

# PROJEKT REMONTU ZABYTKOWEGO KOŚCIOŁA PW. ŚW. MIKOŁAJA BISKUPA W SKRZYDLNEJ



WRAZ Z BUDOWĄ ZEWN. INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ

EGZEMPLARZ

3

Obiekt:	Kościół pw. św. Mikołaja w Skrzydlniej
Lokalizacja:	Dz. ewid. nr 393 obr. Skrzydlna, gm. Dobra
Inwestor:	Parafia św. Mikołaja Biskupa, Skrzydlna 48

Branża:	KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANA
Stadium:	PROJEKT BUDOWLANY

PROJEKTANT:	Mgr inż. Tomasz Kochański Uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności Konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń nr ewid. upr. MAP/0149/PBKb/18	
SPRAWDZAJĄCY:	Mgr inż. Krzysztof Łukasik Uprawnienia budowlane w specjalności konstrukcyjno- budowlanej do projektowania bez ograniczeń nr ewid. upr. GAS-834/A-42/81	

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:

**TK-BUDOWNICTWO**

mgr inż. Tomasz Kochański

T: (+48)507-237-432

E: tkochanski01@gmail.com

NIP: 7343458021



## Spis treści

1.Podstawa opracowania: .....	3K
2.Zakres opracowania:.....	3K
3.OPIS KONSTRUKCJI: .....	3K
3.1.KONSTRUKCJA DZWONNICY .....	3K
3.2.WIĄZARY DACHOWE – OSTATNI REMONT .....	4K
3.3.KONSTRUKCJA SKLEPIENIA KOLEBKOWEGO – PIERWOTNA, BELKA ZDWOJONA, SŁUPY POŚREDNIE, RAMY STOLCOWE .....	4K
3.4.ŚCIANY WIEŃCOWE, KONSTRUKCJA KAPLICY BOCZNEJ .....	5K
3.5.POŁĄCZENIE CZĘŚCI DREWNIANEJ Z MUROWANĄ .....	5K
3.6.FUNDAMENT POD CZĘŚCIĄ DREWNIANĄ (Ściany boczne, kaplica, słupy drewniane).....	5K
3.7.CZĘŚĆ MUROWANA .....	5K
4.ZESTAWIENIE PROJEKTOWANYCH PRAC (na podstawie ekspertyzy konstrukcyjnej) .....	6K
6.PROJEKT REMONTU KONSTRUKCJI.....	8K
6.1.REMONT DZWONNICY .....	8K
6.2.REMONT I WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI SKLEPIEŃ NAWY .....	10K
6.3.PRZEBUDOWA OPARCIA SŁUPÓW GŁÓWNYCH SKLEPIEŃ .....	28K
6.4.REMONT I STABILIZACJA ŚCIAN ZRĘBOWYCH PODŁUŻNYCH I POPRZECZNYCH .....	30K
6.5.WYMIANA FRAGMENTARYCZNA KONSTRUKCJI KAPLICY .....	33K
6.6.DOPROWADZENIE DO PRAWDŁOWEGO STANU WIEŻBY DACHOWEJ (nowej).....	34K
6.7.KONSTRUKCJA SYGNATURKI.....	34K
6.8.ŚCIANY MUROWANE POPRZECZNE (DZIELĄCE NAWĘ) .....	46K
6.9.ŚCIANY MUROWANE ZEWNĘTRZNE .....	47K
7.UWAGI DO WYKONAWCY, REALIZACJA.....	48K
8.GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA .....	49K
9.UWAGI DOTYCZĄCE UŻYTKOWANIA .....	49K

## Dokumentacja rysunkowa:

- PB/K 1 - „FUNDAMENTOWANIE” - (A2)
- PB/K 2 - „PRZYZIEMIE” - (A2)
- PB/K 3 - „KRATOWNICA BELKOWANIA ZDWOJONEGO” - (A2)
- PB/K 4 - „WZMOCNIENIE RAM STOLCOWYCH” - (A2)
- PB/K 5 - „WIEŻBA DACHOWA” - (A2)
- PB/K 6 - „PRZEKRÓJ A-A” - (A2)
- PB/K 7 - „ŚCIANY DZIELĄCE NAWĘ” - (A2)
- PB/K 8 - „ŚCIAN ZACHODNIA (widok od nawy)” - (A2)
- PB/K 9 - „FRAGMENTY CHARAKTERYSTYCZNE DZWONNICY” - (A2)
- PB/K 10 - „KONSTRUKCJA DZWONNICY- (A1)
- PB/K 11 - „KONSTRUKCJA ZASADNICZA NAWY” - (A1)

### 1. Podstawa opracowania:

- Zlecenie inwestora Parafii św. Mikołaja Biskupa w Skrzydlnej, Skrzydlna 48
- Inwentaryzacja konstrukcyjno-budowlana wykonana przez mgr inż. Arch. Konrada Kochańskiego (2018/2019) oraz wizja lokalna i pomiary mgr inż. Tomasz Kochański
- Normy:

### 2. Zakres opracowania:

#### Zakres obejmuje projekt następujących prac przy konstrukcji:

- Remontu dzwonnicy, prace w obrębie jej fundamentu oraz wykonanie fragmentu nowego fundamentu
- Remont sklepienia kolebkowego wraz z belkami zdwojonymi (głównymi), wprowadzenie konstrukcji wsporczej belki poprzecznej, przebudowa i stabilizacja oparcia belek
- Wzmocnienie konstrukcji wspierającej sygnaturkę,
- Wzmocnienie ścian zrębowych podłużnych i poprzecznej przy dzwonnicy poprzez wprowadzenie dodatkowych elementów słupowych stabilizujących, wykonanie fragmentu brakującego fundamentu pod ścianą dzielącą z nawą
- Remont i wymiana fragmentów konstrukcji kaplicy od strony południowej
- Wzmocnienie struktury ściany murowanej poprzecznej dzielącej nawę

### 3. OPIS KONSTRUKCJI:

#### **3.1. KONSTRUKCJA DZWONNICY**

wykonana jako słupowo-zastrzałowa z poziomym oryglowaniem w części stropowej i pośredniej między poziomem stropu a izbicą, o czterech narożnych słupach, zwieńczona oczepek. **Połączenia między elementami** wykonane jako ciesielskie, na jaskółczy ogon od strony zewnętrznej, zakryte pokryciem ścian. **Słupy główne** przebiegają od poziomu podwaliny do poziomu oczepu w poziomie podłogi izbicy. **Konstrukcję w poziomie** oczepu stężono zastrzałami podwójnymi, pełniącymi także formę dodatkowego podparcia obciążonego oczepu, co dodatkowo także stabilizuje konstrukcję bocznie tworząc formę sztywnej ramy między słupami a oczepem. **Konstrukcja ścian** zbliżona jest do bisymetryczności (symetria przeciwległych ścian), jednak o różnym układzie konstrukcyjnym ze względu na występowanie otworów drzwiowych w ścianie wschodniej i zachodniej i w tych ścianach zastosowano ryglowanie poziome, stanowiące także nadproże, pełniące oparcie dla zastrzałów przebiegających od słupów głównych. Rygle oparto na słupach przy otworze drzwiowym (w chwili obecnej ze względu na korozję biologiczną pozbawione jakiegokolwiek oparcia). Słupy od strony ścian z otworami drzwiowymi zostały zaopatrzone dodatkowo w dolne, krótkie zastrzały (miejscami brakujące). **Na ścianie od strony kościoła** widoczne są zmiany wykonywane w czasie istnienia konstrukcji, w tym demontaż kilku zastrzałów oraz wymiana odcinkowa części zastrzałów

układ "standardowy" ścian poprzez zastrzały w formie niejako skratowania, oparte bezpośrednio na podwalinie. Ściany te posiadają większą sztywność w płaszczyźnie ze względu na zachowany na całej wysokości układ słupowo-zastrzałowy (w porównaniu ze ścianami frontową i tylną z ryglami, gdzie rygiel musi przenieść zginanie z pominięciem słupów nie spełniających swojej roli). **Górny poziom słupów** na wysokości izbicy wykonano jako elementy dostawione, oparte na oczepie słupów głównych, zwieńczone oczepem w poziomie zadaszenia izbicy, stabilizowane poprzez miecze górne oraz dolne (zamocowane do oczepów). **Konstrukcję obudowy izbicy** (pod deskowanie) wykonano w formie konstrukcji szkieletowej, odstawionej względem poziomu obwodu części zasadniczej wieży w poziomie oczepu. Konstrukcję główną w poziomie izbicy (konstrukcję wsporczą dla oczepu górnego konstrukcji sygnaturki) oparto na oczepie dzwonnicy poprzez przedłużenie słupów głównych oraz słupy pośrednie w przęśle. Oczep w poziomie zadaszenia nad izbicą stanowi konstrukcję wsporczą dla konstrukcji sygnaturki. **Konstrukcja sygnaturki** została wykonana w formie słupów (rozmieszczonych na rzucie w formie ośmiokąta foremnego) stężanych zastrzałami. Zastrzały stężające dwa przeciwległe słupy wykonano na dwóch głównych kierunkach (na osi wschód-zachód oraz północ-południe), natomiast zastrzały podpierające jeden słup – na słupach po przekątnej. Słupy sygnaturki zostały oparte na krzyżaku, natomiast krzyżak oparto skrajnie na obwodowym oczepie, a pośrednio (punktowo) na belce potrójnej (ustawionych szeregowo) wspartej przez belkę wewnętrzną na wykonanej w tym miejscu konstrukcji "ramowej" (słupowo-belkowej stężonej mieczami). Słupy sygnaturki przebiegają od poziomu krzyżaka dolnego aż pod krzyżak wieńczący, podtrzymujący króla (wieńczącego dzwonnice), który stabilizowany jest zastrzałami. **Dolna partia słupów dzwonnicy** została historycznie wymieniona z uwagi na zaawansowaną korozję biologiczną, a połączenia wykonano poprzez utworzenie "kikuta" wpuszczanego w wymienioną dolną część słupa, tworząc połączenie częściowo usztywnione w jednym kierunku (prostopadle do zawidłowania). Oparcie konstrukcji zasadniczej wieży odbywa się poprzez podwaliny z drewna dębowego. **Podwaliny** oparto na podbudowie z kamienia łamanego jako docelowego fundamentu. Pod podbudowę **wykonano palowanie** z oczepem żelbetowym jako formę podparcia bezpośrednio nośnego dla całej konstrukcji wieży. Koncentracja pali występuje przy narożnikach od strony zachodniej oraz pod słupami od strony kościoła. Podwalina nie posiada ciągłości pod otworami drzwiowymi, stąd zaburzone jest przenoszenie sił rozpierających ze słupów, towarzyszących takiemu układowi konstrukcyjnemu oraz rozpierania wbudowanych w poziomie podwaliny zastrzałów, wynikających z oparcia zastrzałów na podwalinie.

