konstrukcyjnych obiektu;

Dla w/w robót Kierownik budowy jest zobowiązany sporządzić lub zapewnić sporządzenie przed rozpoczęciem budowy planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, uwzględniającego specyfikę obiektu budowlanego, warunki prowadzenia robót budowlanych i przepisy BHP, zawierające następujące informacje:

- d) plan zagospodarowania placu budowy z rozmieszczeniem wewnętrznych ciągów komunikacyjnych, granic stref ochronnych, urządzeń przeciwpożarowych i sprzętu ratunkowego;
- e) zakres robót i kolejność realizacji poszczególnych etapów robót;
- f) informacje dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji;
- g) informacje dotyczące wydzielenia i oznakowania miejsca prowadzenia robót stwarzających zagrożenie;
- h) informacje o sposobie prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych zawierające:
  - określenie zasad postępowania w przypadku wystąpienia zagrożenia,
  - określenie środków ochrony indywidualnej, zabezpieczających przed skutkami zagrożeń,
  - określenie zasad bezpośredniego nadzoru nad pracami niebezpiecznymi wraz z wyznaczeniem osób odpowiedzialnych za nadzór;
  - określenie sposobu przechowywania i przemieszczania materiałów na terenie budowy;
  - wskazanie środków technicznych i organizacyjnych zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych;
  - wskazanie miejsca przechowywania dokumentacji budowy oraz dokumentów niezbędnych do prawidłowej eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych.

## 9. INFORMACJE DLA WYKONAWCZY

- O terminie przystąpienia do prac należy powiadomić autora niniejszego opracowania
- Wszelkie zmiany lub niejasności w stosunku do założeń projektowych należy uzgodnić z autorami niniejszego opracowania
- Prace prowadzić pod nadzorem osób posiadających odpowiednie uprawnienia budowlane
- Poprawność wykonania prac potwierdzić zapisami do Dziennika Budowy
- Dokumentacja konstrukcyjna jest integralną częścią całego opracowania
- Po wykonaniu wykopu Uprawniony Geotechnik wpisem do Dziennika ZBudowy potwierdzi warunki gruntowe podane w dokumentacji geotechnicznej.

## 10. MATERIAŁY KONSTRUKCYJNE

Drewno modrzewiowe klasy C 24

Śruby w połączeniach – stal kwasoodpornej klasy V4A

Stali konstrukcyjna kwasoodpornej austenicznej klasy V4A

Beton wodoszczelny klasy C35/45 – klasa ekspozycji XS2

Beton klasy C25/30

Stal zbrojeniowa A-IIIN gat.B500SP Epsal

Folia budowlana czarna PE 0,50mm

Systemowe łączniki do drewna ocynkowane ogniowo metodą zanurzeniową grubość cynku  $\geq 4$ .

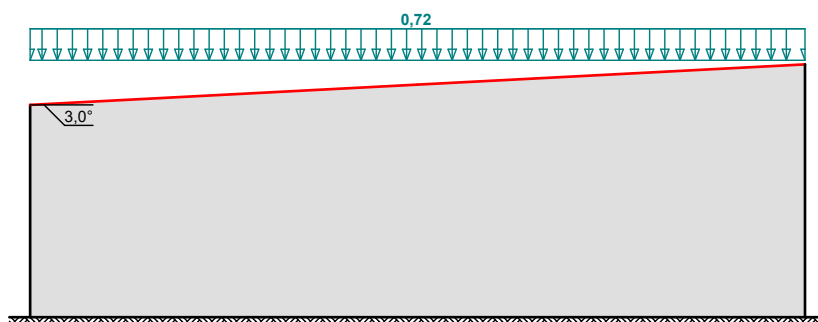


## CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

**Tablica 1. Obciążenia technologiczne**

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>3</sup>
1.	ciężar wypełnienia gałęziami - wartość maksymalna	3,50
2.	ciężar wypełnienia wikliną - wartość minimalna	1,00
3.	obciążenie pomostu na górnym poziomie	3,00
4.	ciężar pokrycia ścian i zadaszzenia /konstrukcja + wiklina /	0,35

### Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy jednopołaciowe (5.3.2)



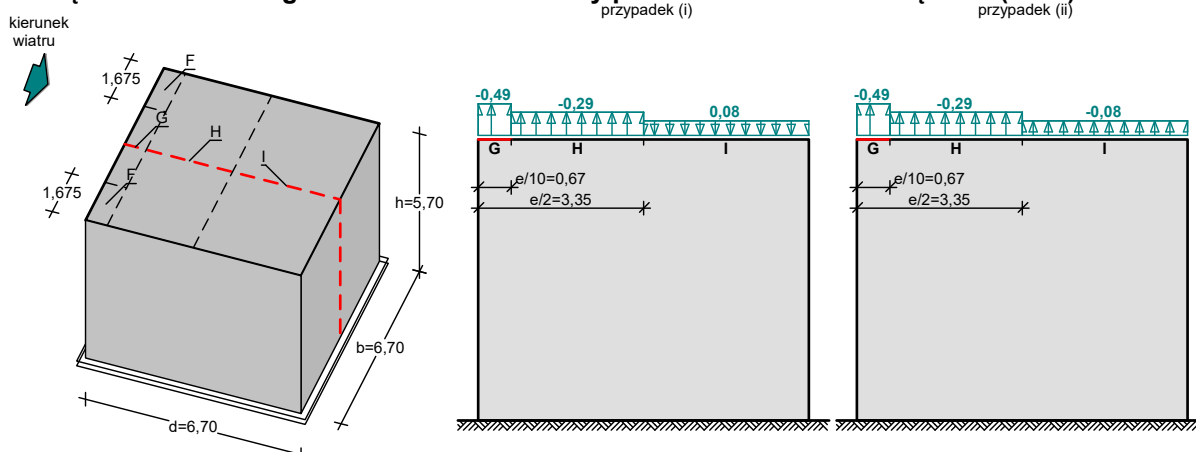
#### Cały dach - równomierny układ obciążenia:

- Dach jednopołaciowy
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):  
Strefa obciążenia śniegiem 2  
 $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:  
Teren: normalny  
 $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny:  $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:  
Kąt nachylenia połaci dachowej:  $\alpha = 3,0^\circ$   
 $\mu_1 = 0,8$

#### Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

### Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy płaskie - ciśnienie zewnętrzne (7.2.3)

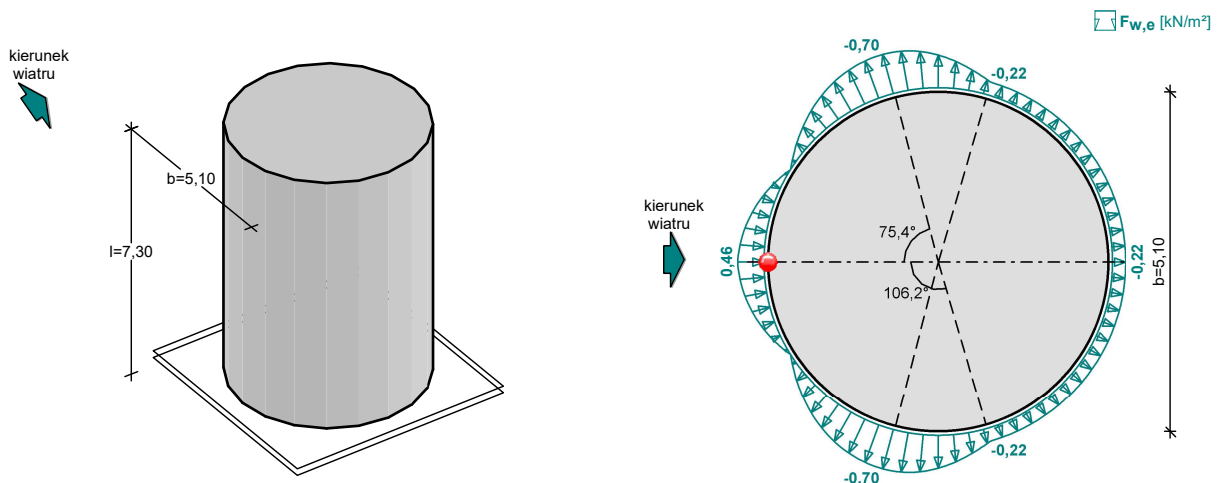


**Połąc w przekroju x/b = 0,50 - pole G:**

- Dach płaski o wymiarach:  $b = 6,70$  m,  $d = 6,70$  m
- Budynek o wysokości  $h = 5,70$  m
- Dach o krawędziach ostrych
- Wymiar  $e = \min(b, 2 \cdot h) = 6,7$  m
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:  
Strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 210$  m n.p.m.  
 $v_{b,0} = 22$  m/s (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$  m/s
- Kategoria terenu III  $\rightarrow z_0 = 0,3$  m,  $z_{min} = 5$  m
- Wysokość odniesienia:  $z_e = h = 5,70$  m
- Współczynnik orografii:  $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji:  $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu:  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$
- Współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,215 \cdot \ln(5,70/0,3) = 0,63$  (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 13,95$  m/s
- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,340$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 410,9$  Pa = 0,411 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_{sCd} = 1,000$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

**Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:**

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,411 \cdot (-1,2) = -0,49 \text{ kN/m}^2$$

**Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Walce kołowe - ciśnienie zewnętrzne (7.9.1)****Miejsce najwyższego ciśnienia,  $\alpha = 0^\circ$ :**

- Walec kołowy o wymiarach:  $b = 5,10$  m,  $l = 7,30$  m
- Powierzchnia walca: beton surowy  $\rightarrow$  wartość chropowatości powierzchni  $k = 1,0$  mm
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:  
Strefa obciążenia wiatrem 1;  $A = 210$  m n.p.m.  
 $v_{b,0} = 22$  m/s (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy:  $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy:  $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru:  $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$  m/s
- Kategoria terenu III  $\rightarrow z_0 = 0,3$  m,  $z_{min} = 5$  m
- Wysokość odniesienia:  $z_e = l = 7,30$  m

- Współczynnik orografii:  $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji:  $k_t = 1,0$
- Współczynnik terenu:  $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,215$
- Współczynnik chropowatości:  $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,215 \cdot \ln(7,30/0,3) = 0,69$  (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru:  $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 15,12$  m/s
- Intensywność turbulencji:  $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,313$
- Gęstość powietrza:  $\rho = 1,25$  kg/m<sup>3</sup>
- Szczytowe ciśnienie prędkości:  $q_p(z_e) = [1+7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 456,5$  Pa = 0,457 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny:  $c_s c_d = 1,000$
- Wartość szczytowa prędkości wiatru:  $v(z_e) = (2 \cdot q_p(z_e) / \rho)^{1/2} = 27,03$  m/s
- Liczba Reynoldsa:  $Re = b \cdot v(z_e) / \nu = 5,10$  m  $\cdot$  27,03 m/s / (15  $\cdot$  10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s) = 9,19  $\cdot$  10<sup>6</sup>
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego bez wpływu swobodnych końców:  $c_{p,0} = 1,00$
- Kąt określający położenie punktu na przekroju walca  $\alpha = 0,0^\circ < \alpha_{min} = 75,4^\circ$
- Współczynnik wpływu swobodnego końca:  $\psi_{\lambda\alpha} = 1,00$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  $c_{pe} = c_{p,0} \cdot \psi_{\lambda\alpha} = 1,00 \cdot 1 = 1,00$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

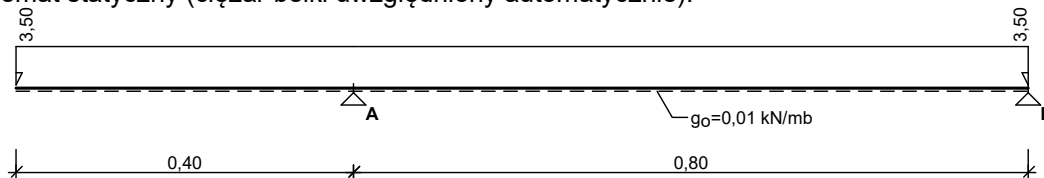
$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,457 \cdot 1,00 = \mathbf{0,46 \text{ kN/m}^2}$$

## Poz. 1 KONSTRUKCJA TĘŻNI

### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

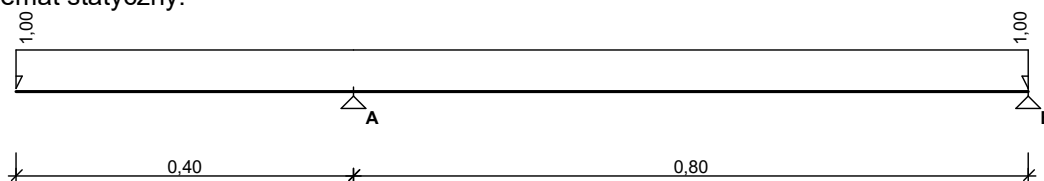
Przypadek **P1: Obc. maksymalne**

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Przypadek **P2: Obc. minimalne**

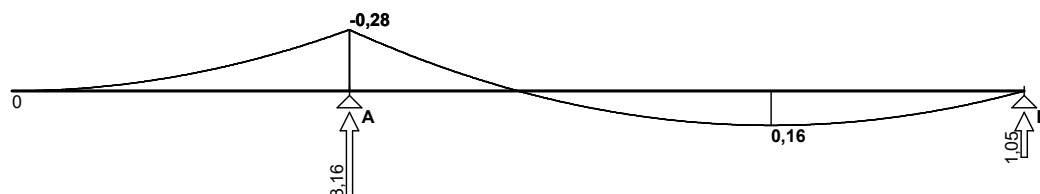
Schemat statyczny:



### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

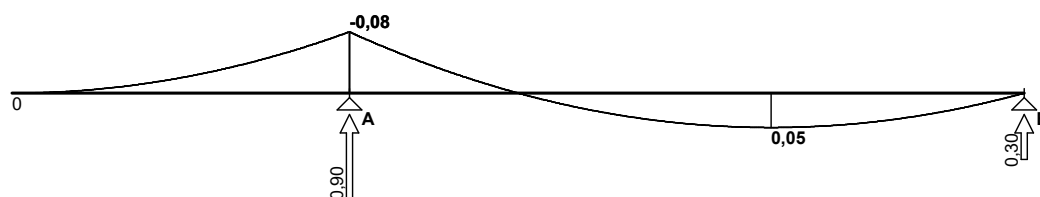
Przypadek **P1: Obc. maksymalne**

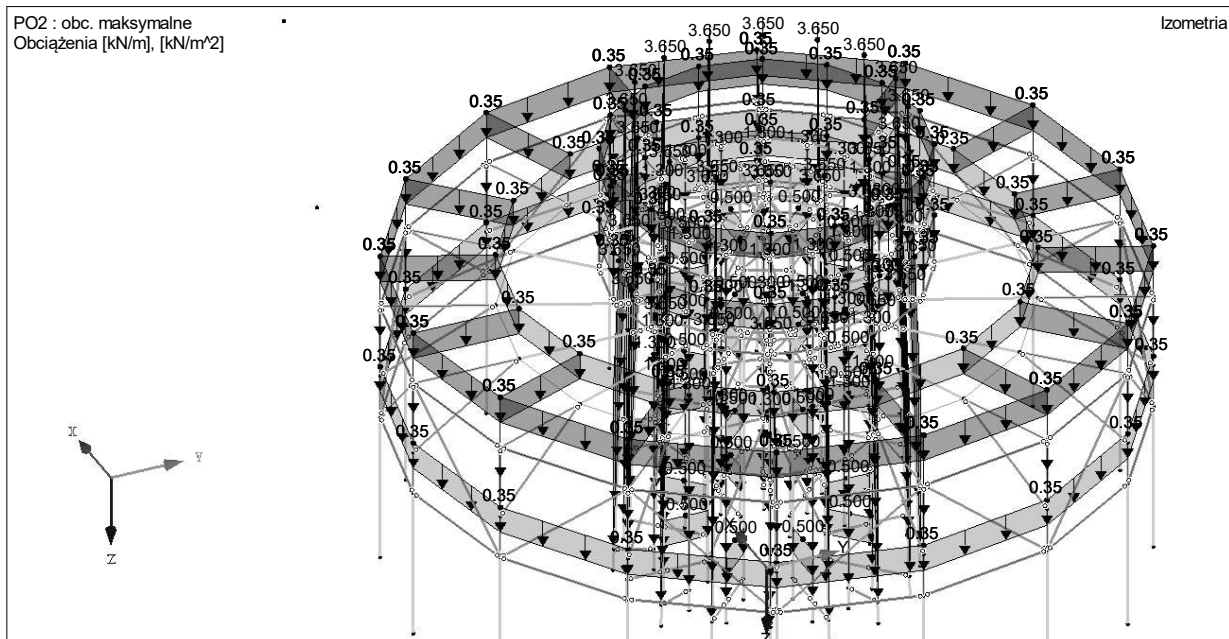
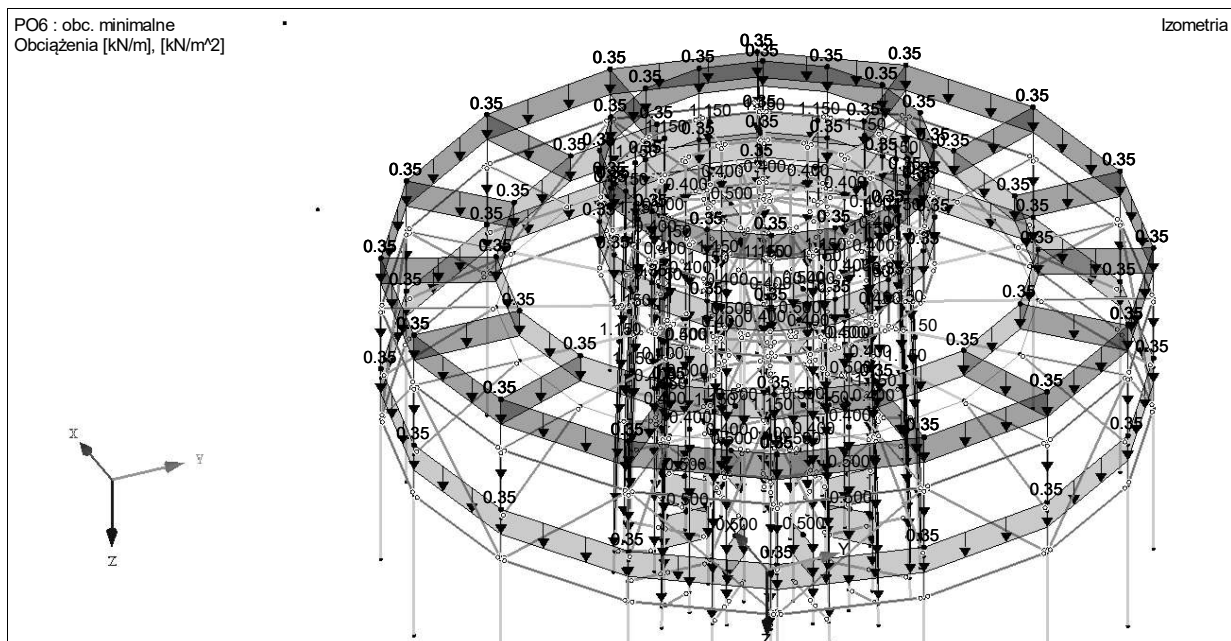
Momenty zginające [kNm]:



Przypadek **P2: Obc. minimalne**

Momenty zginające [kNm]:

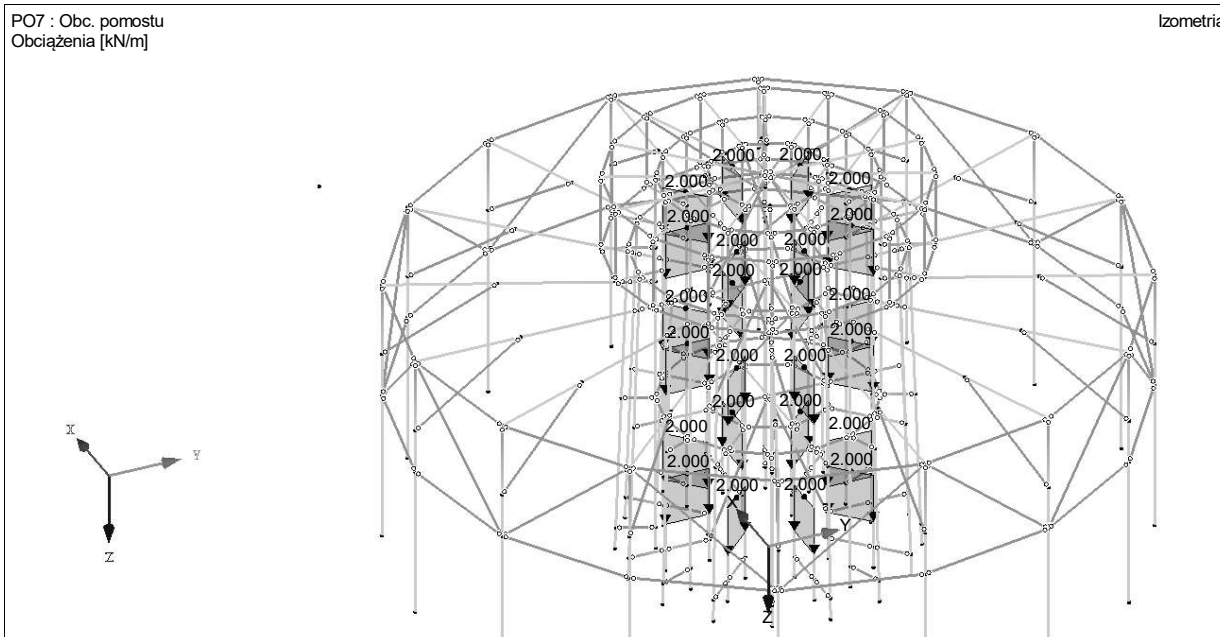


**Poz.1.1.1 OBCIAZENIA**• **OBCIAŻENIE STAŁE MAKSYMALNE**• **OBCIAŻENIE STAŁE MINIMALNE**

- OBCIĄŻENIE ZMIENNE**

PO7 : Obc. pomostu  
Obciążenia [kN/m]

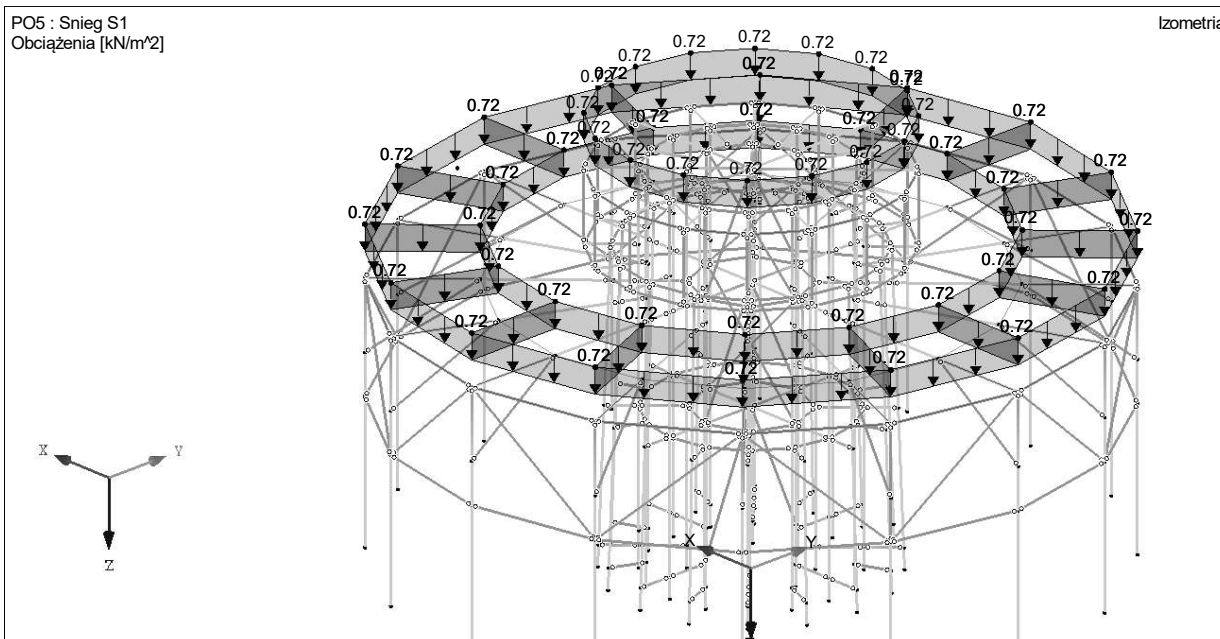
Izometria



- SNIEG S1**

PO5 : Śnieg S1  
Obciążenia [kN/m<sup>2</sup>]

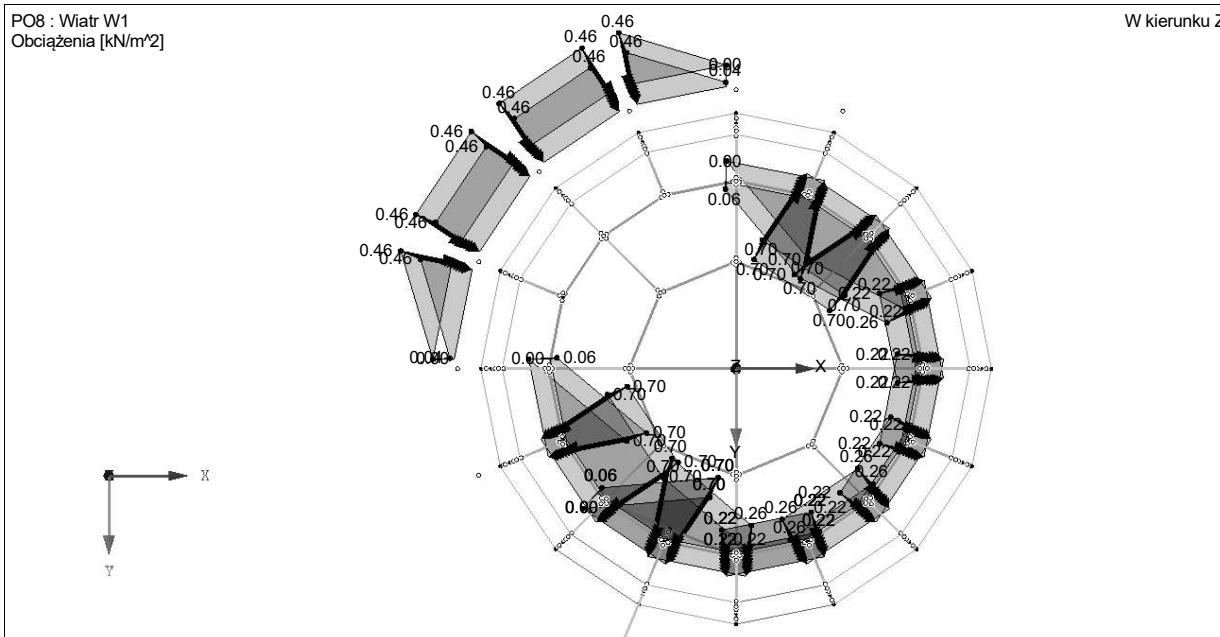
Izometria



- WIATR W1 NA RAME R4**

PO8 : Wiatr W1  
Obciążenia [kN/m<sup>2</sup>]

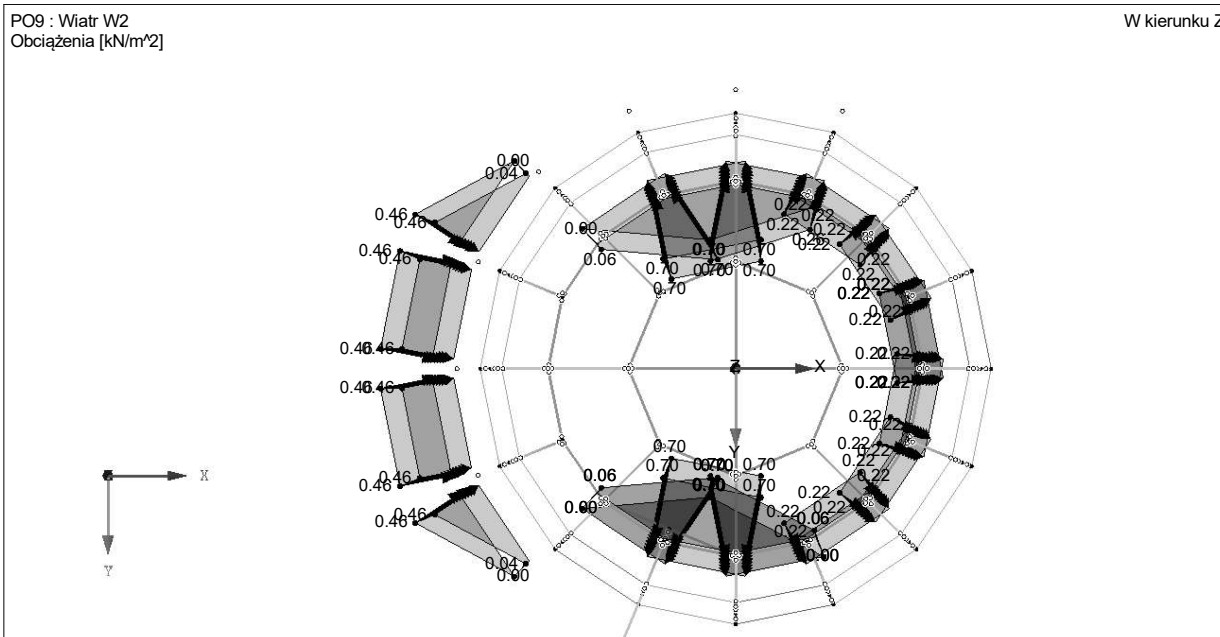
W kierunku Z



- WIATR W2 NA RAMĘ R1**

PO9 : Wiatr W2  
Obciążenia [kN/m<sup>2</sup>]

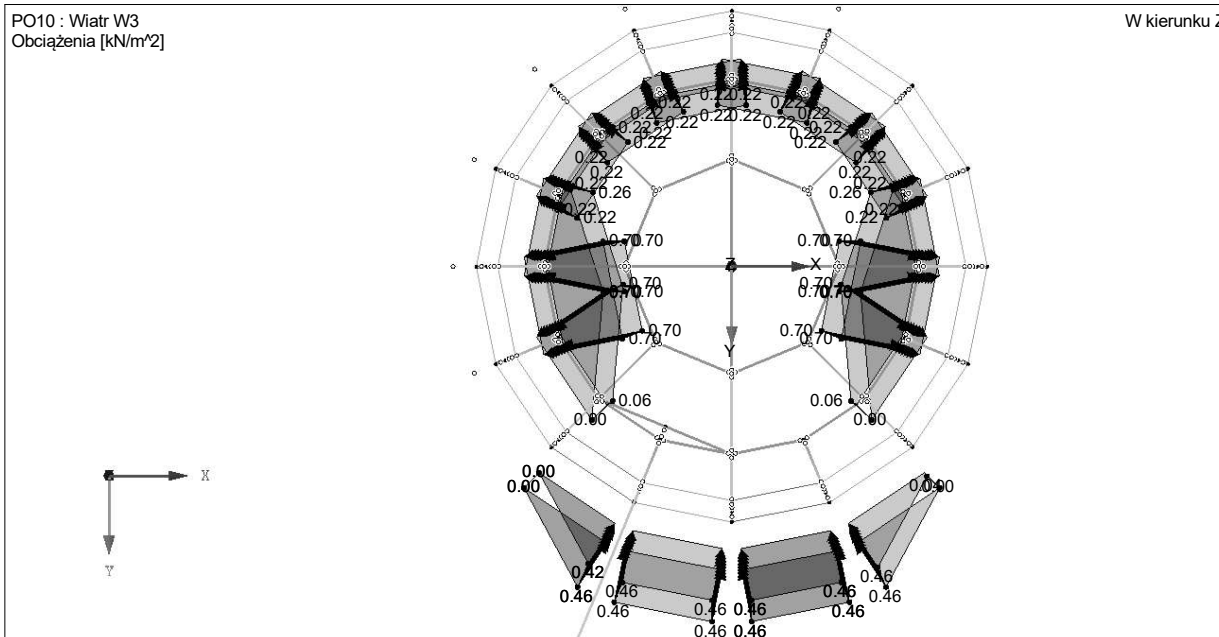
W kierunku Z



- WIATR W3 NA RAME R2**

PO10 : Wiatr W3  
Obciążenia [kN/m<sup>2</sup>]

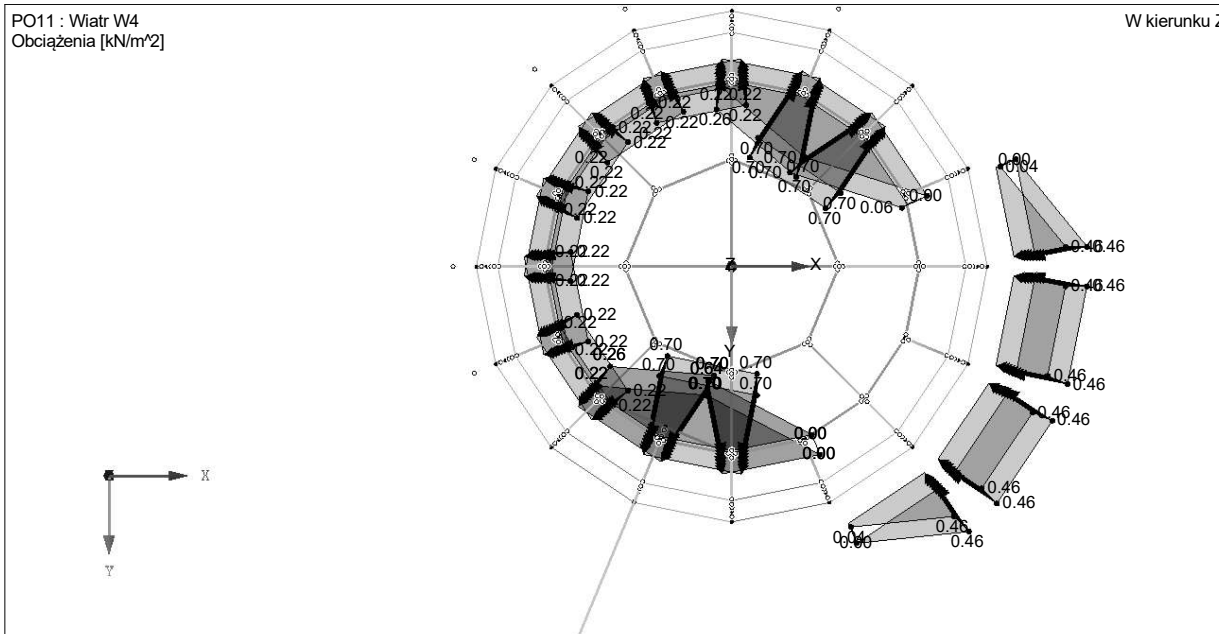
W kierunku Z



- WIATR W4 NA RAME R4**

PO11 : Wiatr W4  
Obciążenia [kN/m<sup>2</sup>]

W kierunku Z



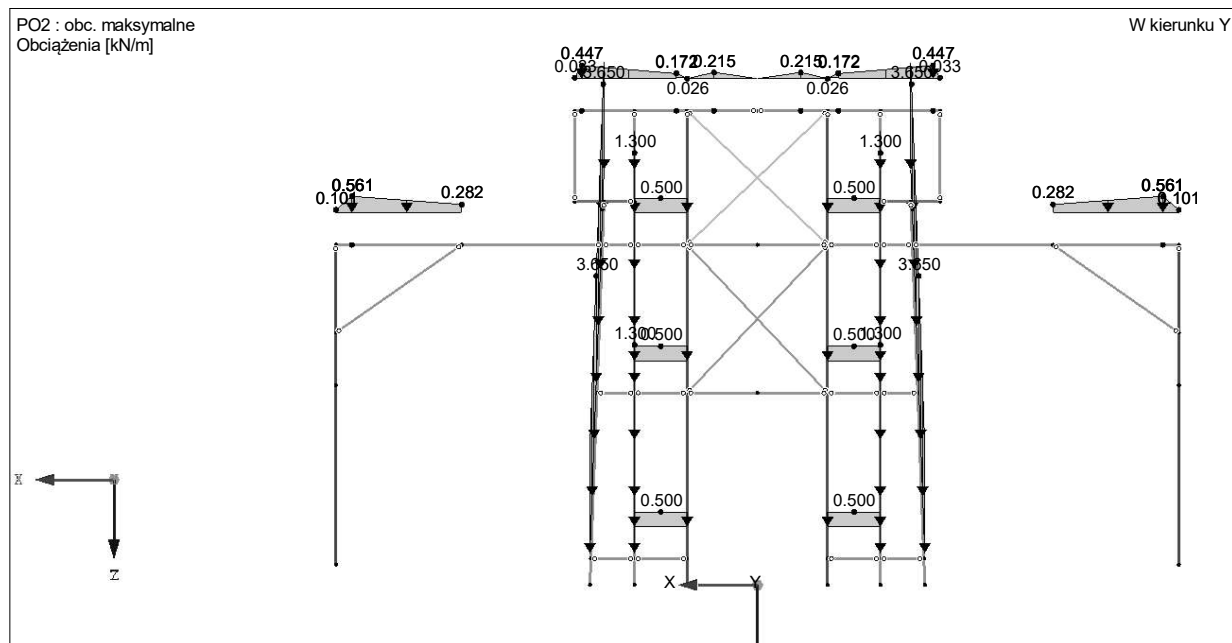
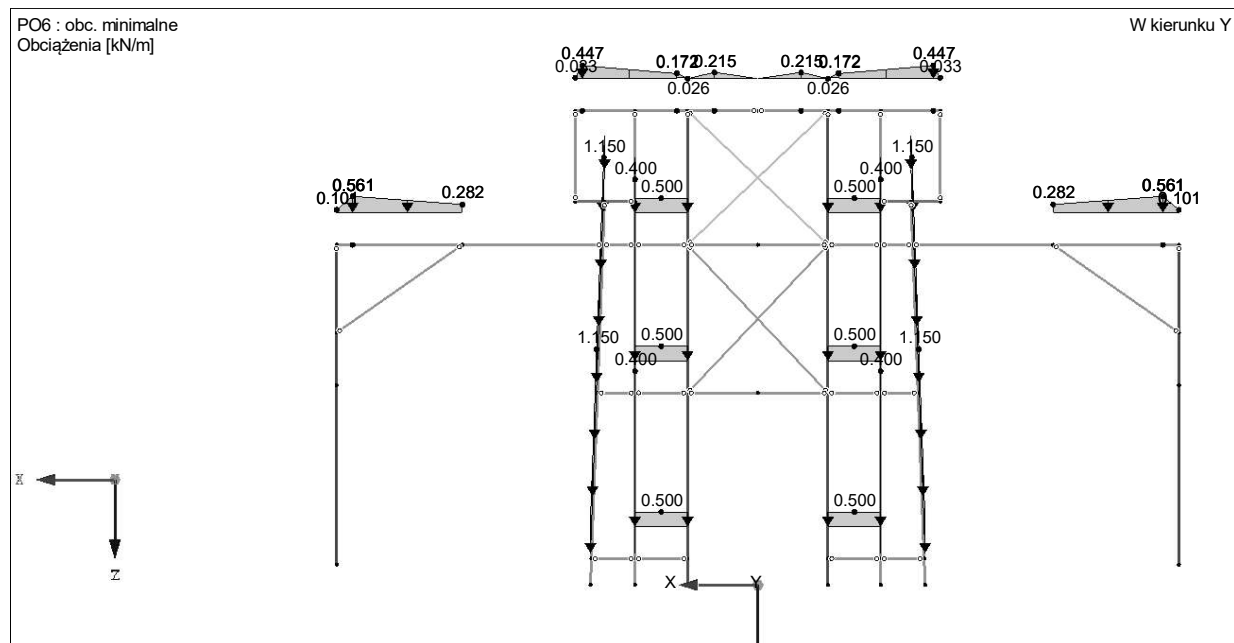
## **Poz.1.2 Zadanie**

### **Poz.1.2.1 Deskowanie**

**Przyjęto:**

Deski gr.4,0cm

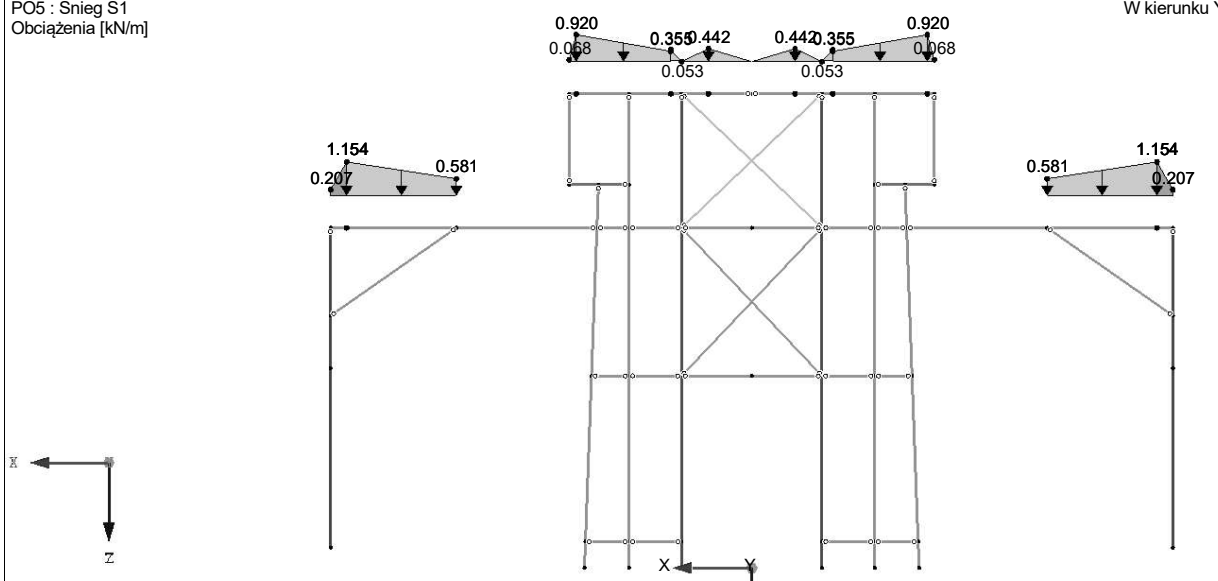


**Poz.1.3 RAMA R1****Poz.1.3.1 OBCIĄZENIA****• OBCIĄŻENIE STAŁE MAKSYMALNE****• OBCIĄŻENIE STAŁE MINIMALNE**

- SNIEG S1**

PO5 : Śnieg S1  
Obciążenia [kN/m]

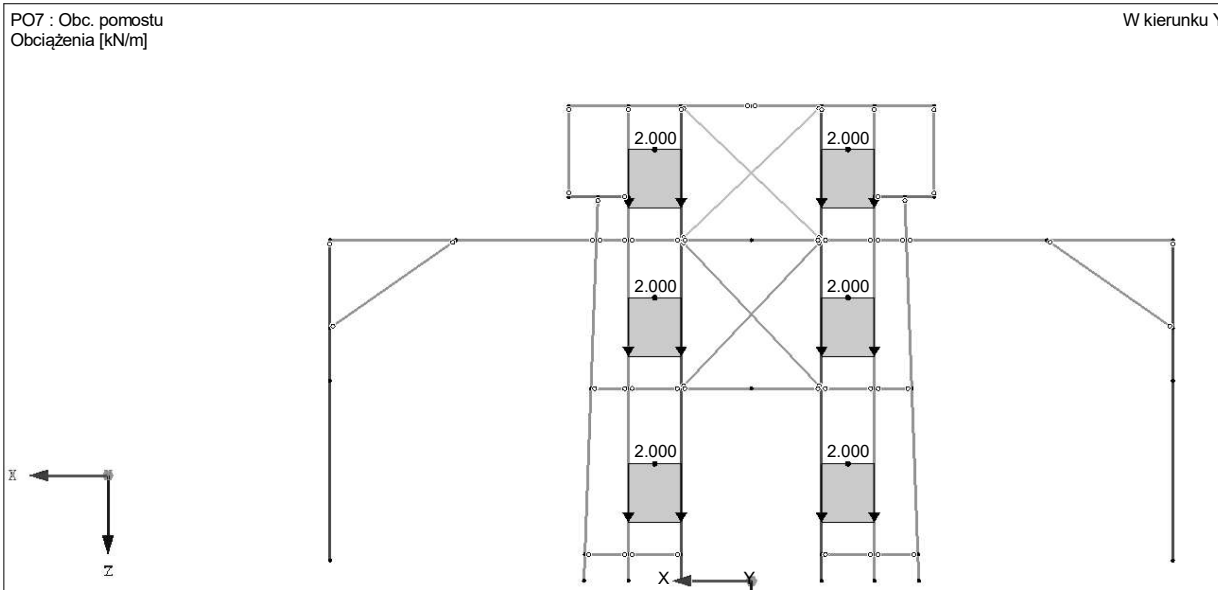
W kierunku Y



- OBC. ZMIENNE DLA POMOSTU**

PO7 : Obc. pomostu  
Obciążenia [kN/m]

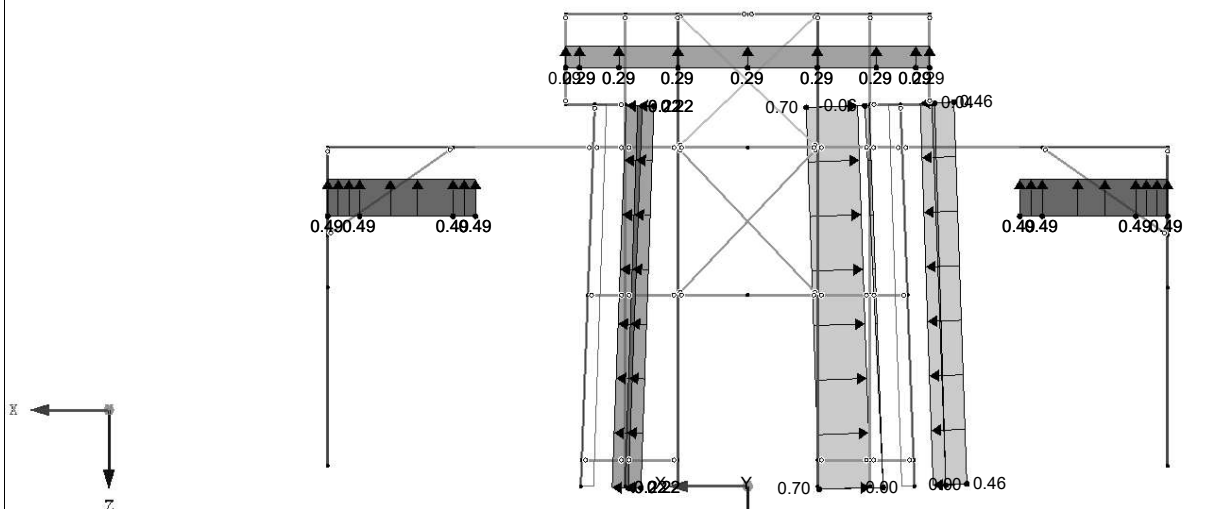
W kierunku Y



### • WIATR W1

PO8 : Wiatr W1  
Obciążenia [kN/m<sup>2</sup>]

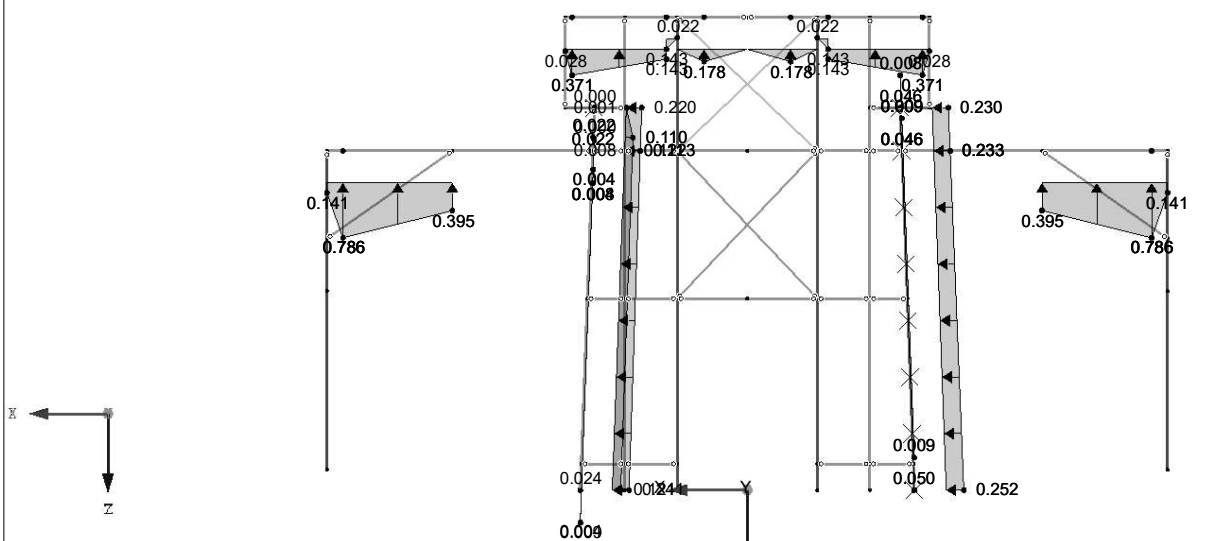
W kierunku Y



### • WIATR W2

PO9 : Wiatr W2  
Obciążenia [kN/m]

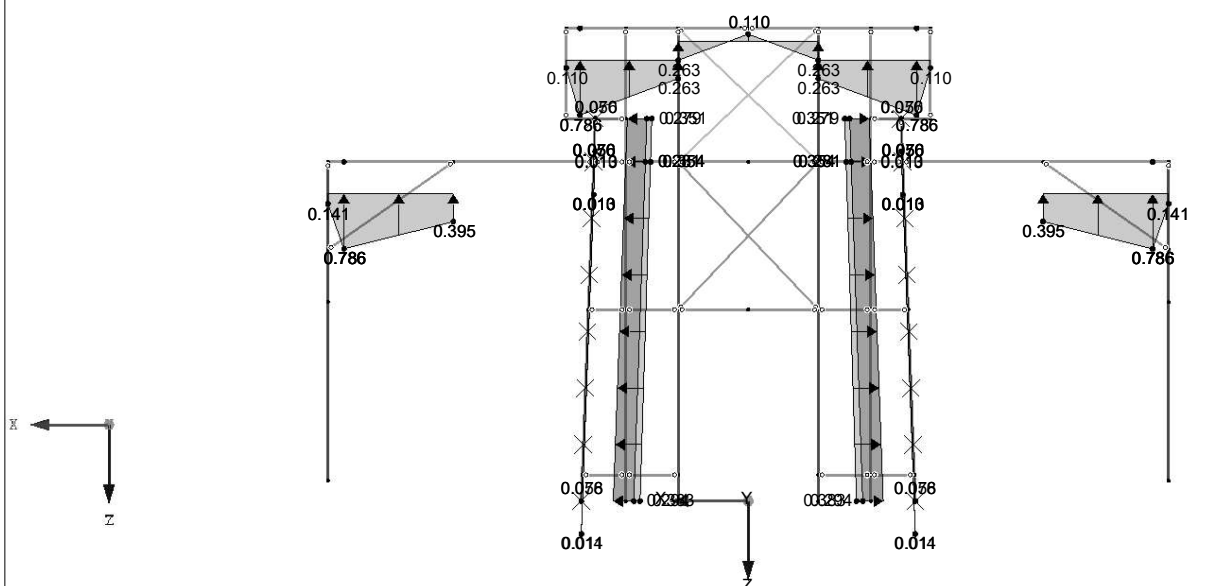
W kierunku Y



- WIATR W3**

PO10 : Wiatr W3  
Obciążenia [kN/m]

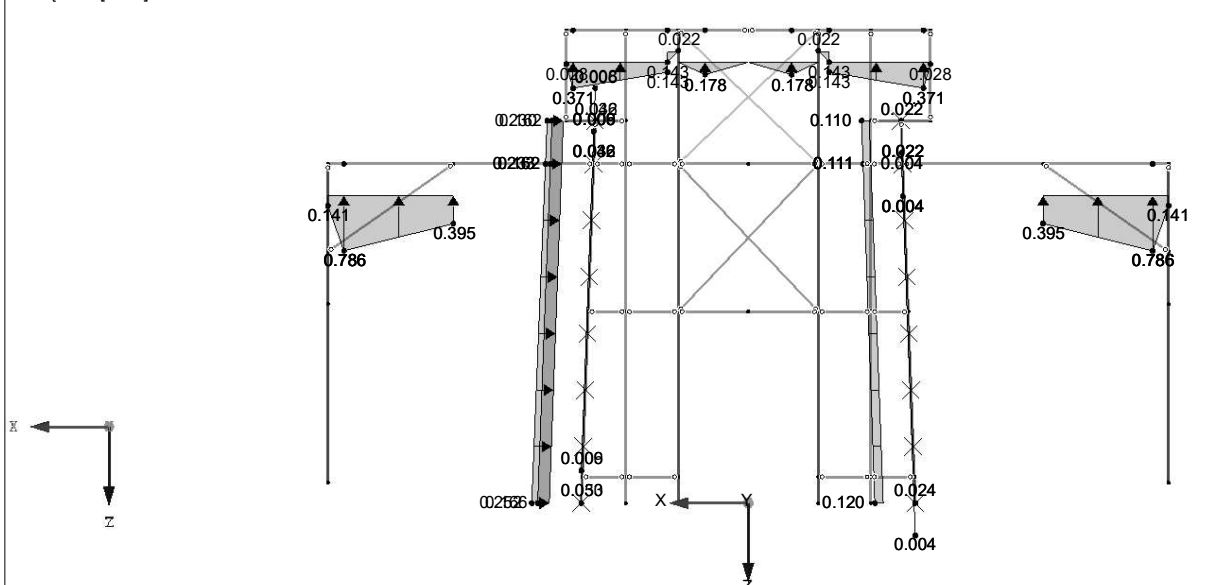
W kierunku Y



- WIATR W4**

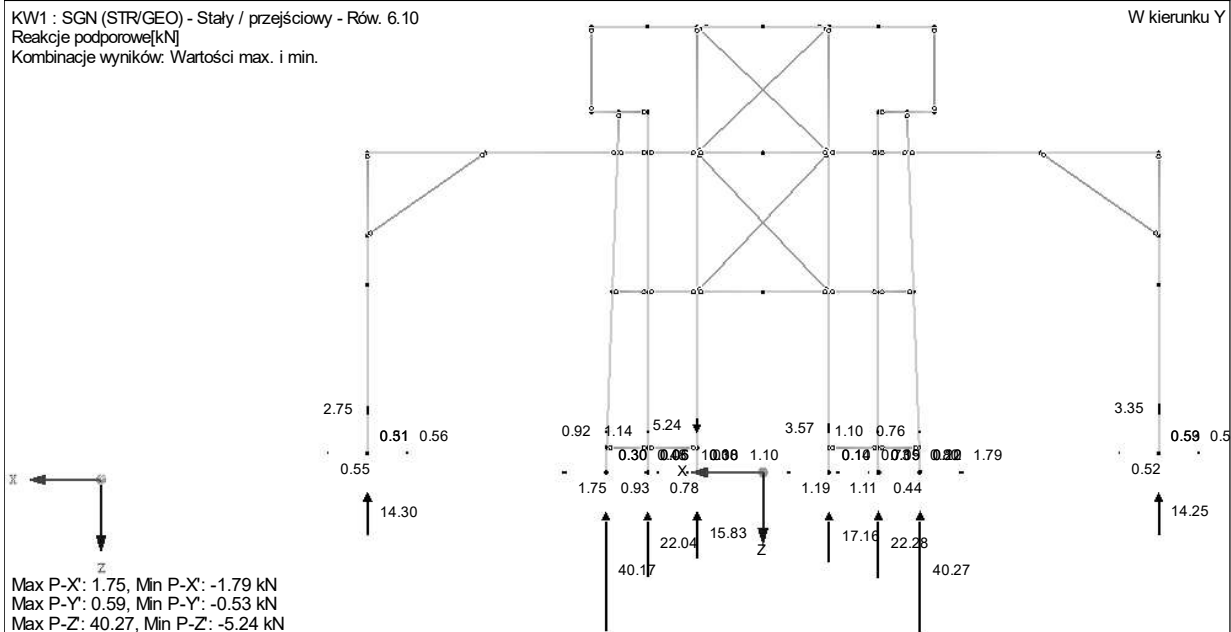
PO11 : Wiatr W4  
Obciążenia [kN/m]

W kierunku Y

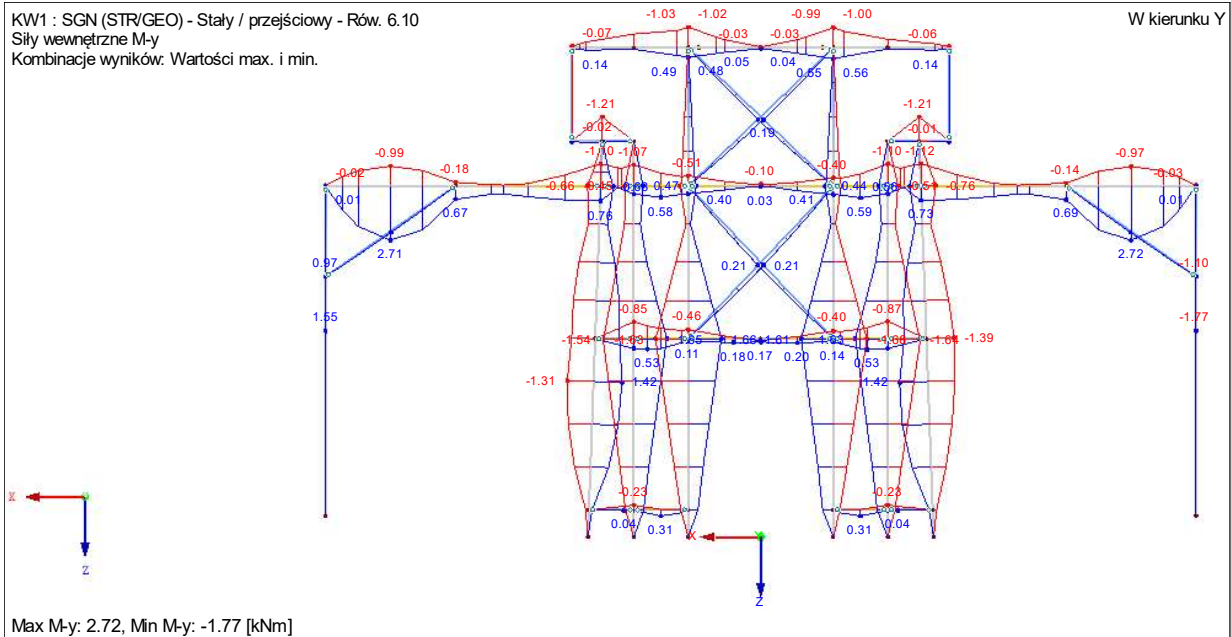


**Poz.1.3.2 SIŁY WEWNĘTRZNE:****REAKCJE**

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Reakcje podporowe[kN]  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

**Momenty MY**

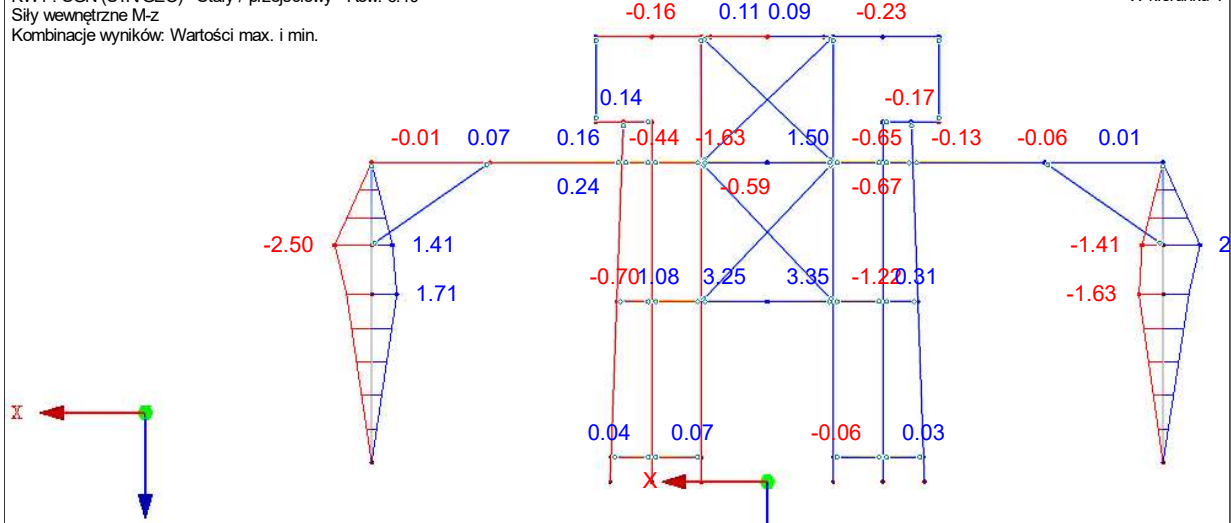
KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-y  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.



## Momenty MZ

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-z  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

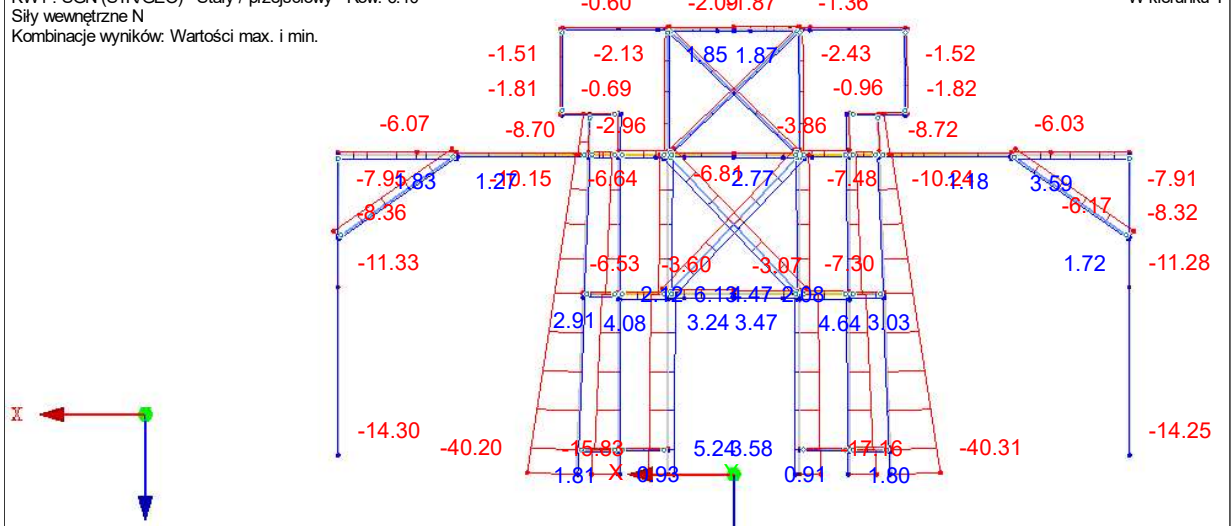
W kierunku Y



## SIŁA OSIOWA N

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne N  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

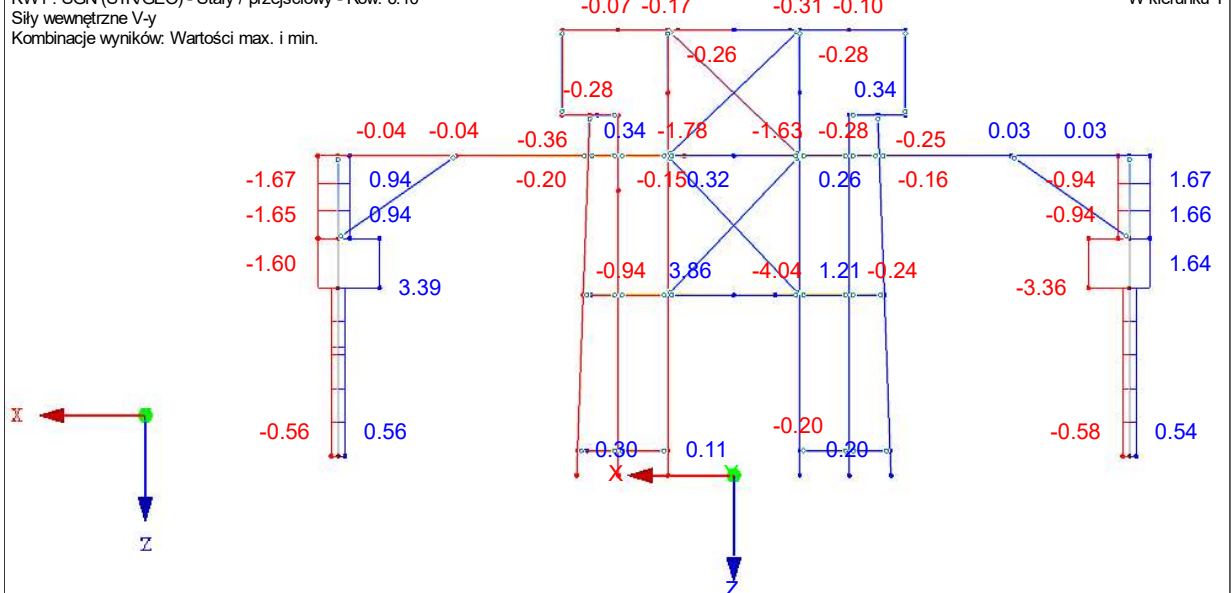
W kierunku Y



## SIŁA POPRZECZNA VZ

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne V-y  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

W kierunku Y



Max V-y: 3.86, Min V-y: -4.04 [kN]

# BUDOWA TEŻNI SOLANKOWEJ NA TERENIE PARKU "BAJKA" W BŁONIU WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ ORAZ ZAGOSPODAROWANIEM TERENU

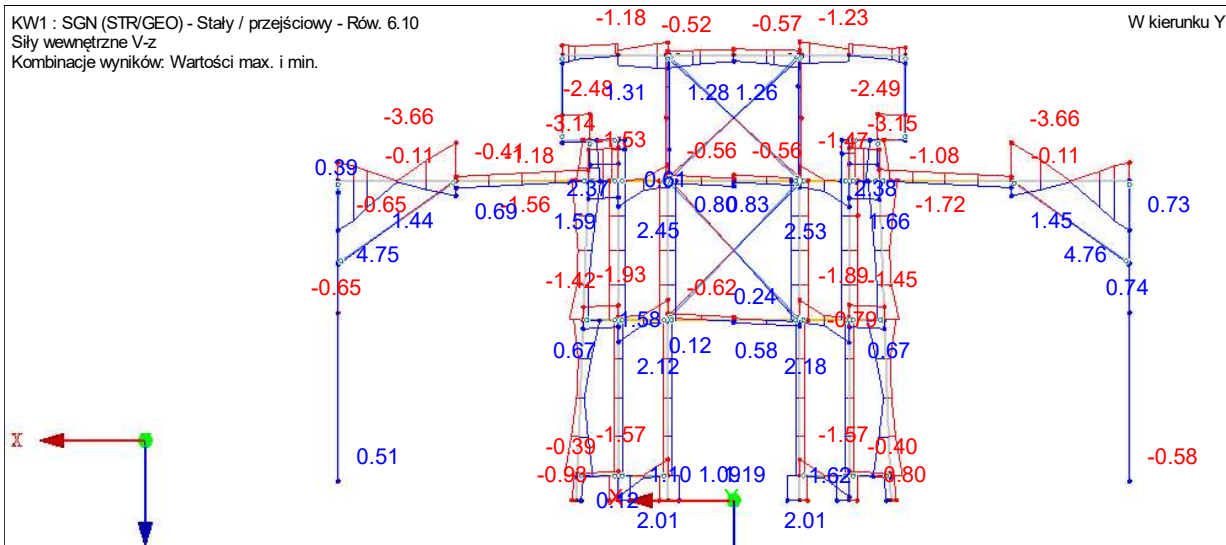
## SIŁA POPRZECZNA VY

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Siły wewnętrzne V-z

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

W kierunku Y



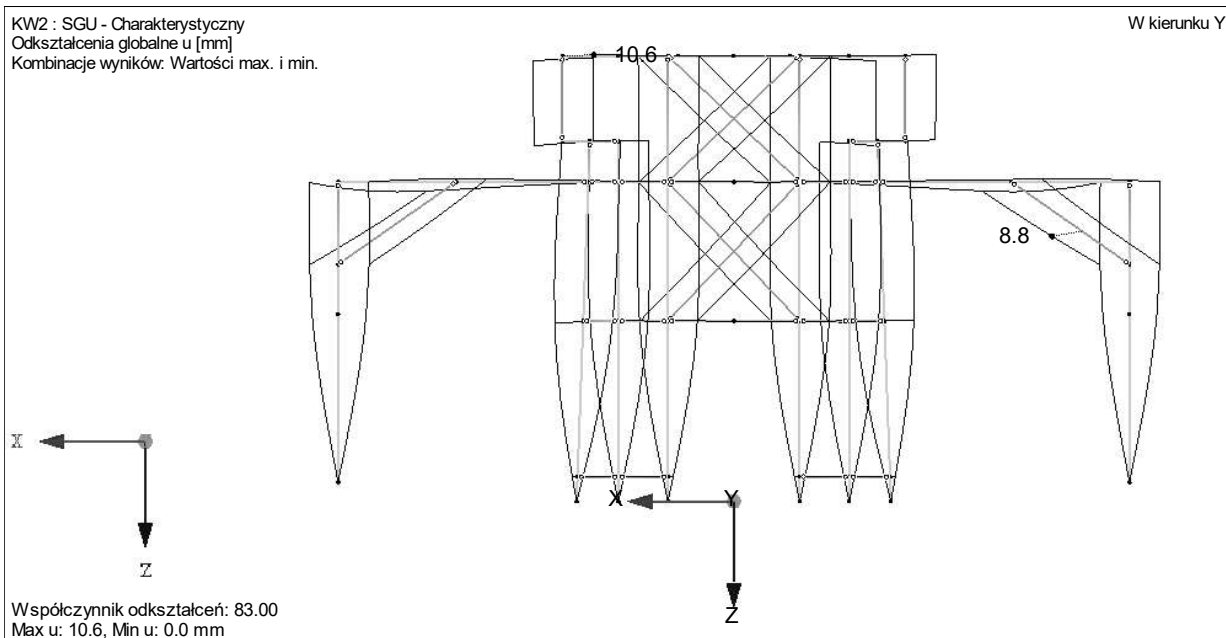
## PRZEMIESZCZENIA

KW2 : SGU - Charakterystyczny

Odkształcenia globalne u [mm]

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

W kierunku Y

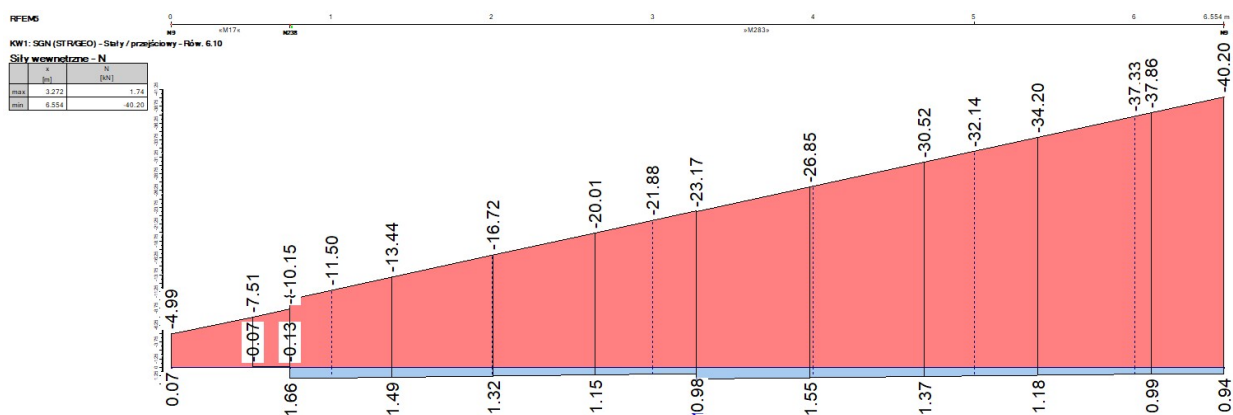


Współczynnik odkształceń: 83.00

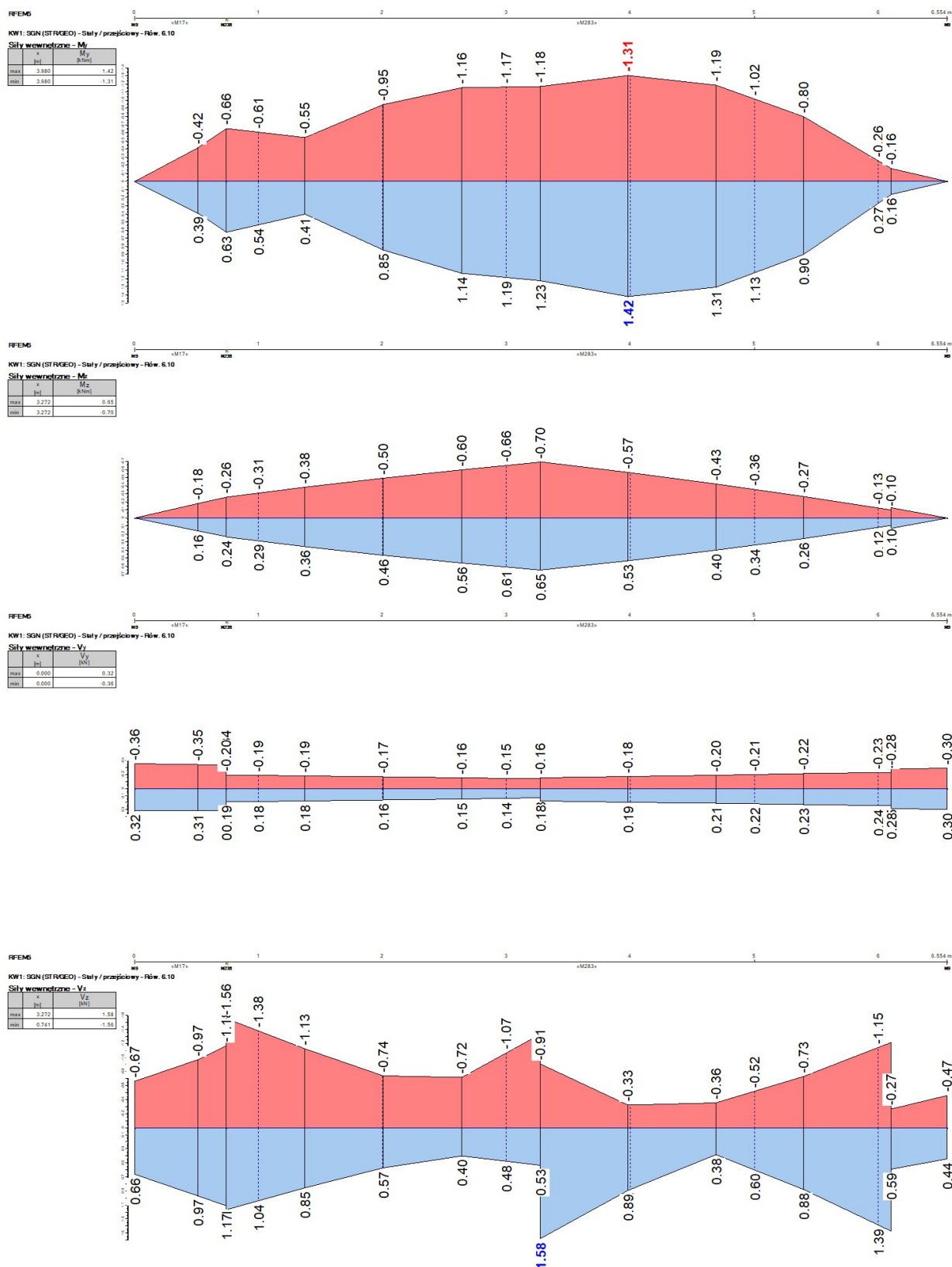
Max u: 10.6, Min u: 0.0 mm

## Poz.1.3.3 WYMIAROWANIE

### • SŁUP ZEWNĘTRZNY S1



## BUDOWA TĘŻNI SOLANKOWEJ NA TERENIE PARKU "BAJKA" W BŁONIU WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ ORAZ ZAGOSPODAROWANIEM TERENU

SŁUP ZEWNĘTRZNY Mmax  
Konstrukcje drewniane - Słup

## DANE:

## Geometria:

Wysokość słupa

 $l_{col} = 6,40 \text{ m}$



Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 0,50$
- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość  $b = 180 \text{ mm}$

Wysokość  $h = 200 \text{ mm}$

Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 26,85 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,42 \text{ kNm}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,57 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

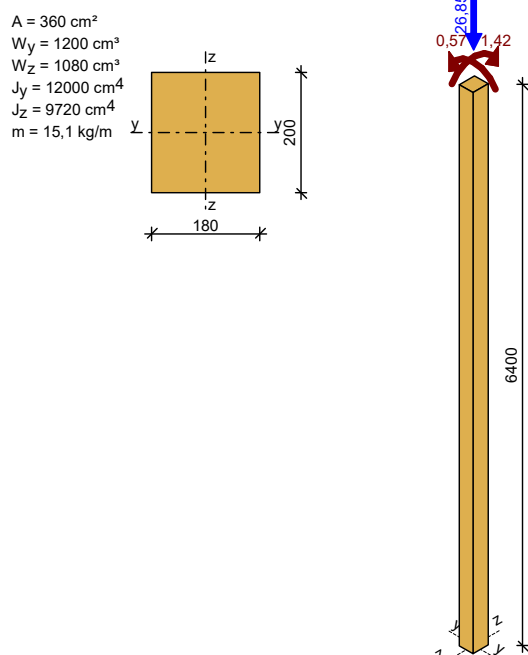
Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**



Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$ ;  $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$

$\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$ ;  $G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$N_{c,d} = 26,85 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 0,75 \text{ MPa}$

$M_{y,d} = 1,42 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,y,d} = 1,18 \text{ MPa}$

$M_{z,d} = 0,57 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,z,d} = 0,53 \text{ MPa}$

Warunek nośności przekroju:

$k_m = 0,7$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,009 + 0,128 + 0,040 = 0,177 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,009 + 0,090 + 0,057 = 0,155 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,733; \quad k_{c,z} = 0,208$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,126 + 0,128 + 0,040 = 0,294 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,444 + 0,090 + 0,057 = 0,591 < 1$$

- zwichrzenie

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d})^2 = 0,126 + 0,128 + 0,003 = 0,257 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,444 + 0,016 + 0,057 = 0,518 < 1$$

## SŁUP ZEWNĘTRZNY N<sub>max</sub>

### Konstrukcje drewniane - Słup

#### Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 40,20 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

#### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

$$A = 360 \text{ cm}^2$$

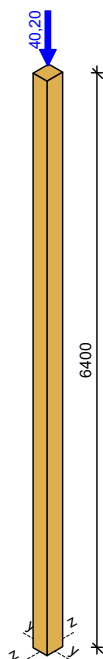
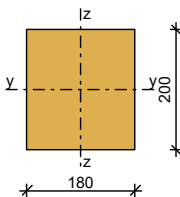
$$W_y = 1200 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 1080 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 12000 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 9720 \text{ cm}^4$$

$$m = 15,1 \text{ kg/m}$$



#### Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; \quad k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; \quad G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

#### Ściskanie wzdłuż włókien:

$$N_{c,d} = 40,20 \text{ kN}$$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 1,12 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (13,8\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,253$$

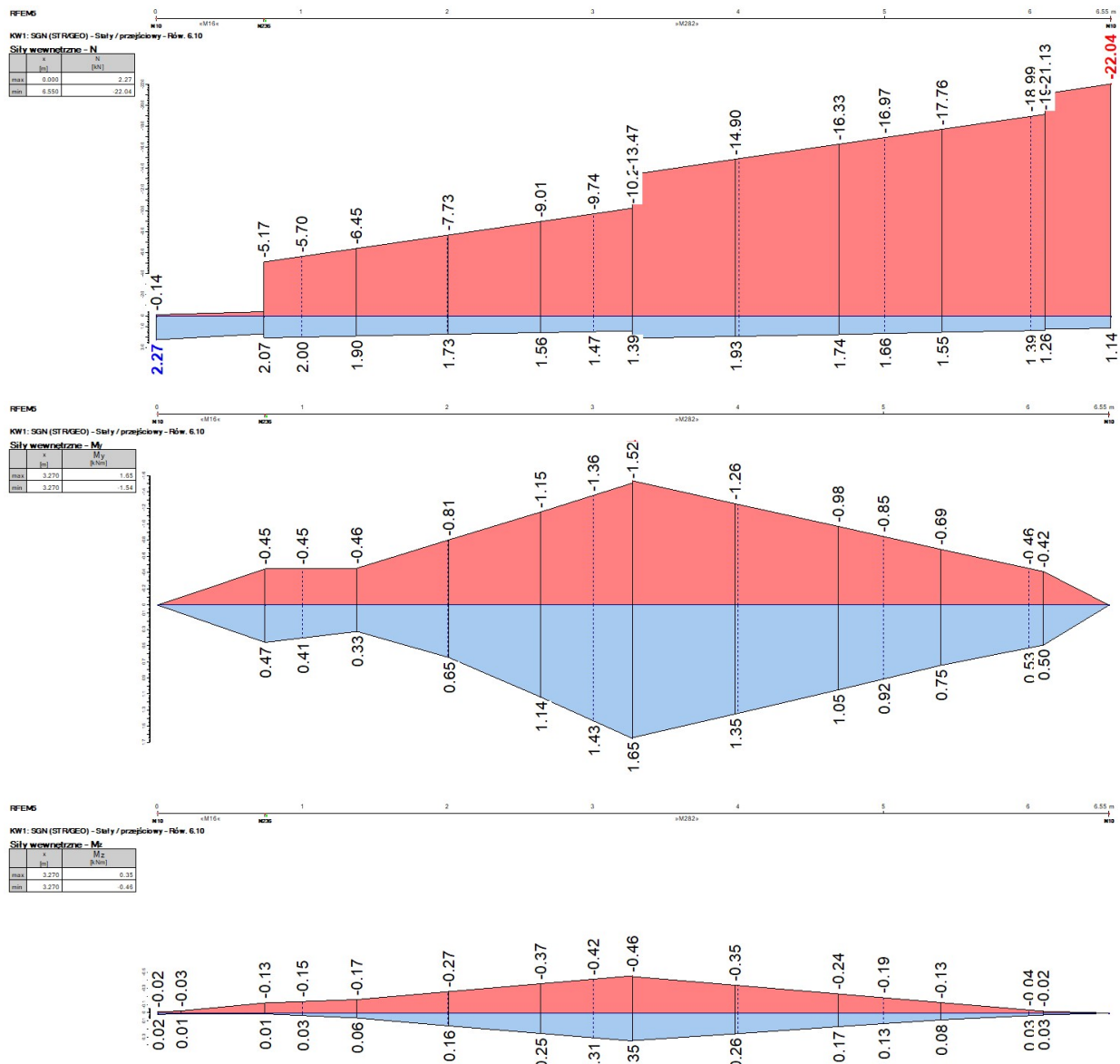
$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,547 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,208$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,665 < 1$$

## • SŁUP ŚRODKOWY S2



## SŁUP ŚRODKOWY Mmax Konstrukcje drewniane - Słup

### DANE:

#### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,80 \text{ m}$   
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

#### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 180 \text{ mm}$   
 Wysokość  $h = 160 \text{ mm}$

#### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

#### Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 13,47 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,65 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,46 \text{ kNm}$

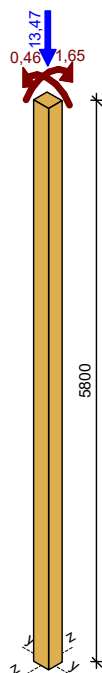
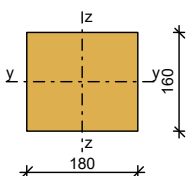
Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 288 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 768 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 864 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 6144 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 7776 \text{ cm}^4$   
 $m = 12,1 \text{ kg/m}$

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$ ;  $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$

$\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$ ;  $G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$N_{c,d} = 13,47 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 0,47 \text{ MPa}$

$M_{y,d} = 1,65 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,y,d} = 2,15 \text{ MPa}$

$M_{z,d} = 0,46 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,z,d} = 0,53 \text{ MPa}$

Warunek nośności przekroju:

$k_m = 0,7$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,003 + 0,233 + 0,040 = 0,276 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,003 + 0,163 + 0,058 = 0,224 < 1$$

Warunek stateczności elementu:- wyboczenie

$k_{c,y} = 0,200$ ;  $k_{c,z} = 0,250$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,289 + 0,233 + 0,040 = 0,562 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,232 + 0,163 + 0,058 = 0,453 < 1$$

- zwężenie

$k_{crit} = 1,000$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}) = 0,232 + 0,054 + 0,058 = 0,344 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + (\sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 = 0,289 + 0,233 + 0,003 = 0,525 < 1$$

## SŁUP ŚRODKOWY N<sub>max</sub> Konstrukcje drewniane - Słup

### DANE:

#### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,80 \text{ m}$   
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

#### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 160 \text{ mm}$   
 Wysokość  $h = 200 \text{ mm}$

#### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

#### Obciążenia:

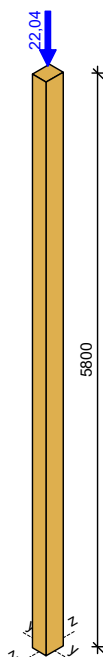
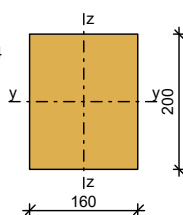
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 22,04 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

### ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

$A = 320 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 1067 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 853 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 10667 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 6827 \text{ cm}^4$   
 $m = 13,4 \text{ kg/m}$



#### Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$   
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$   
 $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$ ;  $G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$

#### Ściskanie wzdłuż włókien:

$N_{c,d} = 22,04 \text{ kN}$

#### Warunek nośności przekroju:

$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 0,69 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (8,5\%)$

#### Warunek stateczności elementu:

## BUDOWA TĘŻNI SOLANKOWEJ NA TERENIE PARKU "BAJKA" W BŁONIU WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ ORAZ ZAGOSPODAROWANIEM TERENU

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,303$$

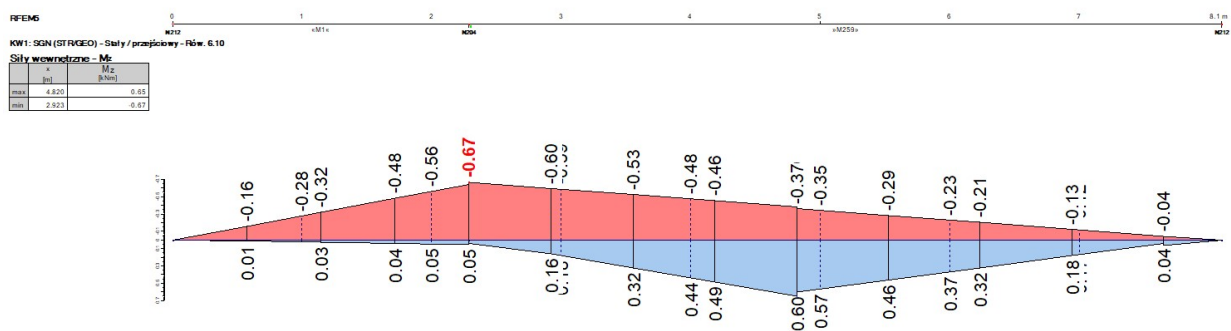
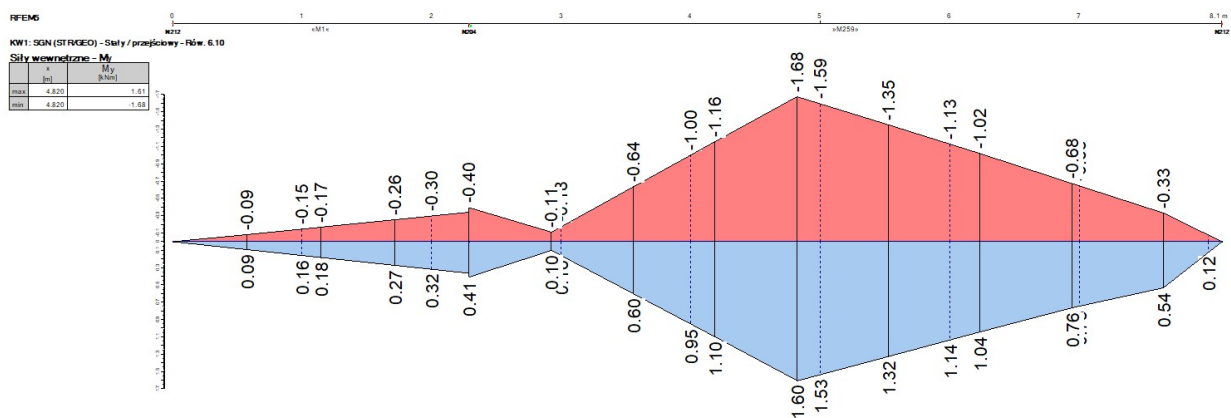
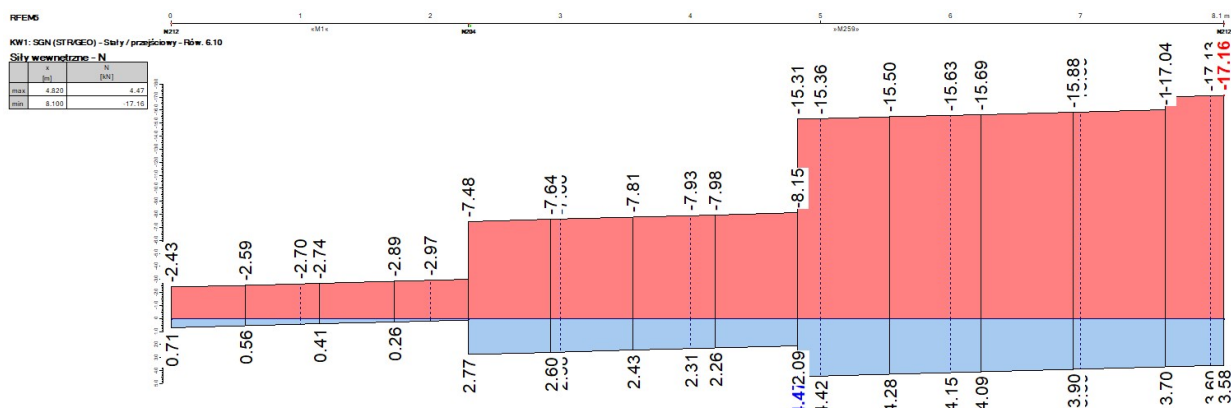
$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,282 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