### **3.2. WIAZARY DACHOWE – OSTATNI REMONT**

Wykonane w układzie jętkowo-kleszczowym (jętka górna, kleszcze na oparciu wiazara) opartym pośrednio przez oryginalne płatwie pośrednie (układane przy przewieszeniach ram stolcowych, natomiast oparte faktycznie na płatwiach stropowych) oraz skrajnie przez belki zwieńczające ścianę wieńcową, natomiast od strony prezbiterium na murłatach zewnętrznych o stolcu leżącym. Rozstawy zgodnie z cz. rysunkową. Rozstawy nierównomierne w przedziale 100-130cm.

### **3.3. KONSTRUKCJA SKLEPIENIA KOLEBKOWEGO – PIERWOTNA, BELKA ZDWOJONA, SŁUPY POŚREDNIE, RAMY STOLCOWE**

Wykonana pierwotnie najprawdopodobniej jako układ jętkowy wsparty na ramie stolcowej ze stolcem pochyłym opartym przez wręby na zdwojonych belkach drewnianych – 4ro przęsłowych wzdłuż ściany północnej oraz trójpłaszczyznowych wzdłuż ściany południowej (jednak pierwotnie posiadała także słup, który został następnie usunięty – prawdopodobnie ze względu na rozbudowę ołtarza bocznego). Ramy układane w miarę równych odstępach, zagęszczone skrajnie. Omawiany sposób konstruowania sklepień występuje w nawie głównej jak i cz. murowanej.



### **3.4. ŚCIANY WIEŃCOWE, KONSTRUKCJA KAPLICY BOCZNEJ**

Ściany nawy wykonane w formie belkowej jako ściana wieńcowa, z widocznymi wycięciami i uzupełnieniami świadczącymi o wielokrotnych przebudowach konstrukcji ścian (polegających głównie na rozbudowywaniu obiektu o dodatkowe pomieszczenia). Ściany dołem zostały oparte na kamiennym fundamencie, a obecnie poprzez formę posadowienia pośredniego – mikropale wykonane pod historycznym fundamentem, zwieńczone oczepem. Górą ściana wieńcowa została przewiązana z główną belką podwójną poprzez rygle zamocowane na rybi ogon we wrębach w belkach podwójnych i ścianach. Zewnętrznych. Ściana wieńcowa poprzeczna (zachodnia, przy dzwonnicy) z widocznym znacznym przechyłem ku górze w kierunku ołtarza. Ściana poprzeczna względem ścian podłużnych charakteryzuje się ułożeniem podwaliny na wyższym poziomie, co widoczne jest od strony nawy. Taki układ determinuje spadek terenu i związana z tym znaczna różnica poziomów między przedsionkiem a nawą

### **3.5. POŁĄCZENIE CZĘŚCI DREWNIANEJ Z MUROWANĄ**

Styk części wieńcowej (ściany podłużnej) z częścią murowaną i towarzyszącymi murowi przyporami wykonano poprzez wstawienie pionowej łątki (słupka) na styku z murem i połączeniu go z konstrukcją wieńcową poprzez pionowy wpust i zaopatrzone w czop belkowanie ścian.

### **3.6. FUNDAMENT POD CZĘŚCIĄ DREWNIANĄ (Ściany boczne, kaplica, słupy drewniane)**

Fundament wykonany jako murowany z piaskowca na zaprawie wapiennej, opartego bezpośrednio na gruncie. Fundament sięgał pierwotnie poziomu około -0.7 m.p.p.t. i oparty jest na warstwie glin. Podczas ostatniego remontu zostało wykonane w poziomie obecnego posadowienia palowanie z mikropali wraz z miejscowo wykonany, oczepem (na głowicy), zwiększające nośność gruntu poprzez wykorzystanie pobocznic w niżej znajdujących się warstwach nośnych. Słupy drewniane zostały oparte na głowicach pali od czoła, bez zastosowania złącza (grawitacyjnie)

### **3.7. CZĘŚĆ MUROWANA**

Konstrukcja wykonana jako tradycyjna ściana murowana trójwarstwowa /opus emplectum/, gdzie konstrukcją zasadniczo nośną są warstwy boczne (murowanie z piaskowca na zaprawie wapiennej) a wypełnienie stanowi rumosz z gliną. Konstrukcja charakteryzuje się masywnym układem, w którym otwory okienne zostały wykonane z użyciem nadproży łukowych murowanych na klin oraz przerwaniem na całej wysokości ściany murowanej wschodniej (otwarcie do nowej nawy) z charakterystycznym widocznym "przechyłem" krawędzi otworu. Przypory na styku z konstrukcją drewnianą wykonano na przedłużeniu ścian poprzecznych, nachodzących na konstrukcję drewnianą od strony zewnętrznej

Otwór między nawami został wstępnie ustabilizowany (najprawdopodobniej w momencie przebudowy ściany i wykonania otworu) poprzez ułożenie drewnianej rozpory w poziomie gzymsu – obecnie elementu nieposiadającego wartości konstrukcyjnej.

Wymieniona ściana poprzeczna zachodnia, odcinkowo przerwana pełni istotną rolę konstrukcyjną, zapewniając wraz z przyporami stateczność ściany drewnianej oraz oparcie skrajne belki zdwojonej nawy drewnianej, stąd prace remontowe i odpowiednie wzmocnienia strukturalne są niezbędne

Ściana wschodnia posiada zasklepiony otwór, w którym odcinkowe kamienne obramowania otworów wykazują znaczne przemieszczenia między sobą, wskazujące na miejscowe uszkodzenie ścian i ich przemieszczenie przy otworze (błąd konstrukcyjny, brak zaklinowania lub nierównomierne osiadanie któregoś narożnika). Od strony północnej wykonano otwór jako przejście do prezbiterium. Prezbiterium stanowi odrębną konstrukcję, z widocznym powstawaniem dylatacji między budynkami wskutek różnic w osiadaniu obu.

Konstrukcja została oparta na fundamencie kamiennym murowanym, sięgającym poziomem

posadowienia do poziomu znajdujących się w tym miejscu krypt. Ostatnie prace konstrukcyjne swoim zakresem obejmowały palowanie pod fundamentem po stronie zewnętrznej i wewnętrznej liniowo pod obrysem ścian.