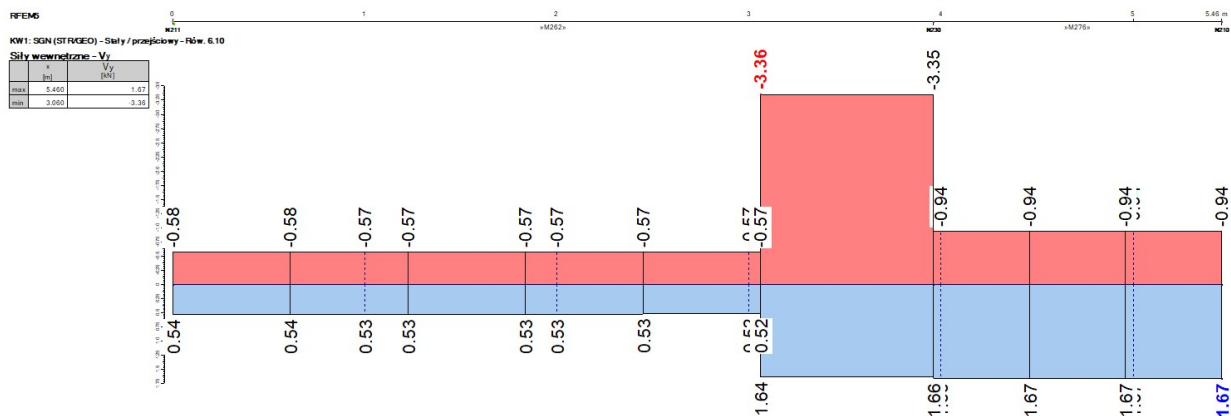
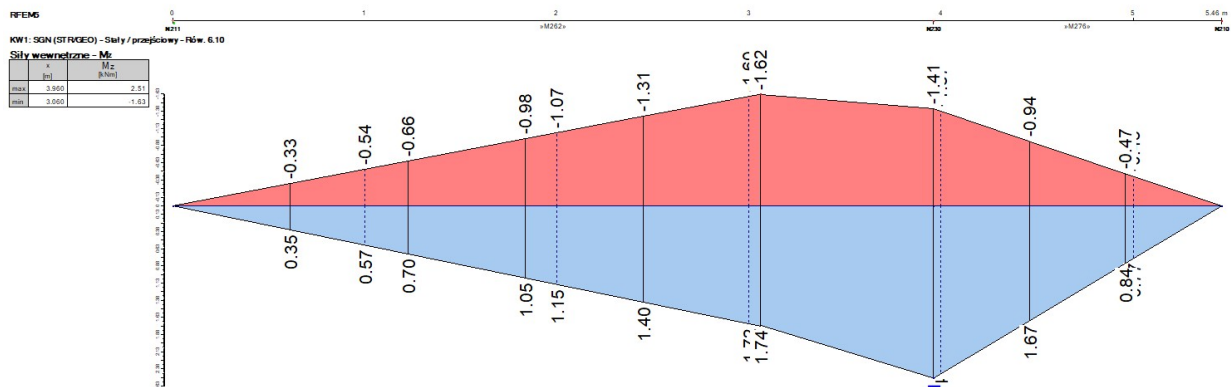
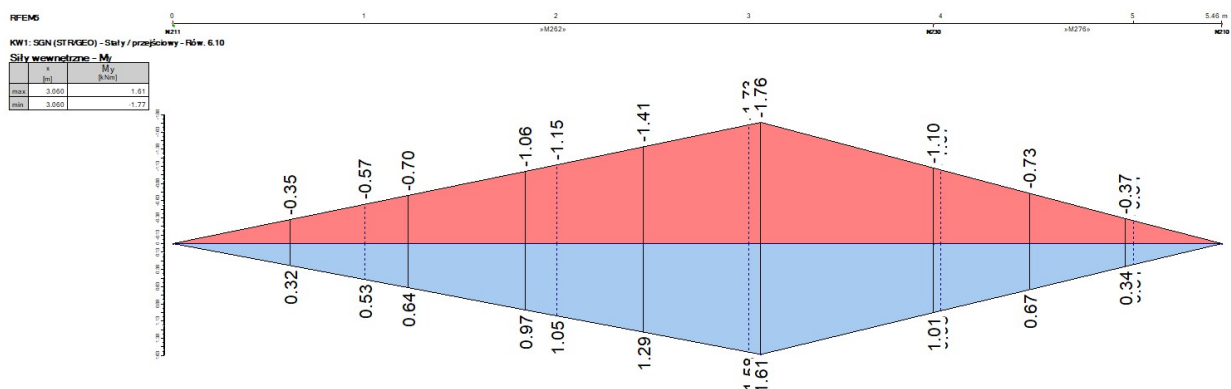
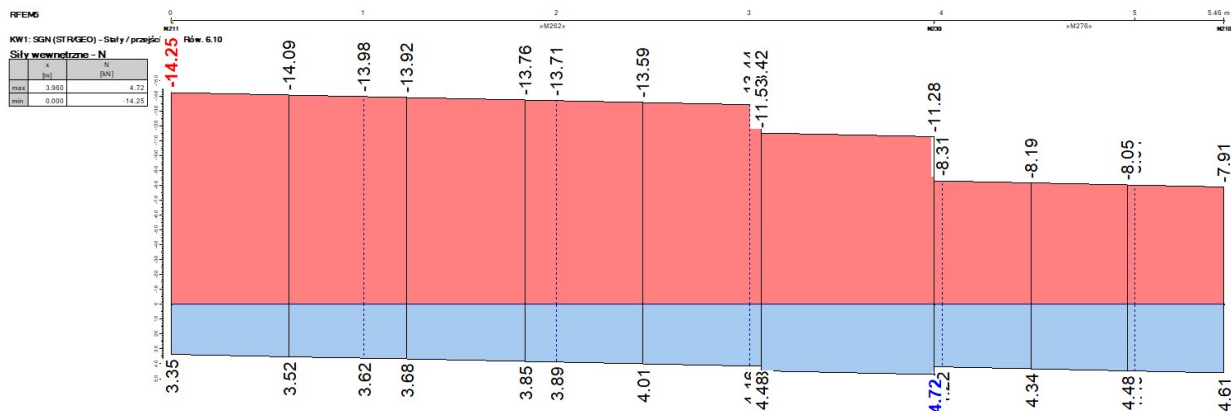
$$k_{c,z} = 0,200$$

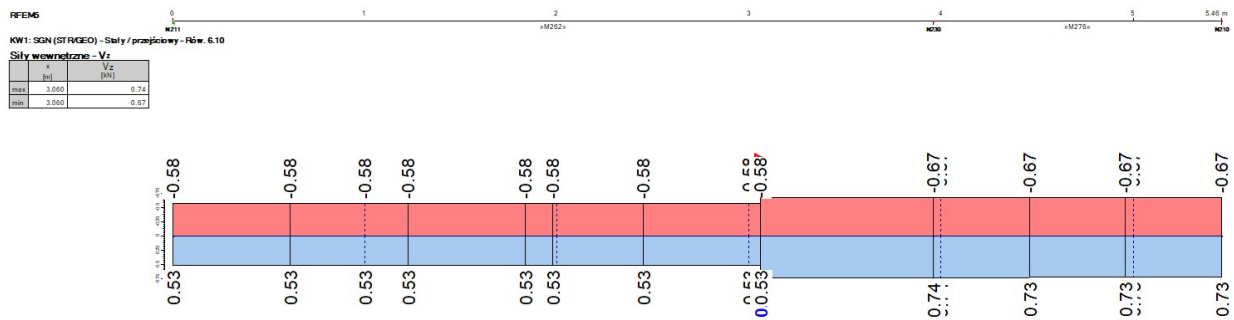
$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,426 < 1$$

### • SŁUP WEWNĘTRZNY S3



# • SŁUP PERGOLI





### SŁUP WEWNĘTRZNY $M_{y,max}$ Konstrukcje drewniane - Słup

#### DANE:

##### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,00 \text{ m}$   
 Współczynniki długości wybooczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

##### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 180 \text{ mm}$   
 Wysokość  $h = 180 \text{ mm}$

##### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

##### Obciążenia:

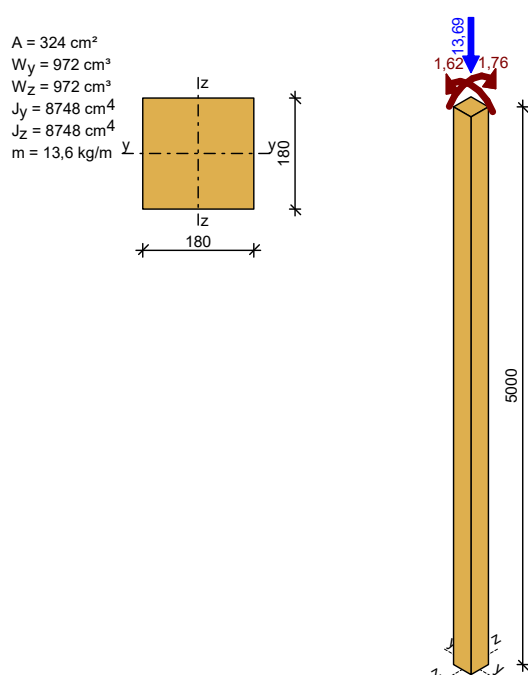
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 13,69 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,76 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 1,62 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

#### ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

#### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:



Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 13,69 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,42 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,76 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,81 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 1,62 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,67 \text{ MPa}$$

Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,003 + 0,196 + 0,126 = 0,325 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,003 + 0,137 + 0,181 = 0,321 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,327; k_{c,z} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,160 + 0,196 + 0,126 = 0,483 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,160 + 0,137 + 0,181 = 0,478 < 1$$

- zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

**SŁUP WEWNĘTRZNY N<sub>max</sub>****Konstrukcje drewniane - Słup****DANE:**Geometria:

$$\text{Wysokość słupa} \quad l_{col} = 5,00 \text{ m}$$

Współczynniki długości wyboczeniowej:

$$\text{- względem osi y} \quad \mu_y = 1,00$$

$$\text{- względem osi z} \quad \mu_z = 1,00$$

Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny

$$\text{Szerokość} \quad b = 180 \text{ mm}$$

Wysokość  $h = 180 \text{ mm}$

Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 14,25 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$$A = 324 \text{ cm}^2$$

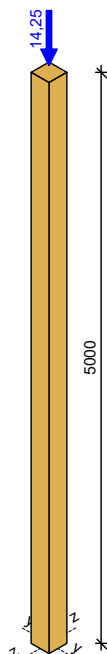
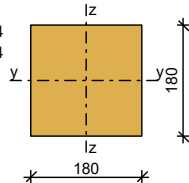
$$W_y = 972 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 972 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 8748 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 8748 \text{ cm}^4$$

$$m = 13,6 \text{ kg/m}$$



Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$$N_{c,d} = 14,25 \text{ kN}$$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 0,44 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (5,4\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,167 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,167 < 1$$

**SŁUP WEWNĘTRZNY Mz,max**  
**Konstrukcje drewniane - Słup****DANE:**Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,00$  m  
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 180$  mm  
 Wysokość  $h = 180$  mm

Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Obciążenia:

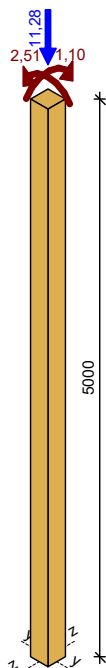
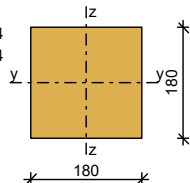
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 11,28$  kN  
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,10$  kNm  
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 2,51$  kNm  
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 324$  cm<sup>2</sup>  
 $W_y = 972$  cm<sup>3</sup>  
 $W_z = 972$  cm<sup>3</sup>  
 $J_y = 8748$  cm<sup>4</sup>  
 $J_z = 8748$  cm<sup>4</sup>  
 $m = 13,6$  kg/m

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00$  MPa;  $f_{m,k} = 24,00$  MPa  
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08$  MPa  
 $f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23$  MPa  
 $f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23$  MPa  
 $E_{0,05} = 7,40$  GPa;  $G_{0,05} = 0,46$  GPa

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$N_{c,d} = 11,28$  kN,  $\sigma_{c,0,d} = 0,35$  MPa  
 $M_{y,d} = 1,10$  kNm,  $\sigma_{m,y,d} = 1,13$  MPa

$$M_{z,d} = 2,51 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,58 \text{ MPa}$$

Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,123 + 0,196 = 0,320 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,086 + 0,280 = 0,367 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,327; \quad k_{c,z} = 0,327$$

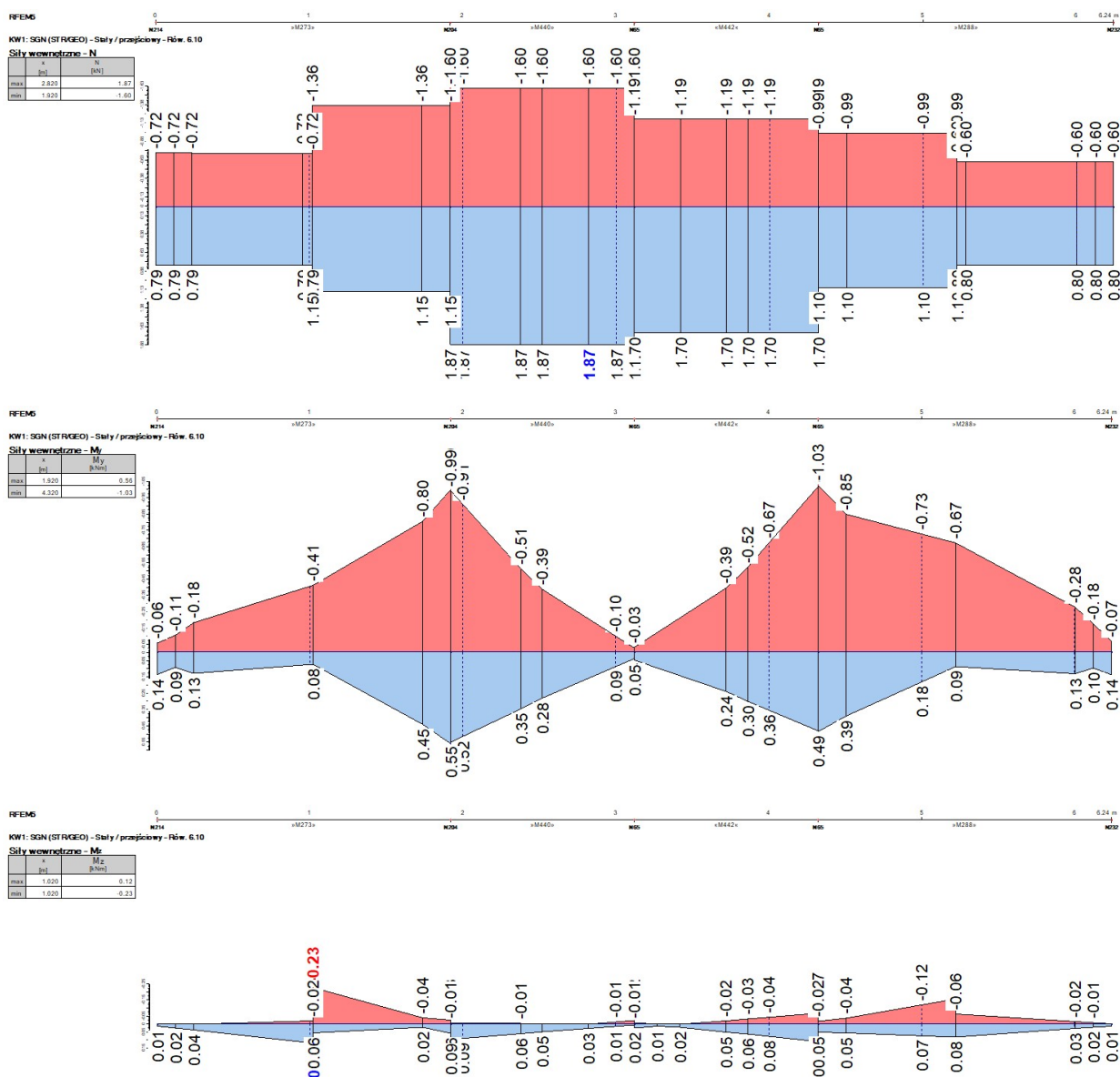
$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,132 + 0,123 + 0,196 = 0,450 < 1$$

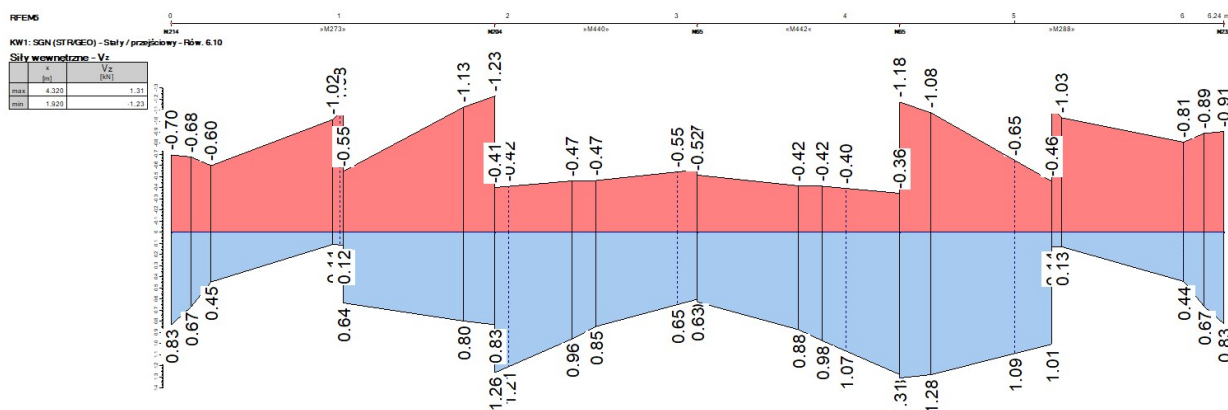
$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,132 + 0,086 + 0,280 = 0,497 < 1$$

- zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

## RYGIEL GÓRNY RAMY – BELKA B1



**BELKA B1 M+N sciskanie****Wymiarowanie przekroju - Zginanie ze ściskaniem osiowym****DANE:**Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość  $b = 180 \text{ mm}$ Wysokość  $h = 160 \text{ mm}$ Materiał:Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06Obciążenia:Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 1,60 \text{ kN}$ Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,03 \text{ kNm}$ Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,10 \text{ kNm}$ 

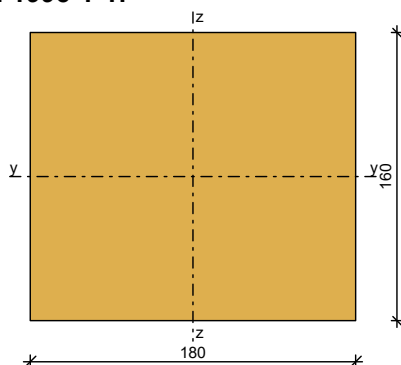
Klasa trwania obciążenia: stałe

Długość wyboczeniowa  $l_{ey} = 2,95 \text{ m}$ Długość wyboczeniowa  $l_{ez} = 2,95 \text{ m}$ Zwichrzeniowa długość efektywna  $l_{ef} = 2,95 \text{ m}$ **ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:** $A = 288 \text{ cm}^2$  $W_y = 768 \text{ cm}^3$  $W_z = 864 \text{ cm}^3$  $J_y = 6144 \text{ cm}^4$  $J_z = 7776 \text{ cm}^4$  $m = 12,1 \text{ kg/m}$ Wytrzymałości obliczeniowe drewna: $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$ ;  $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$  $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$  $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$  $f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$  $f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$  $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$ ;  $G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$ Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 1,60 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,06 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,03 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,34 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,10 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,12 \text{ MPa}$$

Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000 + 0,145 + 0,009 = 0,154 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000 + 0,102 + 0,013 = 0,114 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,628; \quad k_{c,z} = 0,717$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,011 + 0,145 + 0,009 = 0,165 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,010 + 0,102 + 0,013 = 0,124 < 1$$

- zwichrzenie

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}) = 0,010 + 0,021 + 0,013 = 0,043 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + (\sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 = 0,011 + 0,145 + 0,000 = 0,156 < 1$$

### BELKA B1 M+N rozciąganie

#### Wymiarowanie przekroju - Zginanie z rozciąganiem osiowym

Obciążenia:

Siła rozciągająca obliczeniowa  $N_{t,d} = 2,35 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,34 \text{ kNm}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,10 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Zwichrzeniowa długość efektywna  $l_{ef} = 2,95 \text{ m}$

#### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

$$A = 288 \text{ cm}^2$$

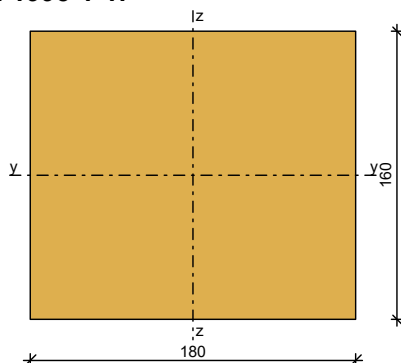
$$W_y = 768 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 864 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 6144 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 7776 \text{ cm}^4$$

$$m = 12,1 \text{ kg/m}$$



#### Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{t,0,k} = 14,50 \text{ MPa}; \quad f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; \quad k_{mod} = 0,50$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 5,58 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; \quad G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

#### Zginanie z rozciąganiem osiowym:

$$N_{t,d} = 2,35 \text{ kN}, \quad \sigma_{t,0,d} = 0,08 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,34 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,74 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,10 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,12 \text{ MPa}$$

Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,015 + 0,189 + 0,009 = 0,212 < 1$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,015 + 0,132 + 0,013 = 0,159 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

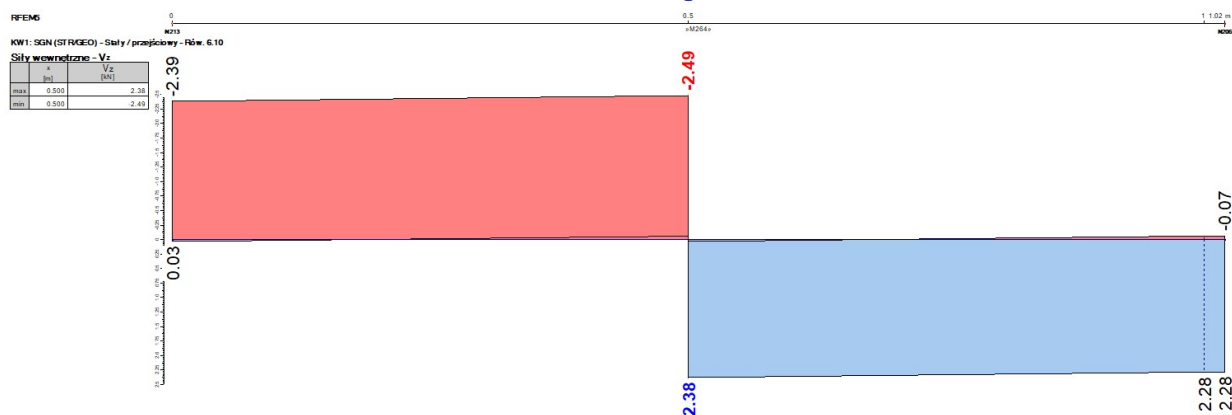
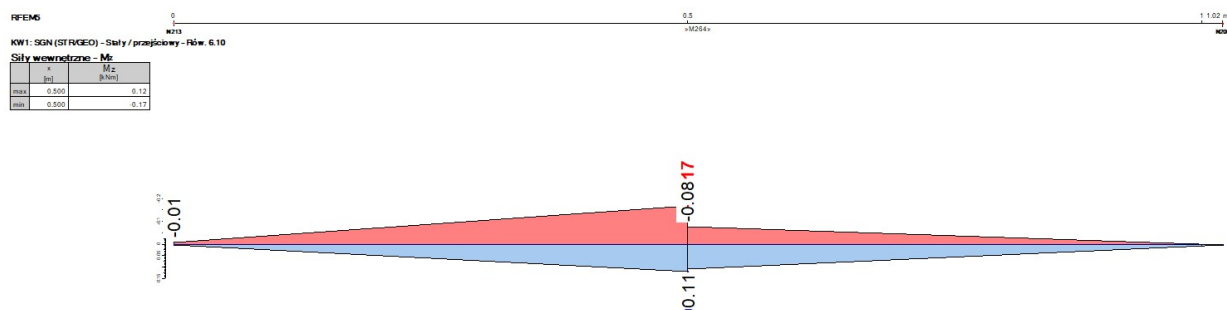
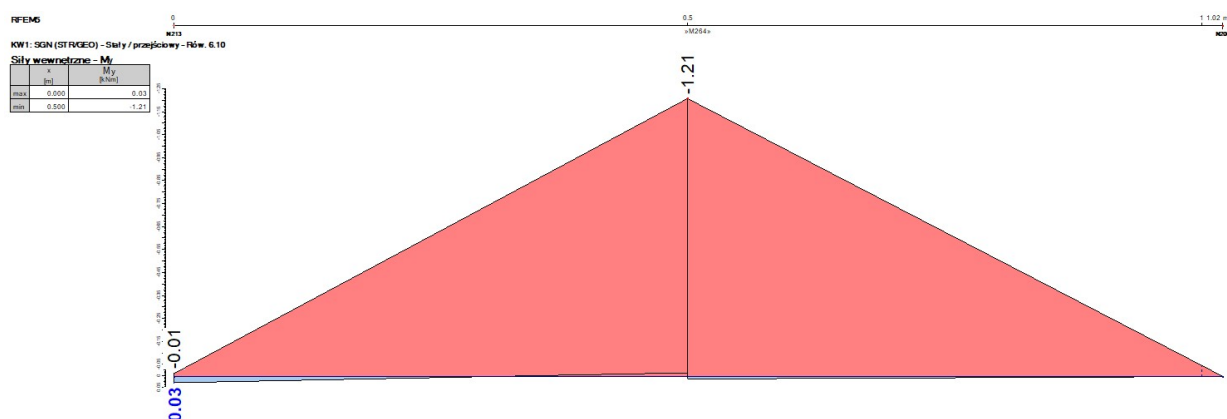
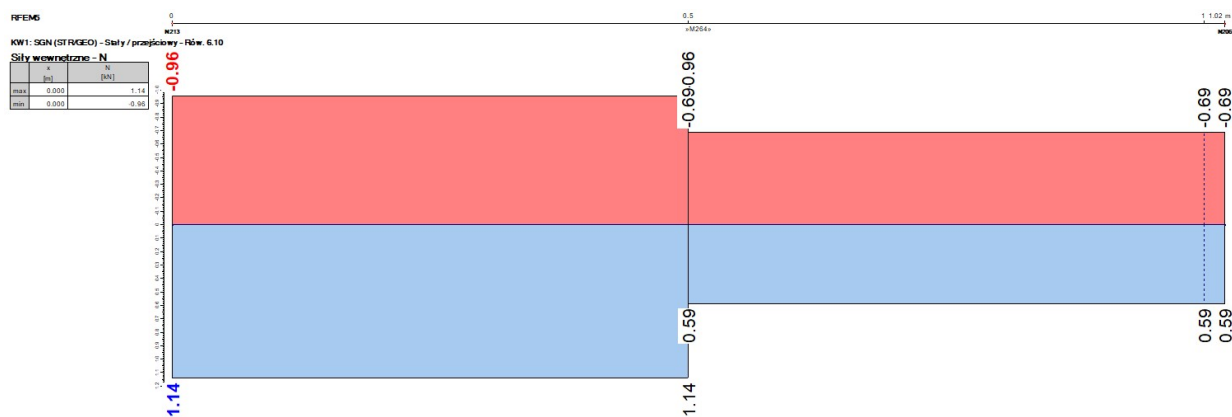
- zwichrzenie

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}) = 0,015 + 0,036 + 0,013 = 0,063 < 1$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + (\sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 = 0,015 + 0,189 + 0,000 = 0,204 < 1$$

- BELKA B2**

**BELKA B2 Mmax+N**

Wymiarowanie przekroju - Zginanie ze ściskaniem osiowym

**DANE:**

Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość  $b = 160 \text{ mm}$   
Wysokość  $h = 120 \text{ mm}$

Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Obciążenia:

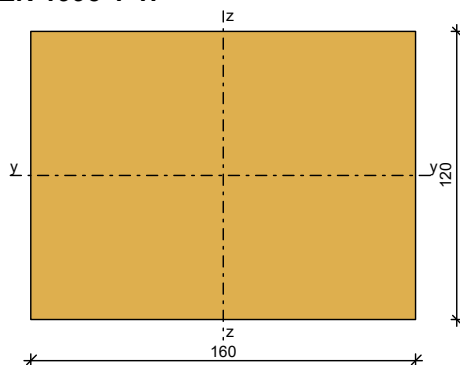
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 0,96 \text{ kN}$   
Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,21 \text{ kNm}$   
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,17 \text{ kNm}$   
Klasa trwania obciążenia: stałe  
Długość wyboczeniowa  $l_{ey} = 4,54 \text{ m}$   
Długość wyboczeniowa  $l_{ez} = 4,54 \text{ m}$   
Zwichrzeniowa długość efektywna  $l_{ef} = 4,54 \text{ m}$

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
Sytuacja obliczeniowa: trwała  
Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 192 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 384 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 512 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 2304 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 4096 \text{ cm}^4$   
 $m = 8,06 \text{ kg/m}$

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$ ;  $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$   
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$ ;  $k_{h,y} = 1,046$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$   
 $f_{m,y,d} = k_{h,y} \cdot (k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M) = 9,65 \text{ MPa}$   
 $f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$   
 $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$ ;  $G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$N_{c,d} = 0,96 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 0,05 \text{ MPa}$   
 $M_{y,d} = 1,21 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,y,d} = 3,15 \text{ MPa}$   
 $M_{z,d} = 0,17 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,z,d} = 0,33 \text{ MPa}$

Warunek nośności przekroju:

$k_m = 0,7$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000 + 0,326 + 0,025 = 0,352 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000 + 0,229 + 0,036 = 0,265 < 1$$

Warunek stateczności elementu:- wyboczenie

$k_{c,y} = 0,185$ ;  $k_{c,z} = 0,315$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,033 + 0,326 + 0,025 = 0,385 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,020 + 0,229 + 0,036 = 0,284 < 1$$

- zwichrzenie

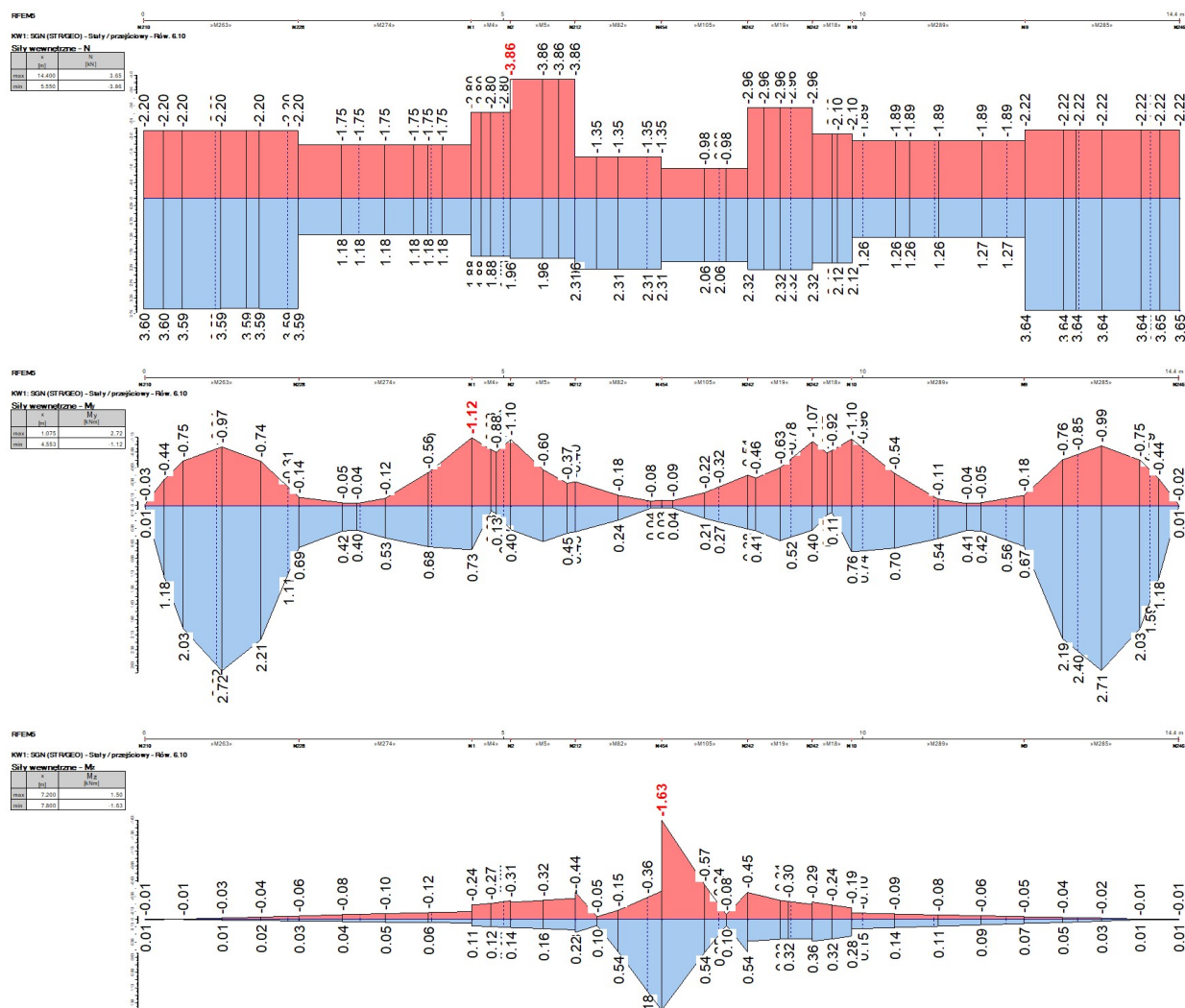
$k_{crit} = 1,000$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}) = 0,020 + 0,107 + 0,036 = 0,162 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + (\sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 = 0,033 + 0,326 + 0,001 = 0,361 < 1$$



## • KLESZCZE K1



## Kleszcze

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny z przewiązkami

Szerokość  $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 20,0 \text{ cm}$

Grubość przewiązek  $b = 20,0 \text{ cm}$

Rozstaw przewiązek  $l_1 = 200,0 \text{ cm}$

Łączniki: śruby

Średnica łączników  $d = 12,0 \text{ mm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 3

Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 4,55 \text{ m}$

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 1,00$

- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Obciążenia:

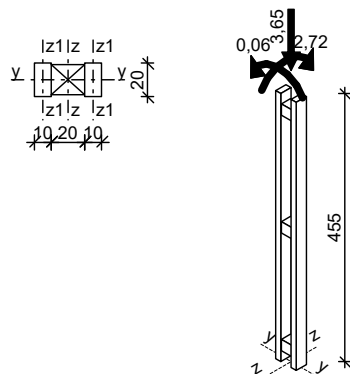
Siła ściskająca  $N_c = 3,65 \text{ kN}$

Moment zginający  $M_y = 2,72 \text{ kNm}$

Moment zginający  $M_z = 0,06 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

## WYNIKI:

Zginanie ze ściskaniem:

$$N_c = 3,65 \text{ kN}; \quad M_y = 2,72 \text{ kNm}; \quad M_z = 0,06 \text{ kNm}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 78,81 < \lambda_c = 150 \quad (52,5\%)$$

$$\lambda_z = 132,99 < \lambda_c = 150 \quad (88,7\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,475; \quad k_{c,z} = 0,181$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,09 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,04 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,12 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 9,23 \text{ MPa}$$

$$k_m = 1,00$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,024 + 0,221 + 0,013 = 0,258 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,062 + 0,221 + 0,013 = 0,296 < 1$$

Warunek stateczności:

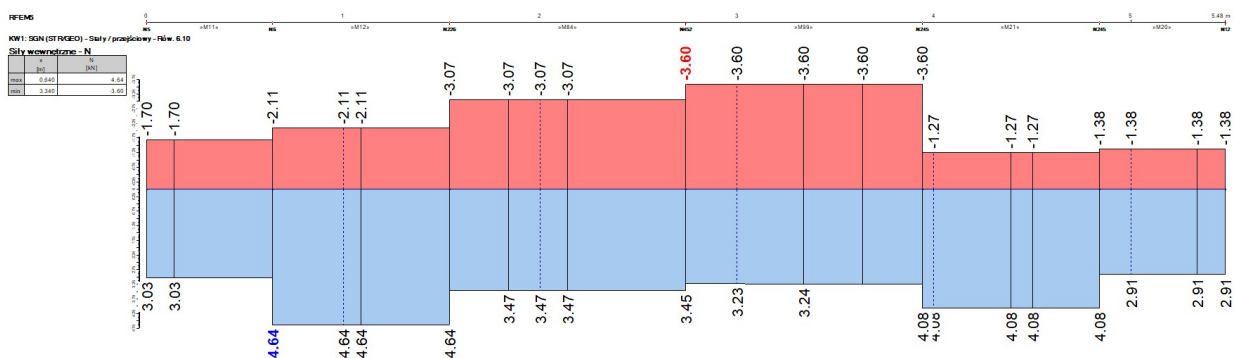
$$k_{crit,y} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,04 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (22,1\%)$$

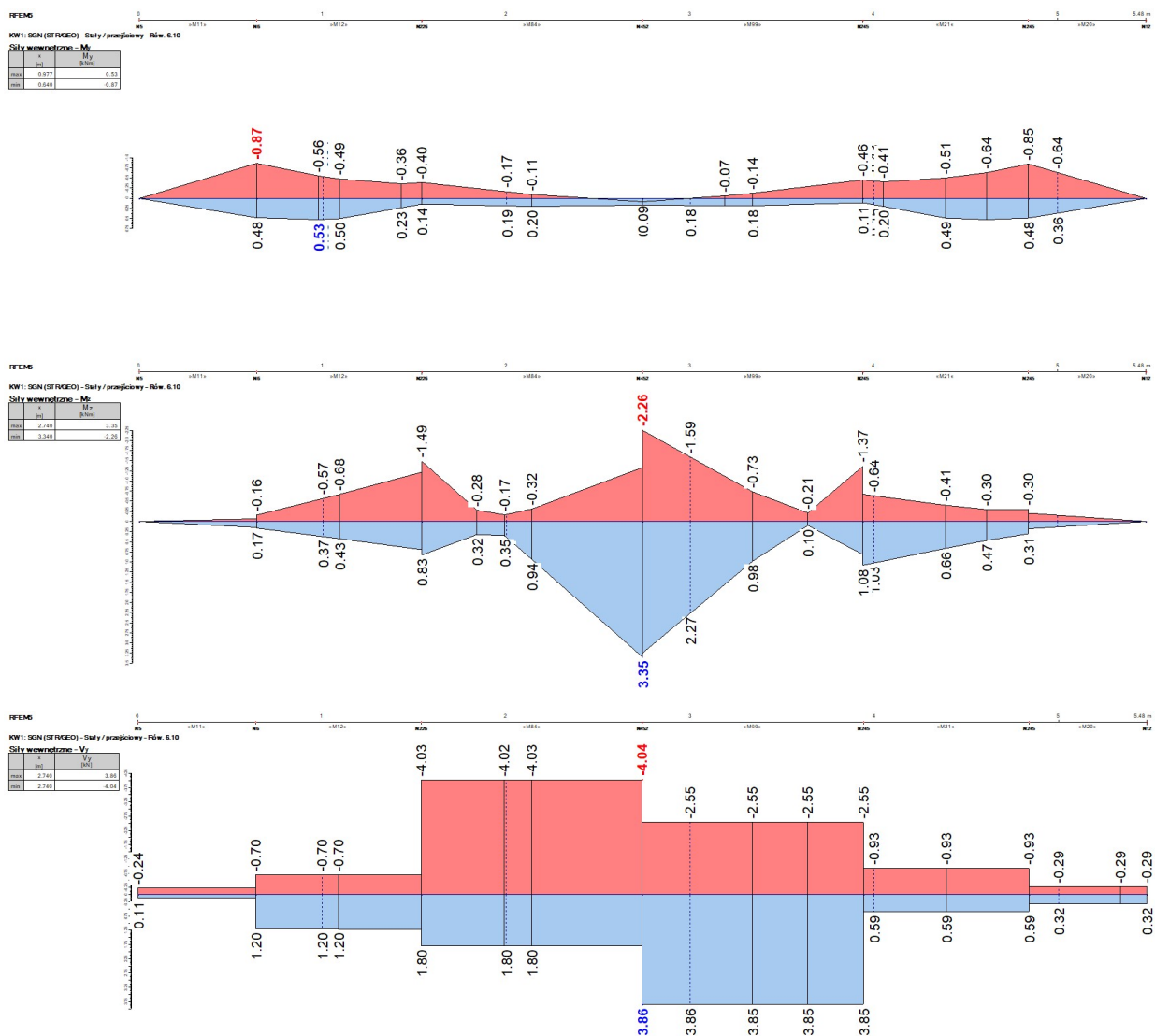
$$k_{crit,z} = 1,000$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,12 \text{ MPa} < k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (1,3\%)$$

## • KLESZCZE K2



## BUDOWA TĘŻNI SOLANKOWEJ NA TERENIE PARKU "BAJKA" W BŁONIU WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ ORAZ ZAGOSPODAROWANIEM TERENU



## Kleszcze Nmax

## DANE:

Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny z przewiązkami

Szerokość  $b = 10,0$  cm

Wysokość  $h = 20,0$  cm

Grubość przewiązek  $b = 20,0$  cm

Rozstaw przewiązek  $l_1 = 200,0$  cm

Łączniki: śruby

Średnica łączników  $d = 12,0$  mm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→  $f_{m,k} = 24$  MPa,  $f_{t,0,k} = 14$  MPa,  $f_{c,0,k} = 21$  MPa,  $f_{v,k} = 2,5$  MPa,  $E_{0,mean} = 11$  GPa,  $\rho_k = 350$  kg/m<sup>3</sup>

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 3

Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,45$  m

Współczynniki długości wybowoczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 0,50$

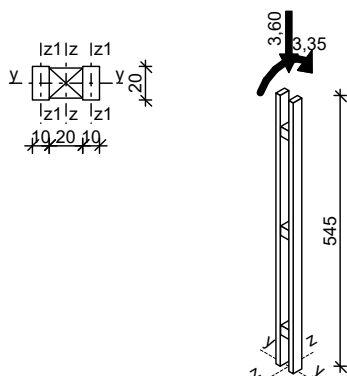
- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Obciążenia:

Siła ściskająca  $N_c = 3,60$  kN

Moment zginający  $M_y = 3,35$  kNm

Moment zginający  $M_z = 0,00 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stałe

**WYNIKI:**Zginanie ze ściskaniem:

$$N_c = 3,60 \text{ kN}; \quad M_y = 3,35 \text{ kNm}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 47,20 < \lambda_c = 150 \quad (31,5\%)$$

$$\lambda_z = 134,44 < \lambda_c = 150 \quad (89,6\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,879; \quad k_{c,z} = 0,178$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,09 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,51 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,013 + 0,272 = 0,285 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,063 + 0,272 = 0,335 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit,y} = 1,000$$

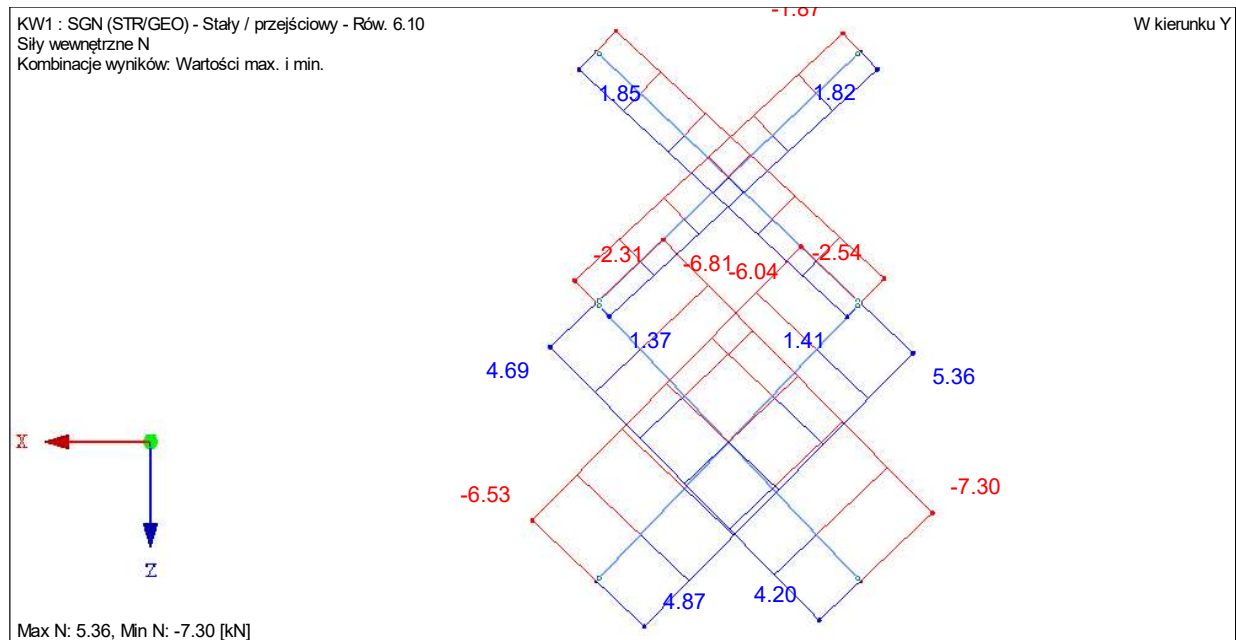
$$\sigma_{m,y,d} = 2,51 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (27,2\%)$$

- DOLNE KLESZCZE K3**

Przyjęto:

Kleszcze 2x10x20cm, drewno C24

# • SKRATOWANIE X KL1, KL2



## Kleszcze Nmax

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 18,0 \text{ cm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 3

Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 3,50 \text{ m}$

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 0,50$

- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Obciążenia:

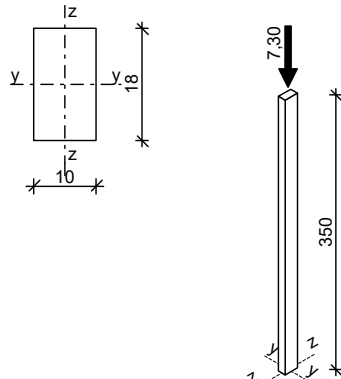
Siła ściskająca  $N_c = 7,30 \text{ kN}$

Moment zginający  $M_y = 0,00 \text{ kNm}$

Moment zginający  $M_z = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

### WYNIKI:



Warunek smukłości:

$$\lambda_z = 121,24 < \lambda_c = 150 \quad (80,8\%)$$

$$k_{c,y} = 0,980; \quad k_{c,z} = 0,216$$

$$\sigma_{c,z,d} = 1,88 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (23,2\%)$$

Kleszcze pojedyncze 16x20cm, drewno C24

Rura 60,3 x 4, Stal nierdzewna

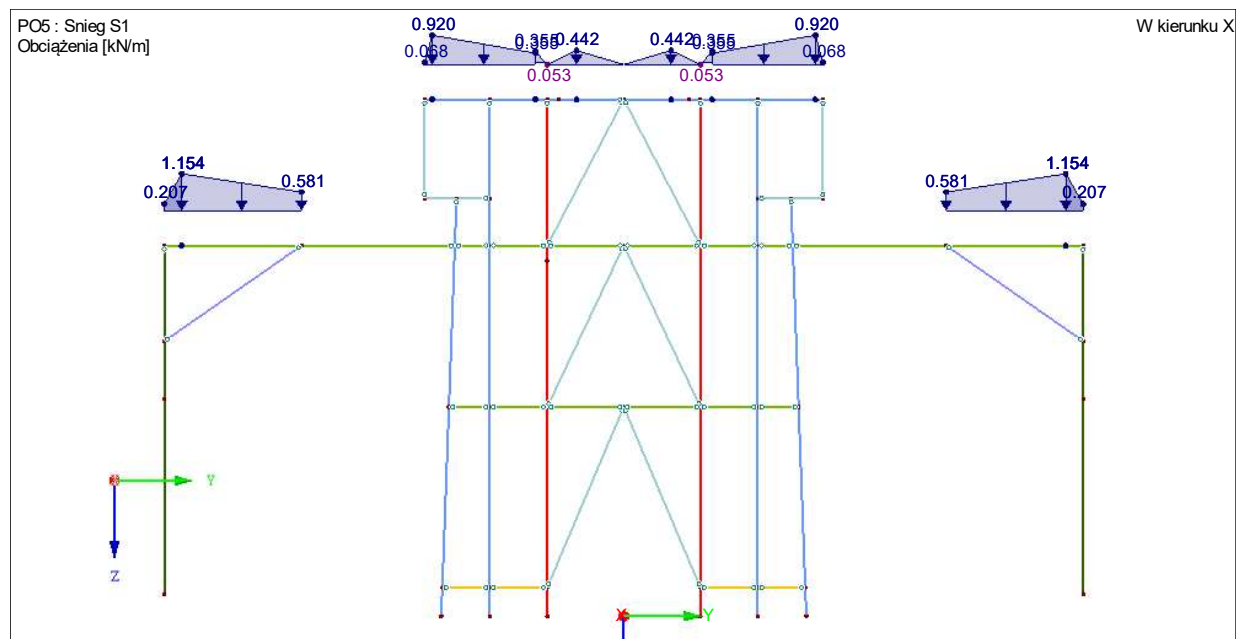
### Poz.1.4.1 OBCIAZENIA

PO2 : obc. maksymalne  
Obciążenia [kN/m]