#### 4. ZESTAWIENIE PROJEKTOWANYCH PRAC (na podstawie ekspertyzy konstrukcyjnej)

OBSZAR	ZAKRES PRAC	priorytet
Nawa główna - belki zdwojone	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remont belkowania głównego, uzupełnienie brakujących fragmentów, wykonanie stabilnego oparcia poprzecznego na obu końcach, wykonanie kotwienia do podłoża (na reakcję poziomą)</li> <li>- <b>Wykonanie konstrukcji stężącej belki podwójne oraz ściany poprzeczne</b>, kotwienie i oparcie na obu końcach do ściany murowanej poprzecznej oraz wieńcowej. Konstrukcja musi mieć regulację napięcia elementów dla zapewnienia prawidłowej współpracy i odciążenia konstrukcji lub powinny zostać wykonane napięte ściągi przeciwległe łączące belkowanie zdwojone, a po zamontowaniu konstrukcji stężącej ściągi te powinny zostać zwolnione</li> </ul>	A
Ściany poprzeczne murowane dzielące nawę od prezbiterium	- Wykonać wklejenie prętów systemowych spajających fragmenty ściany murowanej na jej długości i szerokości wraz z przyporami zewnętrznymi. Jest to praca niezbędna z uwagi na stan muru i znaczne pęknięcia od strony południowej oraz dla prawidłowego oparcia i kotwienia konstrukcji poddasza	A
Słupy okrągłe pod belkami podwójnymi	- Wykonać szczelne oddzielenie między podstawą słupów drewnianych a betonowym postumentem z uwagi na silne zawilgocenie	A
Ramy stolcowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonać wzmocnienie rygli ram np. poprzez nadłożenie belki odpowiednio skręconej do istniejącej konstrukcji, wykonać stężenie poprzeczne deskowaniem podłogowym piór-wpust gr. 40mm</li> <li>- Wykonać wzmocnienie istniejących węzłów konstrukcji zgodnie ze schematem rysunkowym</li> <li>- Wykonać stabilizację ram (z uwagi na ich przechył) wykorzystując stężenia wiotkie montowane krzyżowo w polach skrajnych</li> </ul>	A
Konstrukcja sygnaturki i konstrukcja podpierająca	<p>Ramy stolcowe wzmocnić jw. . W samej sygnaturce wykonać jarzmo w poziomie połaci dachowej przewiązane do połaci oraz stężyć pola dachu bezpośrednio przy sygnaturce zapewniając stabilne i równomierne oparcie boczne</p> <p><u>Po ustawieniu rusztowania przy krawężnikach między nawą a prezbiterium wykonać inspekcję stanu, powiadomić projektanta (!)</u></p>	A
Konstrukcja dzwonnicy	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonanie fragmentu brakującego fundamentu oraz żelbetowej belki podwalinowej pod podwaliną drewnianą między słupami wschodnimi, wraz z odpowiednią niwelacją deformacji konstrukcji wynikłej z osiadania tej części konstrukcji</li> <li>- Wymiana podwaliny, wykonanie podbudowy między podwaliną a</li> </ul>	A

	<p>oczep (niwelacja luzu oparcia), wykonanie prawidłowej izolacji separującej drewno od otoczenia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonanie niwelacji terenu przy dzwonnicy</li> <li>- Wykonać wymianę uszkodzonych i zniszczonych fragmentów konstrukcji zastrzałowej oraz odcinków słupów. Dopuszcza się wzmocnienie fragmentów uszkodzonych</li> <li>- W trakcie wymiany pokrycia wykonać inspekcję wszystkich węzłów zewnętrznych, zawiadomić projektanta konstrukcji. Elementy drewniane i węzły rozeschnięte poddać naprawie poprzez ponowne złączenie wkrętami ciesielskimi</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonać stężenie zastrzałów w poziomie poddasza poprzez przewiązanie ich ze stropem przedsionka, sklinowanie</li> </ul>	B
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonać wzmocnienie węzłów konstrukcji od strony zewnętrznej</li> <li>- Wykonać stabilizację połączeń sygnaturki z krzyżakiem I oczepem wieży w trakcie wymiany pokrycia</li> </ul>	B
Ściany wieńcowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonać uzupełnienie fragmentu ścian od strony południowej w obrębie uszkodzonej podwaliny oraz zniszczonego fragmentu zrębu przy kaplicy bocznej</li> <li>- Wymienić zniszczone fragmenty słupów wstawionych przy otworze kaplicy</li> </ul>	A
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonać brakujący fundament pod ścianą wschodnią wraz z belką podwalinową żelbetową stanowiącą podparcie podwaliny drewnianej.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonać od strony zewnętrznej lisice połączone z konstrukcją kratową w poziomie górnym, natomiast w dolnym wykonać kotwienie do oczepu pali lub muru</li> </ul>	B
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonać wymianę łątek skrajnych przy połączeniu ze ścianą murowaną poprzez belkę podwalinową</li> </ul>	B
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wykonać brakujący fundament pod ścianą wschodnią wraz z belką podwalinową żelbetową stanowiącą podparcie podwaliny drewnianej. Wykonać skucie cokołu wmurowanego wtórnie przy narożniku płn.-zach.</li> <li>- Wykonać wymianę belki podwalinowej ściany od strony zachodniej, przy okazji wykonać niwelację do odpowiedniego poziomu oraz zabezpieczyć przeciwwilgociowo od strony dzwonnicy (obecnie zasypano ścianę wieńcową)</li> <li>- Ścianę wschodnią stężyć słupami układamy w miejscach podparć belek zdwojonych</li> </ul>	A
Kaplica boczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wymiana konstrukcji zastrzałowej w obrębie podwalin, wykonanie podbudowy między oczep pali a belką podwalinową, wykonanie prawidłowej izolacji elementów drewnianych, <u>(prace po wprowadzeniu lisic konstrukcji ścian zrębowych)</u></li> <li>- Wykonanie prawidłowej niwelacji terenu przy kaplicy</li> </ul>	C
Ściany murowane	Wykonać monitoring zarysowania	A



nawy	Wykonać stabilizację pęknięć nadproży I ścian poprzez wklejanie prętów systemowych	C
	Wybić wypadające zamurowanie otworu nawy (lub zabezpieczyć przed wypadnięciem)	B
Wieżba dachowa	- Doprowadzić do prawidłowego stanu konstrukcję wieżby dachowej. Wykonać okorowanie elementów oraz poprawne połączenie węzłów wiązarów przy użyciu łączników systemowych - Wykonać stężenia połaciowe przy sygnaturce	B

## 5. Zestawienie przewidywanych prac ogólnobudowlanych

Część budynku	Zakres prac	priorytet
Całość budynku	- Wykonać drenaż wokół budynku z odprowadzeniem w najniższym punkcie	B
Otoczenie	- Wykonać niwelację terenu przyległego do budynku - Wykonać opaskę przy budynku - Wykonać prawidłowe spadki I odwodnienia powierzchniowe	B
Ściany zewnętrzne	- Wykonać obrzutkę I narzut tynku zgodnie z przepisem tynku oryginalnego w celu zabezpieczenia (szczególnie przypór narażonych na zamakanie)	C
Ściana zrębowa zachodnia	- Wykonać oddzielenie zrębu od przyległego gruntu poprzez wykonanie warstwy wentylacyjnej. Wykonać w poziomie projektowego fundamentu tej ściany drenaż przy ścianie z odpowiednim spadkiem na zewnątrz	A

## 6. PROJEKT REMONTU KONSTRUKCJI

**GŁÓWNE ZAŁOŻENIE:** z uwagi na wartościowy, zabytkowy charakter obiektu zakłada się wykonanie wzmocnień niewymagających przebudowy istniejącej konstrukcji sklepień (tym samym nie ingerujące bezpośrednio w polichromowane deskowanie oraz polichromowane powierzchnie belek głównych nawy), minimalizujące ilość prac budowlanych I wymian przy powierzchniach zawierających zabytkową tkankę do minimum (jedynie wymiana fragmentów belkowania ścian na odcinkach całkowicie zniszczonych korozją biologiczną), wzmocnienie wewnętrznej struktury ścian murowanych bez ekspozowania głównych powierzchni bocznych na uszkodzenia (wprowadzanie czynnika wzmacniającego od czoła strony zewnętrznej oraz od strony poddasza)

### 6.1. REMONT DZWONNICY

Ze względu na rozpoznany stan techniczny konstrukcji wieży należy wykonać następujący zakres prac remontowych konstrukcji:

#### 6.1.1. Wymiana uszkodzonych fragmentów konstrukcji obejmujących:

**A- wprowadzenie brakujących elementów konstrukcji ścian, wymiana zastrzałów dolnych w przypadku stwierdzenia ich uszkodzenia w trakcie demontażu szalowania dolnego**

- wstawiane elementy o takim samym przekroju jak oryginalne. Nie dopuszcza się sztukowania fragmentów zastrzałów z uwagi na schemat pracy w konstrukcji
- Zastrzały wymieniać w kolejności - nie dopuszcza się demontażu jednorazowo więcej niż jednego

zastrzału. Zastrzały wyczuwalnie obciążone (ciasno zamontowane) należy wstępnie odciążyć pomocniczym, klinowanym stępem zamocowanym obok

- Połączenia zastrzałów z konstrukcją z wykorzystaniem istniejących wrębów (zastrzał dostosować do rodzaju połączenia ciesielskiego), wykonać niwelację luzów klinami z drewna twardego, ześrubować połączenia)

**B- wykonanie stabilizacji niegdyś wstawionych sztukowanych fragmentów dolnych słupów głównych** zgodnie z rysunkami wykonawczymi, poprzez

- wykorzystanie nakładek stalowych oraz śrub, całość maskowana pod deskowaniem
- W przypadku ujawnienia w trakcie demontażu pozostałych desek złego stanu sztukowanych odcinków wykonać ich wymianę (po wcześniejszym stemplowaniu słupa i uzupełnieniu brakujących zastrzałów)

**C- Wymiana zniszczonego fragmentu słupa głównego (płn.-wsch.)** zgodnie z rysunkami wykonawczymi, poprzez:

- wprowadzenie tymczasowych okuć łączących słup na odcinku zniszczonym, zamocowanie w obrębie drewna zdrowego
- wycięcie zniszczonego fragmentu z zapasem (z uwagi na porażenie przez grzyb)
- wykonanie obróbki kikutów na połączenie zwidłowane podwójne
- wprowadzenie dopasowanego do kikutów fragmentu zaopatrzonego w zwidłowanie, element powinien być ciasno spasowany, wręcz wbijany tak, aby wesprzeć słup. Zaleca się wykonanie elementu z drewna klejonego z lameli 40mm
- nawiercenie na zwidłowaniach, montaż śrub zaopatrzonych z pierścienie kolczaste, ciasne dokręcenie śrub

**D- Wymiana uszkodzonych i brakujących zastrzałów na ścianie północnej, południowej oraz wschodniej** (szczególnie elementy dochodzące do narożnika płn.-wsch) poprzez:

- demontaż pojedynczego zastrzału i wymiana, wykonywana kolejno dla elementów uszkodzonych (nie dopuszcza się demontażu jednorazowo więcej niż pojedynczego zastrzału) w przypadku zastrzałów ciasno spasowanych, obciążonych należy przed demontażem wykonać stemplowanie przy wymienianym zastrzale)
- ze względu na schemat nie dopuszcza się wymiany fragmentarycznej zastrzału i sztukowania
- elementy wprowadzane o przekroju takim samym jak oryginalne
- wykorzystać należy istniejące wręby konstrukcji, a elementy nowe dopasować do połączeń ciesielskich
- wykonać stabilizację (pkt. E)

**E- Wzmocnienie węzłów konstrukcji głównej dzwonnicy z wykorzystaniem wkrętów oraz śrub,** poprzez dokręcenie elementów w miejscach jaskółczych ogonów. Miejsca połączeń wykazujące uszkodzenia zakłada się wzmocnić okuciem stalowym. Z uwagi na nieznaną stan zewnętrznych płaszczyzn konstrukcji (zakrytych) zakres i sposób realizacji (z wymienionych powyżej) zostanie dobrany in situ.

**F- Wymiana podłogi stropu, wprowadzenie skratowań drewnianych w grubości stropu,** poprzez dołożenie kantówek oraz wykonanie deskowania 40mm – zgodnie z cz. Architektoniczną projektu

**G- Wymiana podwalin przy obwodzie zewnętrznym wieży, wykonanie prawidłowej podbudowy i oparcia podwalin,** wspierających słupy główne oraz zastrzały dolne

- odstąpić całkowicie deskowanie dolne ścian
- potwierdzić stan podwalin i zakres (w przypadku mniejszego stopnia uszkodzenia niż zakładano – głównie bez wpływu na ciągłość podwaliny, dopuszcza się pozostawienie i wykonanie jedynie napraw miejscowych, ostateczną decyzję podejmuje projektant konstrukcji)
- podwalina wstawiana powinna zostać wykonana z drewna twardego (dopuszcza się drewno klas

jakości niższych, natomiast pozbawionych wad eliminujących tarcicę z użycia oraz zgodnych z PN-klasy wytrzymałości nie niższej niż D50. Nie dopuszcza się:

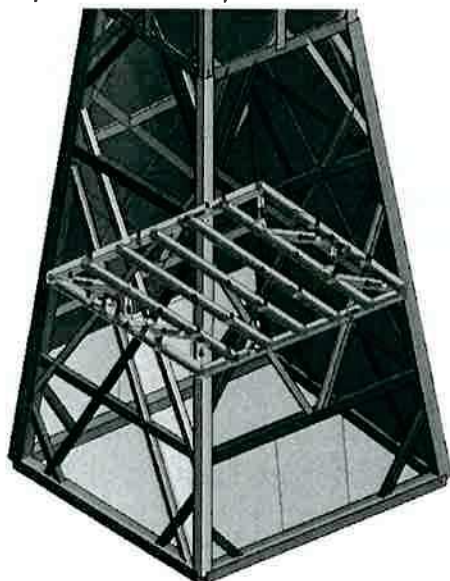
- stosowania drewna z gnijącymi sękami (takowe można flekować przed montażem),
- montażu drewna o wilgotności przekraczającej 20%
- porażonego lub z owadzimi chodnikami drewna (wyklucza się cały element)
- drewna o przerwanej ciągłości lub nieprawidłowym przebiegu włókien
- pod nowozakładaną podwalinę należy wykonać podbudowę z kamienia ciosanego, płaskiego, układanego na istniejącym wieńcu żelbetowym, wypoziomowanym, wykonać na zaprawie cementowej M10, szczelnie i równo wypełnić przestrzeń między ciosami. Uwaga: górną płaszczyznę należy zniwelować do poziomu podwalin na szerokości oraz długości celem zapewnienia prawidłowego oparcia
- podbudowę od belki należy bezwzględnie odseparować warstwą izolacyjną z papy układanej na warstwie lepiku. Stosować papę budowlaną, grubą, zbrojoną włóknem szklanym
- zamontowane podwaliny na przygotowanej podbudowie następnie zakotwić do wieńca żelbetowego przechodząc przez podbudowę przy użyciu kotwy mechanicznej lub chemicznej (po ustaleniu stanu wbudowanego betonu – decyzja należy do projektanta). Kotwy stosuje się M20 5.6 w rozstawie 1,3m z zagęszczeniem przy słupach, przy użyciu wycinanych podkładek kwadratowych o średnicy nie mniejszej niż 4d śruby, grubości około 10mm (wg schematu rysunkowego)

**H- Wykonać stabilne łączenie konstrukcji sygnaturki do konstrukcji izbicy oraz konstrukcji głównej** przy użyciu śrub i wkrętów, zgodnie ze schematami rysunkowymi w celu zapewnienia stabilności konstrukcji przy odrywaniu ciśnieniem wiatru. Na czas wykonywania projektu nie zakłada się wymian elementów konstrukcji w izbicy ze względu na ogólnie dobry stan, natomiast wzmocnieniu podlegają jaskółcze ogony oraz podłużnie elementy (licznie rozeschnięte osiowo, nadające się do wzmocnienia)

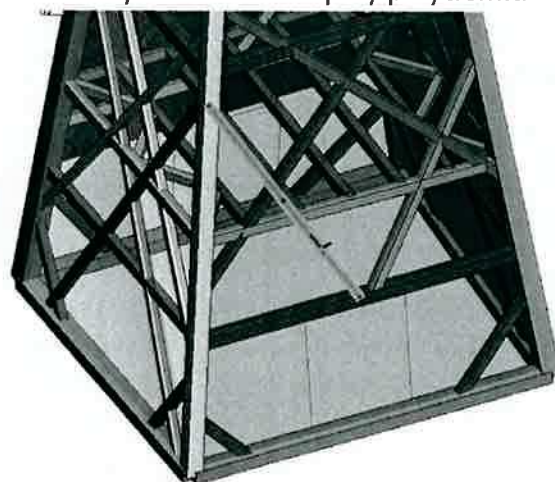
**i- Wprowadzić fundament i wykonać stabilne oparcie podwaliny oraz konstrukcji zastrzałowej dzwonnicy od strony nawy** poprzez podparcie fragmentaryczne istniejącej podwaliny, następnie wykonanie stóp fundamentowych zwieńczonych oczepem żelbetowym stanowiącym stabilne oparcie dla podwalin.

#### WPROWADZENIE ELEMENTÓW

Wprowadzenie skratowania pasów skrajnych, sklinowanie do zastrzałów ścian (przestrzeń stropu nad przedsionkiem)



Wprowadzenie brakującego zastrzału od strony wschodniej (wejścia do kościoła). Wymiana uszkodzonych zastrzałów przy przyziemiu

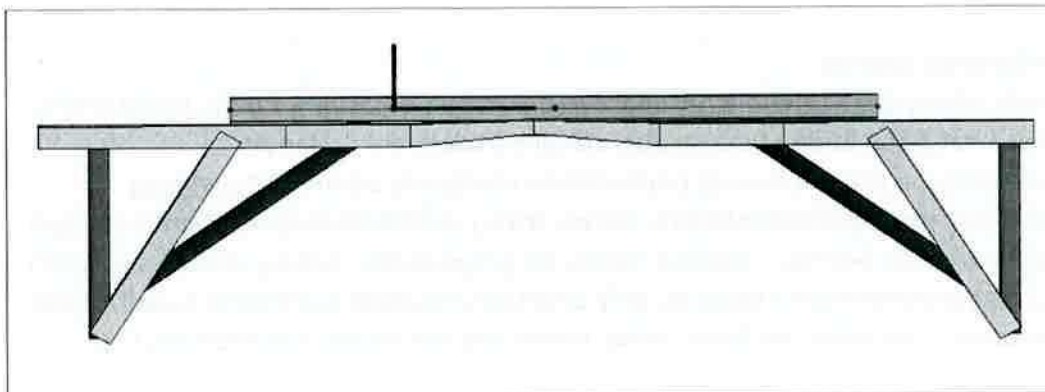




## 6.2. REMONT I WZMOCNIENIE KONSTRUKCJI SKLEPIEN NAWY

### 6.2.1. REMONT RAM STOLCOWYCH WZMOCNIENIE RYGŁA (etap 1/2)

Ze względu na znaczne przekroczenie stanów granicznych konstrukcji należy wykonać wzmocnienie ram stolcowych poprzez montaż do istniejącego rygła belki drewnianej i zespolenie z nim istniejącego rygła (szczególnie na fragmencie, którego wysokość została zredukowana ze względu na podcięcie sklepienia) na całej długości rozpiętości pomiędzy płattwiami wspierającymi więźbę dachową na ramie. Na tak zespolonym belkowaniu układa się deskowanie gr. 40mm na pióro wpust stanowiące podłogę, układane trójpłaszczyznowo na miankę.