W kierunku X

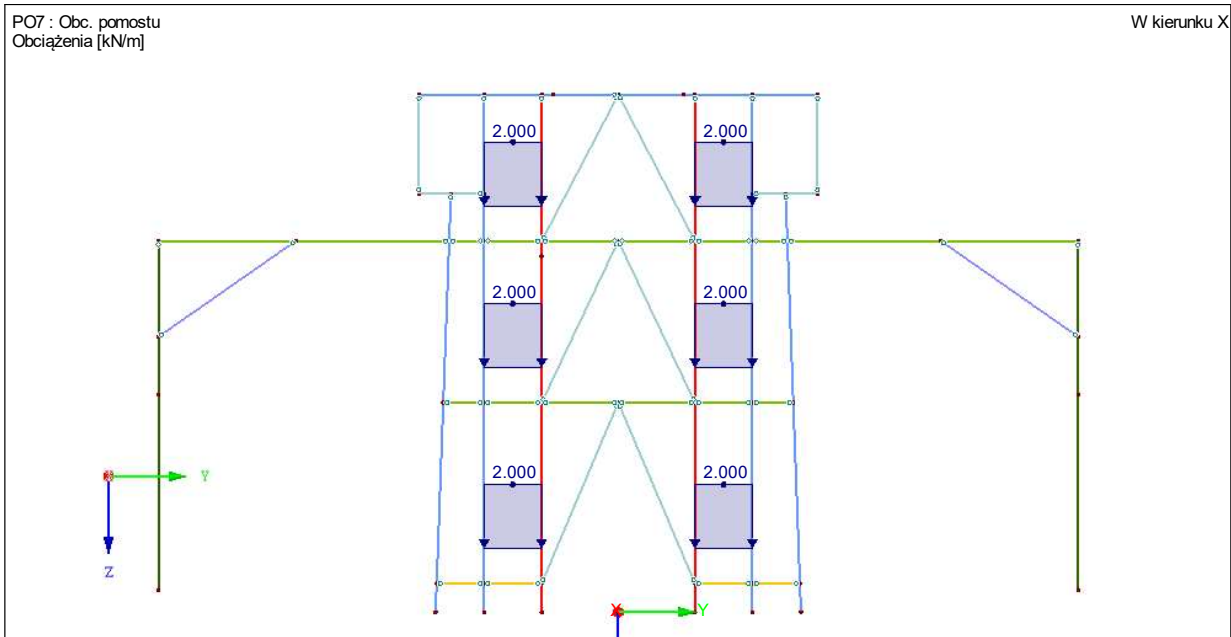
The diagram illustrates a 3D truss structure with the following dimensions and loads:

- Dimensions:**
  - Vertical height: 3.650 m
  - Horizontal width: 3.650 m
  - Truss depth: 1.300 m
  - Truss spacing: 0.500 m
- Loads (kN/m):**
  - Top horizontal beam: 0.447 (left), 0.083 (left), 0.172 (center), 0.215 (center), 0.215 (center), 0.172 (center), 0.447 (right), 0.033 (right)
  - Left vertical beam: 0.561 (top), 0.105 (bottom)
  - Right vertical beam: 0.282 (top), 0.561 (bottom), 0.101 (bottom)
  - Internal horizontal beams: 0.500 (multiple locations)

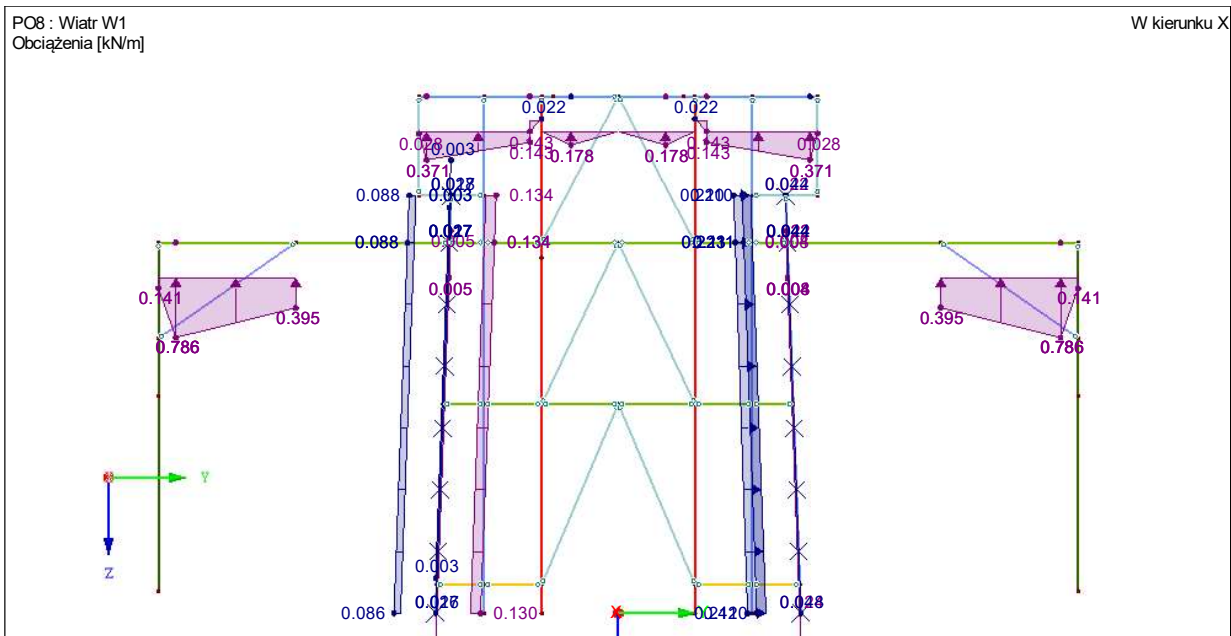




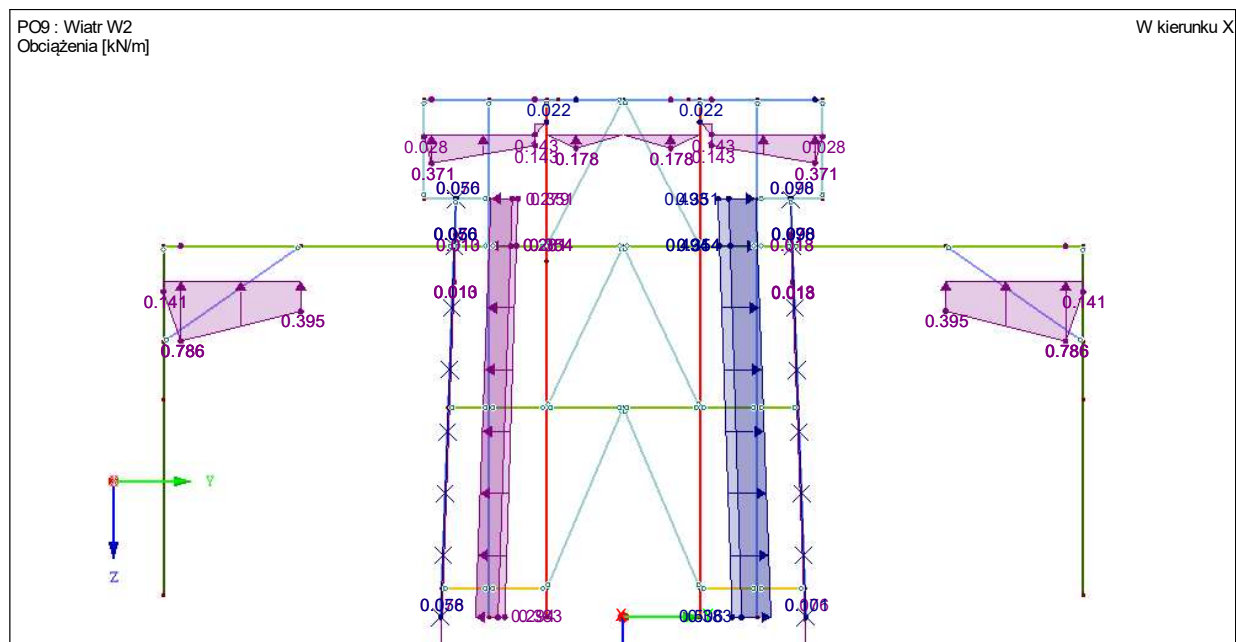
- OBC. ZMIENNE DLA POMOSTU**



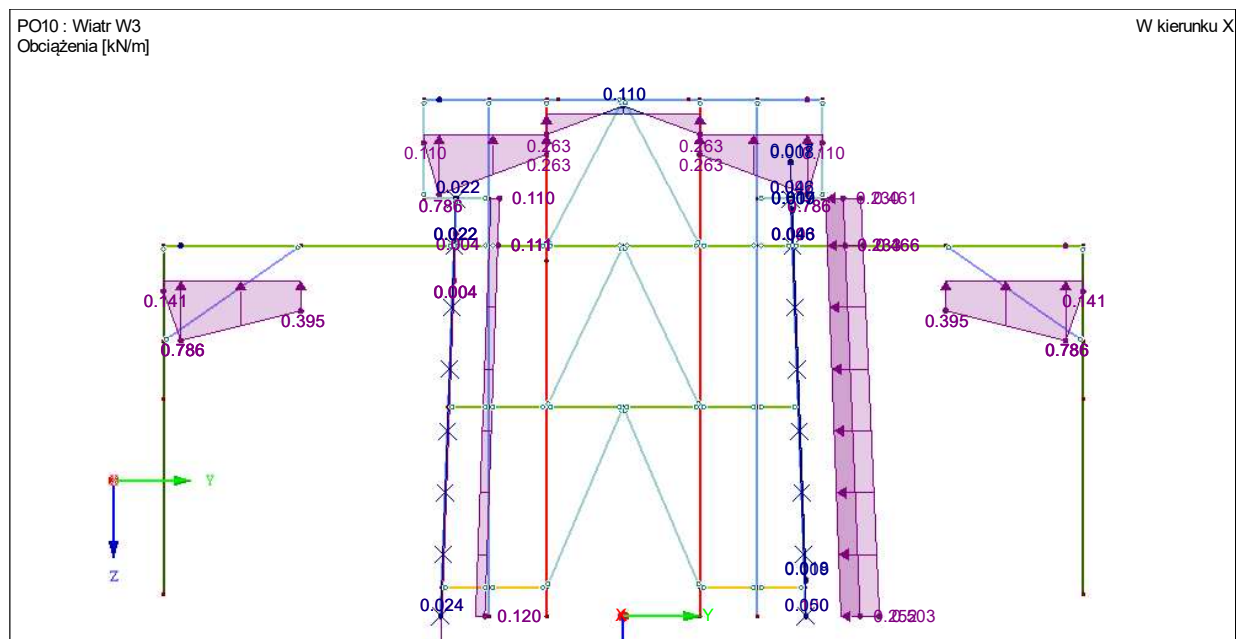
- WIATR W1**



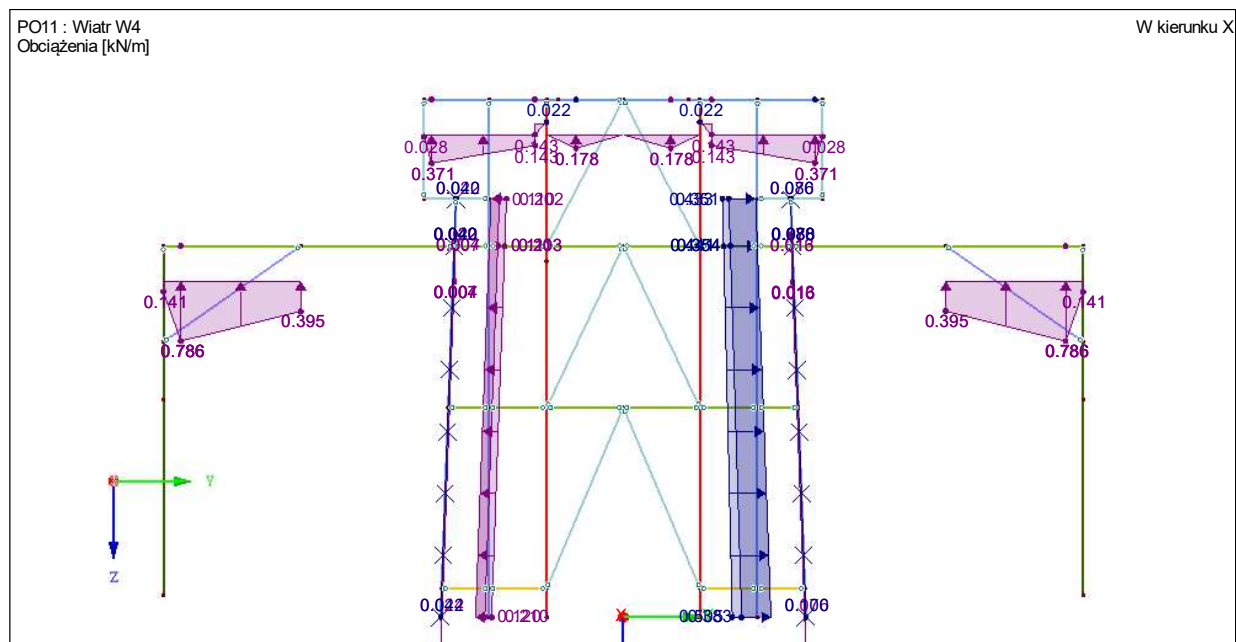




- **WIATR W3**

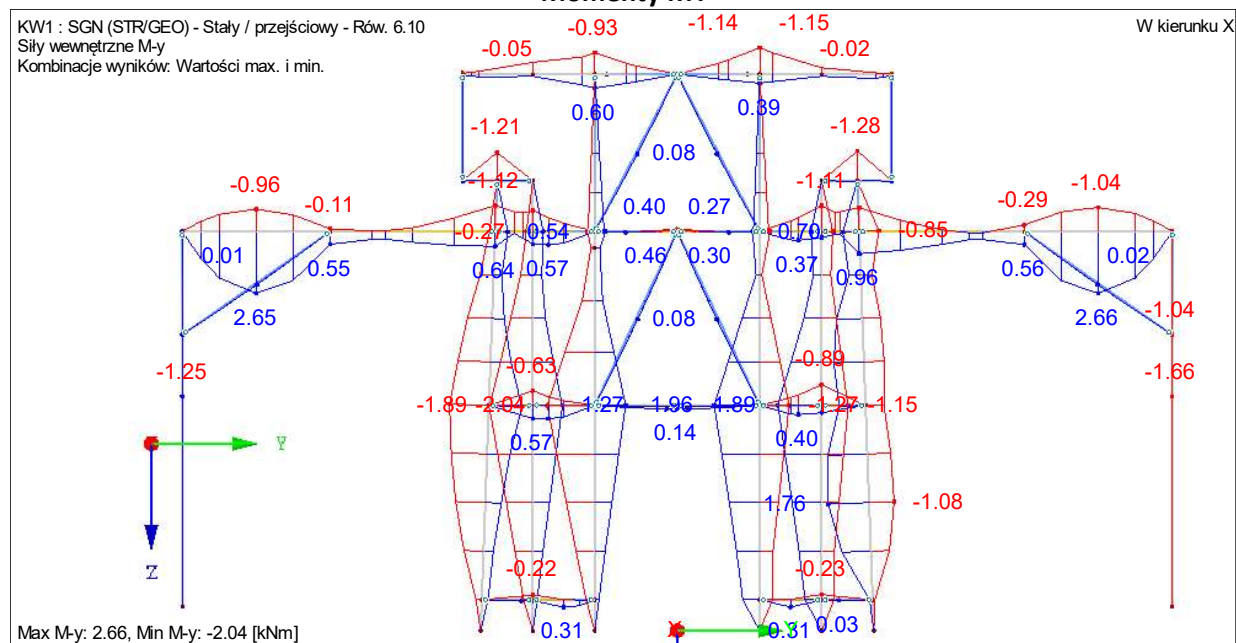


- **WIATR W4**



#### Poz.1.4.2 SIŁY WEWNĘTRZNE:

## Momenty MY

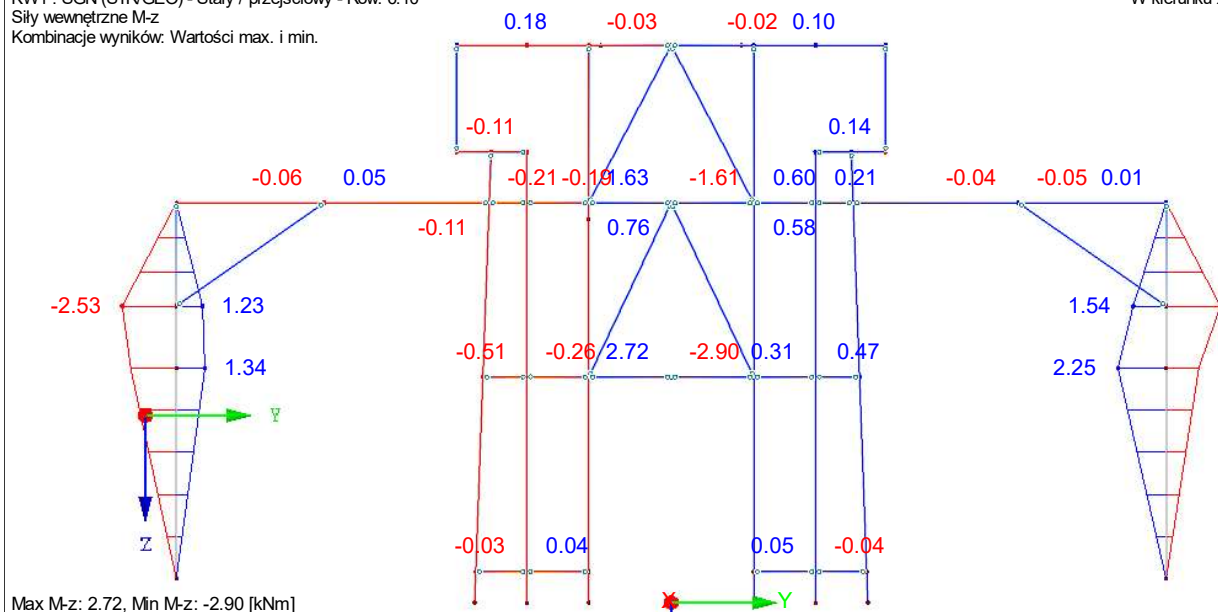


### Momenty MZ

**BUDOWA TĘŻNI SOLANKOWEJ NA TERENIE PARKU "BAJKA" W BŁONIU WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ  
ORAZ ZAGOSPODAROWANIEM TERENU**

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-z  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

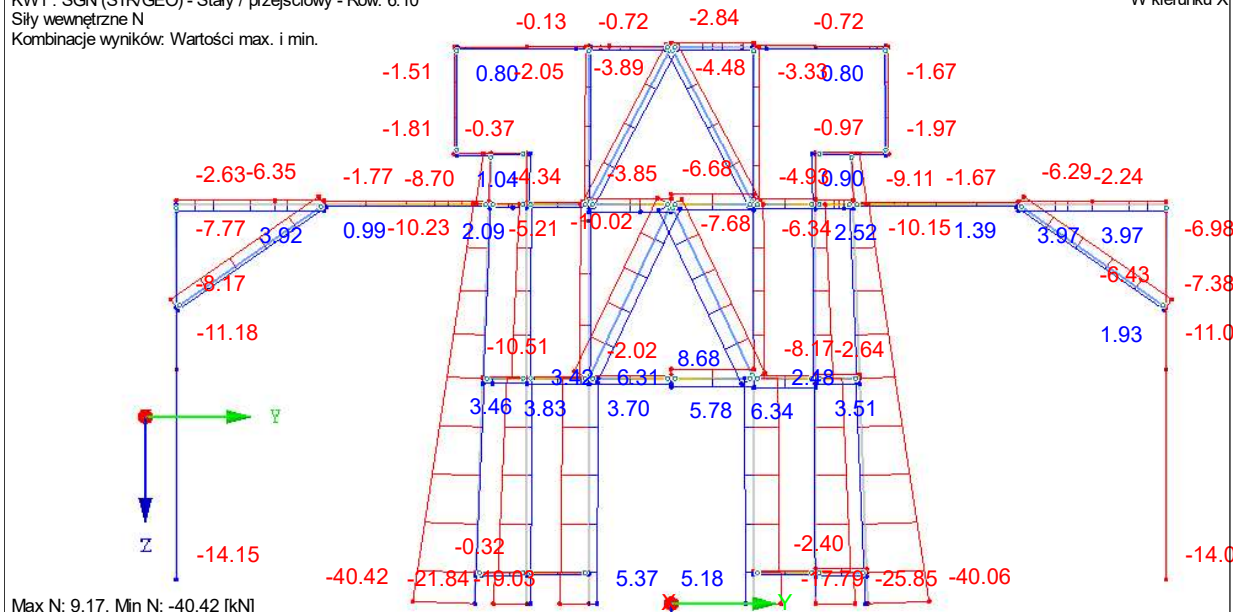
W kierunku X



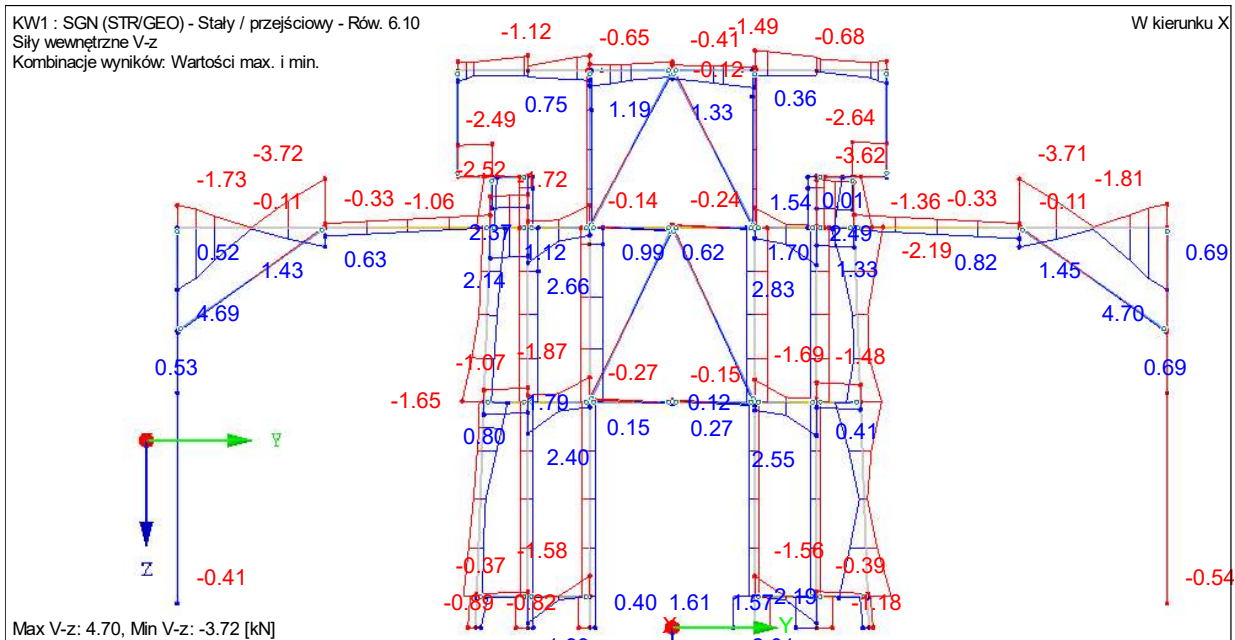
**SIŁA OSIOWA N**

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne N  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

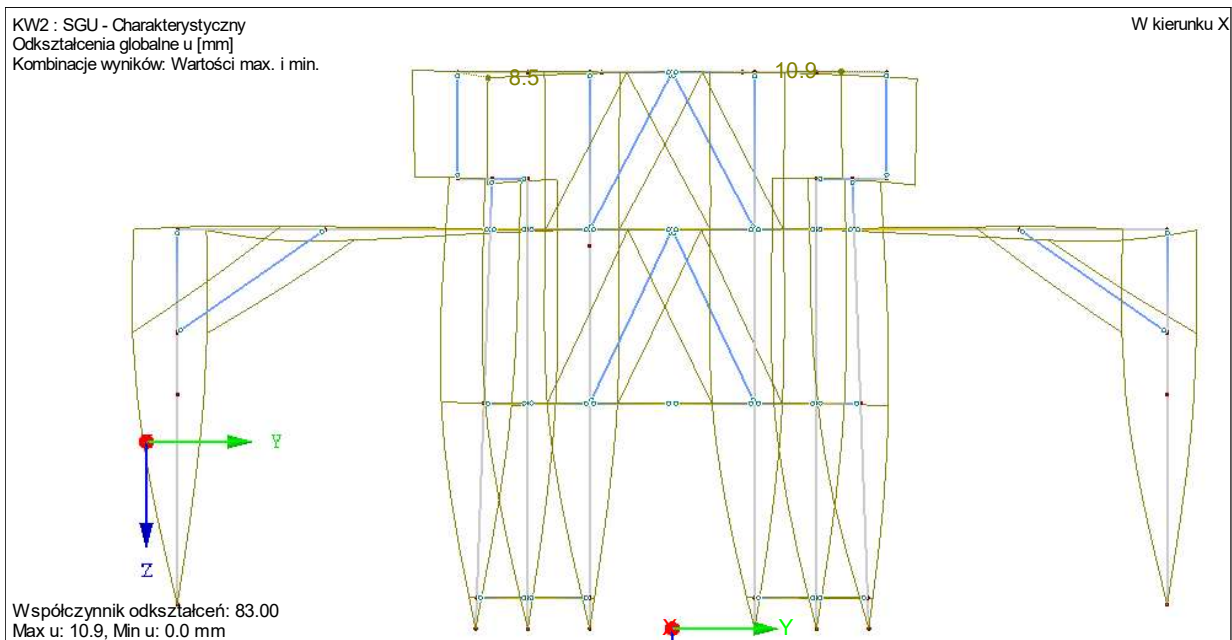
W kierunku X



**SIŁA POPRZECZNA VZ**

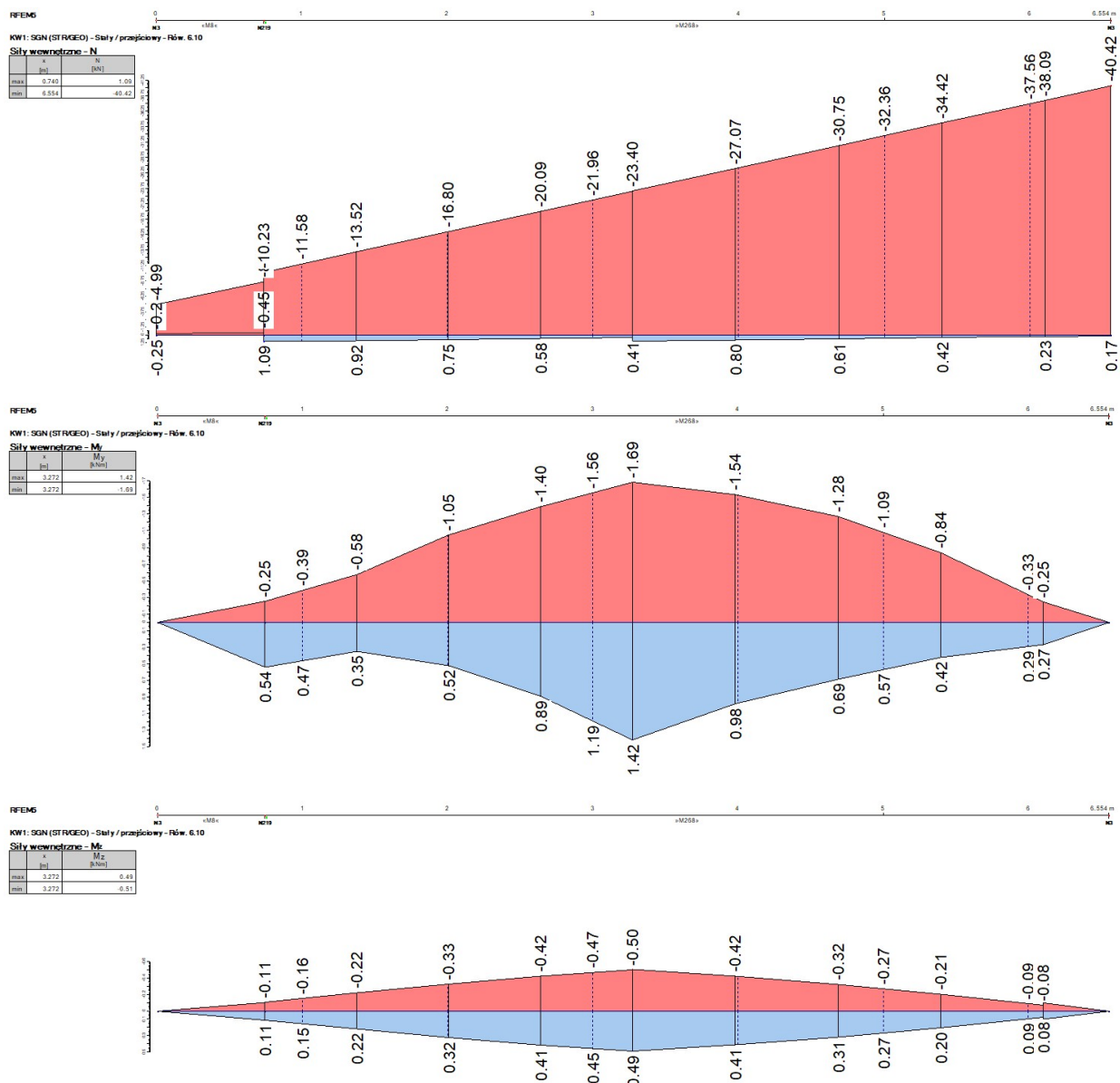


## PRZEMIESZCZENIA



## Poz.1.4.3 WYMIAROWANIE

## • SŁUP ZEWNĘTRZNY S1

SŁUP ZEWNĘTRZNY Mmax  
Konstrukcje drewniane - Słup

## DANE:

## Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 6,40 \text{ m}$   
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

## Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 180 \text{ mm}$   
 Wysokość  $h = 200 \text{ mm}$

## Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

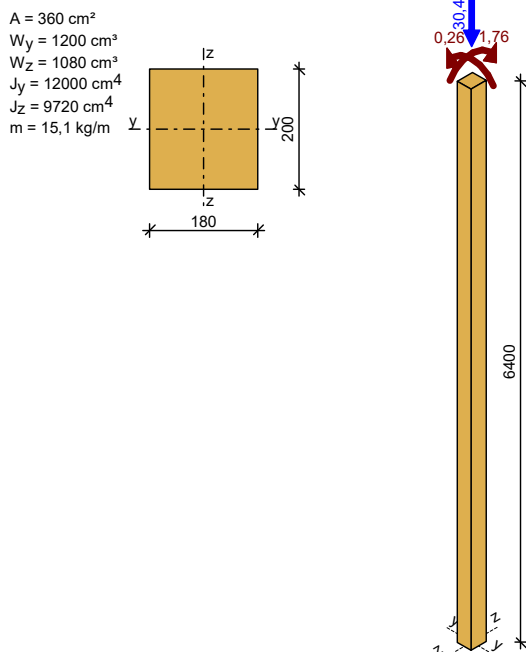
## Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 30,41 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,76 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,26 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$   
 $\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$   
 $f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$   
 $f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$   
 $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$N_{c,d} = 30,41 \text{ kN}, \sigma_{c,0,d} = 0,84 \text{ MPa}$   
 $M_{y,d} = 1,76 \text{ kNm}, \sigma_{m,y,d} = 1,47 \text{ MPa}$   
 $M_{z,d} = 0,26 \text{ kNm}, \sigma_{m,z,d} = 0,24 \text{ MPa}$

Warunek nośności przekroju:

$k_m = 0,7$   
 $(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,011 + 0,159 + 0,018 = 0,188 < 1$   
 $(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,011 + 0,111 + 0,026 = 0,148 < 1$

Warunek stateczności elementu:- wyboczenie

$k_{c,y} = 0,253; k_{c,z} = 0,208$   
 $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,414 + 0,159 + 0,018 = 0,591 < 1$   
 $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,503 + 0,111 + 0,026 = 0,641 < 1$

- zwężenie

$k_{crit} = 1,000$   
 $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d})^2 = 0,414 + 0,159 + 0,001 = 0,573 < 1$   
 $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,503 + 0,025 + 0,026 = 0,555 < 1$



**SŁUP ZEWNĘTRZNY N<sub>max</sub>**  
**Konstrukcje drewniane - Słup****DANE:**Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 6,40$  m  
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 180$  mm  
 Wysokość  $h = 200$  mm

Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Obciążenia:

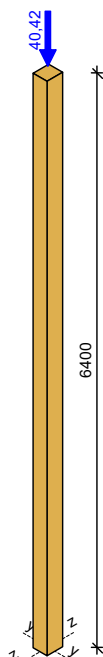
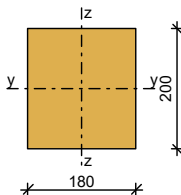
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 40,42$  kN  
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00$  kNm  
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00$  kNm  
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 360$  cm<sup>2</sup>  
 $W_y = 1200$  cm<sup>3</sup>  
 $W_z = 1080$  cm<sup>3</sup>  
 $J_y = 12000$  cm<sup>4</sup>  
 $J_z = 9720$  cm<sup>4</sup>  
 $m = 15,1$  kg/m

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00$  MPa  
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08$  MPa  
 $E_{0,05} = 7,40$  GPa;  $G_{0,05} = 0,46$  GPa

Ściskanie wzdłuż włókien:

$N_{c,d} = 40,42$  kN

## Warunek nośności przekroju:

$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 1,12$  MPa <  $f_{c,0,d} = 8,08$  MPa (13,9%)

## Warunek stateczności elementu:

- wyoboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,253$$

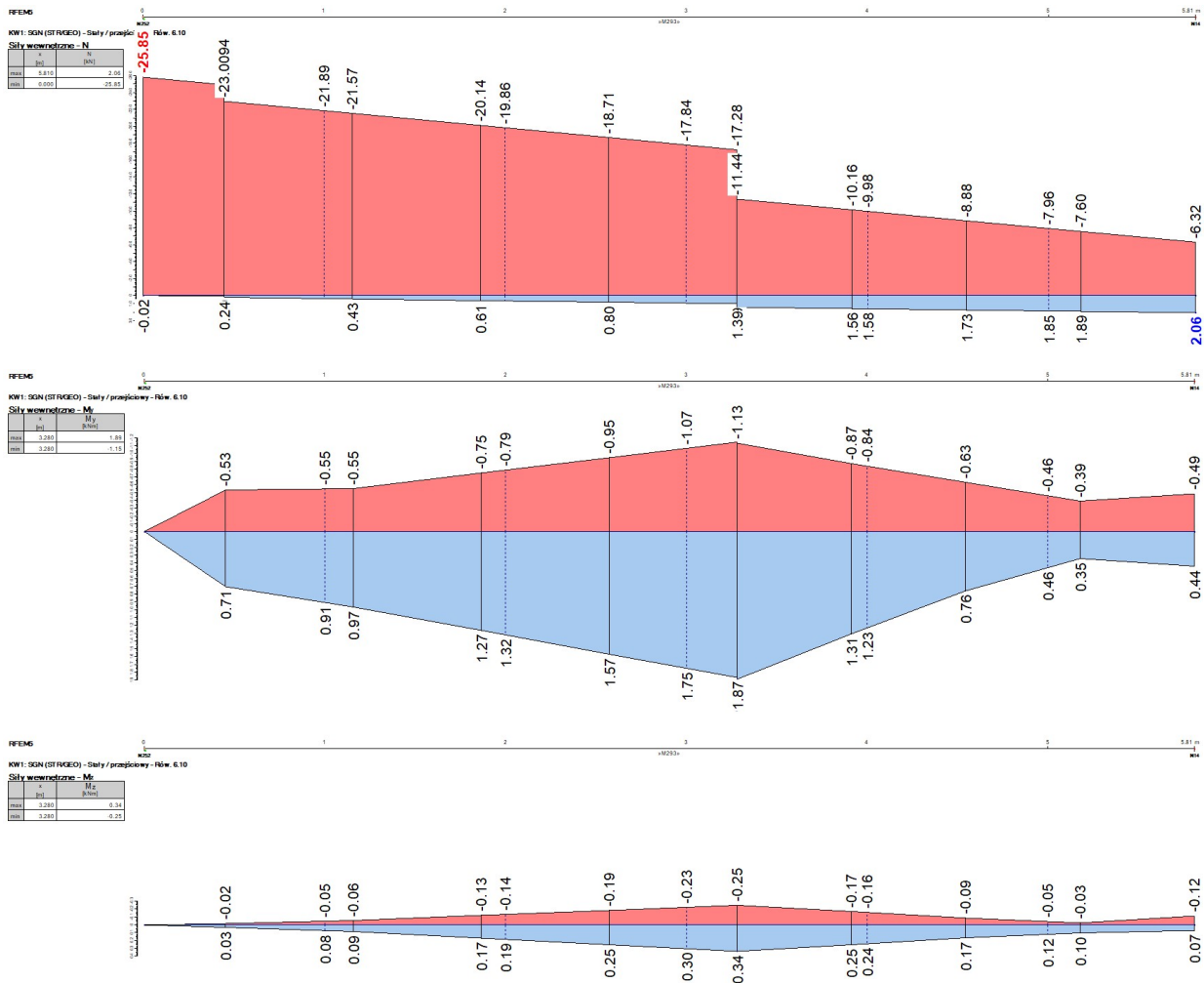
$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,550 < 1$$

- wyoboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,208$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,669 < 1$$

## • SŁUP ŚRODKOWY S2



## SŁUP ŚRODKOWY Mmax Konstrukcje drewniane - Słup

### DANE:

#### Geometria:

- Wysokość słupa  $l_{col} = 5,80 \text{ m}$   
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

#### Przekrój:

- Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 200 \text{ mm}$   
 Wysokość  $h = 180 \text{ mm}$

#### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

#### Obciążenia:



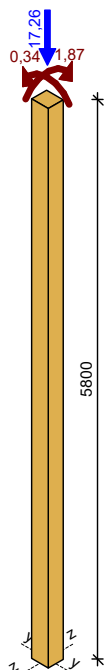
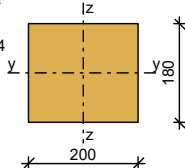
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 17,26 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,87 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,34 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 360 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 1080 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 1200 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 9720 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 12000 \text{ cm}^4$   
 $m = 15,1 \text{ kg/m}$

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$ ;  $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$   
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$   
 $f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$   
 $f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$   
 $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$ ;  $G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$N_{c,d} = 17,26 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 0,48 \text{ MPa}$   
 $M_{y,d} = 1,87 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,y,d} = 1,73 \text{ MPa}$   
 $M_{z,d} = 0,34 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,z,d} = 0,28 \text{ MPa}$

Warunek nośności przekroju:

$k_m = 0,7$   
 $(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,004 + 0,188 + 0,021 = 0,213 < 1$   
 $(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,004 + 0,131 + 0,031 = 0,166 < 1$

Warunek stateczności elementu:- wyboczenie

$k_{c,y} = 0,250$ ;  $k_{c,z} = 0,303$   
 $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,238 + 0,188 + 0,021 = 0,447 < 1$   
 $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,196 + 0,131 + 0,031 = 0,358 < 1$

- zwichrzenie

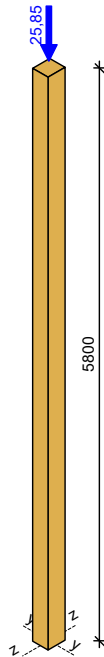
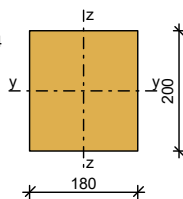
$k_{crit} = 1,000$   
 $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}) = 0,196 + 0,035 + 0,031 = 0,262 < 1$   
 $\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + (\sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 = 0,238 + 0,188 + 0,001 = 0,426 < 1$

**SŁUP ŚRODKOWY N<sub>max</sub>****Konstrukcje drewniane - Słup**Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa	$N_{c,d} = 25,85 \text{ kN}$
Moment zginający obliczeniowy	$M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$
Moment zginający obliczeniowy	$M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$
Klasa trwania obciążenia:	stałe
Poziom przyłożenia obciążenia:	w osi środkowej

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 360 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 1200 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 1080 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 12000 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 9720 \text{ cm}^4$   
 $m = 15,1 \text{ kg/m}$

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$   
 $\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$   
 $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$N_{c,d} = 25,85 \text{ kN}$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 0,72 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (8,9\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,303$$

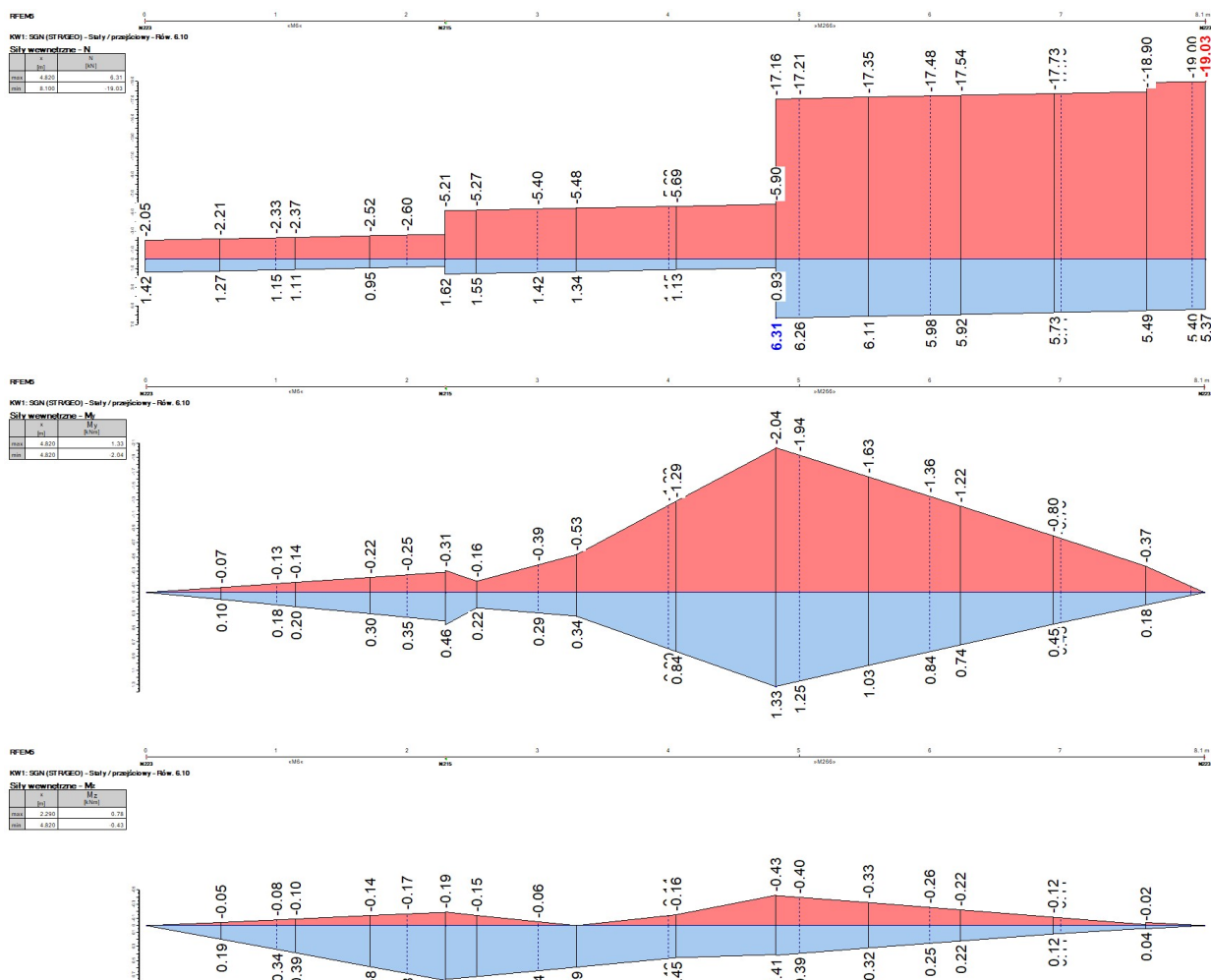
$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,294 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,250$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,356 < 1$$

### • SŁUP WEWNĘTRZNY S3



### SŁUP WEWNĘTRZNY Mmax Konstrukcje drewniane - Słup

#### DANE:

##### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,80 \text{ m}$   
 Współczynniki długości wybowoczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

##### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 180 \text{ mm}$   
 Wysokość  $h = 160 \text{ mm}$

##### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

##### Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 17,16 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 2,04 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,43 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stała  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

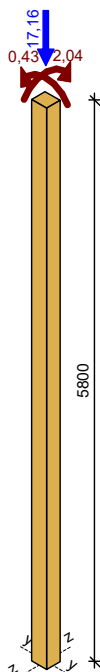
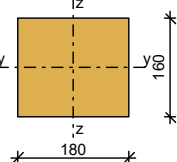
#### ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 288 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 768 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 864 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 6144 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 7776 \text{ cm}^4$   
 $m = 12,1 \text{ kg/m}$

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:
 $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$ 
 $\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$ 
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$ 
 $f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$ 
 $f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$ 
 $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$ 
Zginanie ze ściskaniem osiowym:
 $N_{c,d} = 17,16 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,60 \text{ MPa}$ 
 $M_{y,d} = 2,04 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 2,66 \text{ MPa}$ 
 $M_{z,d} = 0,43 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,50 \text{ MPa}$ 
Warunek nośności przekroju:
 $k_m = 0,7$ 

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,005 + 0,288 + 0,038 = 0,331 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,005 + 0,201 + 0,054 = 0,261 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

 $k_{c,y} = 0,200; k_{c,z} = 0,250$ 

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,368 + 0,288 + 0,038 = 0,694 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,296 + 0,201 + 0,054 = 0,551 < 1$$

- zwichrzenie

 $k_{crit} = 1,000$ 

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}) = 0,296 + 0,083 + 0,054 = 0,432 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + (\sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 = 0,368 + 0,288 + 0,003 = 0,659 < 1$$

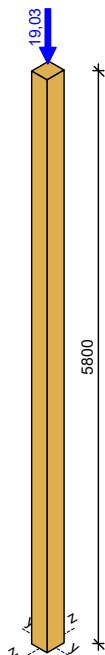
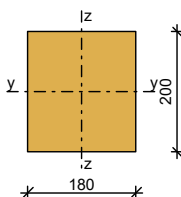
**SŁUP WEWNĘTRZNY Nmax****Konstrukcje drewniane - Słup**Obciążenia:Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 19,03 \text{ kN}$ Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$ Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$ 

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia:  
**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

w osi środkowej

$A = 360 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 1200 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 1080 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 12000 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 9720 \text{ cm}^4$   
 $m = 15,1 \text{ kg/m}$



Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$$N_{c,d} = 19,03 \text{ kN}$$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 0,53 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (6,5\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,303$$

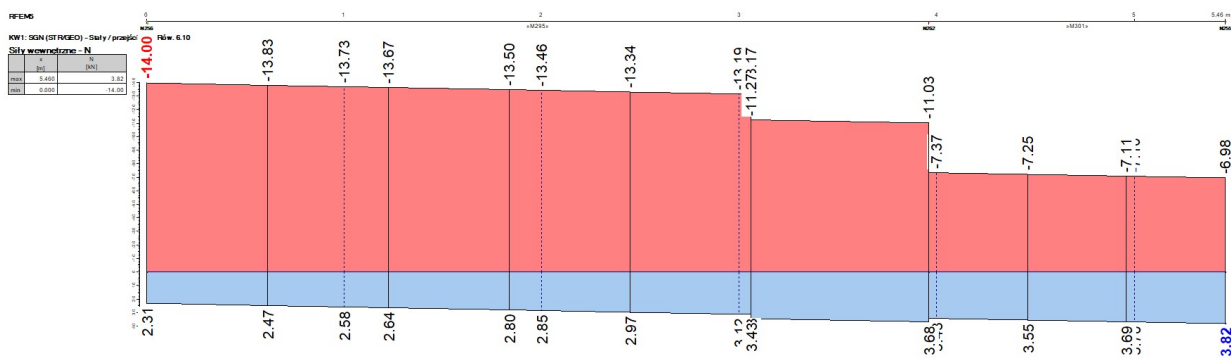
$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,216 < 1$$

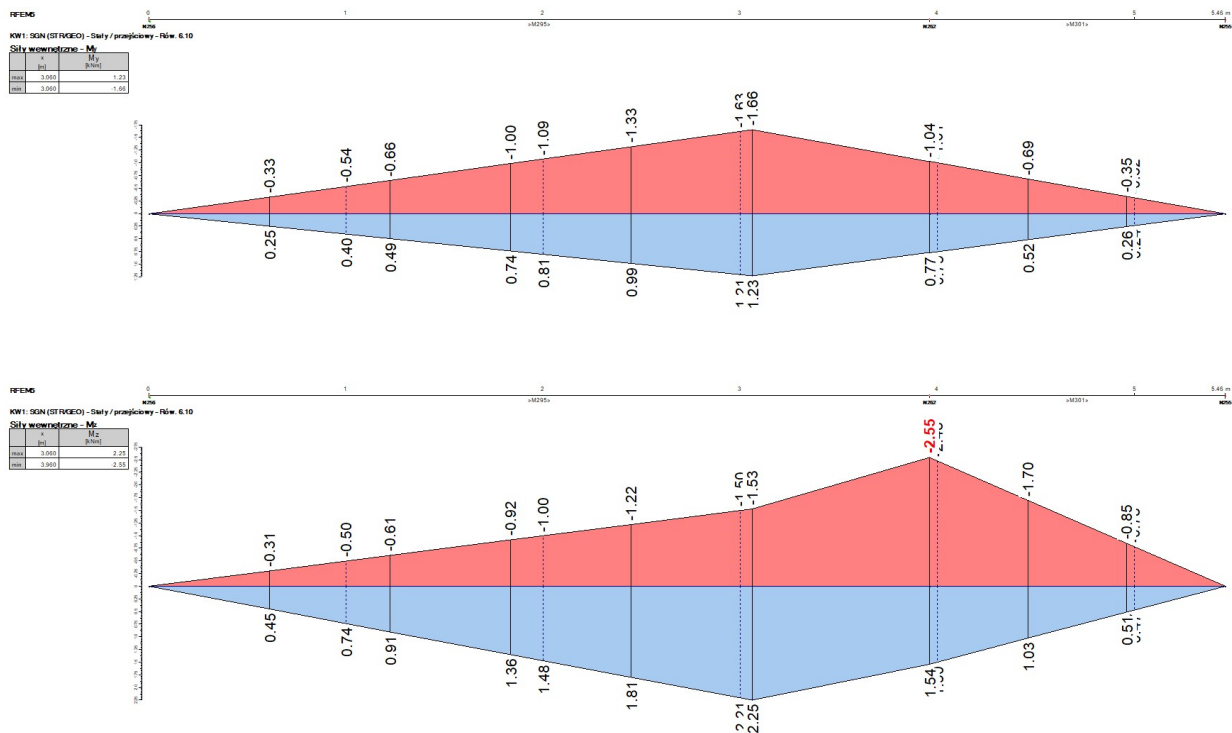
- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,250$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,262 < 1$$

## • SŁUP PERGOLI





### SŁUP WEWNĘTRZNY $M_{y,max}$ Konstrukcje drewniane - Słup

#### DANE:

##### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,00$  m  
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

##### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 180$  mm  
 Wysokość  $h = 180$  mm

##### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

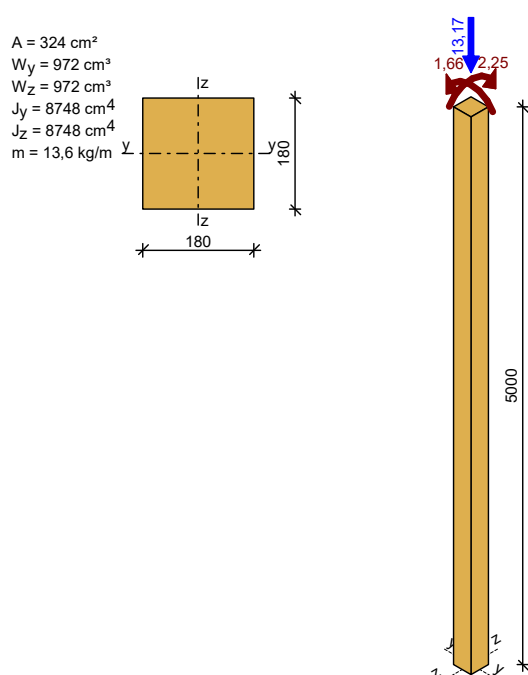
##### Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 13,17$  kN  
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 2,25$  kNm  
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 1,66$  kNm  
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

#### ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

#### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 13,17 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,41 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,25 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 2,31 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 1,66 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,71 \text{ MPa}$$

Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,003 + 0,251 + 0,130 = 0,383 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,003 + 0,176 + 0,185 = 0,363 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,327; k_{c,z} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,154 + 0,251 + 0,130 = 0,534 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,154 + 0,176 + 0,185 = 0,514 < 1$$

- zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

**SŁUP WEWNĘTRZNY Nmax****Konstrukcje drewniane - Słup**Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 14,15 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$

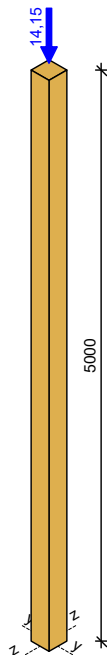
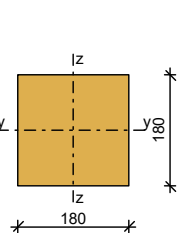
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 324 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 972 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 972 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 8748 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 8748 \text{ cm}^4$   
 $m = 13,6 \text{ kg/m}$

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; \quad k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; \quad G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$$N_{c,d} = 14,15 \text{ kN}$$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 0,44 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (5,4\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,165 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,165 < 1$$

**SŁUP WEWNĘTRZNY  $M_{z,max}$** **Konstrukcje drewniane - Słup**Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 11,03 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,10 \text{ kNm}$

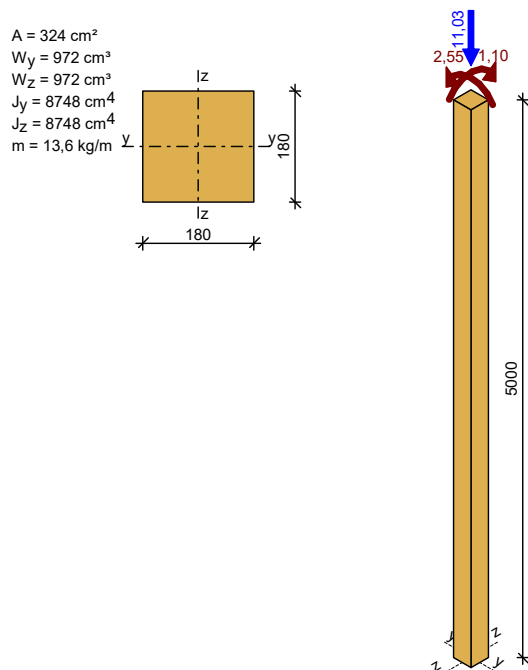
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 2,55 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**





Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$\overline{f_{c,0,k}} = 21,00 \text{ MPa}; \quad \overline{f_{m,k}} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; \quad k_{\text{mod}} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; \quad G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 11,03 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,34 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,10 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,13 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 2,55 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,62 \text{ MPa}$$

Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,123 + 0,199 = 0,323 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,086 + 0,284 = 0,372 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,327; \quad k_{c,z} = 0,327$$

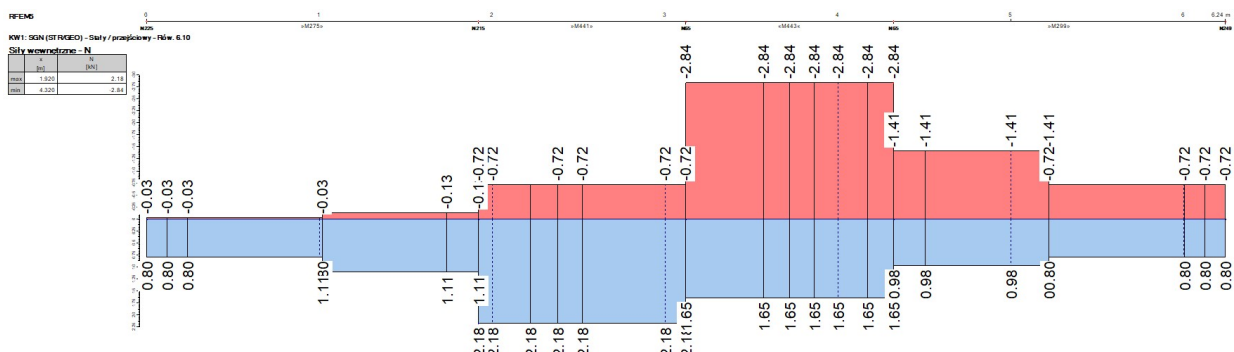
$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,129 + 0,123 + 0,199 = 0,450 < 1$$

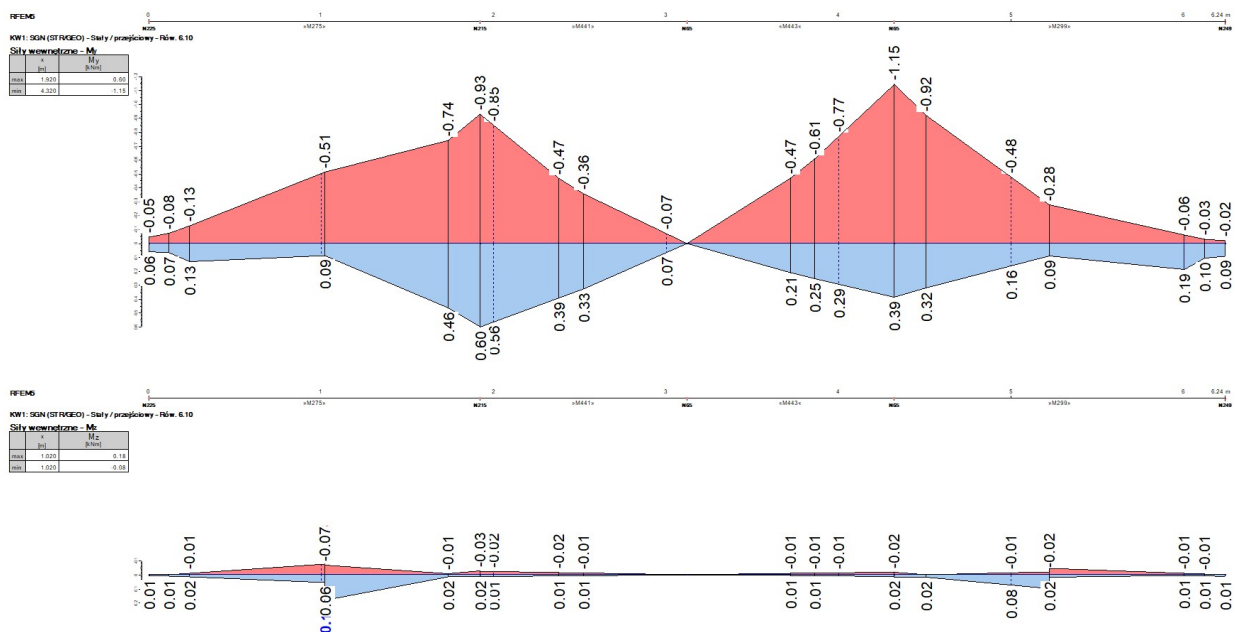
$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,129 + 0,086 + 0,284 = 0,499 < 1$$

- zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

- **RYGIEL GÓRNY RAMY – BELKA B8**



**BELKA B8 M+N sciskanie****Wymiarowanie przekroju - Zginanie ze ściskaniem osiowym****DANE:**Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 180 \text{ mm}$   
 Wysokość  $h = 160 \text{ mm}$

Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Obciążenia:

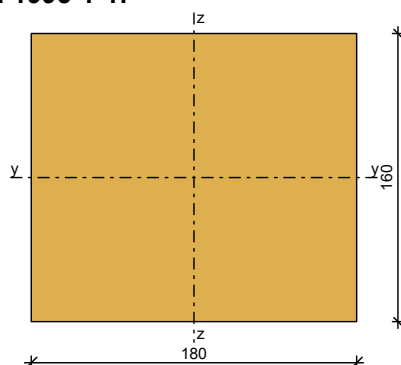
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 2,84 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,15 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,10 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stała  
 Długość wyboczeniowa  $l_{ey} = 2,95 \text{ m}$   
 Długość wyboczeniowa  $l_{ez} = 2,95 \text{ m}$   
 Zwichrzeniowa długość efektywna  $l_{ef} = 2,95 \text{ m}$

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Sytuacja obliczeniowa: trwała  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 288 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 768 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 864 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 6144 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 7776 \text{ cm}^4$   
 $m = 12,1 \text{ kg/m}$

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

# BUDOWA TĘŻNI SOLANKOWEJ NA TERENIE PARKU "BAJKA" W BŁONIU WRAZ Z INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ ORAZ ZAGOSPODAROWANIEM TERENU

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 2,84 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,10 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,15 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,50 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,10 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,12 \text{ MPa}$$

Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000 + 0,162 + 0,009 = 0,171 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000 + 0,114 + 0,013 = 0,126 < 1$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,628; k_{c,z} = 0,717$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,019 + 0,162 + 0,009 = 0,190 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,017 + 0,114 + 0,013 = 0,143 < 1$$

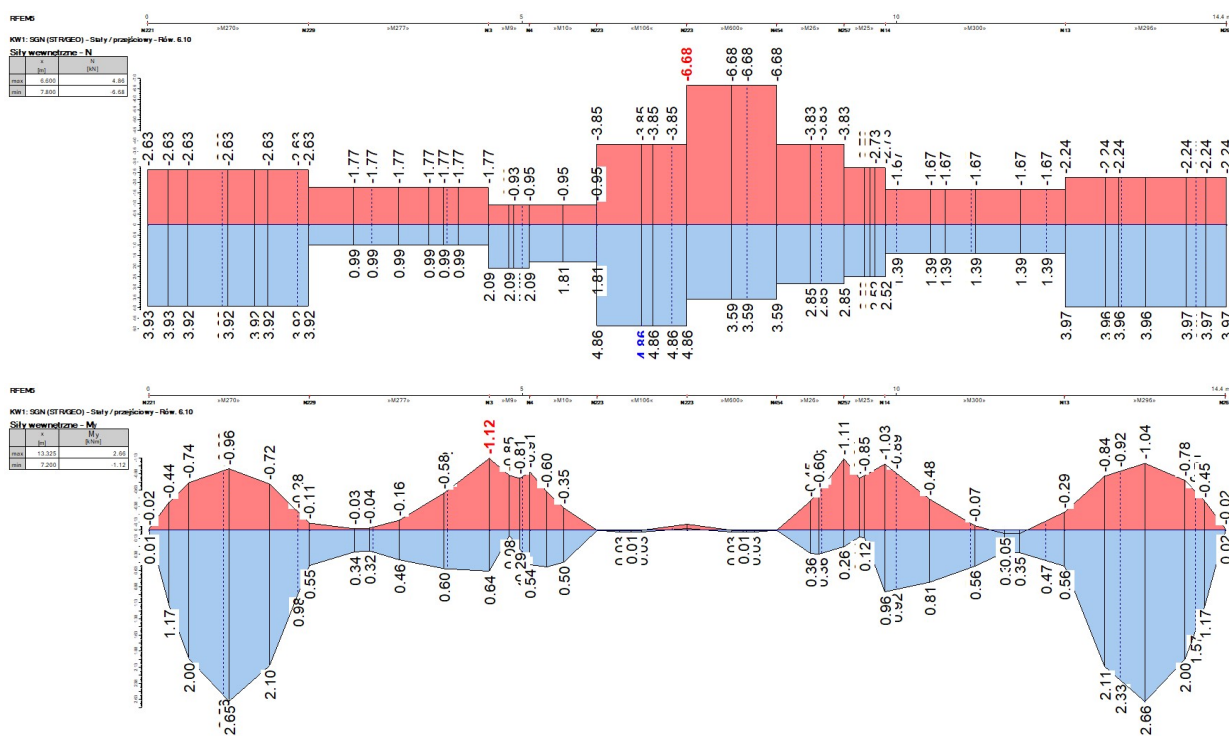
- zwichrzenie

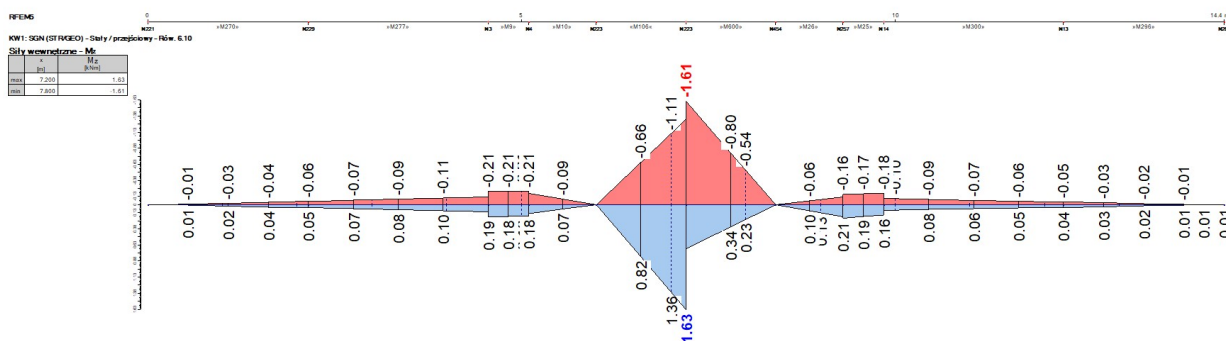
$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}) = 0,017 + 0,026 + 0,013 = 0,056 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + (\sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 = 0,019 + 0,162 + 0,000 = 0,182 < 1$$

## • KLESZCZE K4





### Klęszcze Nmax

#### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny z przewiązkami

Szerokość  $b = 12,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 20,0 \text{ cm}$

Grubość przewiązek  $b = 20,0 \text{ cm}$

Rozstaw przewiązek  $l_1 = 200,0 \text{ cm}$

Łączniki: śruby

Średnica łączników  $d = 12,0 \text{ mm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 3

Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 4,55 \text{ m}$

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 1,00$

- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Obciążenia:

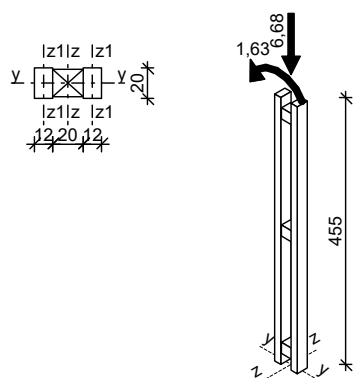
Siła ściskająca  $N_c = 6,68 \text{ kN}$

Moment zginający  $M_y = 0,00 \text{ kNm}$

Moment zginający  $M_z = 1,63 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

#### WYNIKI:



Zginanie ze ściskaniem:

$N_c = 6,68 \text{ kN}$ ;  $M_z = 1,63 \text{ kNm}$

Warunek smukłości:

$\lambda_y = 78,81 < \lambda_c = 150 \quad (52,5\%)$

$\lambda_z = 111,53 < \lambda_c = 150 \quad (74,4\%)$

Warunek nośności:

$k_{c,y} = 0,475$ ;  $k_{c,z} = 0,253$

$\sigma_{c,0,d} = 0,14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = 2,14 \text{ MPa}$ ,  $f_{m,z,d} = 9,23 \text{ MPa}$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,036 + 0,231 = 0,268 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,068 + 0,231 = 0,299 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit,z} = 1,000$$

$$\sigma_{m,z,d} = 2,14 \text{ MPa} < k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (23,1\%)$$

### Kleszcze Mmax

Obciążenia:

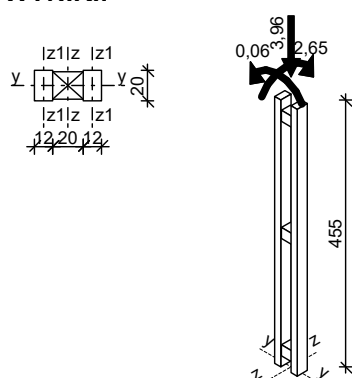
Siła ściskająca  $N_c = 3,96 \text{ kN}$

Moment zginający  $M_y = 2,65 \text{ kNm}$

Moment zginający  $M_z = 0,06 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

### WYNIKI:



Zginanie ze ściskaniem:

$$N_c = 3,96 \text{ kN}; \quad M_y = 2,65 \text{ kNm}; \quad M_z = 0,06 \text{ kNm}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 78,81 < \lambda_c = 150 \quad (52,5\%)$$

$$\lambda_z = 111,53 < \lambda_c = 150 \quad (74,4\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,475; \quad k_{c,z} = 0,253$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,08 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,66 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,08 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 9,23 \text{ MPa}$$

$$k_m = 1,00$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,021 + 0,179 + 0,009 = 0,209 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,040 + 0,179 + 0,009 = 0,228 < 1$$

Warunek stateczności:

$$k_{crit,y} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,66 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (17,9\%)$$

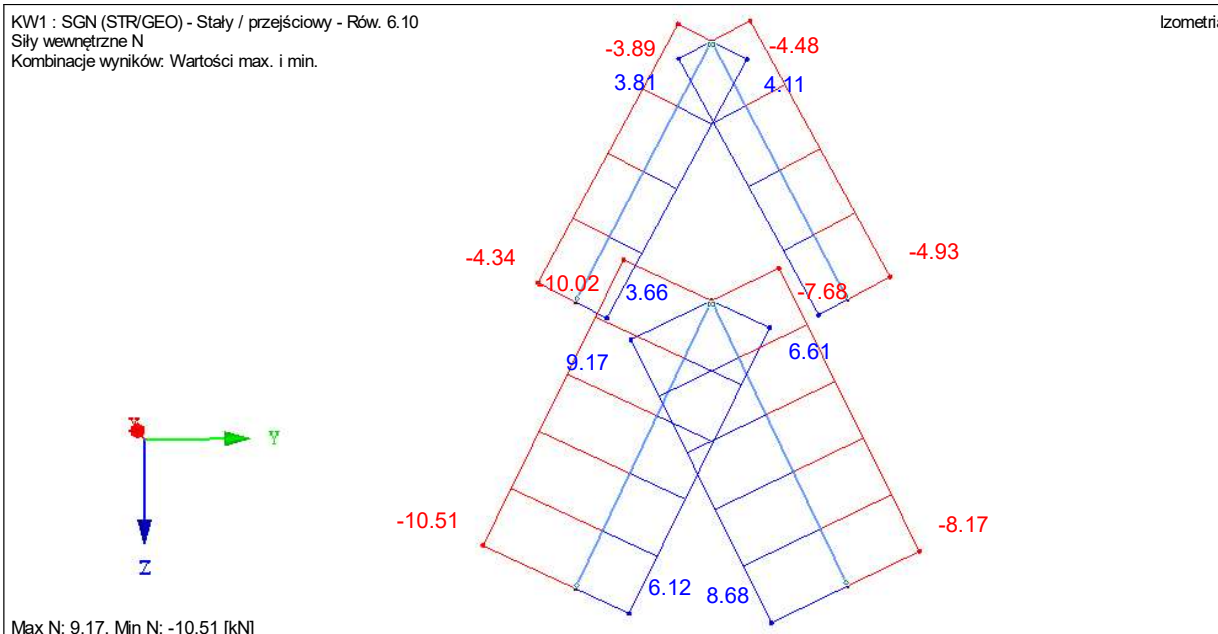
$$k_{crit,z} = 1,000$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,08 \text{ MPa} < k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (0,9\%)$$

## • ZASTRZAŁ

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne N  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



### Zastrzał Z3

#### Konstrukcje drewniane - Słup

##### Obciążenia:

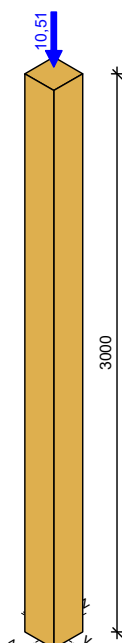
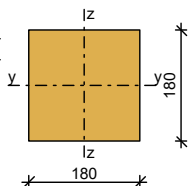
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 10,51 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

### ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

$A = 324 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 972 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 972 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 8748 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 8748 \text{ cm}^4$   
 $m = 13,6 \text{ kg/m}$



$$\gamma_M = 1,3; \quad k_{\text{mod}} = 0,50$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; \quad G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

**Ściskanie wzdłuż włókien:**

$$N_{c,d} = 10,51 \text{ kN}$$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 0,32 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (4,0\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,705$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,057 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

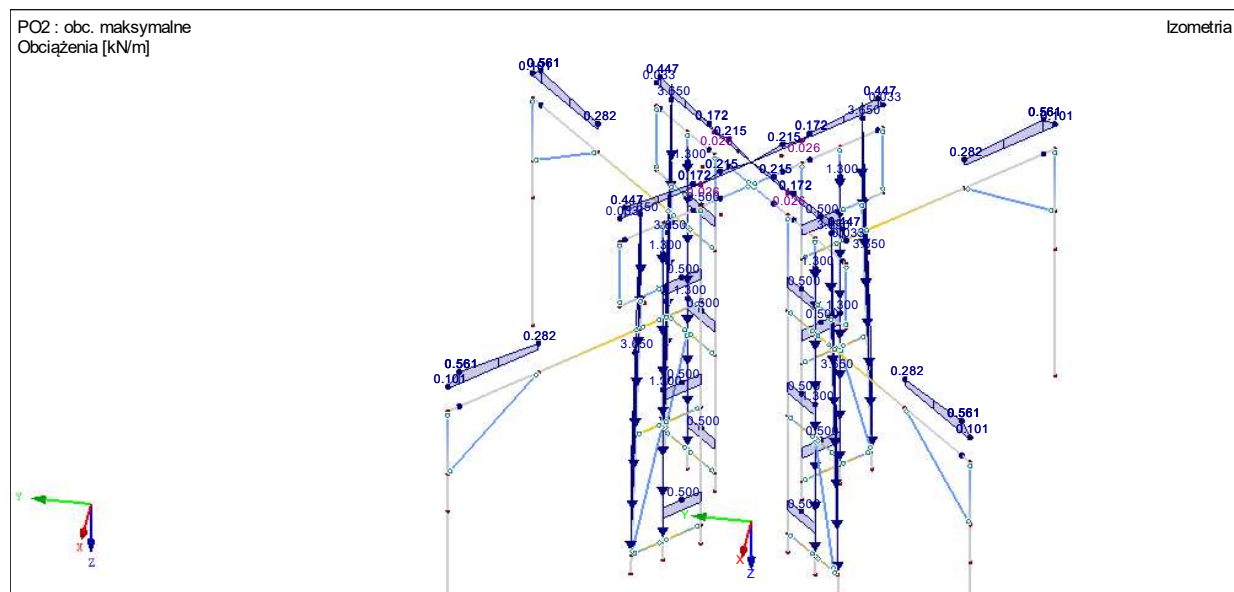
$$k_{C,z} = 0,705$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,057 < 1$$

**Poz.1.5 RAMA R3**

### Poz.1.5.1 OBCIAZENIA

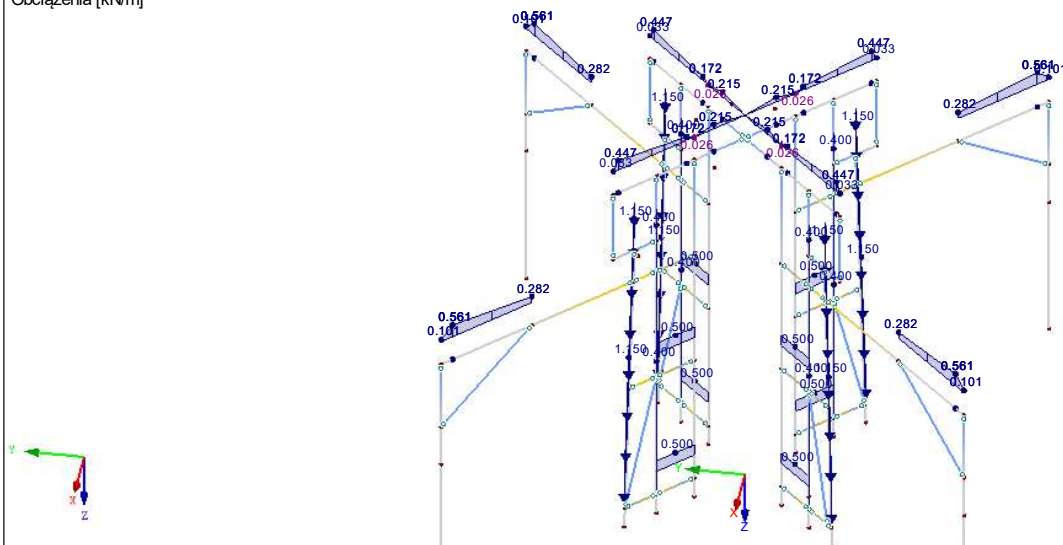
- **OBCIĄŻENIE STAŁE MAKSYMALNE**



- **OBCIĄŻENIE STAŁE MINIMALNE**

PO6 : obc. minimalne  
Obciążenia [kN/m]

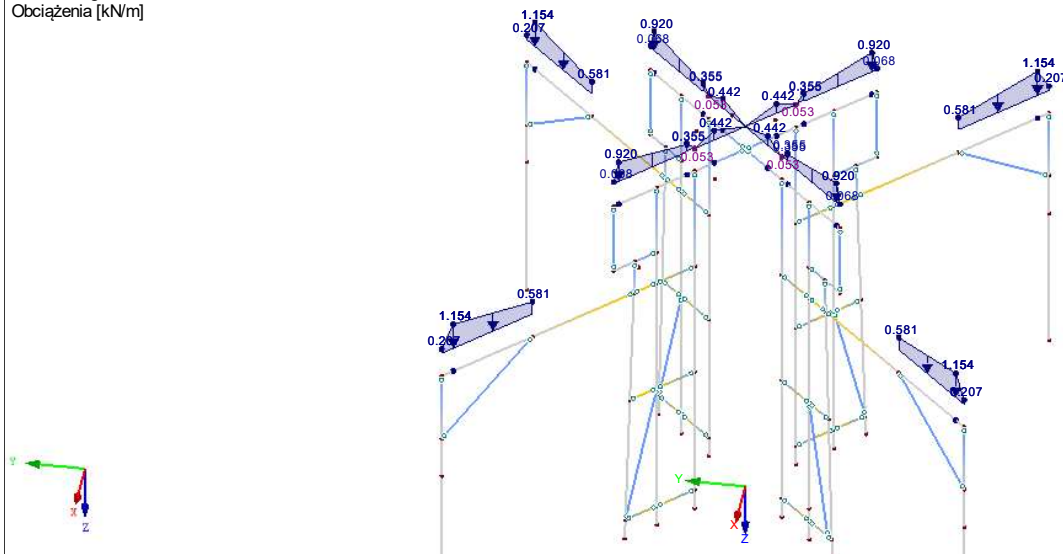
Izometria



- **SNIEG S1**

PO5 : Śnieg S1  
Obciążenia [kN/m]

## Izometria

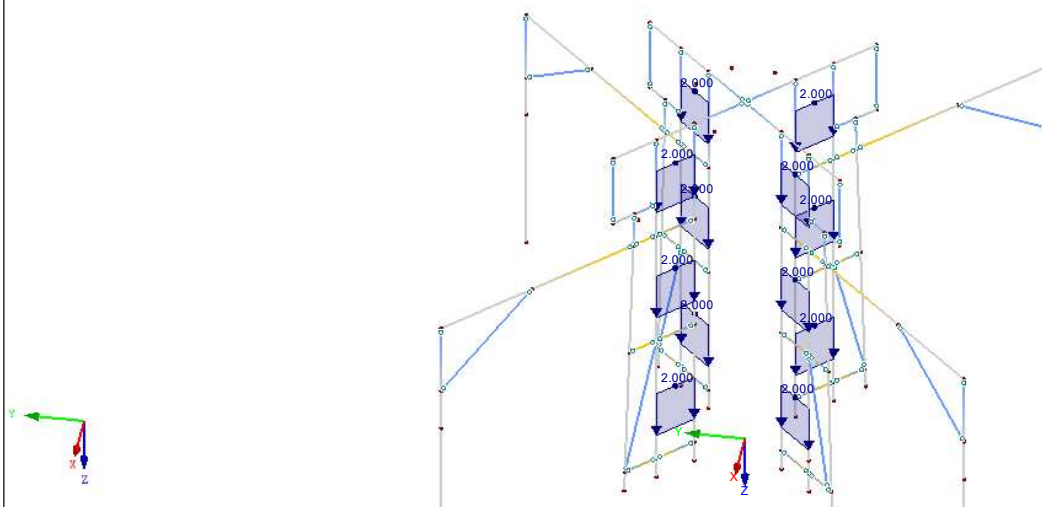




- OBC. ZMIENNE DLA POMOSTU**

PO7 : Obc. pomostu  
Obciążenia [kN/m]

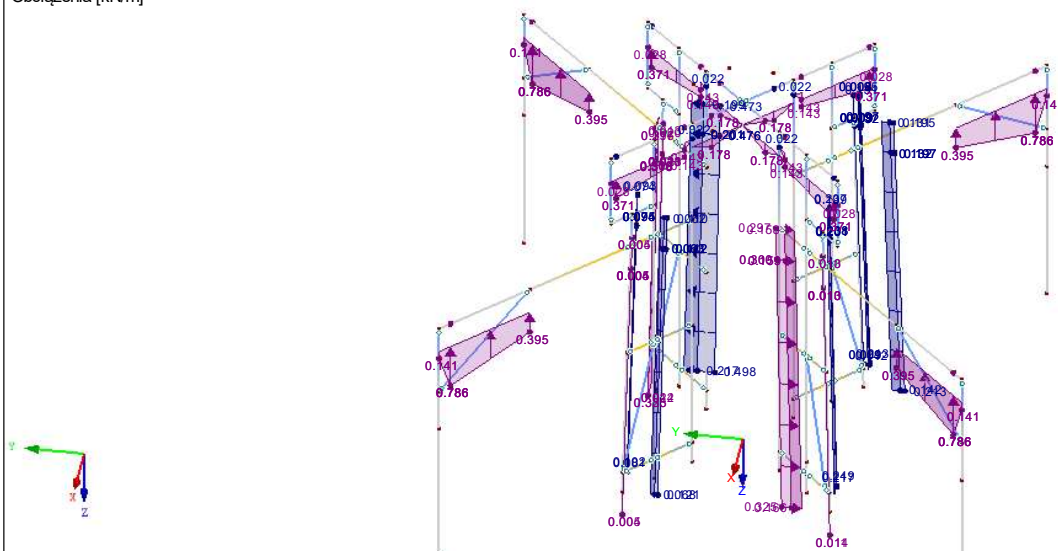
Izometria



- WIATR W1**

PO8 : Wiatr W1  
Obciążenia [kN/m]

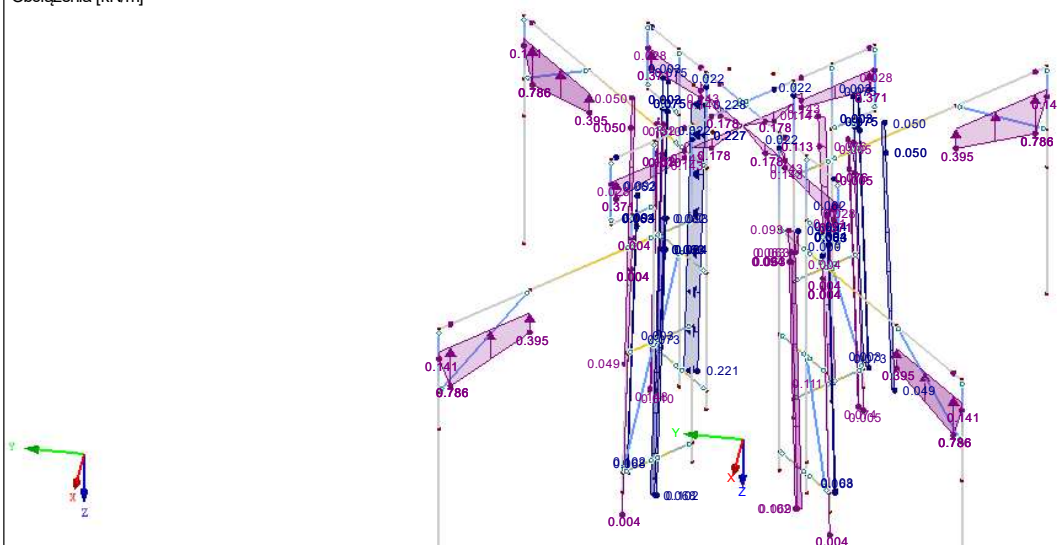
Izometria



- WIATR W2**

PO9 : Wiatr W2  
Obciążenia [kN/m]

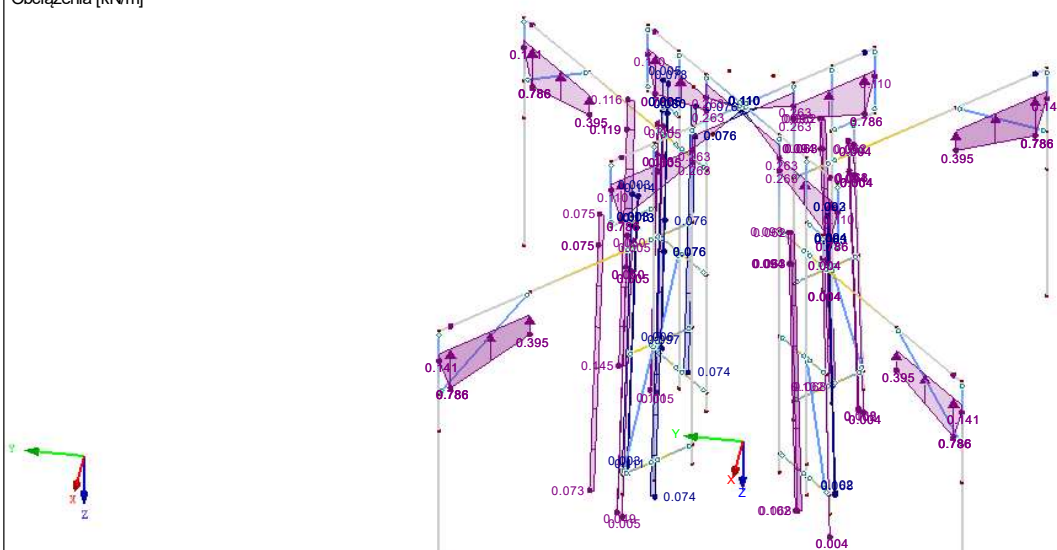
Izometria



- WIATR W3**

PO10 : Wiatr W3  
Obciążenia [kN/m]

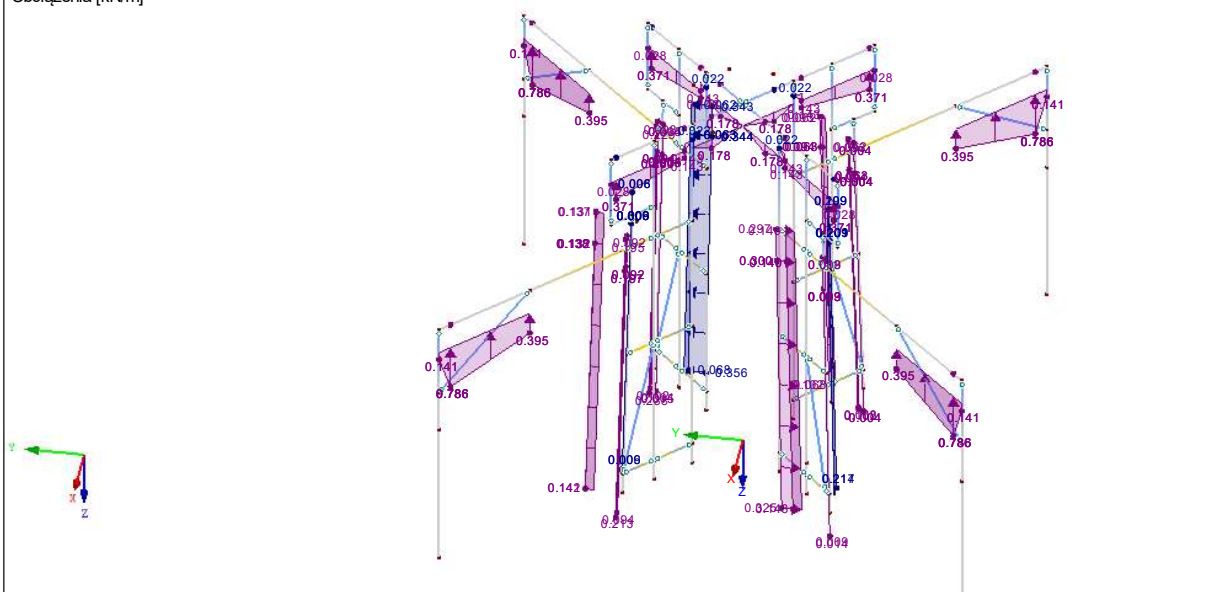
Izometria



# • **WIATR W4**

PO11 : Wiatr W4  
Obciążenia [kN/m]

Izometria



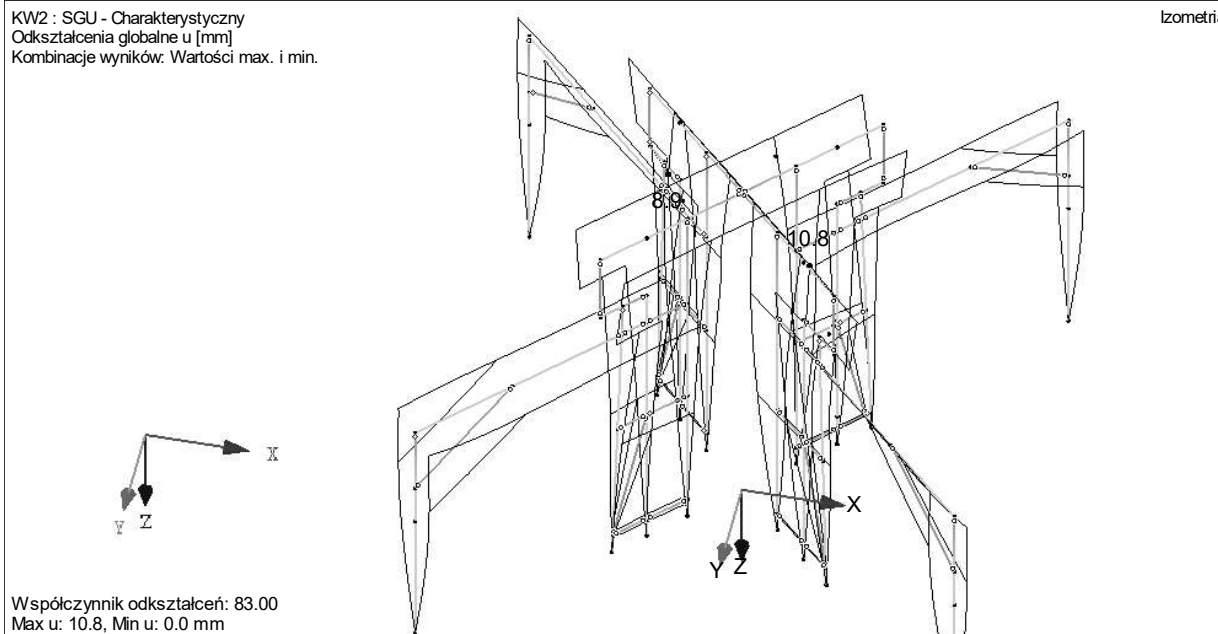
## Poz.1.5.2

## **SIŁY WEWNĘTRZNE:**

## **PRZEMIESZCZENIA**

KW2 : SGU - Charakterystyczny  
Odształcenia globalne u [mm]  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