#### 6.2.1.1 Zestawienie obciążeń, schemat statyczny

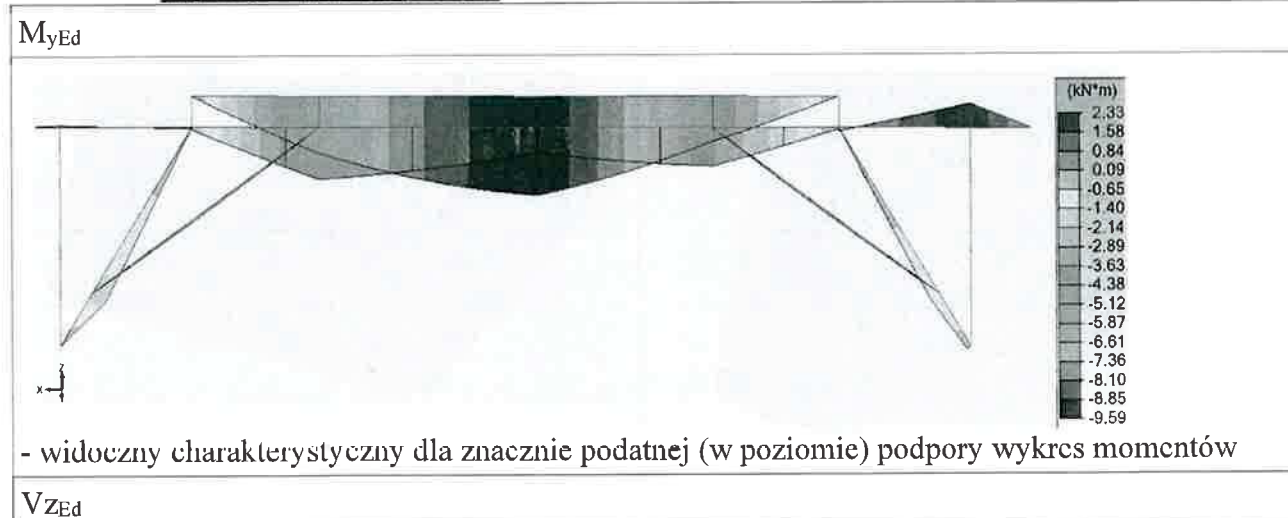
Obciążenie na wiązary

L.p	Rodzaj	Ciężar obj.	gr.warstwy	obc. Char.	zbieranie obc.	obc.char.	Gamma	obc.Oblicz
jedno	Ciężar własny	[kN/m <sup>3</sup> ]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m] / [m <sup>2</sup> ]	kN/mb / [kN]		kN/mb
1.	deskowanie (średnio) 40mm	4.10	0.04	0.16	1,8	0.2952	1,35	0.39852
2.	wiązary i elementy (przyjęto w modelu)	-	-	-	-	-	1,35	-
4.	Deskowanie sklepienia (ok. 40mm)	4.10	0.04	0.16	1,8	0.2952	1,35	0.39852
5.	Użytkowe (nieużytkowe BEZ DOSTĘPU)	PN-82/B-02003		0.50	1,7	0.85	1,5	1,275

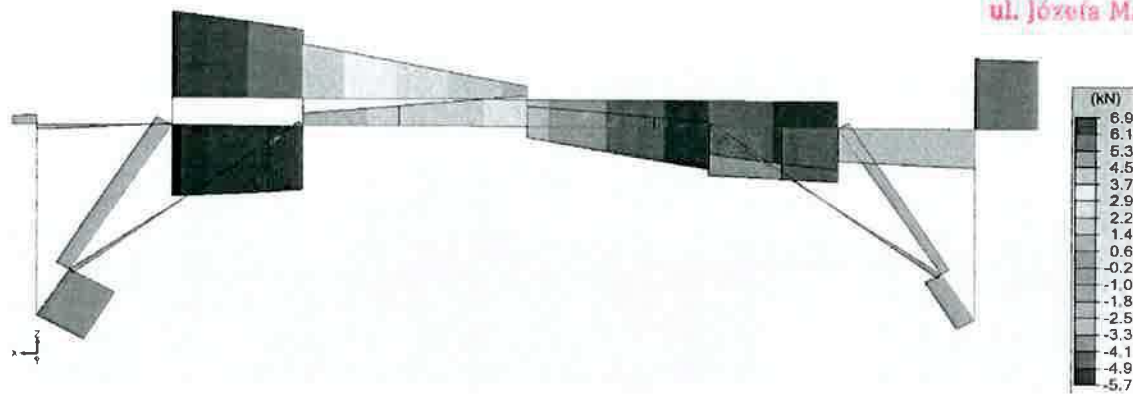
(max. rozstaw)

/dopuszczalne 50kg/m<sup>2</sup> = 0,5kN/m<sup>2</sup> dozwolone obciążenie użytkowe założone dla prac remontowych wykonywanych przez grupę 3 osób z ograniczaniem składowania materiału, dopuszczalne ze względu na całość konstrukcji na czas realizacji deskowania na stropie, a w kolejnym etapie – montażu konstrukcji stężącej/

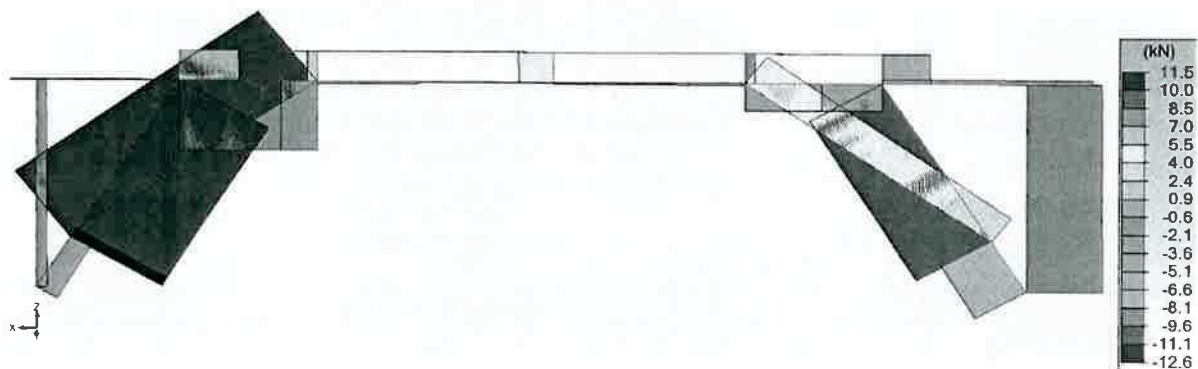
#### 6.2.1.2 Wykres sił przekrojowych





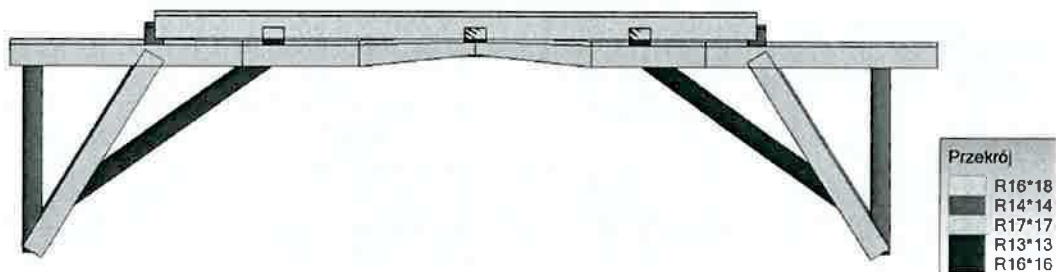


$N_{Ed}$

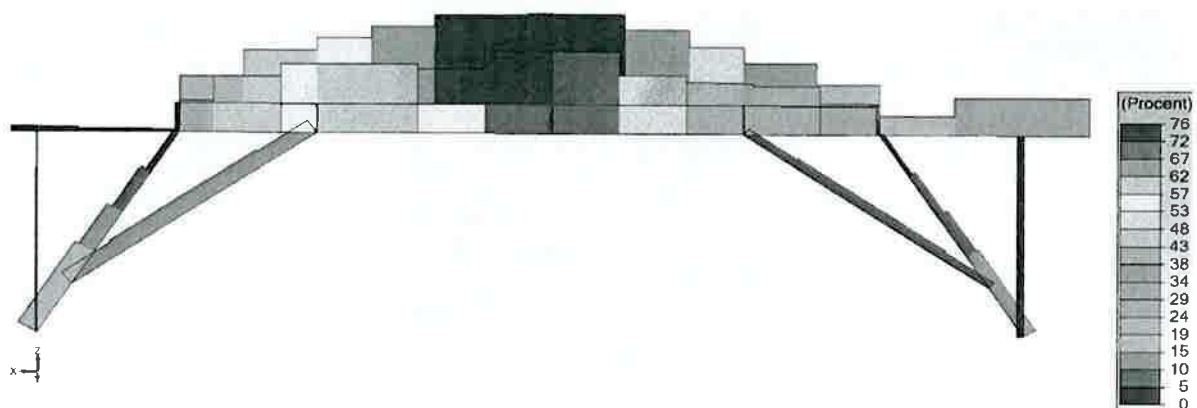


### 6.2.1.3 SGN (na czas trwania remontu)

Sumaryczny projektowany układ (wprowadzenie naciąg wraz z przekładkami)



SGN (wytężenie zbiorcze)