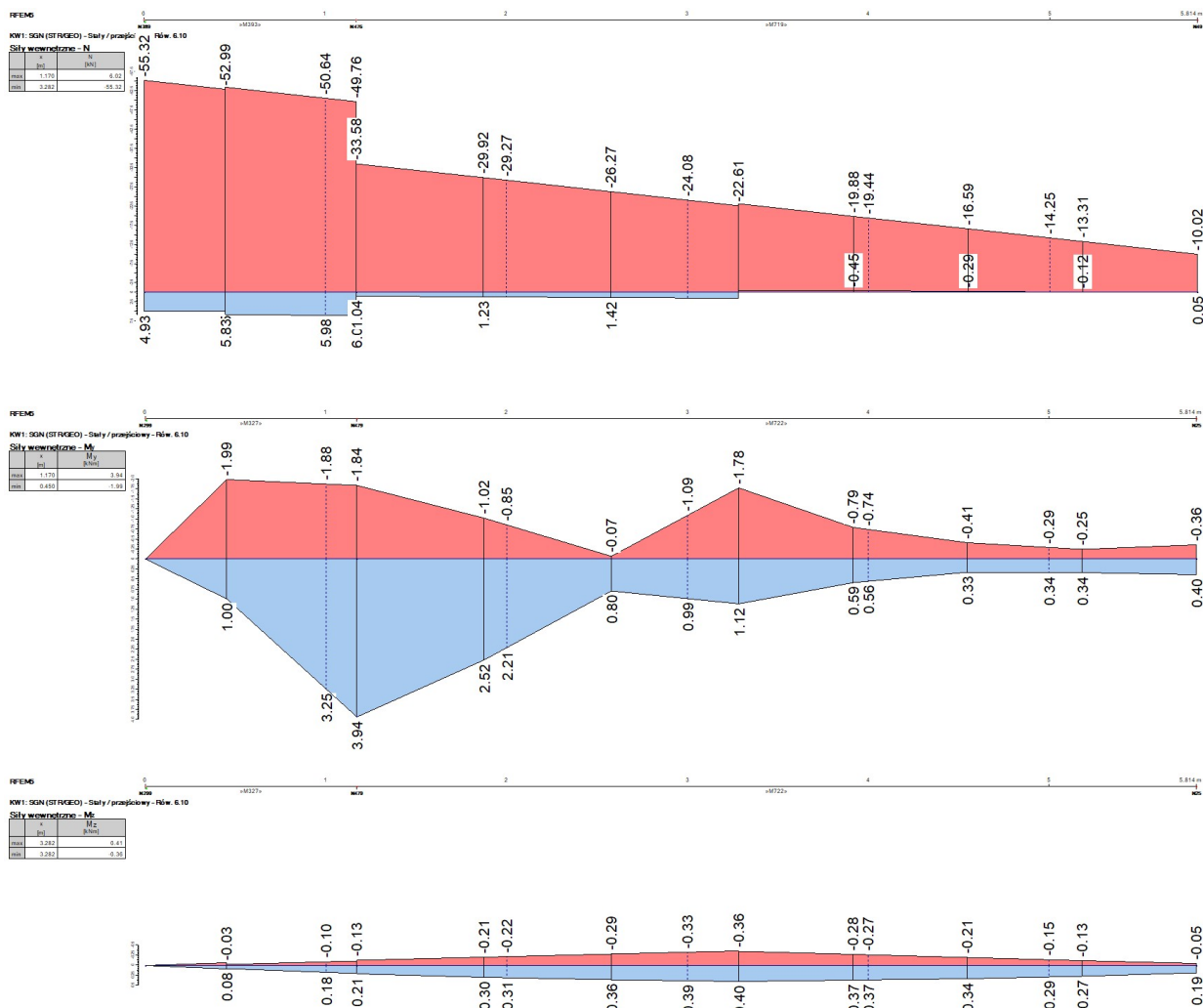
Izometria



Współczynnik odkształceń: 83.00  
Max u: 10.8, Min u: 0.0 mm

## Poz.1.5.3 WYMIAROWANIE

## • SŁUP ZEWNĘTRZNY S1

SŁUP ZEWNĘTRZNY N<sub>max</sub>  
Konstrukcje drewniane - Słup

## DANE:

## Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 6,40 \text{ m}$   
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 0,50$

## Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 200 \text{ mm}$   
 Wysokość  $h = 200 \text{ mm}$

## Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

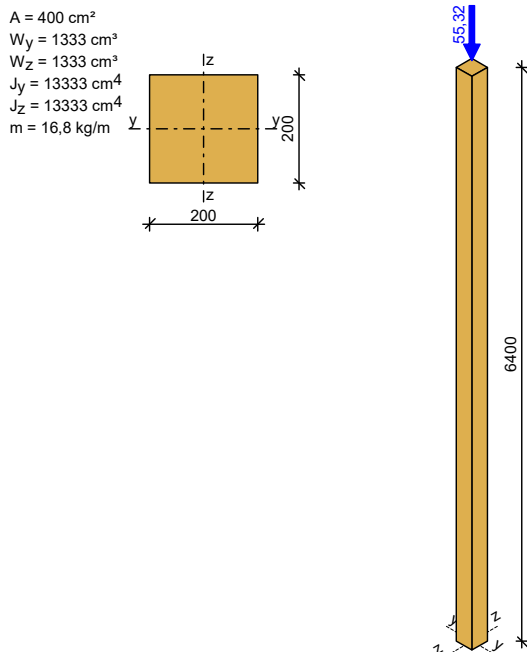
## Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 55,32 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; \quad k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; \quad G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$$N_{c,d} = 55,32 \text{ kN}$$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 1,38 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (17,1\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,253$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,677 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,733$$

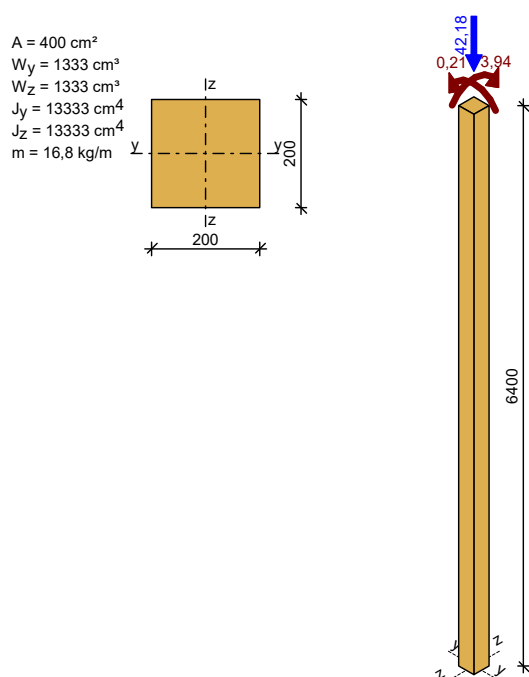
$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,233 < 1$$

**SŁUP ZEWNĘTRZNY  $M_{y,max}$** **Konstrukcje drewniane - Słup**Obciążenia:Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 42,18 \text{ kN}$ Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 3,94 \text{ kNm}$ Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,21 \text{ kNm}$ 

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 42,18 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,05 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 3,94 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 2,95 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,21 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,16 \text{ MPa}$$

## Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,017 + 0,320 + 0,012 = 0,349 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,017 + 0,224 + 0,017 = 0,258 < 1$$

## Warunek stateczności elementu:

## - wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,253; k_{c,z} = 0,733$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,516 + 0,320 + 0,012 = 0,849 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,178 + 0,224 + 0,017 = 0,419 < 1$$

## - zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

**SŁUP ZEWNĘTRZNY  $M_{z,max}$** **Konstrukcje drewniane - Słup**Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 22,08 \text{ kN}$

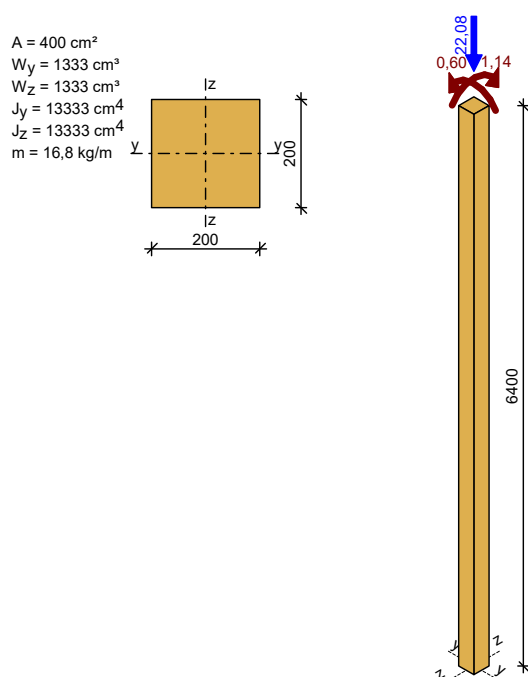
Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,14 \text{ kNm}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,60 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 22,08 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,55 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,14 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,85 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,60 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,45 \text{ MPa}$$

## Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,005 + 0,093 + 0,034 = 0,131 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,005 + 0,065 + 0,049 = 0,118 < 1$$

## Warunek stateczności elementu:

## - wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,253; k_{c,z} = 0,253$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,270 + 0,093 + 0,034 = 0,397 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,270 + 0,065 + 0,049 = 0,384 < 1$$

## - zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

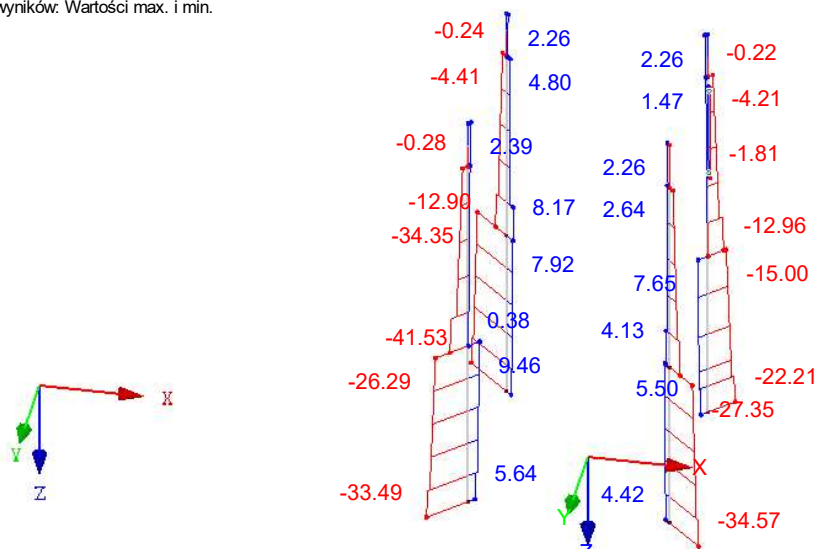
## • SŁUP ŚRODKOWY S2

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Izometria

Siły wewnętrzne N

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

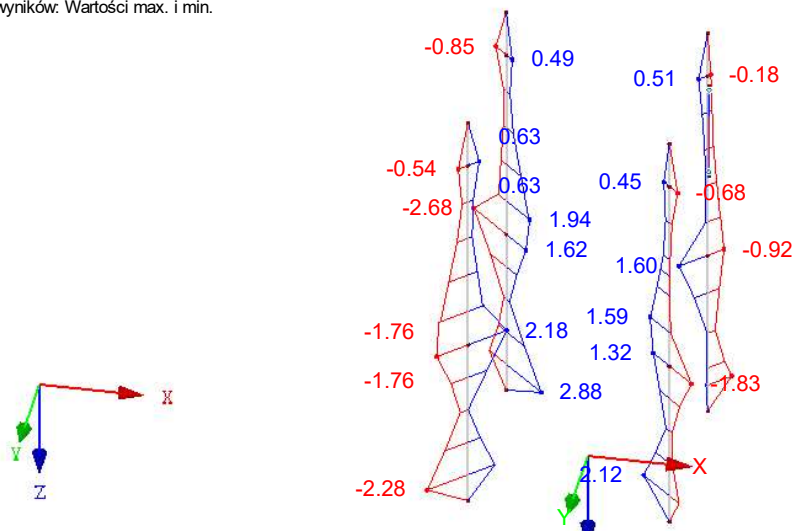


KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Izometria

Siły wewnętrzne M-y

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

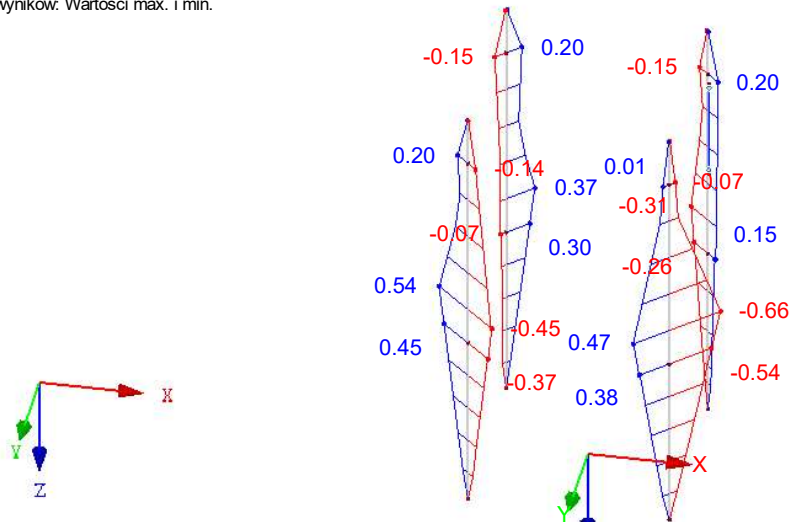


KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Izometria

Siły wewnętrzne M-z

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.





**SŁUP ŚRODKOWY N<sub>max</sub>**  
**Konstrukcje drewniane - Słup****DANE:**Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,80 \text{ m}$   
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 200 \text{ mm}$   
 Wysokość  $h = 180 \text{ mm}$

Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Obciążenia:

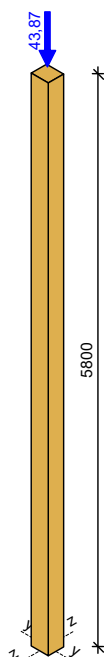
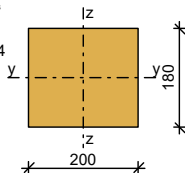
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 43,87 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

$A = 360 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 1080 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 1200 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 9720 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 12000 \text{ cm}^4$   
 $m = 15,1 \text{ kg/m}$

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$   
 $\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$   
 $E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$N_{c,d} = 43,87 \text{ kN}$

## Warunek nośności przekroju:

$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 1,22 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (15,1\%)$

## Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,250$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,605 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,303$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,499 < 1$$

### SŁUP ŚRODKOWY $M_{y,max}$

#### Konstrukcje drewniane - Słup

##### Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 26,29 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 2,18 \text{ kNm}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,54 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

#### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

$$A = 360 \text{ cm}^2$$

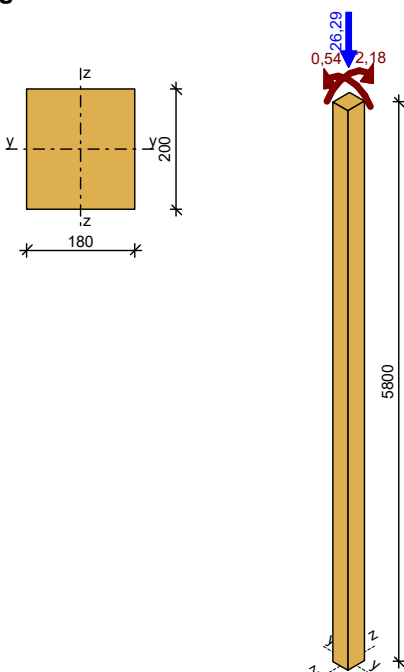
$$W_y = 1200 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 1080 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 12000 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 9720 \text{ cm}^4$$

$$m = 15,1 \text{ kg/m}$$



##### Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

##### Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 26,29 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,73 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,18 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,82 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,54 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,50 \text{ MPa}$$

##### Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,008 + 0,197 + 0,038 = 0,243 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,008 + 0,138 + 0,054 = 0,200 < 1$$

##### Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,303; k_{c,z} = 0,250$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,299 + 0,197 + 0,038 = 0,533 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,362 + 0,138 + 0,054 = 0,554 < 1$$

- zwężenie

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d})^2 = 0,299 + 0,197 + 0,003 = 0,498 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,362 + 0,039 + 0,054 = 0,455 < 1$$

### SŁUP ŚRODKOWY $M_{z,max}$

#### Konstrukcje drewniane - Słup

#### Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 35,62 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,58 \text{ kNm}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,56 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

#### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

$$A = 360 \text{ cm}^2$$

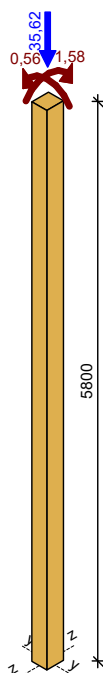
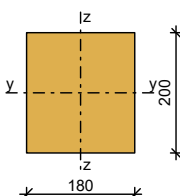
$$W_y = 1200 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 1080 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 12000 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 9720 \text{ cm}^4$$

$$m = 15,1 \text{ kg/m}$$



#### Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

#### Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 35,62 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,99 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,58 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,32 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,56 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,52 \text{ MPa}$$

#### Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,015 + 0,143 + 0,039 = 0,197 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,015 + 0,100 + 0,056 = 0,171 < 1$$

#### Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,303; \quad k_{c,z} = 0,250$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,405 + 0,143 + 0,039 = 0,587 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,491 + 0,100 + 0,056 = 0,647 < 1$$

- zwichrzenie

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d})^2 = 0,405 + 0,143 + 0,003 = 0,551 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,491 + 0,020 + 0,056 = 0,567 < 1$$

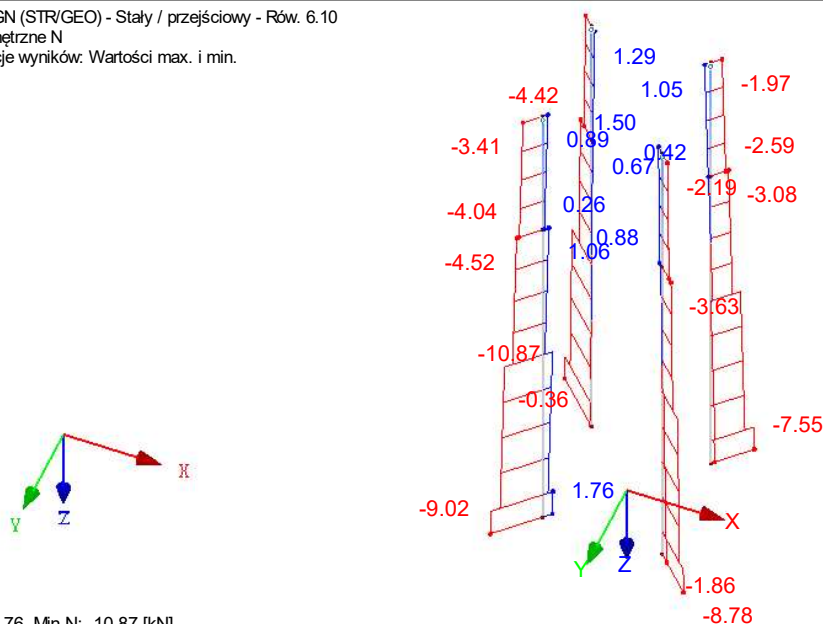
### • SŁUP WEWNĘTRZNY S3

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Sily wewnętrzne N

Kombinacje wyników. Wartości max. i min.

Izometria

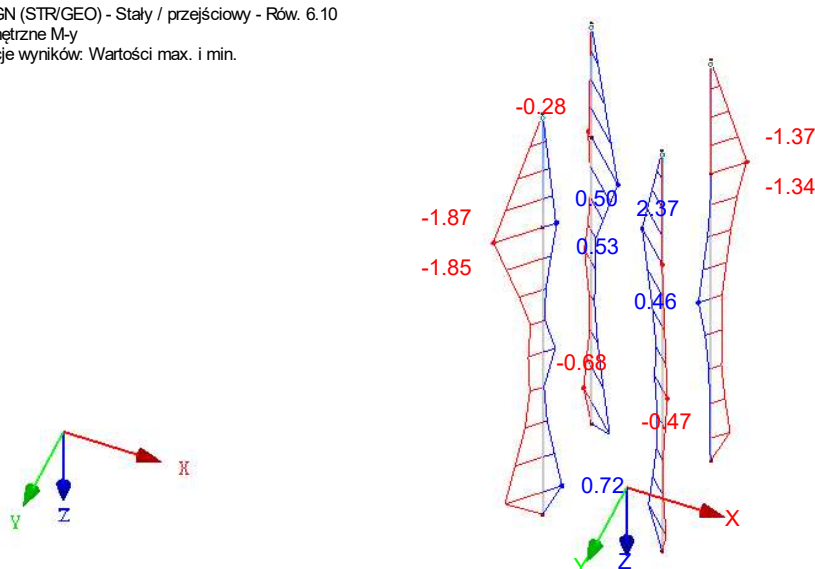


KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Sily wewnętrzne M-y

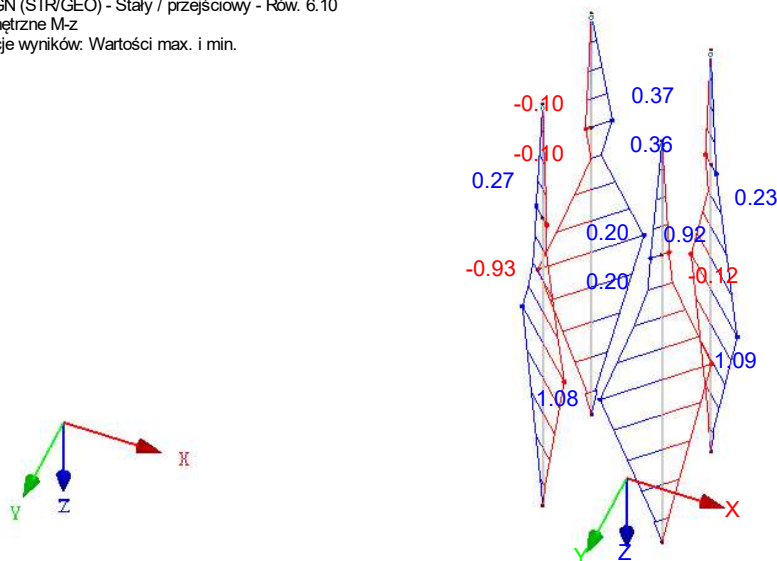
Kombinacje wyników. Wartości max. i min.

Izometria



KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-z  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



Max M-z: 1.09, Min M-z: -0.93 [kNm]

### SŁUP WEWNĘTRZNY Nmax Konstrukcje drewniane - Słup

#### DANE:

##### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,80$  m  
Współczynniki długości wyboczeniowej:  
- względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

##### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość  $b = 200$  mm  
Wysokość  $h = 180$  mm

##### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

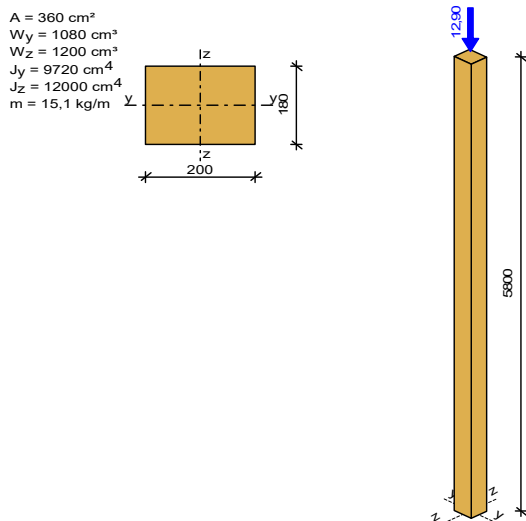
##### Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 12,90$  kN  
Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00$  kNm  
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00$  kNm  
Klasa trwania obciążenia: stałe  
Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

#### ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
Klasa użytkowania konstrukcji: 3

#### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$$N_{c,d} = 12,90 \text{ kN}$$

## Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 0,36 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (4,4\%)$$

## Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,250$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,178 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,303$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,147 < 1$$

**SŁUP WEWNĘTRZNY  $M_{y,max}$** **Konstrukcje drewniane - Słup**Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 4,57 \text{ kN}$

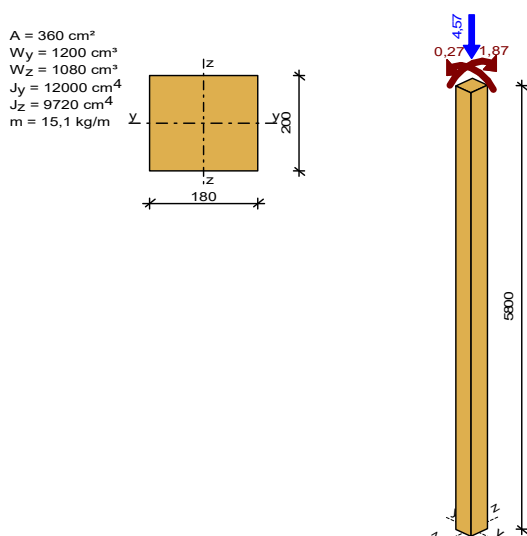
Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,87 \text{ kNm}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,27 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 4,57 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,13 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,87 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,56 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,27 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,25 \text{ MPa}$$

Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000 + 0,169 + 0,019 = 0,188 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000 + 0,118 + 0,027 = 0,146 < 1$$

Warunek stateczności elementu:- wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,303; k_{c,z} = 0,250$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,052 + 0,169 + 0,019 = 0,240 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,063 + 0,118 + 0,027 = 0,208 < 1$$

- zwężenie

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d})^2 = 0,052 + 0,169 + 0,001 = 0,221 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,063 + 0,029 + 0,027 = 0,119 < 1$$

**SŁUP WEWNĘTRZNY  $M_{z,max}$** **Konstrukcje drewniane - Słup**Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 9,56 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,93 \text{ kNm}$

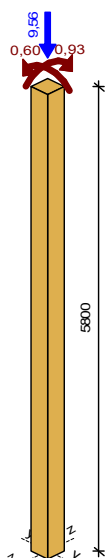
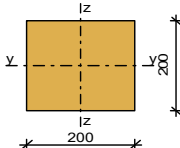
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,60 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

## WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

$A = 400 \text{ cm}^2$   
 $W_y = 1333 \text{ cm}^3$   
 $W_z = 1333 \text{ cm}^3$   
 $J_y = 133333 \text{ cm}^4$   
 $J_z = 133333 \text{ cm}^4$   
 $m = 16,8 \text{ kg/m}$

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 9,56 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,24 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 0,93 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 0,70 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 0,60 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,45 \text{ MPa}$$

## Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,001 + 0,076 + 0,034 = 0,111 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,001 + 0,053 + 0,049 = 0,103 < 1$$

## Warunek stateczności elementu:

## - wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,303; k_{c,z} = 0,303$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,098 + 0,076 + 0,034 = 0,207 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,098 + 0,053 + 0,049 = 0,199 < 1$$

## - zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu



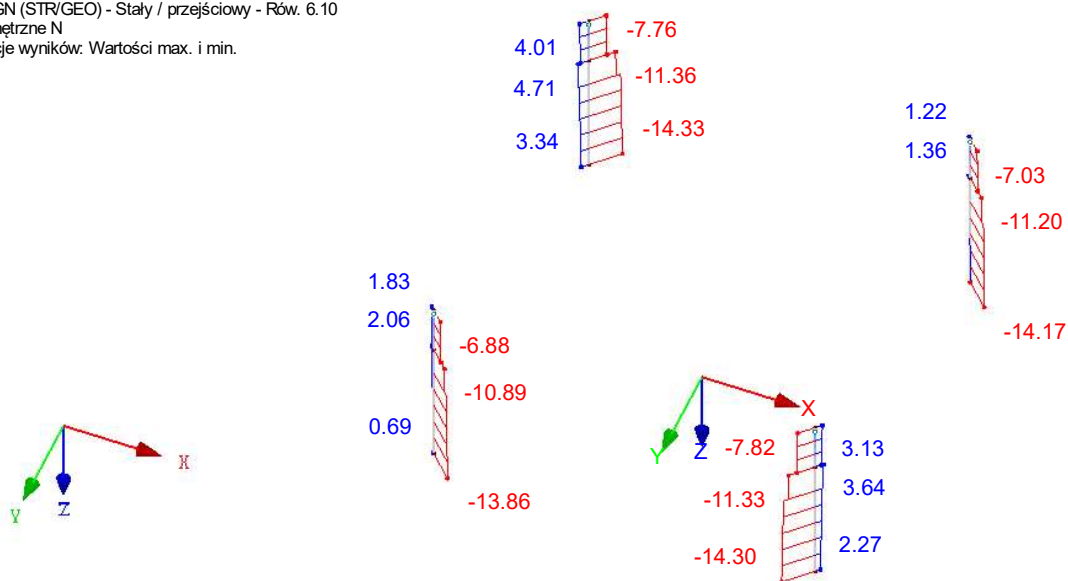
# • SŁUP PERGOLI

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Siły wewnętrzne N

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria

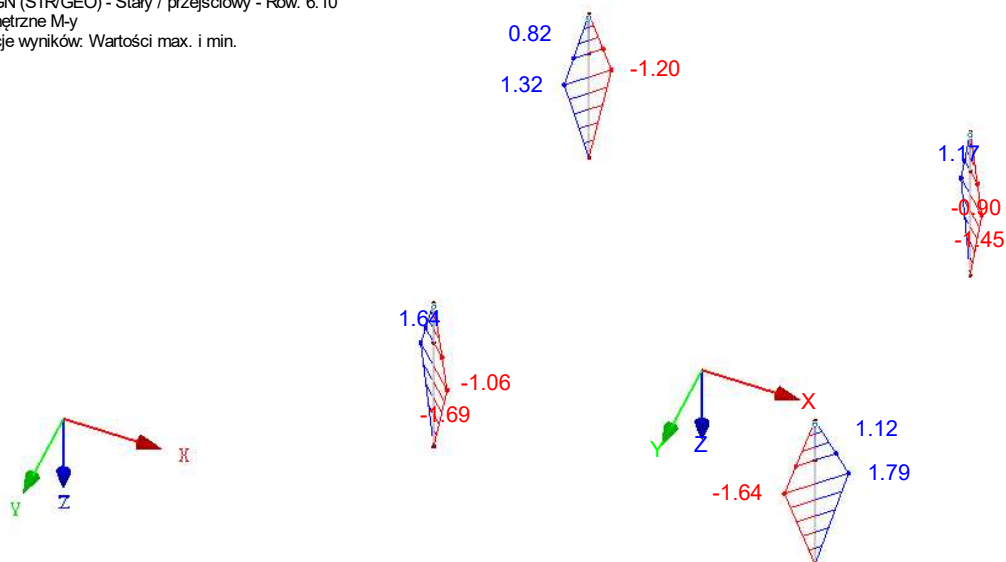


KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Siły wewnętrzne M-y

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria

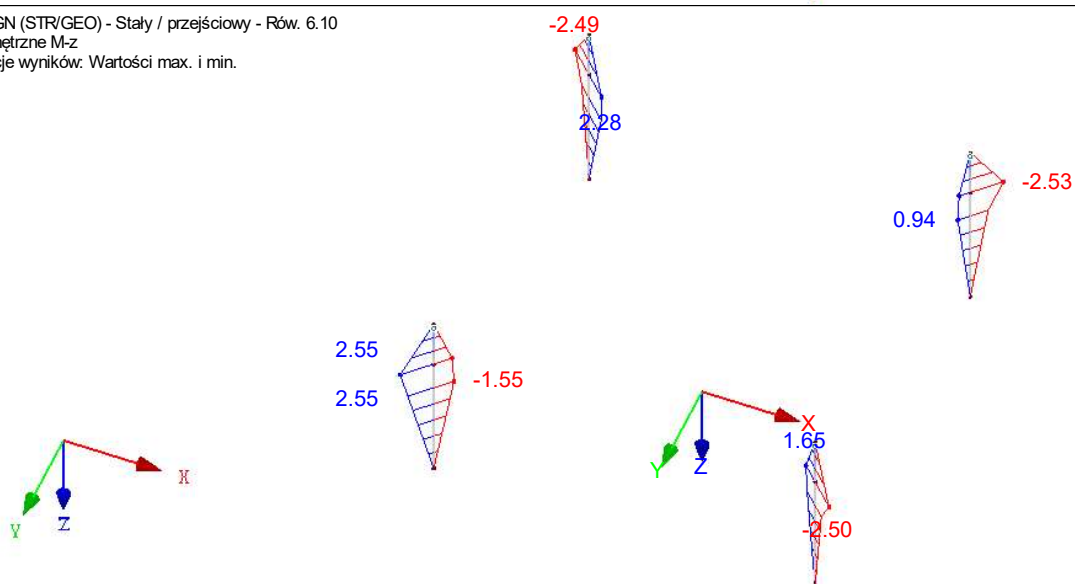


KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Siły wewnętrzne M-z

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



## SŁUP WEWNĘTRZNY N<sub>max</sub> Konstrukcje drewniane - Słup

### DANE:

#### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,00$  m  
Współczynniki długości wyboczeniowej:  
- względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

#### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość  $b = 180$  mm  
Wysokość  $h = 180$  mm

#### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

#### Obciążenia:

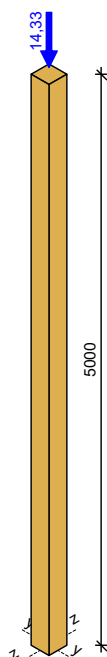
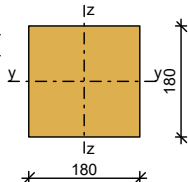
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 14,33$  kN  
Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00$  kNm  
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00$  kNm  
Klasa trwania obciążenia: stałe  
Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

### ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
Klasa użytkowania konstrukcji: 3

### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

$A = 324$  cm<sup>2</sup>  
 $W_y = 972$  cm<sup>3</sup>  
 $W_z = 972$  cm<sup>3</sup>  
 $J_y = 8748$  cm<sup>4</sup>  
 $J_z = 8748$  cm<sup>4</sup>  
 $m = 13,6$  kg/m



#### Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00$  MPa  
 $\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$   
 $f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08$  MPa  
 $E_{0,05} = 7,40$  GPa;  $G_{0,05} = 0,46$  GPa

#### Ściskanie wzdłuż włókien:

$N_{c,d} = 14,33$  kN

#### Warunek nośności przekroju:

$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 0,44$  MPa <  $f_{c,0,d} = 8,08$  MPa (5,5%)

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,167 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,167 < 1$$

## SŁUP WEWNĘTRZNY $M_{y,max}$

### Konstrukcje drewniane - Słup

#### DANE:

##### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,00$  m

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 1,00$

- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

##### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość  $b = 180$  mm

Wysokość  $h = 180$  mm

##### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

##### Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 13,03$  kN

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,69$  kNm

Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 1,54$  kNm

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

#### ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa użytkowania konstrukcji: 3

#### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

$$A = 324 \text{ cm}^2$$

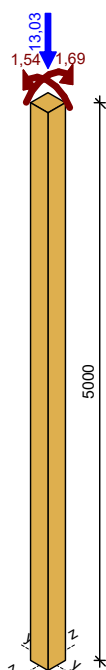
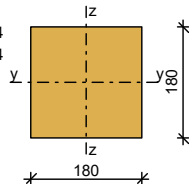
$$W_y = 972 \text{ cm}^3$$

$$W_z = 972 \text{ cm}^3$$

$$J_y = 8748 \text{ cm}^4$$

$$J_z = 8748 \text{ cm}^4$$

$$m = 13,6 \text{ kg/m}$$



Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 13,03 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,40 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,69 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,74 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 1,54 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,58 \text{ MPa}$$

## Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,188 + 0,120 = 0,311 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,132 + 0,172 = 0,306 < 1$$

## Warunek stateczności elementu:

## - wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,327; k_{c,z} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,152 + 0,188 + 0,120 = 0,461 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,152 + 0,132 + 0,172 = 0,456 < 1$$

## - zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

**SŁUP WEWNĘTRZNY  $M_{z,max}$**   
**Konstrukcje drewniane - Słup****DANE:**Geometria:

$$\text{Wysokość słupa} \quad l_{col} = 5,00 \text{ m}$$

Współczynniki długości wyboczeniowej:

$$\text{- względem osi y} \quad \mu_y = 1,00$$

$$\text{- względem osi z} \quad \mu_z = 1,00$$

Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny

$$\text{Szerokość} \quad b = 180 \text{ mm}$$

$$\text{Wysokość} \quad h = 180 \text{ mm}$$

Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

Obciążenia:

$$\text{Siła ściskająca obliczeniowa} \quad N_{c,d} = 10,89 \text{ kN}$$

$$\text{Moment zginający obliczeniowy} \quad M_{y,d} = 1,05 \text{ kNm}$$

$$\text{Moment zginający obliczeniowy} \quad M_{z,d} = 2,55 \text{ kNm}$$

Klasa trwania obciążenia: stałe

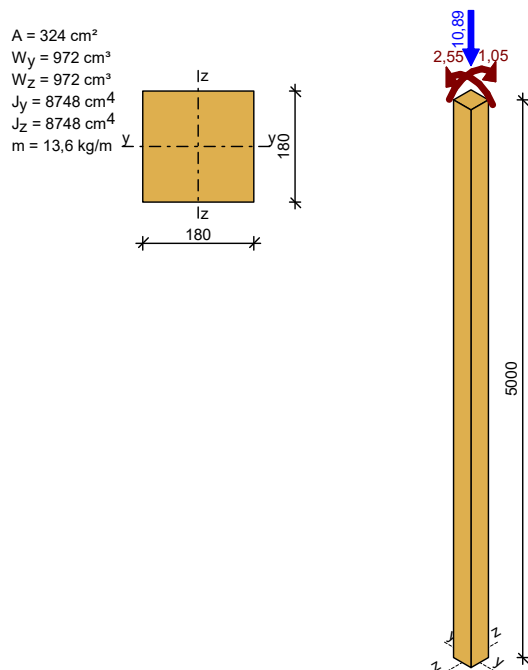
Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 10,89 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,34 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 1,05 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 1,08 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 2,55 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 2,62 \text{ MPa}$$

## Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,117 + 0,199 = 0,318 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,082 + 0,284 = 0,368 < 1$$

## Warunek stateczności elementu:

## - wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,327; k_{c,z} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,127 + 0,117 + 0,199 = 0,443 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,127 + 0,082 + 0,284 = 0,493 < 1$$

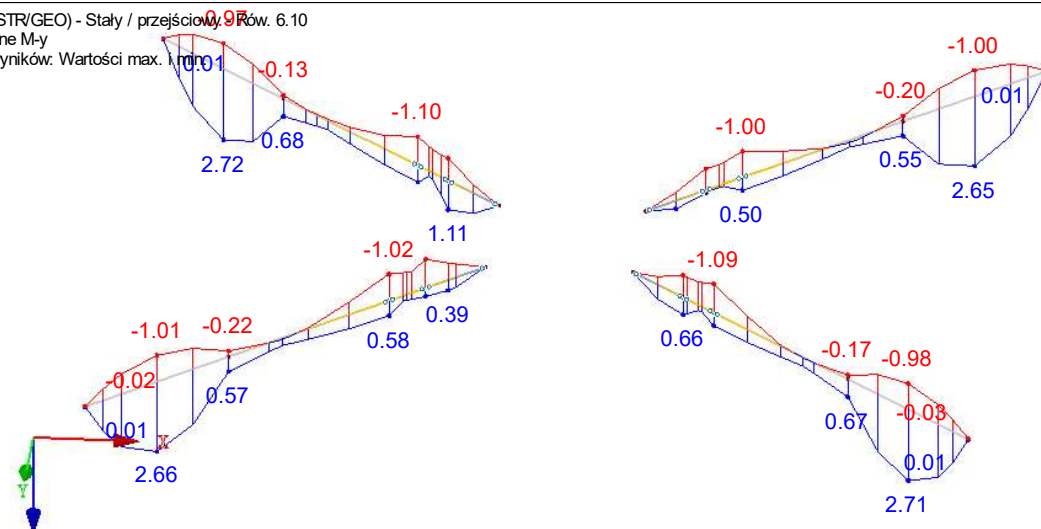
## - zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

• **KLESZCZE K6**

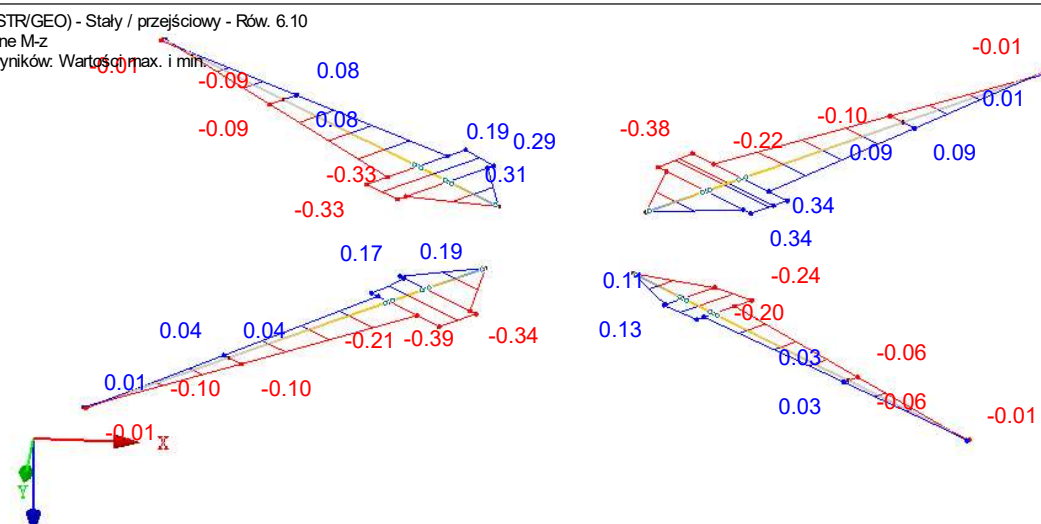
KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-y  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



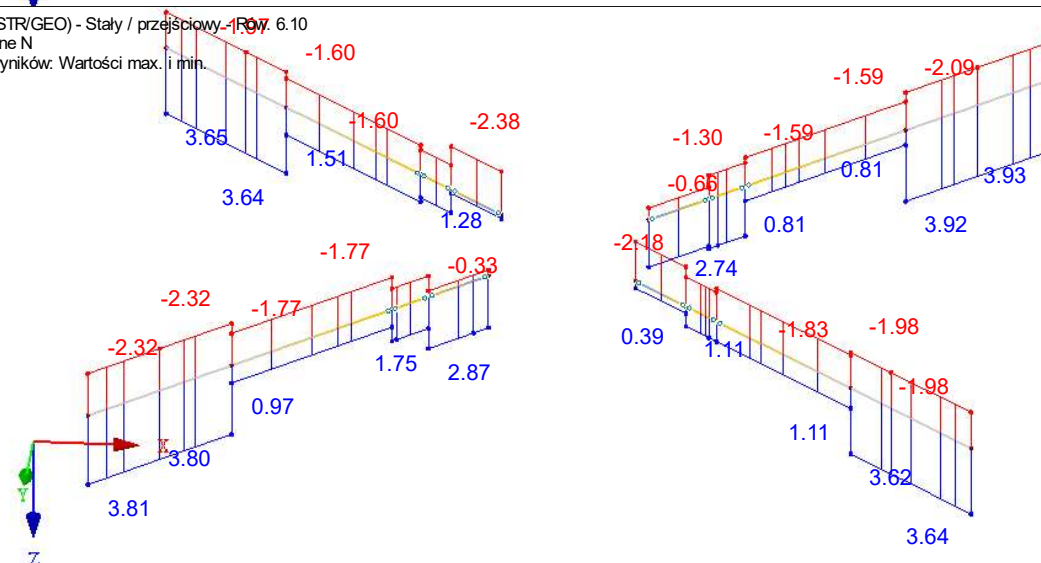
KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-z  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne N  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

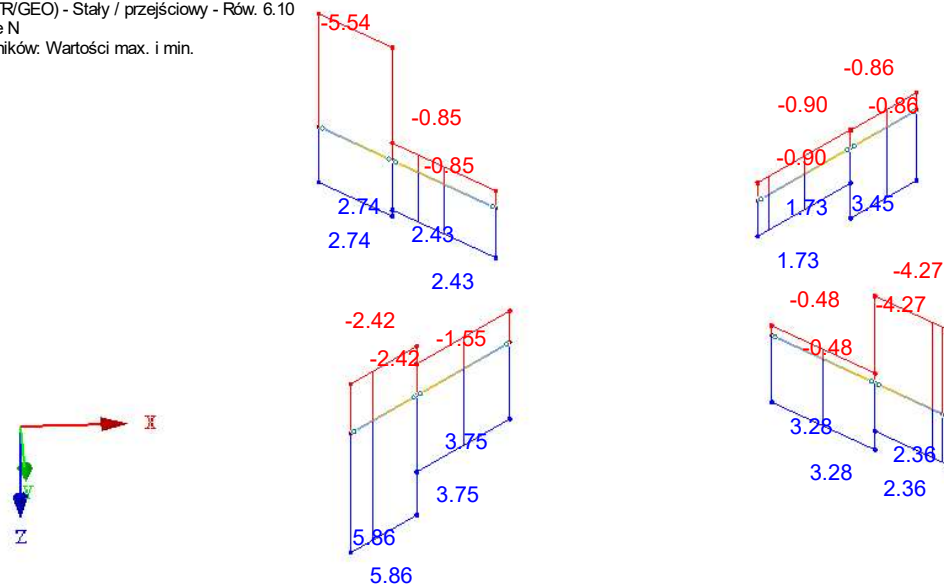
Izometria



## • KLESZCZE K7

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne N  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



Max N: 5.86, Min N: -5.54 [kN]

## Kleszcze Nmax

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny z przewiązkami

Szerokość  $b = 10,0$  cm

Wysokość  $h = 20,0$  cm

Grubość przewiązek  $b = 20,0$  cm

Rozstaw przewiązek  $l_1 = 200,0$  cm

Łączniki: śruby

Średnica łączników  $d = 12,0$  mm

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→  $f_{m,k} = 24$  MPa,  $f_{t,0,k} = 14$  MPa,  $f_{c,0,k} = 21$  MPa,  $f_{v,k} = 2,5$  MPa,  $E_{0,mean} = 11$  GPa,  $\rho_k = 350$  kg/m<sup>3</sup>

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 3

Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,45$  m

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 0,50$

- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Obciążenia:

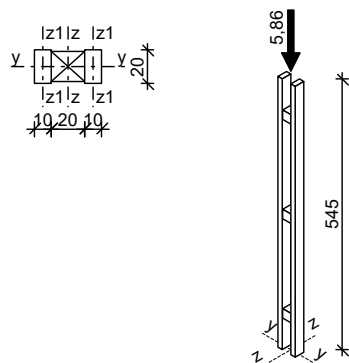
Siła ściskająca  $N_c = 5,86$  kN

Moment zginający  $M_y = 0,00$  kNm

Moment zginający  $M_z = 0,00$  kNm

Klasa trwania obciążenia: stałe

## WYNIKI:

Ściskanie równoległe:

$$N_c = 5,86 \text{ kN}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 47,20 < \lambda_c = 150 \quad (31,5\%)$$

$$\lambda_z = 134,44 < \lambda_c = 150 \quad (89,6\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,879; \quad k_{c,z} = 0,178$$

$$\sigma_{c,y,d} = 0,17 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (2,1\%)$$

$$\sigma_{c,z,d} = 0,82 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (10,2\%)$$

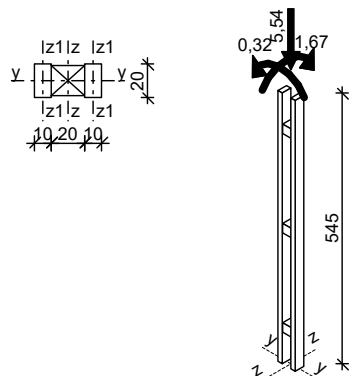
**Kleszcze Mmax**Obciążenia:

$$\text{Siła ściskająca} \quad N_c = 5,54 \text{ kN}$$

$$\text{Moment zginający} \quad M_y = 1,67 \text{ kNm}$$

$$\text{Moment zginający} \quad M_z = 0,32 \text{ kNm}$$

$$\text{Klasa trwania obciążenia:} \quad \text{stałe}$$

**WYNIKI:**Zginanie ze ściskaniem:

$$N_c = 5,54 \text{ kN}; \quad M_y = 1,67 \text{ kNm}; \quad M_z = 0,32 \text{ kNm}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 47,20 < \lambda_c = 150 \quad (31,5\%)$$

$$\lambda_z = 134,44 < \lambda_c = 150 \quad (89,6\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 0,879; \quad k_{c,z} = 0,178$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0,14 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,25 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,56 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 9,23 \text{ MPa}$$

$$k_m = 1,00$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,020 + 0,136 + 0,061 = 0,216 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,097 + 0,136 + 0,061 = 0,293 < 1$$

Warunek stateczności:



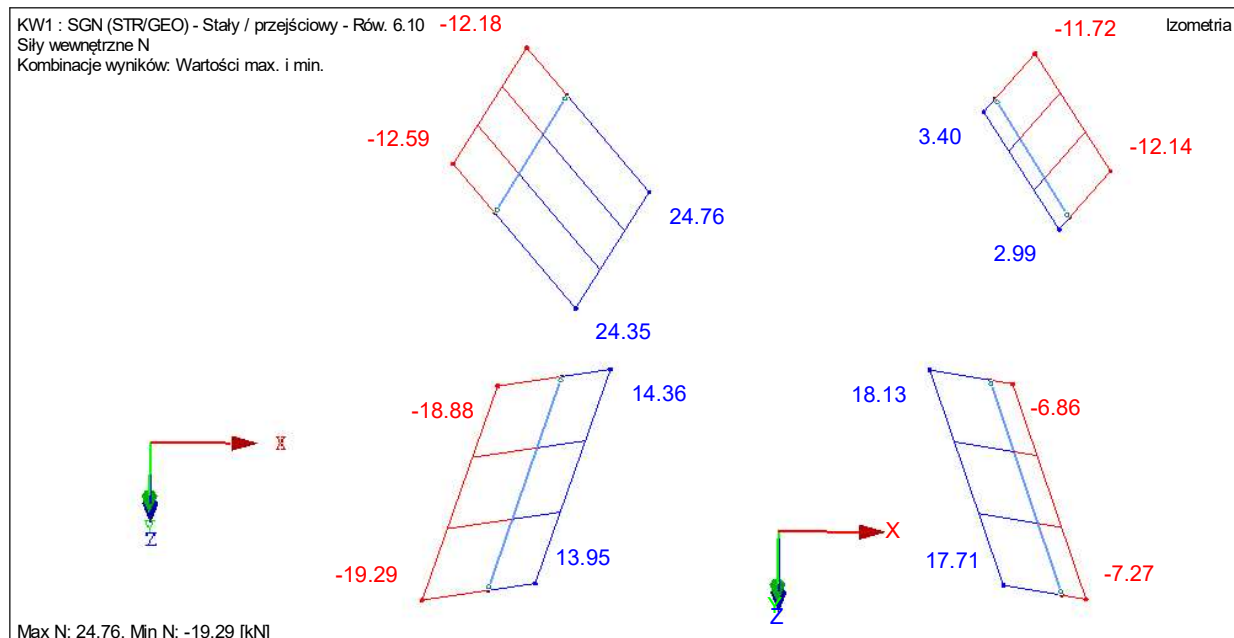
$$k_{crit,y} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,25 \text{ MPa} < k_{crit,y} \cdot f_{m,y,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (13,6\%)$$

$$k_{crit,z} = 1,000$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,56 \text{ MPa} < k_{crit,z} \cdot f_{m,z,d} = 9,23 \text{ MPa} \quad (6,1\%)$$

## • ZASTRZAŁ Z4



## DANE:

Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny z przewiązkami

Szerokość  $b = 10,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 18,0 \text{ cm}$

Grubość przewiązek  $b = 20,0 \text{ cm}$

Rozstaw przewiązek  $l_1 = 200,0 \text{ cm}$

Łączniki: śruby

Średnica łączników  $d = 12,0 \text{ mm}$

Drewno:

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 3

Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 1,75 \text{ m}$

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 0,50$

- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

Obciążenia:

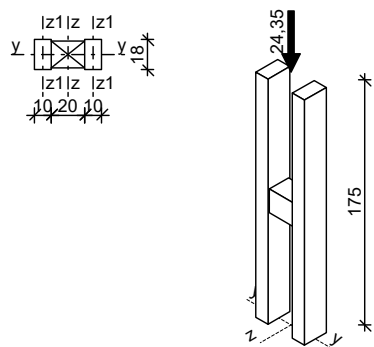
Siła ściskająca  $N_c = 24,35 \text{ kN}$

Moment zginający  $M_y = 0,00 \text{ kNm}$

Moment zginający  $M_z = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

## WYNIKI:



Ściskanie równoległe:

$$N_c = 24,35 \text{ kN}$$

Warunek smukłości:

$$\lambda_y = 16,84 < \lambda_c = 150 \quad (11,2\%)$$

$$\lambda_z = 130,12 < \lambda_c = 150 \quad (86,7\%)$$

Warunek nośności:

$$k_{c,y} = 1,000; \quad k_{c,z} = 0,189$$

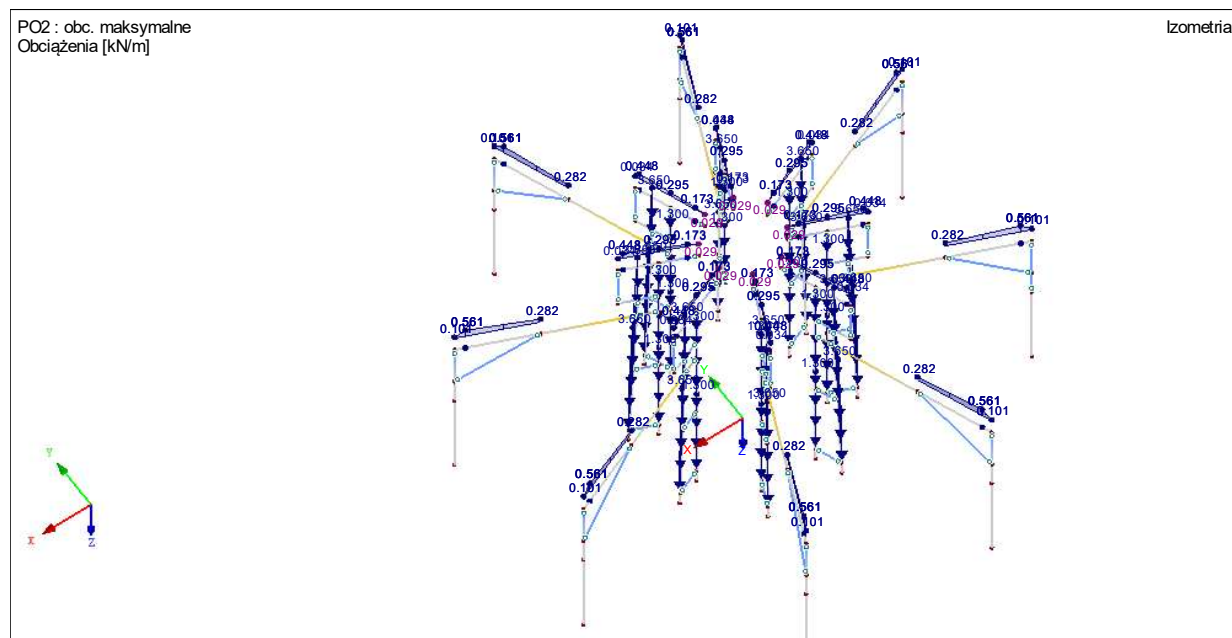
$$\sigma_{c,y,d} = 0,68 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (8,4\%)$$

$$\sigma_{c,z,d} = 3,58 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (44,3\%)$$

## Poz.1.6 RAMA R4

### Poz.1.6.1 OBCIAZENIA

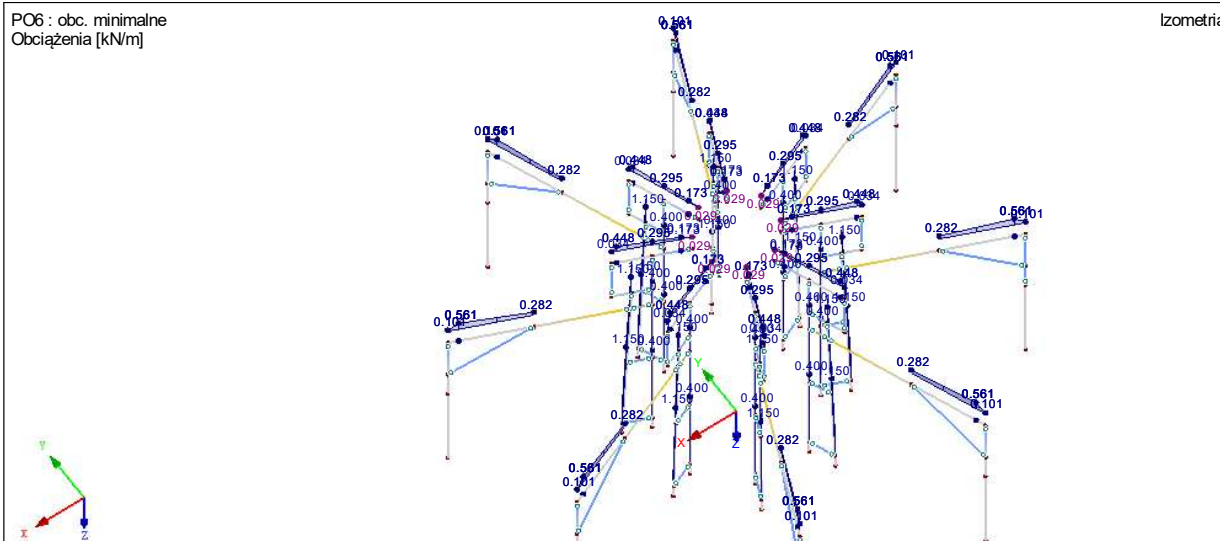
#### • OBCIĄŻENIE STAŁE MAKSYMALNE



- OBCIĄŻENIE STAŁE MINIMALNE**

PO6 : obc. minimalne  
Obciążenia [kN/m]

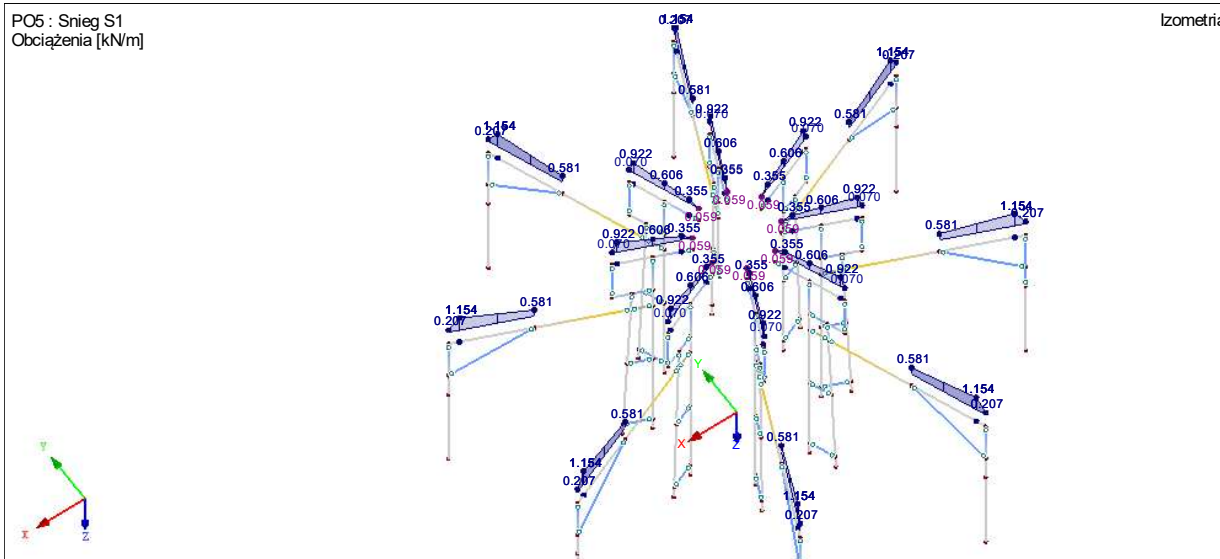
Izometria



- SNIEG S1**

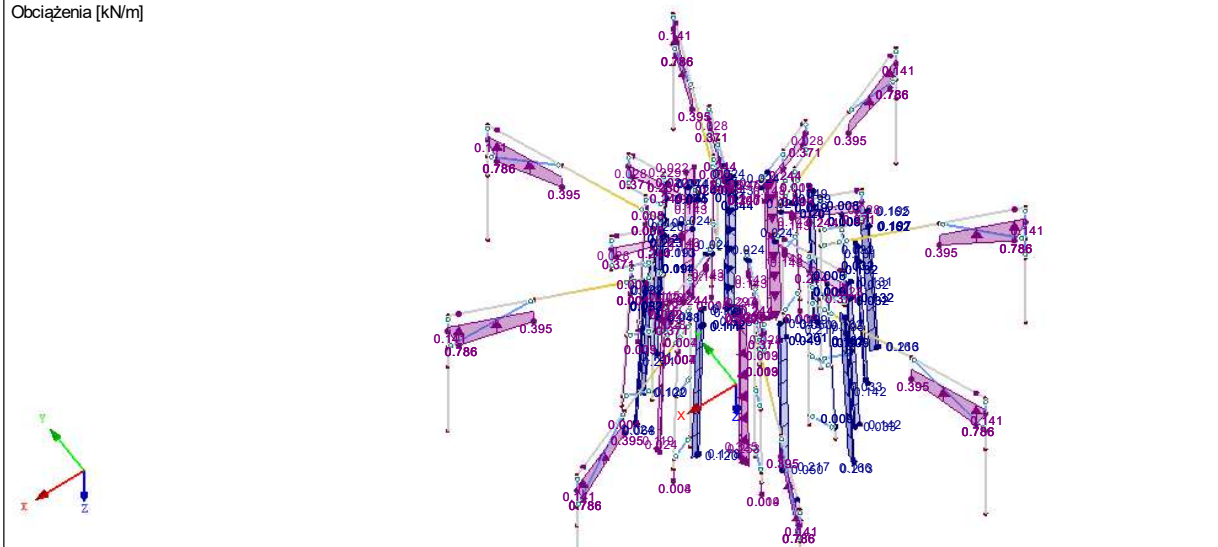
PO5 : Snieg S1  
Obciążenia [kN/m]

Izometria

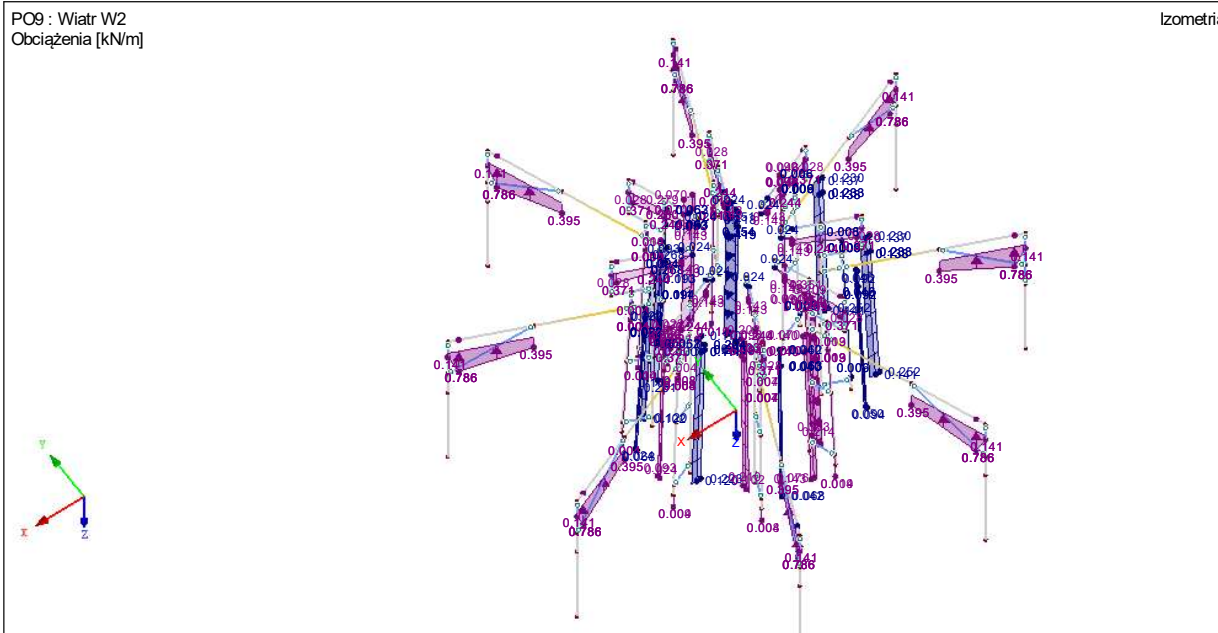


• **WIATR W1**PO8 : Wiatr W1  
Obciążenia [kN/m]

Izometria

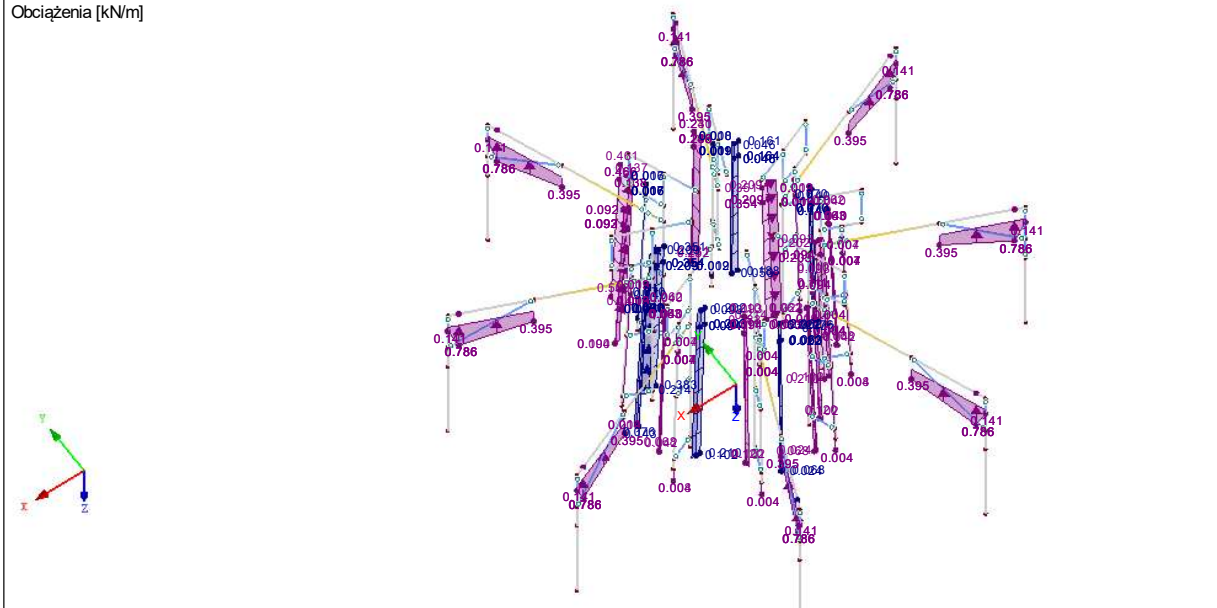
• **WIATR W2**PO9 : Wiatr W2  
Obciążenia [kN/m]

Izometria

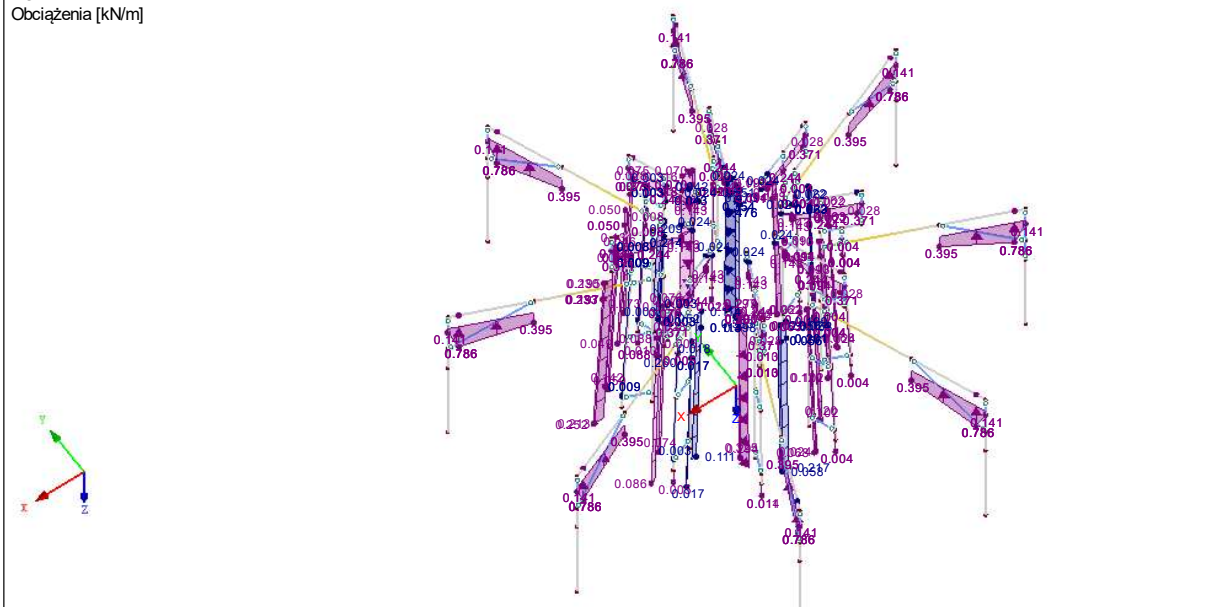


• **WIATR W3**PO10 : Wiatr W3  
Obciążenia [kN/m]

Izometria

• **WIATR W4**PO11 : Wiatr W4  
Obciążenia [kN/m]

Izometria



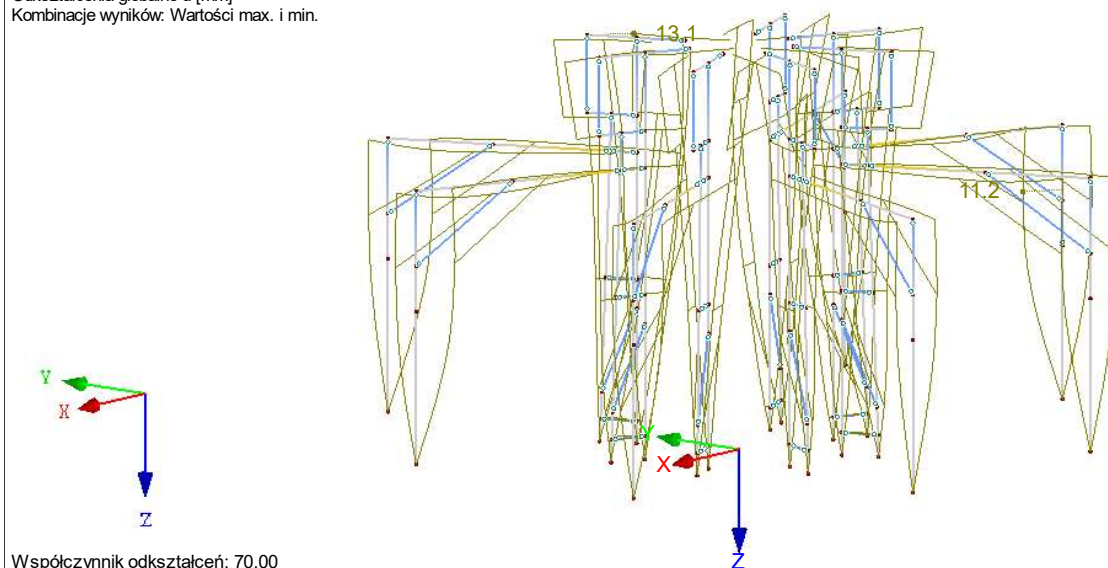
**Poz.1.6.2 SIŁY WEWNĘTRZNE****PRZEMIESZCZENIA**

KW2 : SGU - Charakterystyczny

Odształcenia globalne u [mm]

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria

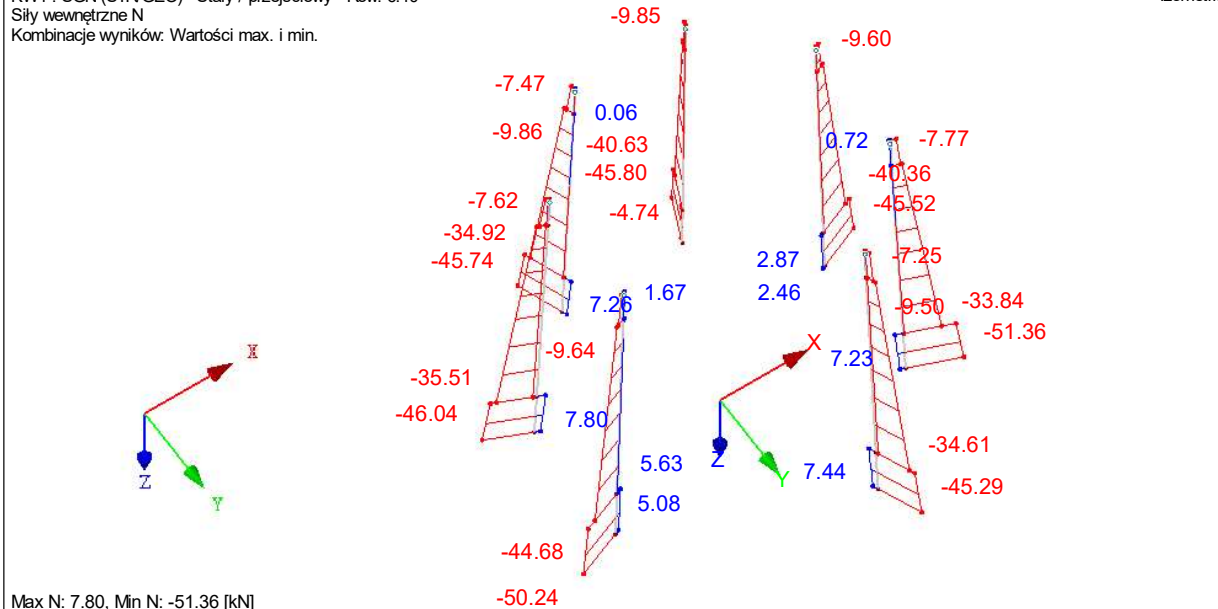
**Poz.1.6.3 WYMIAROWANIE:**• **SŁUP ZEWNĘTRZNY S1**

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Siły wewnętrzne N

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

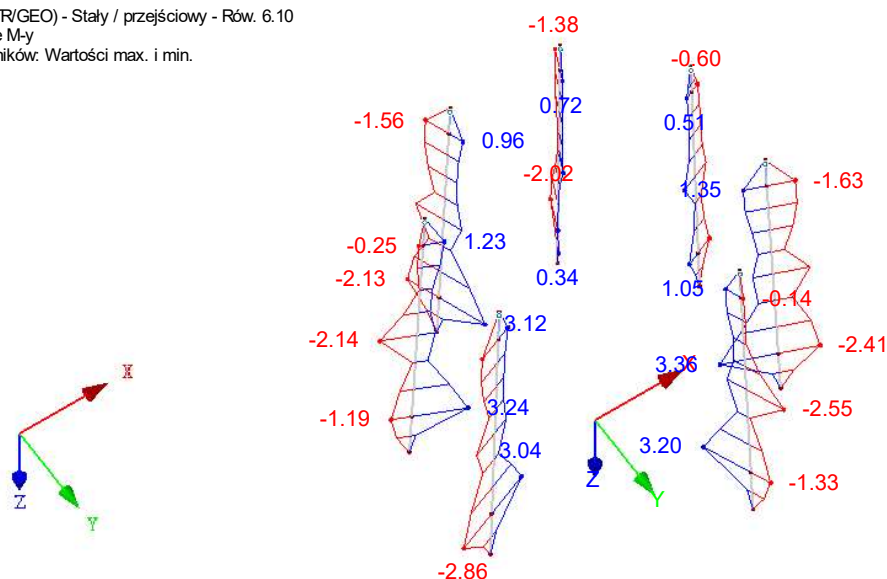
Izometria





KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-y  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

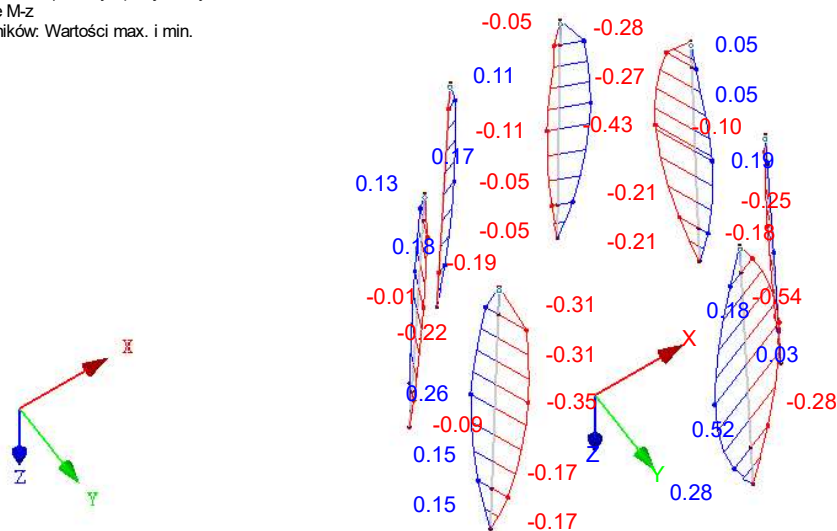
Izometria



Max M-y: 3.36, Min M-y: -2.86 [kNm]

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-z  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



Max M-z: 0.52, Min M-z: -0.54 [kNm]

### SŁUP ZEWNĘTRZNY Mz,max

#### DANE:

##### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 6,40$  m  
Współczynniki długości wyboczeniowej:  
- względem osi y  $\mu_y = 0,50$   
- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

##### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość  $b = 200$  mm  
Wysokość  $h = 180$  mm

##### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

##### Obciążenia:

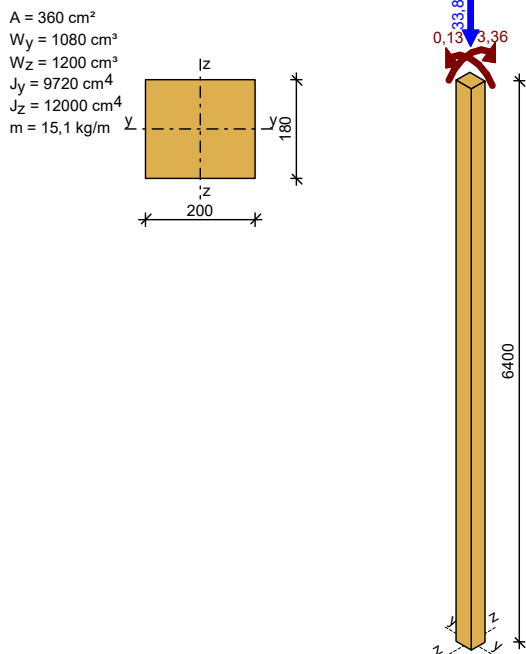
Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 33,84$  kN  
Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 3,36$  kNm  
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,13$  kNm  
Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$ ;  $f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$

$\gamma_M = 1,3$ ;  $k_{mod} = 0,50$

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}$ ;  $G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$N_{c,d} = 33,84 \text{ kN}$ ,  $\sigma_{c,0,d} = 0,94 \text{ MPa}$

$M_{y,d} = 3,36 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,y,d} = 3,11 \text{ MPa}$

$M_{z,d} = 0,13 \text{ kNm}$ ,  $\sigma_{m,z,d} = 0,11 \text{ MPa}$

## Warunek nośności przekroju:

$k_m = 0,7$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,014 + 0,337 + 0,008 = 0,359 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,014 + 0,236 + 0,012 = 0,261 < 1$$

## Warunek stateczności elementu:

## - wyboczenie

$k_{c,y} = 0,656$ ;  $k_{c,z} = 0,253$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,177 + 0,337 + 0,008 = 0,523 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,460 + 0,236 + 0,012 = 0,708 < 1$$

## - zwężenie

$k_{crit} = 1,000$

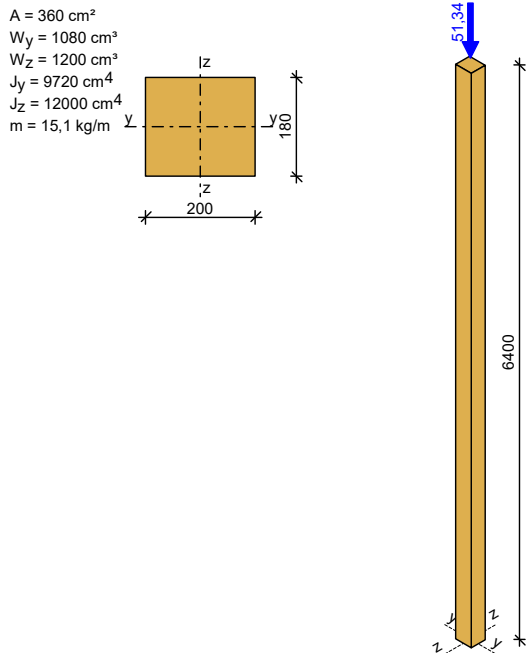
$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}) = 0,460 + 0,114 + 0,012 = 0,586 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + (\sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 = 0,177 + 0,337 + 0,000 = 0,514 < 1$$

**SŁUP ZEWNĘTRZNY Nmax**Obciążenia:



Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 51,34 \text{ kN}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$   
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$$N_{c,d} = 51,34 \text{ kN}$$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 1,43 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (17,7\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,656$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,269 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,253$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,698 < 1$$

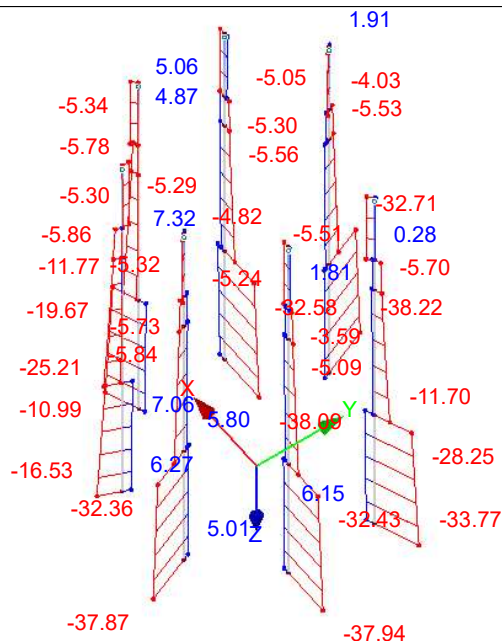
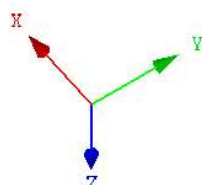
# • SŁUP ŚRODKOWY S2

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Siły wewnętrzne N

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria

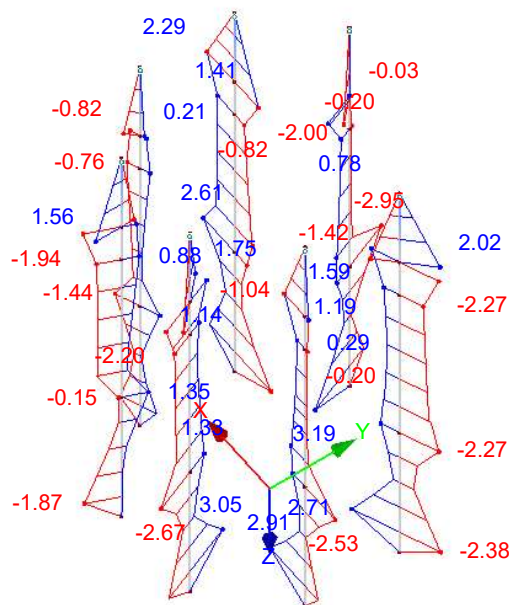
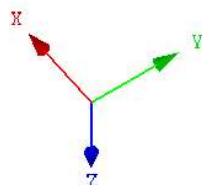


KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Siły wewnętrzne M-y

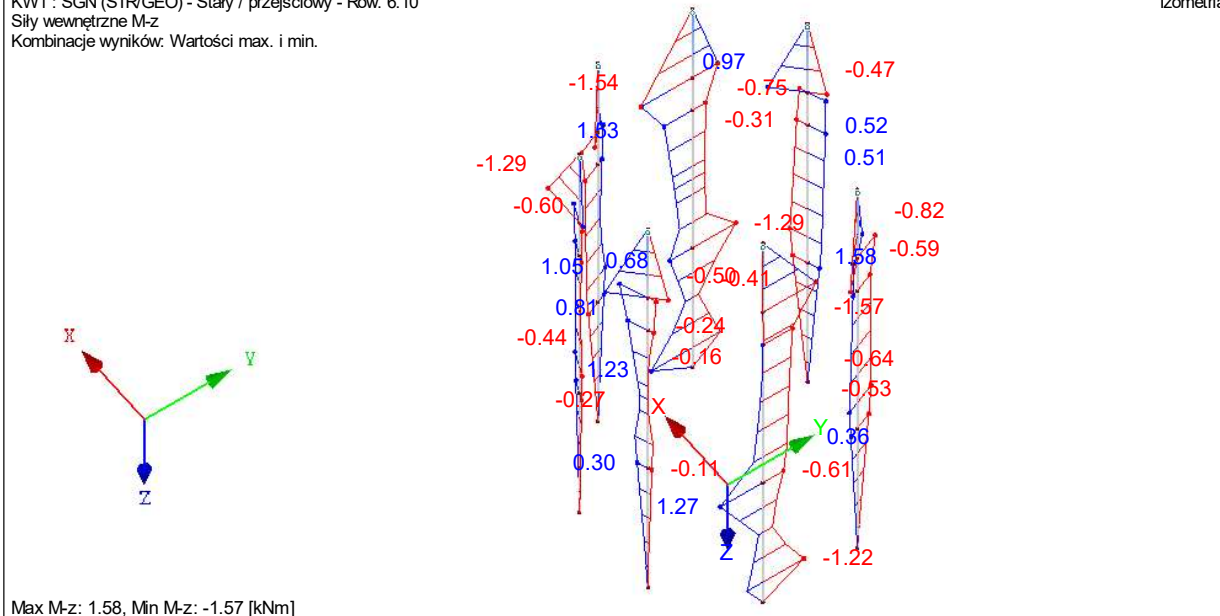
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-z  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



### SŁUP ŚRODKOWY Nmax Konstrukcje drewniane - Słup

#### DANE:

##### Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,80$  m  
Współczynniki długości wyboczeniowej:  
- względem osi y  $\mu_y = 0,50$   
- względem osi z  $\mu_z = 1,00$

##### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość  $b = 180$  mm  
Wysokość  $h = 180$  mm

##### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

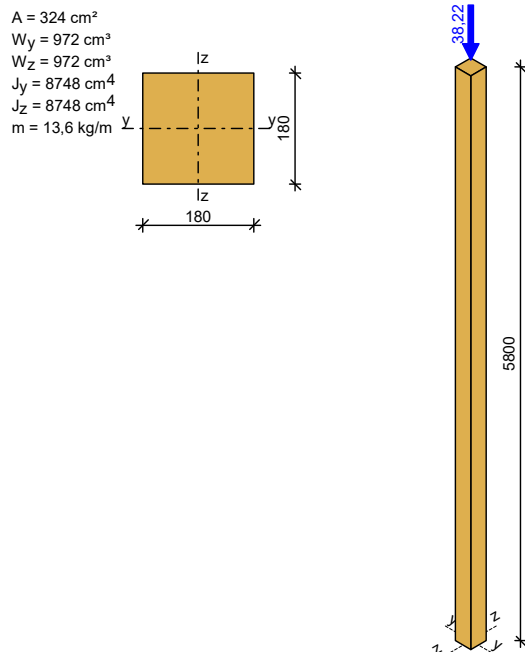
##### Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 38,22$  kN  
Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00$  kNm  
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00$  kNm  
Klasa trwania obciążenia: stałe  
Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

#### ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
Klasa użytkowania konstrukcji: 3

#### WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$$N_{c,d} = 38,22 \text{ kN}$$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 1,18 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (14,6\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,729$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,200 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,250$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,585 < 1$$

**SŁUP ŚRODKOWY  $M_{z,max}$** **Konstrukcje drewniane - Słup**Obciążenia:

$$\text{Siła ściskająca obliczeniowa} \quad N_{c,d} = 37,13 \text{ kN}$$

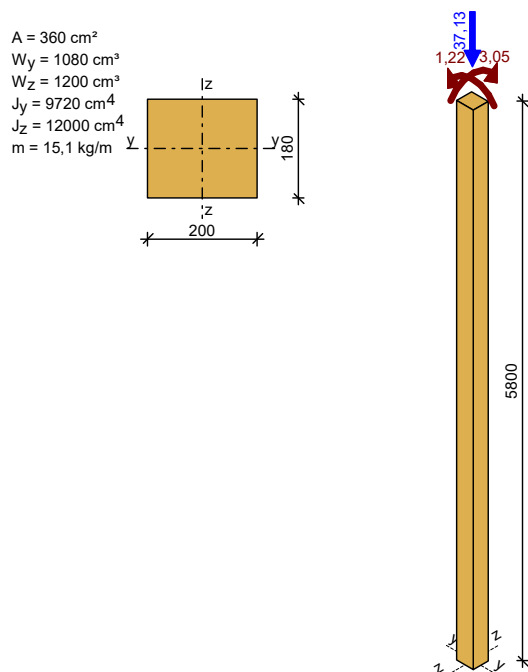
$$\text{Moment zginający obliczeniowy} \quad M_{y,d} = 3,05 \text{ kNm}$$

$$\text{Moment zginający obliczeniowy} \quad M_{z,d} = 1,22 \text{ kNm}$$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 37,13 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,03 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 3,05 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 2,82 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 1,22 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,02 \text{ MPa}$$

## Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,016 + 0,306 + 0,077 = 0,399 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,016 + 0,214 + 0,110 = 0,341 < 1$$

## Warunek stateczności elementu:

## - wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,729; k_{c,z} = 0,303$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,175 + 0,306 + 0,077 = 0,558 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,422 + 0,214 + 0,110 = 0,746 < 1$$

## - zwężenie

$$k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}) = 0,422 + 0,094 + 0,110 = 0,626 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + (\sigma_{m,z,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 = 0,175 + 0,306 + 0,012 = 0,493 < 1$$