Wyniki dla profilu - element liniowy nr 524 RYGIEL PODCIĘTY

1) Przekrój

Profil	R17*17 / R17*10
Wymiary(cm)	h = 17.00 b = 17.00 h = 10.00 b = 17.00
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 289.00 Sy = 192.67 Sz = 192.67 Powierzchnia = 170.00 Sy = 113.33 Sz = 113.33
Bezwładność(cm4)	It = 11762.5 Iy = 6960.08 Iz = 6960.08 It = 3587.62 Iy = 1416.67 Iz = 4094.17
Moduły(cm3)	Welyinf = 818.833 Welysup = 818.833 Welzinf = 818.833 Welzsup = 818.833 Welyinf = 283.333 Welysup = 283.333 Welzinf = 481.667 Welzsup = 481.667
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000 kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.600 Czas trwania: Stałe kmod = 0.800 Czas trwania: Średniotrwałe kmod = 0.600 Czas trwania: Stałe kmod = 0.800 Czas trwania: Średniotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800 kdef = 0.800
Materiał(MPa)	E = 9500 v = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6

3) Wytrzymałość przekroju

Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 524.2 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d}$ : 0.02 < 8.77 MPa (0 %)
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 524.2 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$ : 0.43 < 2.22 MPa (19 %)
Złożone zginanie ukośne	<b>Nr przypadku 102, Siatka nr 524.2</b> <b>6.19: <math>(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math> : 0.68867 &lt; 1 (69 %)</b> Nr przypadku 102, Siatka nr 524.2 <b>6.20: <math>(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math> : 0.49488 &lt; 1 (49 %)</b>
Skręcanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 524.2 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$ : 0.00 < 1.66 MPa (0 %)

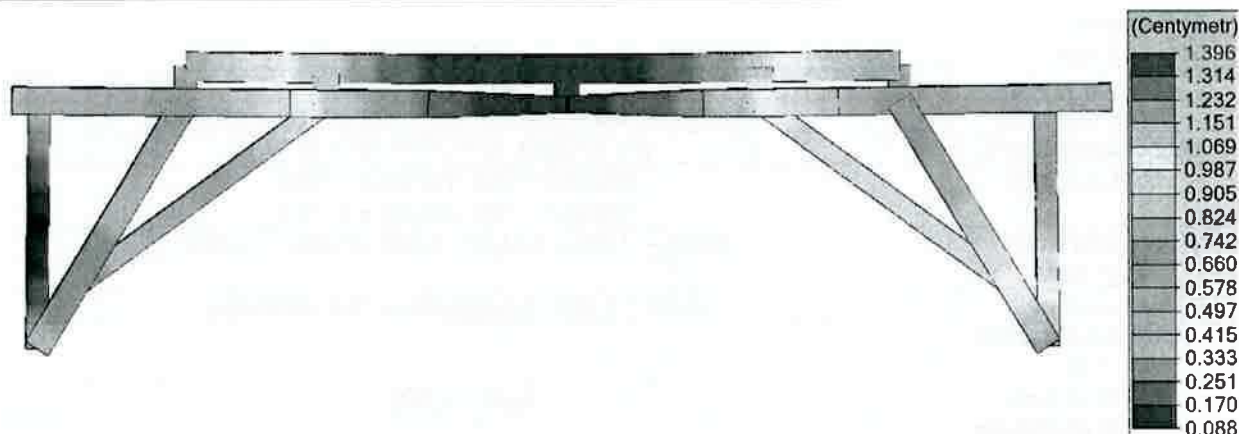
4) Stateczność elementu

Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 524.2 $\lambda_y = 26.4 \lambda_z = 17.9$ $L_{fy} = 0.88 \text{ m } L_{fz} = 0.88 \text{ m}$ $K_{cy}=0.962 K_{cz}=0.998 K_m=0.700 K_{crit}=1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.457 \lambda_{rel,z} = 0.311 \lambda_{rel,m} = 0.212$ $L_{dy} = 0.88 \text{ m } L_{dz} = 0.88 \text{ m}$ <b>Wyteżenie Weryfikacja:</b> <b>6.23: <math>\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math> 0.65760 &lt; 1 (66%)</b> <b>6.24: <math>\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math> 0.47333 &lt; 1 (47%)</b> <b>6.35: <math>(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md})) + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1</math> 0.40935 &lt; 1 (41%)</b>
-------------	---

## Wyniki dla profilu - element liniowy nr 552 NADCIĄG

<b>1) Przekrój</b>	
Profil	<b>R16*18</b>
Wymiary(cm)	$h = 18.00 \quad b = 16.00$
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 288.00 $S_y = 192.00 \quad S_z = 192.00$
Bezwnadność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 11529.4 \quad I_y = 7776 \quad I_z = 6144$
Moduły(cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 864 \quad W_{elysup} = 864$ $W_{elzinf} = 768 \quad W_{elzsup} = 768$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000 \quad kh(My) = 1.000 \quad kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.800$ Czas trwania: Średniotrwale
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.600$
Materiał(MPa)	$E = 11000 \quad \nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 24 \quad F_{t0k} = 14.5 \quad F_{c0k} = 21 \quad F_{vk} = 4$
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku -, Siatka nr -, 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d}$ : niewykonane (-)
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 552.11 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$ : $0.53 < 2.46 \text{ MPa}$ (22 %)
Złożone zginanie ukośne	<b>Nr przypadku 102, Siatka nr 552.6</b> 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.76252 < 1$ (76 %) Nr przypadku 102, Siatka nr 552.6 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.54169 < 1$ (54 %)
Skręcanie	Nr przypadku -, Siatka nr -, 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$ : niewykonane (-)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 552.5 $\lambda_y = 176.7 \quad \lambda_z = 211.4$ $L_{fy} = 9.76 \text{ m} \quad L_{fz} = 9.18 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.104 \quad K_{cz} = 0.074 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 2.996 \quad \lambda_{rel,z} = 3.584 \quad \lambda_{rel,m} = 0.364$ $L_{dy} = 4.54 \text{ m} \quad L_{dz} = 4.54 \text{ m}$  Wyteżenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ niewykonane (-) 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ niewykonane (-) 6.33: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ <b>0.75165 &lt; 1 (75%)</b>

Odształcenie konstrukcji pod obciążeniem użytkowym (zakłada się, że obecna geometria konstrukcji jest w stanie ugięcia od "g")



- przyjęto kat. "H" - odkształcenie wypadkowe rzędu L/450, można mniemać, że ugięcie nie będzie miało nadmiernego negatywnego wpływu na polichromowane deski (rozchodzenie się desek kolebki)

#### **6.2.2. USZTYWNIENIE POPRZECZNE DŹWIGARÓW (KONSTRUKCJA STAŁOWA), UZUPEŁNIENIE BRAKUJĄCYCH ELEMENTÓW** (etap 2/2)

**Na podstawie analiz rozwiązań zdecydowano się na użycie kratownicy stalowej z następujących powodów:**

- możliwość wbudowywania odcinkowego poszczególnych segmentów wykonanych z krótkich odcinków konstrukcji oraz łatwego i sztywnego montażu poszczególnych elementów, niewymagających wykonywania skomplikowanych węzłów
- wysoka sztywność kratownicy przy stosunkowo niewielkim gabarycie elementów rozwiązania w porównaniu do stosowania konstrukcji z drewna (ta wymusza wbudowywanie elementów o znacznie większym przekroju, oraz stosowanie rozbudowanych węzłów konstrukcji a co za tym idzie potrzebę demontażu fragmentu dachu na długości okapu na czas realizacji)
- łatwość regulacji i możliwość dopasowania kratownicy na jej długości do szerokości konstrukcji

Z uwagi na bezpieczeństwo konstrukcji ścian wieńcowych podłużnych, zabezpieczenie stateczności głównych belek podwójnych oraz usztywnienie poprzeczne wiązarów sklepienia kolebkowego projektuje się założenie autonomicznej kratownicy współpracującej z konstrukcją drewnianą. Zakłada się wykorzystanie następujących elementów stalowych (gatunku stali S355):

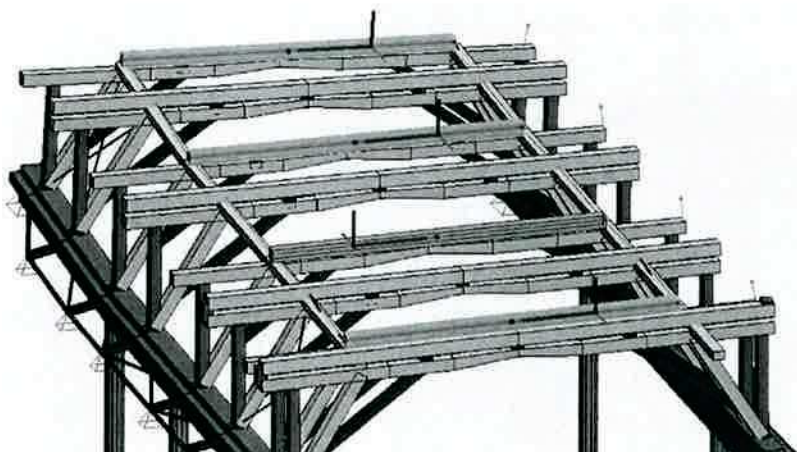
- Pas wewnętrzny, zespolony z belką podwójną kątownikiem skręcanym wkrętami do ściany bocznej belki, z regulacją docisku /wg projektu wykonawczego/ – rura kwadratowa RK 160x8
  - Pas zewnętrzny, łączony punktowo z lisicami poprzez kątownik i skręcenie wkrętami /wg projektu wykonawczego/ – wykonano z napinanego momentem dokręcenia 2x pręt wiotki  $\Phi 40\text{mm}$
  - Słupki kratownicy, łączone z pasami, umożliwiające przewlekanie i montaż prętów wiotkich, o regulowanej długości poprzez gwintowanie /wg projektu wykonawczego/ - rura kwadratowa RK 80x6 / RO 100x8
- Kątowniki i wkręty mocujące konstrukcję kratową /wg projektu wykonawczego/