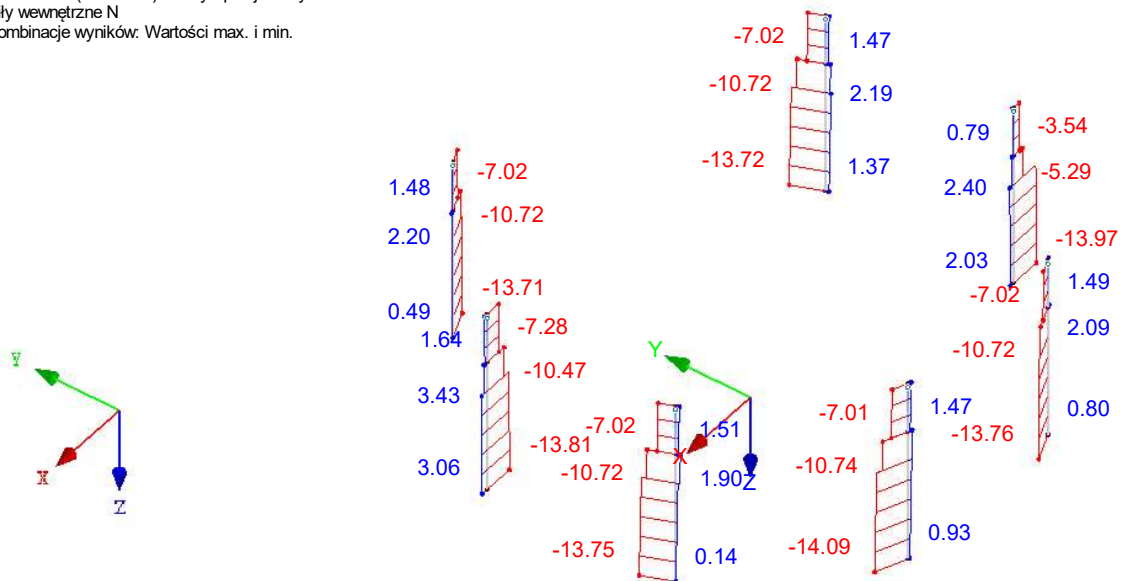
# • SŁUP PERGOLI

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Siły wewnętrzne N

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria

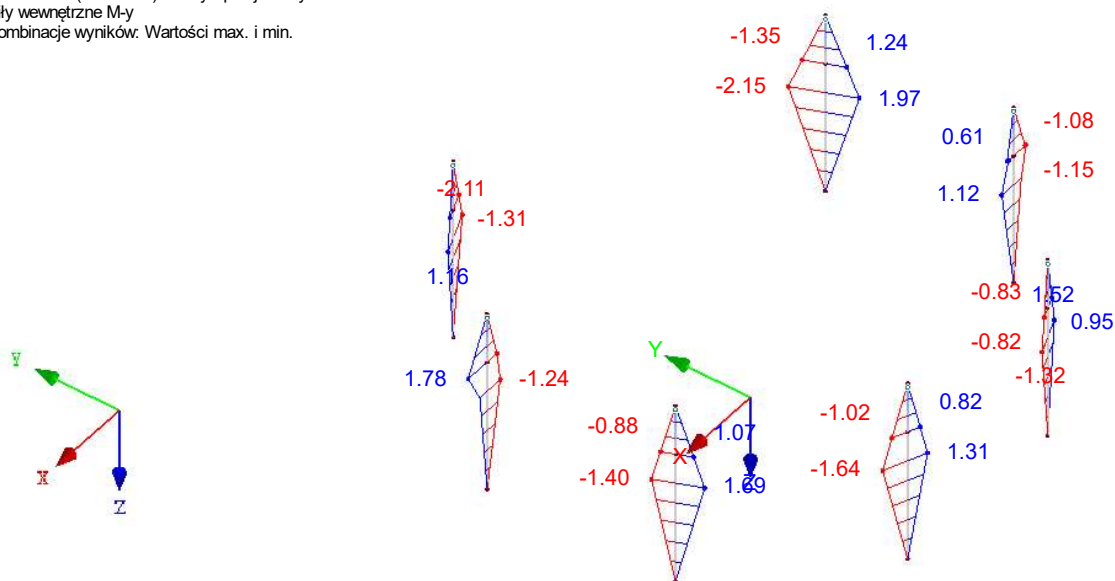


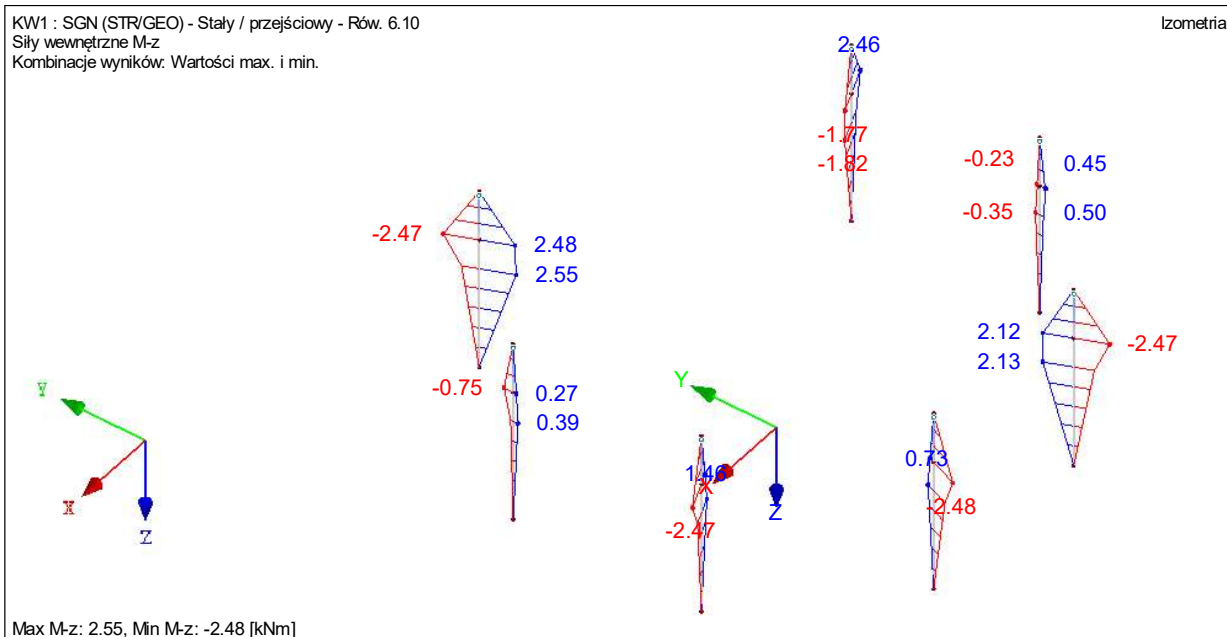
KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

Siły wewnętrzne M-y

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



**SŁUP WEWNĘTRZNY Mmax****DANE:**Geometria:

Wysokość słupa  $l_{col} = 5,00$  m  
 Współczynniki długości wyboczeniowej:  
 - względem osi y  $\mu_y = 1,00$   
 - względem osi z  $\mu_z = 0,50$

Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
 Szerokość  $b = 180$  mm  
 Wysokość  $h = 180$  mm

Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

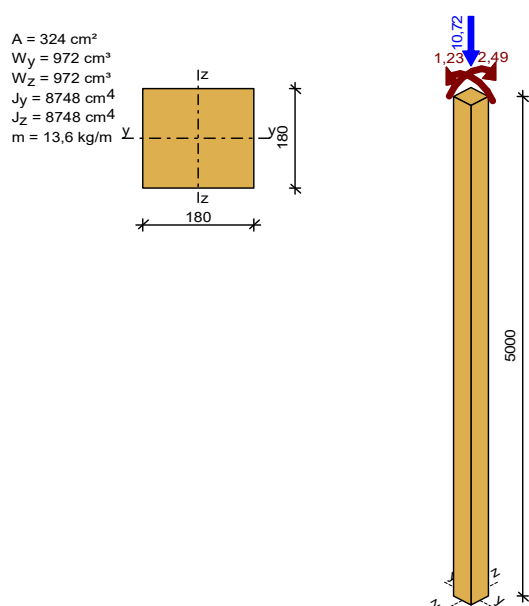
Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 10,72$  kN  
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 2,49$  kNm  
 Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 1,23$  kNm  
 Klasa trwania obciążenia: stałe  
 Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**ZAŁOŻENIA:**

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)  
 Klasa użytkowania konstrukcji: 3

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**

Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}; f_{m,k} = 24,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 9,23 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Zginanie ze ściskaniem osiowym:

$$N_{c,d} = 10,72 \text{ kN}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,33 \text{ MPa}$$

$$M_{y,d} = 2,49 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,y,d} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$M_{z,d} = 1,23 \text{ kNm}, \quad \sigma_{m,z,d} = 1,27 \text{ MPa}$$

## Warunek nośności przekroju:

$$k_m = 0,7$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,278 + 0,096 = 0,375 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,002 + 0,194 + 0,137 = 0,333 < 1$$

## Warunek stateczności elementu:

## - wyboczenie

$$k_{c,y} = 0,327; k_{c,z} = 0,816$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,125 + 0,278 + 0,096 = 0,499 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,050 + 0,194 + 0,137 = 0,382 < 1$$

## - zwichrzenie

element o przekroju kwadratowym/okrągłym nie ulega zwichrzeniu

**SŁUP WEWNĘTRZNY Nmax**Obciążenia:

Siła ściskająca obliczeniowa  $N_{c,d} = 14,09 \text{ kN}$

Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 0,00 \text{ kNm}$

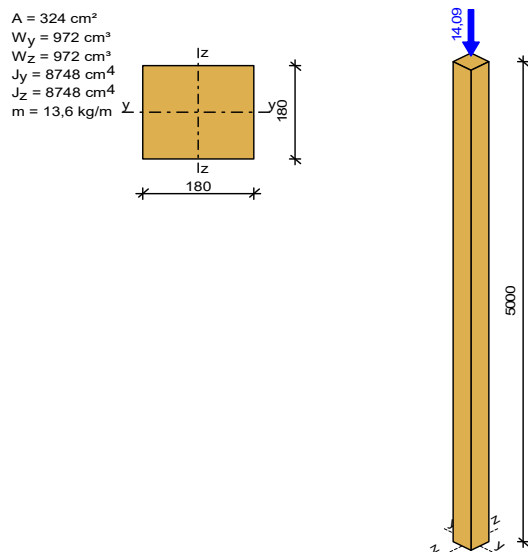
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,00 \text{ kNm}$

Klasa trwania obciążenia: stałe

Poziom przyłożenia obciążenia: w osi środkowej

**WYNIKI wg PN-EN 1995-1-1:**



Wytrzymałości obliczeniowe drewna:

$$f_{c,0,k} = 21,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3; k_{mod} = 0,50$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 8,08 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,40 \text{ GPa}; G_{0,05} = 0,46 \text{ GPa}$$

Ściskanie wzdłuż włókien:

$$N_{c,d} = 14,09 \text{ kN}$$

Warunek nośności przekroju:

$$\sigma_{c,0,d} = N_{c,d} / A = 0,43 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (5,4\%)$$

Warunek stateczności elementu:

- wyboczenie względem osi y

$$k_{c,y} = 0,327$$

$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) = 0,165 < 1$$

- wyboczenie względem osi z

$$k_{c,z} = 0,816$$

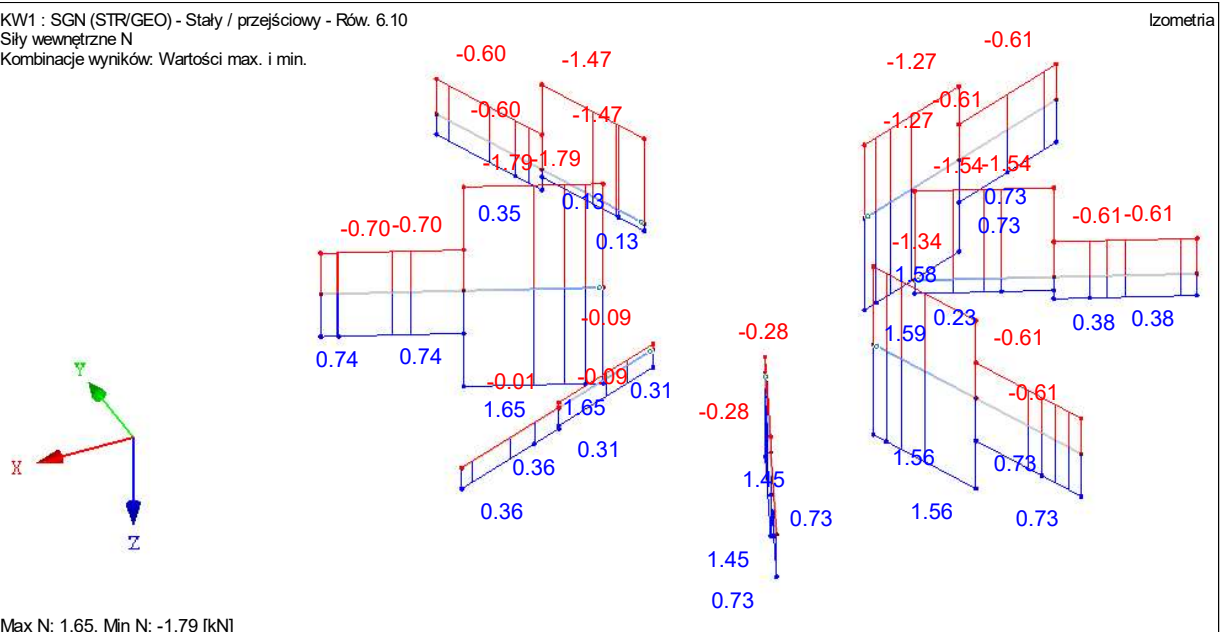
$$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) = 0,066 < 1$$

## ● RYGIEL GÓRNY RAMY – BELKA B9

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10

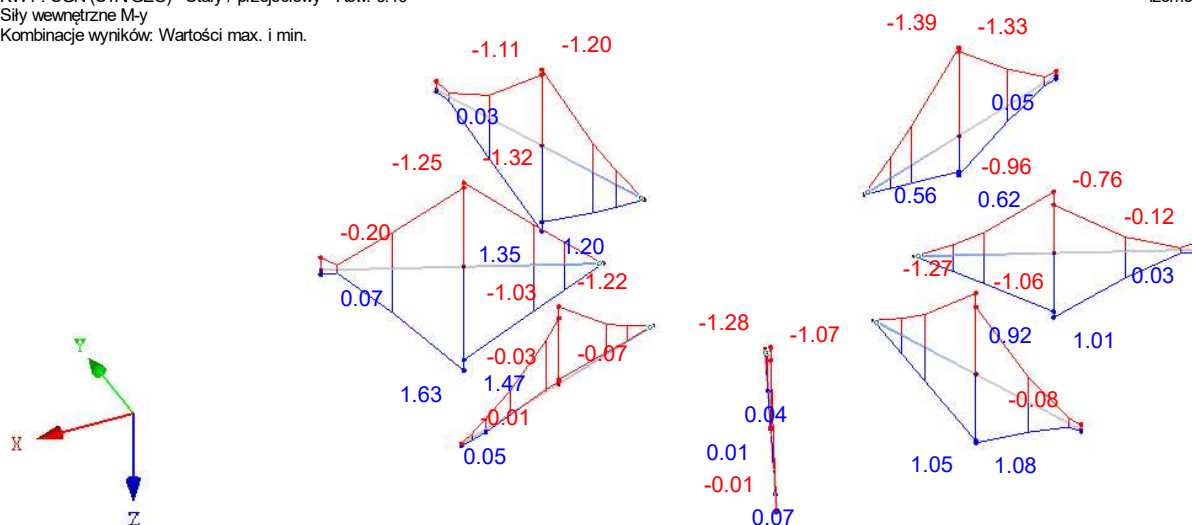
Siły wewnętrzne N

Kombinacje wyników: Wartości max. i min.



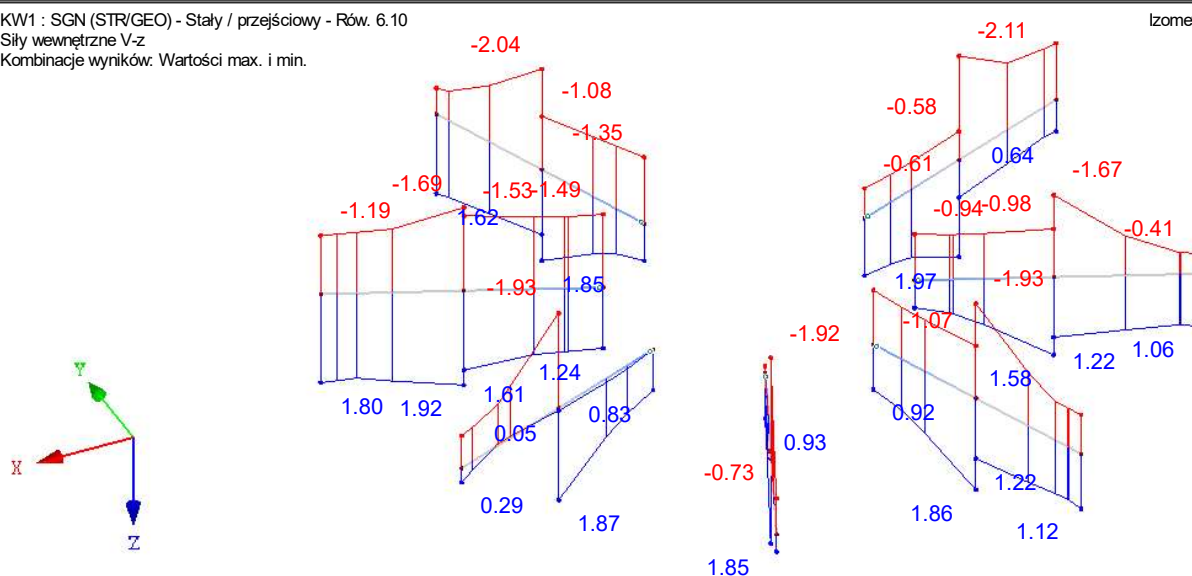
KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-y  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne V-z  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



### BELKA B1 Nmax sciskanie

#### Wymiarowanie przekroju - Zginanie z rozciąganiem osiowym

#### DANE:

##### Przekrój:

Typ przekroju: prostokątny  
Szerokość  $b = 180 \text{ mm}$   
Wysokość  $h = 160 \text{ mm}$

##### Materiał:

Drewno lite iglaste **C24** wg PN-EN 338:2016-06

##### Obciążenia:

Siła rozciągająca obliczeniowa  $N_{t,d} = 1,79 \text{ kN}$   
Moment zginający obliczeniowy  $M_{y,d} = 1,32 \text{ kNm}$   
Moment zginający obliczeniowy  $M_{z,d} = 0,10 \text{ kNm}$   
Klasa trwania obciążenia: stałe  
Zwchrzeniowa długość efektywna  $l_{ef} = 2,15 \text{ m}$

A square with side length 180 is divided into four quadrants by dashed lines labeled  $x$  and  $y$ . The quadrants are labeled I, II, III, and IV. The horizontal axis is labeled  $x$  and the vertical axis is labeled  $y$ . The side length 180 is indicated at the bottom and right.

W K W . P R O J E K T      Katarzyna Wilczek  
PROJEKTOWANIE KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH I INŻYNIERSKICH

**DANE:**Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny z przewiązkamiSzerokość  $b = 10,0 \text{ cm}$ Wysokość  $h = 18,0 \text{ cm}$ Grubość przewiązek  $b = 20,0 \text{ cm}$ Rozstaw przewiązek  $l_1 = 200,0 \text{ cm}$ Łączniki: śrubyŚrednica łączników  $d = 12,0 \text{ mm}$ Drewno:drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**→  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$ ,  $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$ ,  $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$ ,  $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$ ,  $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$ ,  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ 

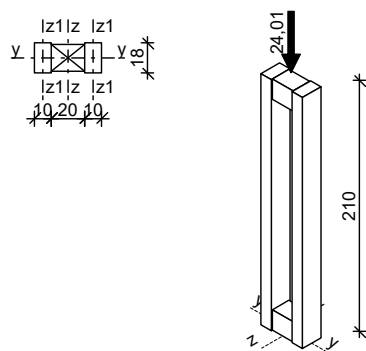
Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 3

Geometria:Wysokość słupa  $l_{col} = 2,10 \text{ m}$ 

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y  $\mu_y = 1,00$ - względem osi z  $\mu_z = 1,00$ Obciążenia:Siła ściskająca  $N_c = 24,01 \text{ kN}$ Moment zginający  $M_y = 0,00 \text{ kNm}$ Moment zginający  $M_z = 0,00 \text{ kNm}$ 

Klasa trwania obciążenia: stałe

**WYNIKI:**Ściskanie równoległe: $N_c = 24,01 \text{ kN}$ 

Warunek smukłości:

 $\lambda_y = 40,41 < \lambda_c = 150 \quad (26,9\%)$  $\lambda_z = 130,34 < \lambda_c = 150 \quad (86,9\%)$ 

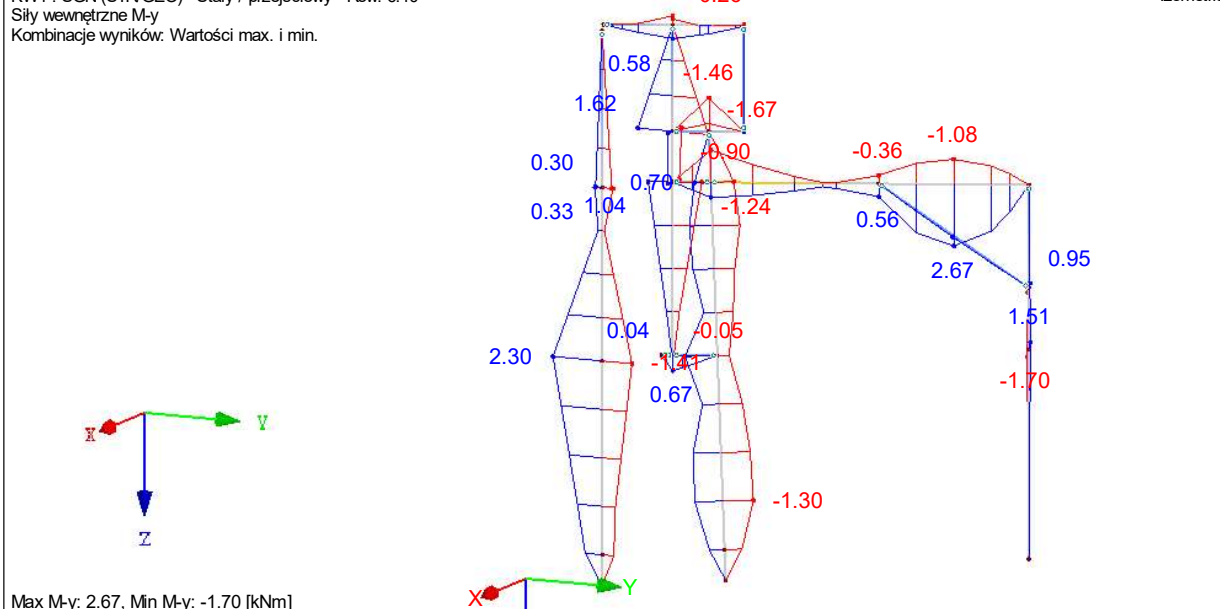
Warunek nośności:

 $k_{c,y} = 0,938$ ;  $k_{c,z} = 0,188$  $\sigma_{c,y,d} = 0,71 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (8,8\%)$  $\sigma_{c,z,d} = 3,54 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 8,08 \text{ MPa} \quad (43,8\%)$

**Poz.1.7 RAMA R5****Poz.1.7.1 SIŁY WEWNĘTRZNE****Momenty MY**

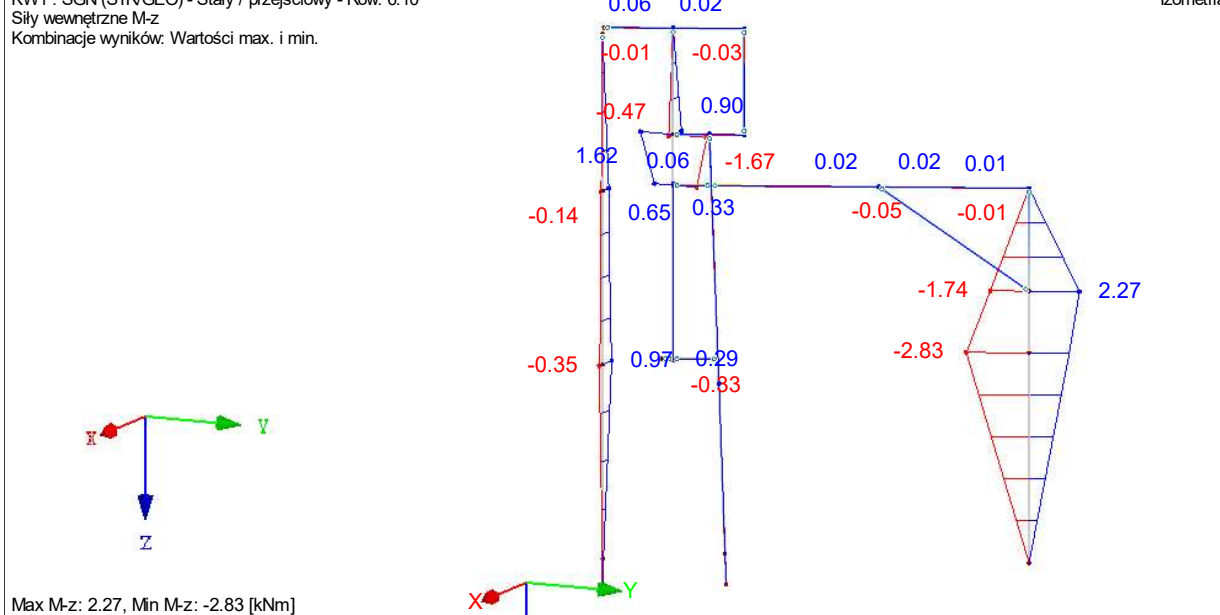
KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-y  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria

**Momenty MZ**

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne M-z  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

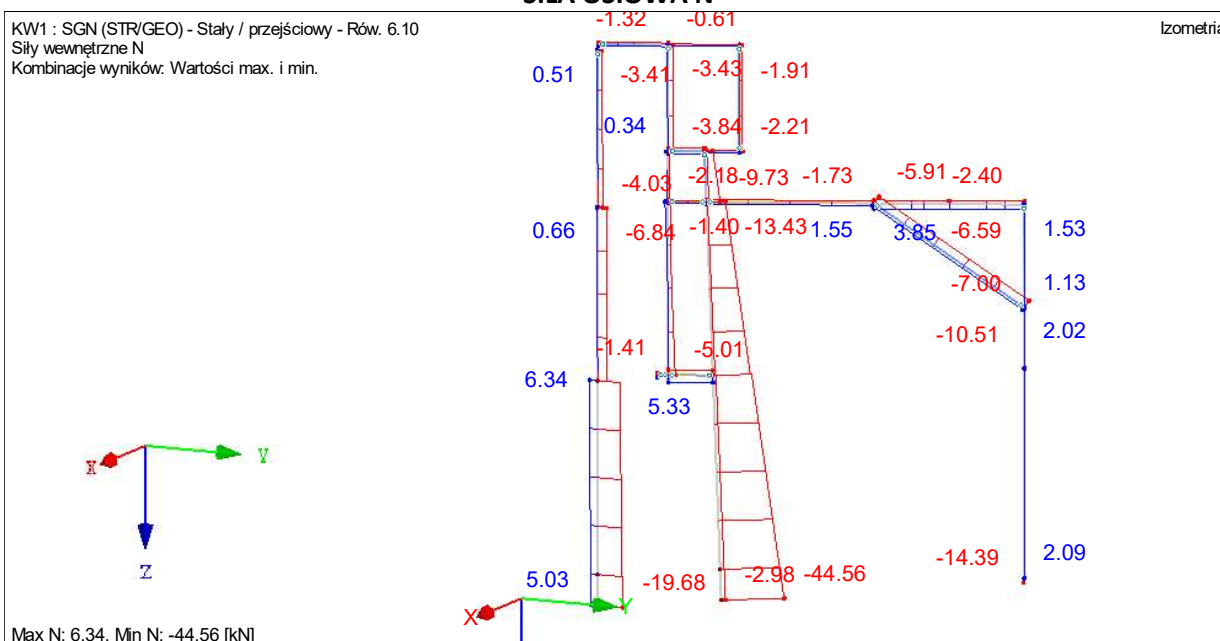
Izometria



## SIŁA OSIOWA N

KW1 : SGN (STR/GEO) - Stały / przejściowy - Rów. 6.10  
Siły wewnętrzne N  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

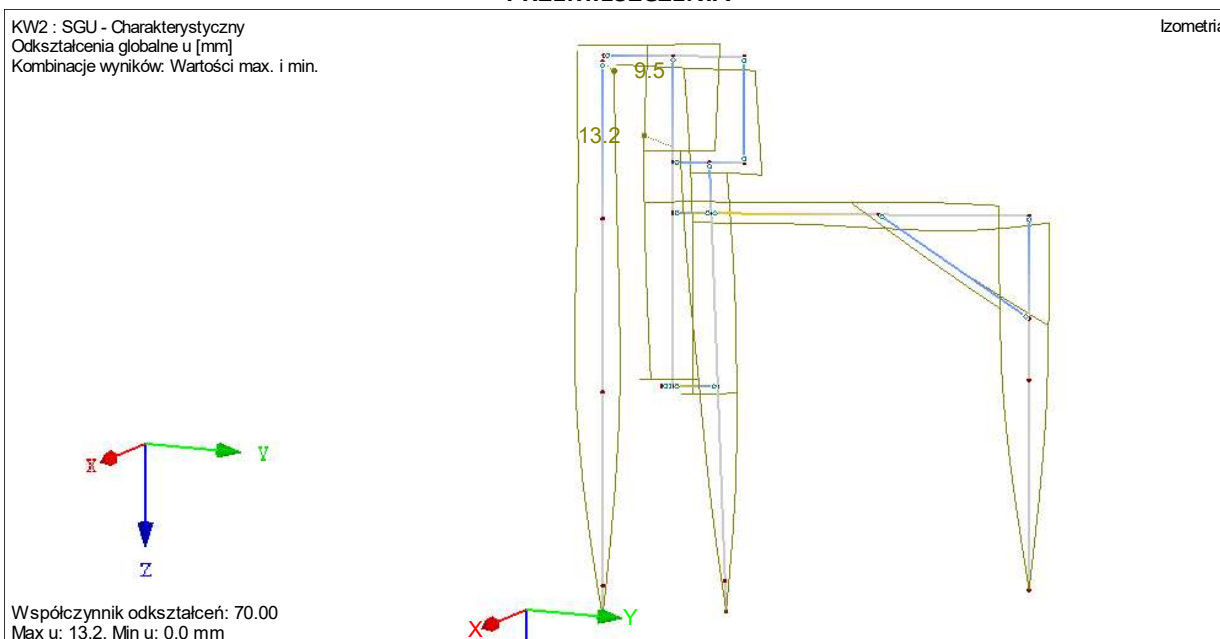
Izometria



## PRZEMIESZCZENIA

KW2 : SGU - Charakterystyczny  
Odkształcenia globalne u [mm]  
Kombinacje wyników: Wartości max. i min.

Izometria



## Poz.1.8 Połączenie

Poz.1.8.1 ŁĄCZNIK Z ZASTOSOWANIEM PŁYTEK KOLCOWYCH  $\phi 50$  i śrub M12

## NOŚNOŚCI CHARAKTERYSTYCZNE PIERŚCIENI BULLDOG

Nośność charakterystyczną złączy na wkładki zębate należy określać jako sumę nośności charakterystycznej samej wkładki i nośności charakterystycznej śruby ściąągającej. Nośność śruby ściąągającej należy określać zgodnie z pkt. 8.5 PN-EN 1995-1-1 (Eurokod 5).

Nośność charakterystyczną  $F_v, R_k$  wkładki zębatej należącej do łączników typu C, należy określać ze wzoru:

$$F_{v,Rk} = 18 k_1 k_2 k_3 d_c^{1,5}$$

Gdzie:

$$d_c = 50 \text{ mm}$$

$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{t_1}{3h_b} \\ \frac{t_2}{5h_b} \end{array} \right.$	<p>gdzie:</p> <p><math>t_1</math> – grubość elementu skrajnego</p> <p><math>t_2</math> – grubość elementu środkowego</p> <p><math>h_b</math> – zagłębienie zęba łącznika</p>
---	--

$$k_1 = \min(1, 100/(3 \cdot 6), 200/(5 \cdot 6)) = (1,5,55; 6,66) = 1,00$$

C1 do C5 (Bulldog)	
$k_2 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{a_{3,t}}{1,5 d_c} \end{array} \right.$	gdzie:
$a_{3,t} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1,1 d_c \\ 7d \\ 80 \text{ mm} \end{array} \right.$	

$$a_{3,t} = \max(1,1 \cdot 50; 7 \cdot 12; 80 \text{ mm}) = 84 \text{ mm}$$

$$k_2 = \min(1; 84/(1,5 \cdot 50)) = 1,00$$

Współczynnik  $k_3$  należy określać ze wzoru:

$$k_3 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,5 \\ \frac{\rho_k}{350} \end{array} \right., \quad k_3 = \min(1,5; 690/350) = 1,5$$

gdzie: - gęstość charakterystyczna drewna, [kg/m<sup>3</sup>]

Zatem nośność charakterystyczna płytki kolcowej wynosi:

$$F_{v,Rk} = 18 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,5 \cdot 50^{1,5} = 9,54 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = F_{v,Rk} \cdot k_{mod} / \gamma_m = 9,54 \text{ kN} \cdot 0,55 / 1,3 = 4,04 \text{ kN}$$

Obciążenie przenoszone przez śrubę M12 dla złącza jednociętego  $V = 5,65 \text{ kN}$

Nośność połączenia złożonego z jednej płyty kolcowej  $\phi 50$  i śruby M12 wynosi

$$\sum F = 4,04 \text{ kN} + 5,65 \text{ kN} = 9,69 \text{ kN}$$

Nośność połączenia złożonego z jednej płyty kolcowej  $\phi 50$  i śruby M12 wynosi

$$\sum F = 2 \cdot 4,04 \text{ kN} + 5,65 \text{ kN} = 13,73 \text{ kN}$$

## Poz.1.8.2 ŁĄCZNIK Z ZASTOSOWANIEM PŁYTEK KOLCOWYCH $\phi 62$

### NOŚNOŚCI CHARAKTERYSTYCZNE PIERŚCIENI BULLDOG

Nośność charakterystyczną złączy na wkładki zębate należy określać jako sumę nośności charakterystycznej samej wkładki i nośności charakterystycznej śruby ściągającej. Nośność śruby ściągającej należy określać zgodnie z pkt. 8.5 PN-EN 1995-1-1 (Eurokod 5).

Nośność charakterystyczną  $F_v, R_k$  wkładki zębatej należącej do łączników typu C, należy określać ze wzoru:

$$F_{v,Rk} = 18 k_1 k_2 k_3 d_c^{1,5}$$

Gdzie:

$$d_c = 62 \text{ mm}$$

$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{t_1}{3h_e} \\ \frac{t_2}{5h_e} \end{array} \right.$	<p>gdzie:</p> <p><math>t_1</math> – grubość elementu skrajnego</p> <p><math>t_2</math> – grubość elementu środkowego</p> <p><math>h_e</math> – zagłębienie zęba łącznika</p>
---	--

$$k_1 = \min(1, 100/(3 \cdot 6), 200/(5 \cdot 6)) = (1,5,55; 6,66) = 1,00$$

C1 do C5 (Bulldog)	
$k_2 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{a_{3,t}}{1,5 d_c} \end{array} \right.$	gdzie:
$a_{3,t} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1,1 d_c \\ 7d \\ 80 \text{ mm} \end{array} \right.$	

$$a_{3,t} = \max(1,1 \cdot 62; 7 \cdot 16; 80 \text{ mm}) = 112 \text{ mm}$$

$$k_2 = \min(1; 112/(1,5 \cdot 62)) = 1,00$$

Współczynnik  $k_3$  należy określać ze wzoru:

$$k_3 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,5 \\ \frac{\rho_k}{350} \end{array} \right., \quad k_3 = \min(1,5; 690/350) = 1,5$$

gdzie: - gęstość charakterystyczna drewna, [kg/m<sup>3</sup>]

Zatem nośność charakterystyczna płytki kolcowej wynosi:

$$F_{v,Rk} = 18 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,5 \cdot 62^{1,5} = 14149 \text{ N} = 13,18 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = F_{v,Rk} \cdot k_{mod} / \gamma_m = 13,18 \text{ kN} \cdot 0,55 / 1,3 = 5,58 \text{ kN}$$

Obciążenie przenoszone przez śrubę M16 dla złącza jednoczętowego  $V = 8,10 \text{ kN}$

Nośność połączenia złożonego z jednej płytki kolcowej i śruby M16 wynosi

$$\sum F = 5,58 \text{ kN} + 8,10 \text{ kN} = 13,68 \text{ kN}$$

Nośność połączenia złożonego z dwóch zestawów  $\sum F$  płyt kolcowych i śruby M16 wynosi

$$\sum F = 2 \cdot 5,58 \text{ kN} + 8,10 \text{ kN} = 19,26 \text{ kN}$$



## MINIMALNE ODLEGŁOŚCI I NOŚNOŚCI CHARAKTERYSTYCZNE

Referencje	Typ	Wybrana grubość drewna		Odległości minimalne					
		$t_1$ [mm]	$t_2$ [mm]	Rozstaw równoległy do włókien	Rozstaw prostopadły do włókien	Od końca obciążonego	Od końca nieobciążonego	Od boku obciążonego	Od boku nieobciążonego
				$a_{1, \alpha=0^\circ}$ [mm]	$a_2$ [mm]	$a_{3,1}$ [mm]	$a_{3,2, \alpha=90^\circ}$ [mm]	$a_{4,1, \alpha=90^\circ}$ [mm]	$a_{4,2}$ [mm]
C1-50	C1	18	30	75	60	75	75	40	30
C1-62	C1	23	37	93	75	93	93	50	38
C1-75	C1	28	46	113	90	113	113	60	45

## Poz. 2 POSADOWIENIE

## Poz.2.1 Płyta fundamentowa

Z uwagi na parcie wody przyjęto grubość płyty  $65,7\text{m}^2 \cdot 1,30\text{m} + 2,80\text{m}^2 \cdot 1,00\text{m} = 88,21\text{m}^3$

Ciezar wody  $10\text{kN/m}^3 \cdot 88,21\text{m}^3 = 882,10\text{kN}$

Ciezar płyty  $25,00\text{kN/m}^3 \cdot (37,20 \cdot 1,15 + 26,20 \cdot 0,40 + 2,80 \cdot 0,35 + 1,70 \cdot 0,65) + 8 \cdot 0,30 \cdot 0,45 \cdot 2,05 = (55,34 + 2,21) \cdot 25,00 = 1438,85\text{kN}$

$G_w < G_p, 1,35 \cdot 882,10 = 1190,83\text{kN} < 0,90 \cdot 1438,85\text{kN} = 1294,97\text{kN}$

Minimalne pole przekroju zbrojenia głównego ze względu na zarysowania wzór (7.1) PN-EN				
$A_{s,min} \sigma_s = k_c k f_{ct,eff} A_{ct}$				
		Dane	Wynik	Jednostka
h	wysokość przekroju	35		cm
$k_c$		0,4		
k			0,97	
$f_{ct,eff}$		03.sty		MPa
$A_{ct}$			1500	cm <sup>2</sup> /m.b.
$\sigma_{s,lim}$		240		MPa
Otulina		5		cm
$A_{s,min}$			9,17	cm <sup>2</sup> /m.b.

Dla zbrojenia  $\phi 12\text{co}10$  powierzchnia  $A_s = 11,30\text{cm}^2/\text{mb} > A_{s,min} = 9,17\text{cm}^2/\text{mb}$

## Przyjęto:

Płyta gr.35cm wylana w spadku

Beton B45 (C35/45) W10

Zbrojenie na długości górą i dołem  $\phi 12$  (BSt500) co 10cm

Zbrojenie na szerokości górą i dołem  $\phi 12$  (BSt500) co 10cm

Klasa ekspozycji XS2

Otulina:

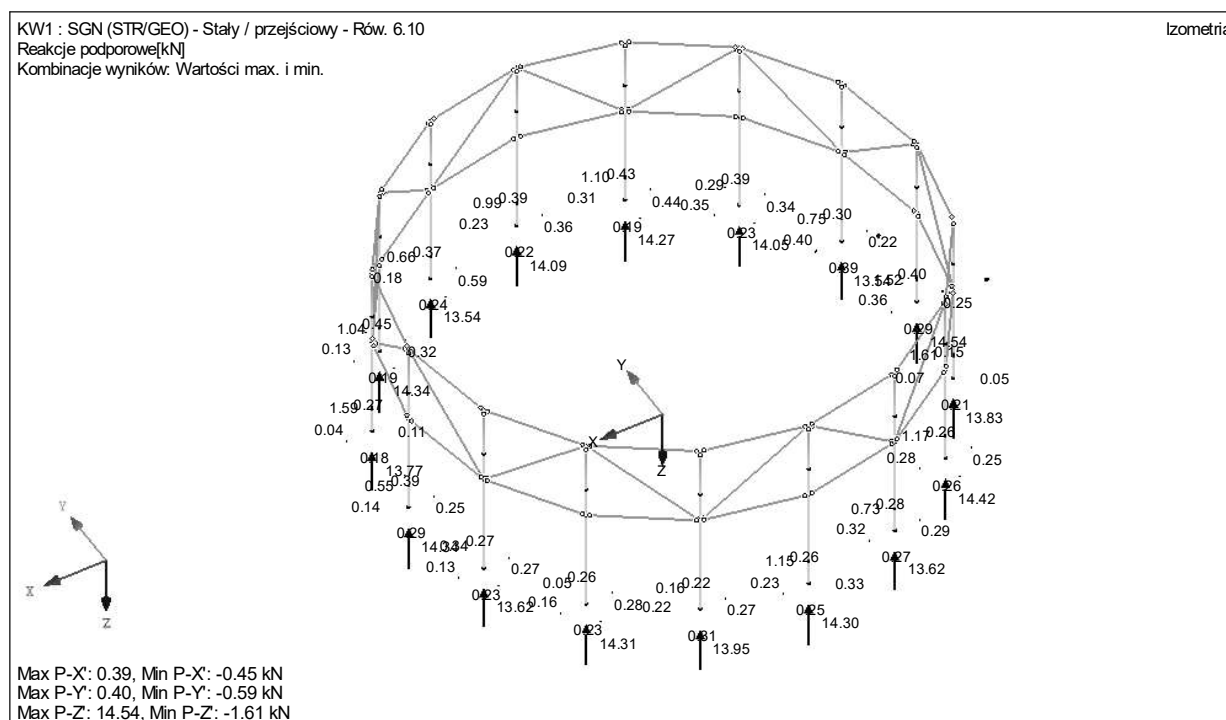
- dołem i bokiem 45mm

- górą 45mm

Pod płytą fundamentową należy wykonać izolację poślizgową w postaci 3x folia PE 05, warstwę chudego betonu B10 gr.10cm

Z uwagi na występujące w poziomie posadowienia nasypy niebudowlalne należy je w całości usunąć aż do stropu warstwy nośnej i przestrzeń wypełnić piaskiem średnim zagęszczonym do  $I_s = 0,98$ . W przypadku zalegania pod płytą piasku średniego należy go na głębokości 30cm zagęścić do  $I_s = 0,98$

## Poz.2.2 Ława fundamentowa pod słupy pegoli



Maksymalna reakcja

$$V_{\max} = 14,34 \text{ kN}$$

$$H_x = 0,19 \text{ kN}$$

$$H_y = 0,010 \text{ kN}$$

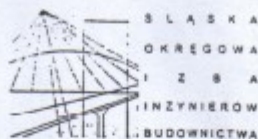
### Przyjęto:

Pod słupami zadaszona pasazu spacerowego zostanie wykonana ława fundamentowa schodkowa o szerokości podstawy 60x40cm z kominem gr.25cm. W czasie betonowania komina należy osadzić w betonie łączniki do mocowania słupków drewnianych typu wspornik słupa o długości pręta  $\phi 70$  l=480mm.

Beton B30 (C25/30) W8

Opracowała:  
mgr. inż. Katarzyna Wilczek

Sprawdziłam:  
mgr. inż. Wojtek Wilczek



SLK/OKK/7131/0585/04

Katowice, dnia 29 listopada 2004 r.

**DECYZJA**

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42 z późn. zm.), art. 13 ust. 1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2000 r. Nr 106, poz. 1126 z późn. zm.) oraz § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 1995 r. Nr 8, poz. 38, z późn. zm.) w związku z art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.)

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Śl.OIIB  
n a d a j e

Panu(i) Katarzynie Gawol  
Mgr inż. budownictwa  
ur. dnia 11-04-1976 w Gliwicach

UPRAWNIENIA BUDOWLANE  
numer ewidencyjny SLK/0585/POOK/04

do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

**UZASADNIENIE**

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Katowicach na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, uchwałą Nr 14/04 z dnia 29 listopada 2004 r. stwierdziła, że Pan(i) Katarzyna Gawol posiada wymagane prawem: wykształcenie i praktykę zawodową oraz uzyskał(a) pozytywny wynik egzaminu - konieczne do uzyskania uprawnień budowlanych do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej.

Szczegółowy zakres uprawnień jest określony na odwołanie niniejszej decyzji.

**Pouczenie**

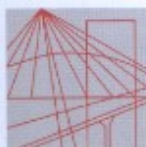
1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy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

PRZEWODNICZĄCY  
OKRĘGOWEJ KOMISJI Kwalifikacyjnej  
Ślaskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa  
mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz



PRZEWODNICZĄCY RADY  
Ślaskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa  
mgr inż. Stefan Czarniecki





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/7131/2355/08

Katowice, dnia 17 grudnia 2008 r.

### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5, poz. 42 z późn. zm.), art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 2, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.) oraz § 11 ust. 1 pkt 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. z 2006 r. Nr 83, poz. 578 z późn. zm.) w związku z art. 104 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.)

#### Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Śl.OIIB n a d a j e

**Panu(i) Wojciechowi Wilczek**

Mgr inż. budownictwa

ur. dnia 27 marca 1977 w Mysłowicach

#### UPRAWNIENIA BUDOWLANE numer ewidencyjny SLK/2355/POOK/08

do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

### UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Katowicach na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan(i) **Wojciech Wilczek** posiada wymagane prawem: wykształcenie i praktykę zawodową oraz uzyskał(a) pozytywny wynik egzaminu - konieczne do uzyskania uprawnień budowlanych **do projektowania bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno - budowlanej**.

Szczegółowy zakres uprawnień jest określony na odwrocie niniejszej decyzji.

#### Pouczenie

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

#### Otrzymują:

1. Pan(i) Wojciech Wilczek  
Junaków 7  
43-100 Tychy
2. Okręgowa Rada Izby
3. Główny Inspektor  
Nadzoru Budowlanego
4. a/a.



#### Skład orzekający OKK

1.   
Mgr inż. Zbigniew Dzierżewicz
2.   
Mgr inż. Bolesław Jurkiewicz
3.   
Mgr inż. Tadeusz Lipiński

**Zaświadczenie**

o numerze weryfikacyjnym:

**SLK-FVE-322-VU4 \***

Pani Katarzyna Wilczek o numerze ewidencyjnym SLK/BO/2868/05

adres zamieszkania ul. Jasna 24, 44-178 Przyszowice

jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2023-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-03-14 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.piiib.org.pl](http://www.piiib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-M1K-PAK-Z8J \*

Pani Katarzyna Wilczek o numerze ewidencyjnym SLK/BO/2868/05

adres zamieszkania ul. Jasna 24, 44-178 Przyszowice

jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

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

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2024-03-20 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie z art. 781 K.c.

1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.
2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.)

\* 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.







### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-WJR-Y87-MWV \*

Pan Wojciech Wilczek o numerze ewidencyjnym SLK/BO/6106/09

adres zamieszkania ul. Jasna 24, 44-178 Przyszowice

jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2023-05-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-05-09 roku przez:

Roman Karwowski, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piiib.org.pl](http://www.piiib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