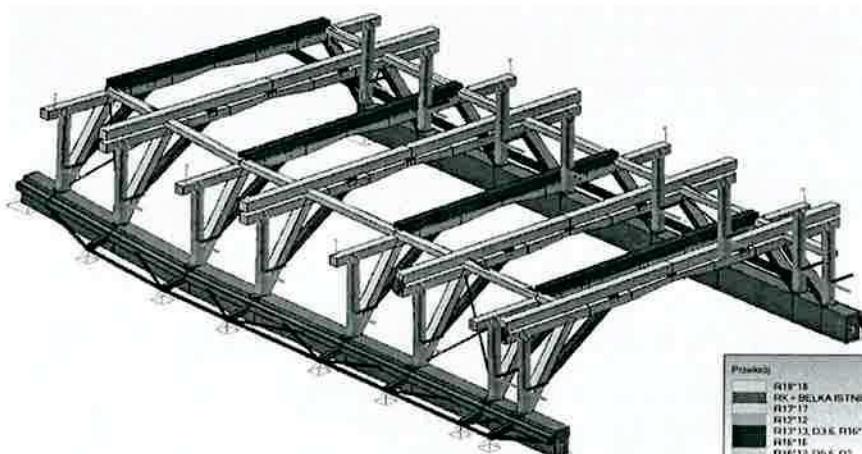
### 6.2.2.1 Wprowadzenie następujących elementów

STANISŁAW LIMANOWSKI  
34-600 Limanowa  
ul. Józefa Marka 9

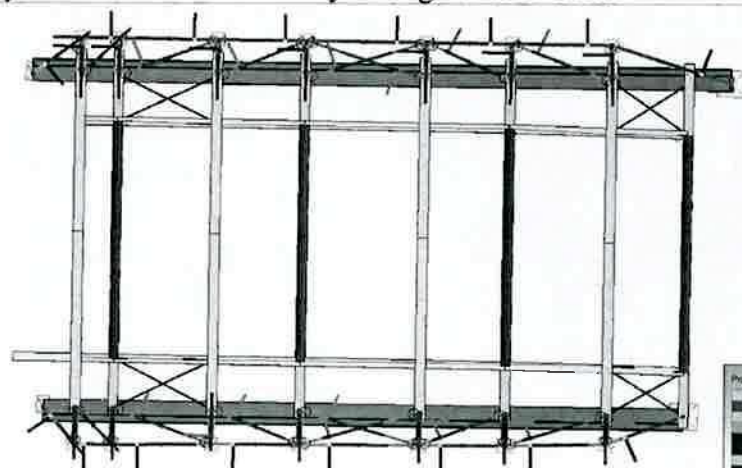
Wprowadzenie nadciągów (patrz etap 1/2)



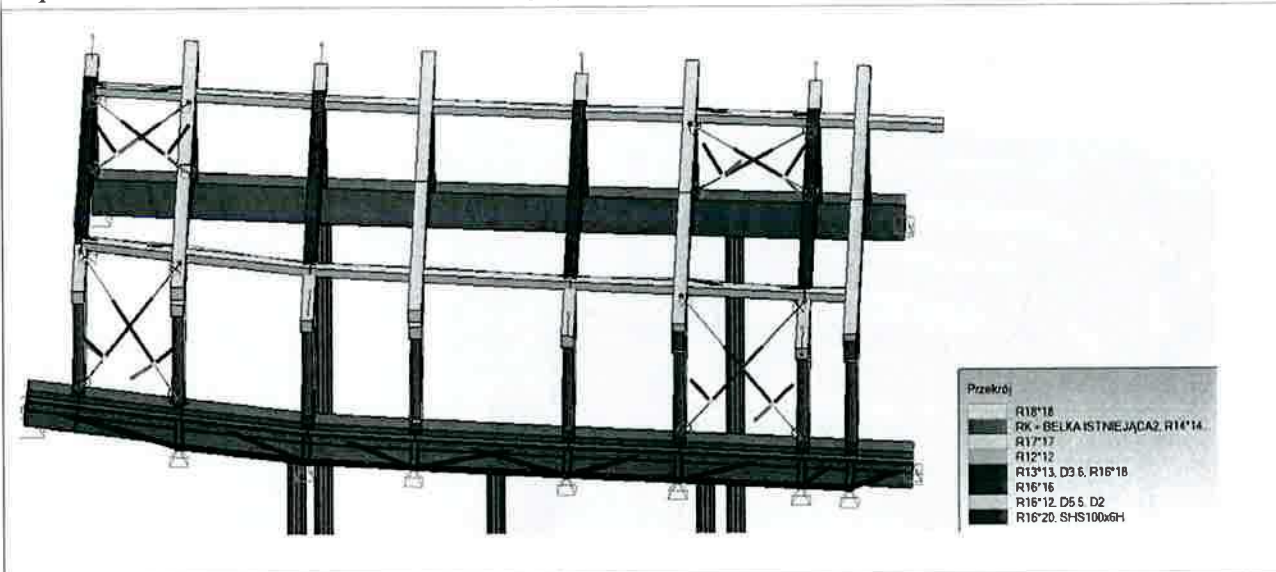
Uzupełnienie słupków skrajnych (14/14)



Wprowadzenie kratownic zespolonych z belkami głównymi + uzupełnienie z żywicowaniem uszkodzonych fragmentów belek



## Wprowadzenie zastrzałów wiotkich skrajnych



### 6.2.2.2 Zestawienie obciążeń, schemat statyczny

#### Obciążenie na więzar

L.p	Rodzaj	Ciężar obj.	gr. warstwy	obc. Char.	zbieranie obc.	obc.char.	Gamma	obc.Oblicz
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m] / [m <sup>2</sup> ]	kN/mb / [kN]		kN/mb
1.	deskowanie (średnio) 40mm	4.10	0.04	0.16	1,8	0.2952	1,35	0.39852
2.	wiązary i elementy (przyjęto w modelu)	-	-	-	-	-	1,35	-
4.	Deskowanie sklepienia (ok. 40mm)	4.10	0.04	0.16	1,8	0.2952	1,35	0.39852
5.	<b>Użytkowe (użytkowe z dostępem)</b>	<b>PN-82/B-02003</b>		<b>1.20</b>	<b>1,7</b>	<b>2.04</b>	<b>1,5</b>	<b>3,06</b>

(max. rozstaw)

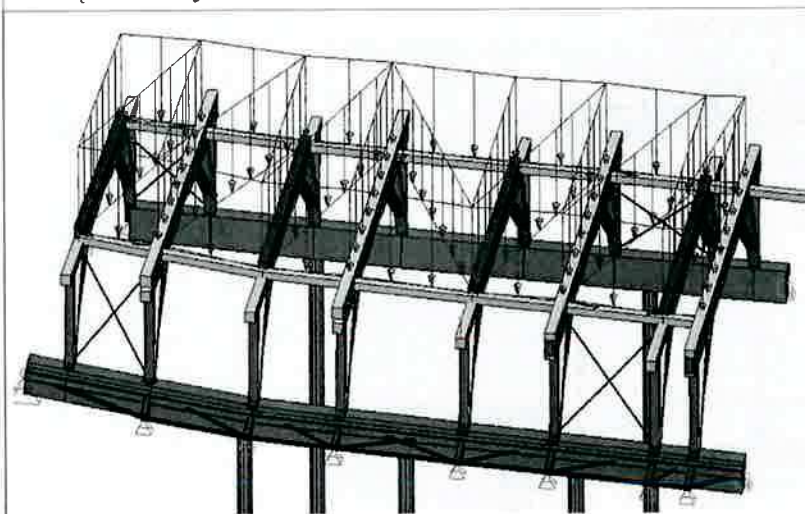
\* dopuszczalne  $120\text{kg/m}^2 = 1,2\text{kN/m}^2$  jedynie jako chwilowe (prace interwencyjne, remont sygnaturki, utrzymanie)

\* dopuszczalne  $50\text{kg/m}^2 = 0,5\text{kN/m}^2$  jako długotrwałe (składowanie)

Przyłożenie modelowe (ukryto elementy niepodlegające wymiarowaniu)

Obciążenie ciśnieniem wiatru (liniowe w poziomie kratownic – od ścian)

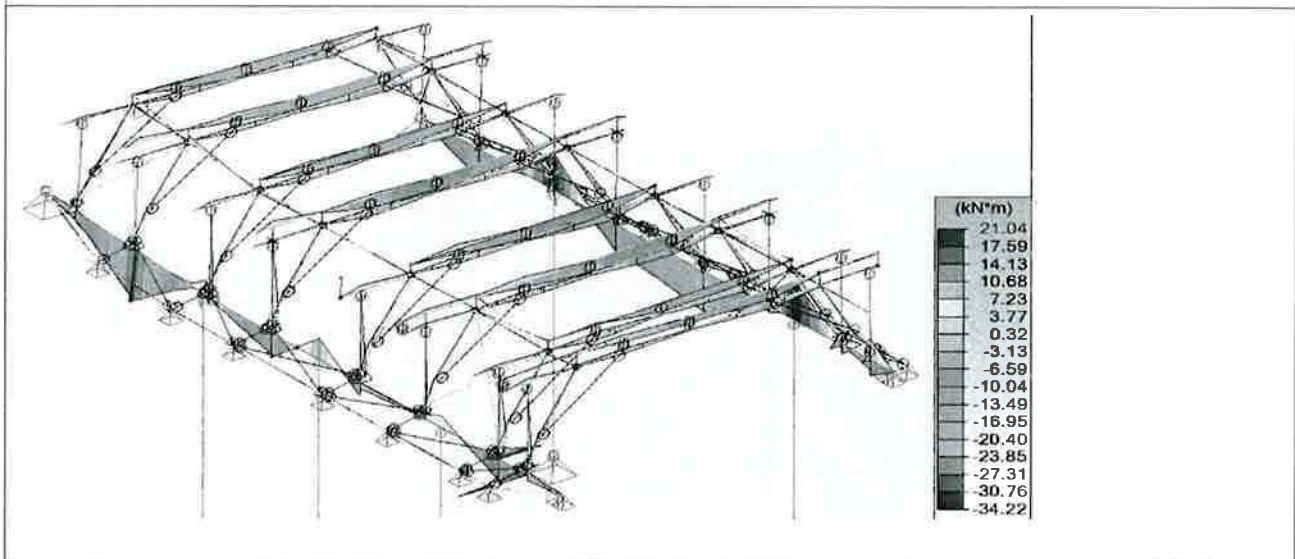
Obciążenie użytkowe równomiernie rozłożone



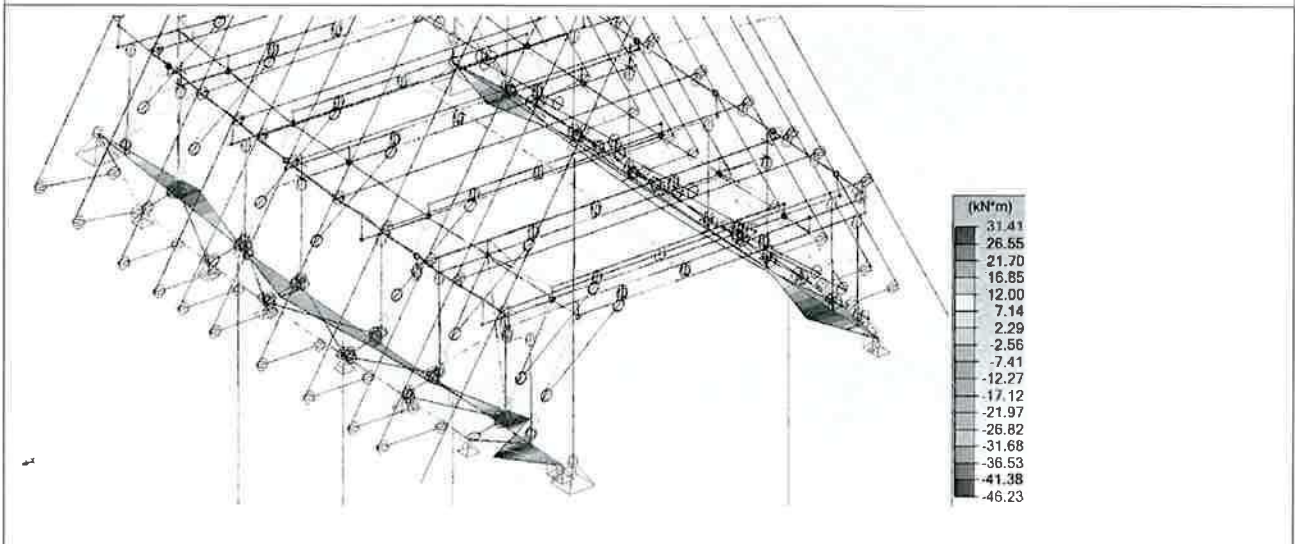


### 6.2.3. Obwiednie sił przekrojowych

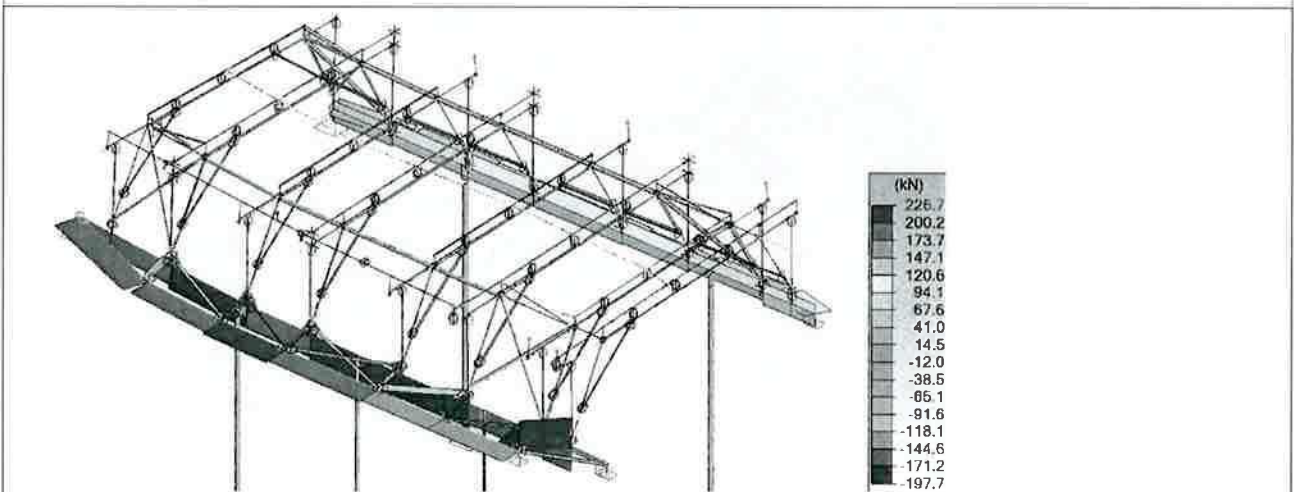
MyEd (zginanie pionowe)



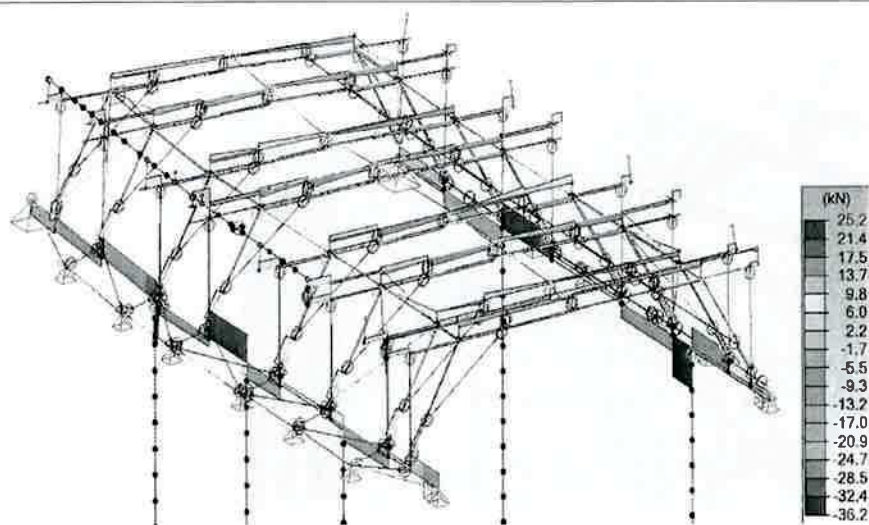
MzEd (zginanie poziome)



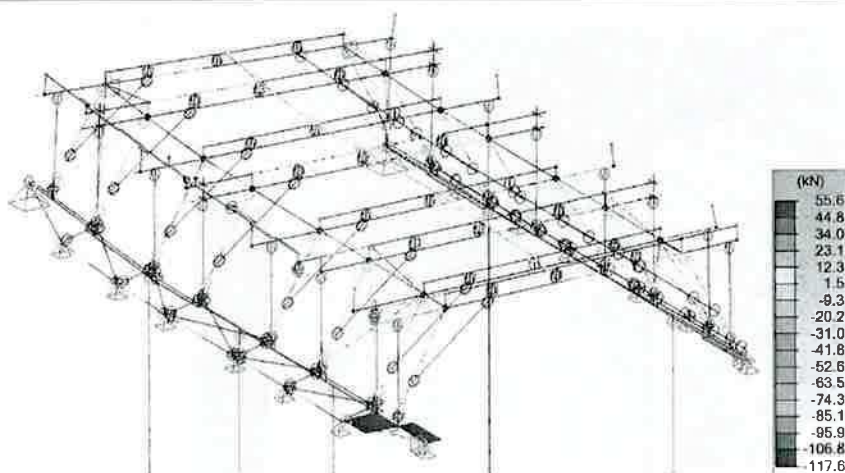
FxEd (osiowa podłużna)



Ved (ścinająca pionowa)



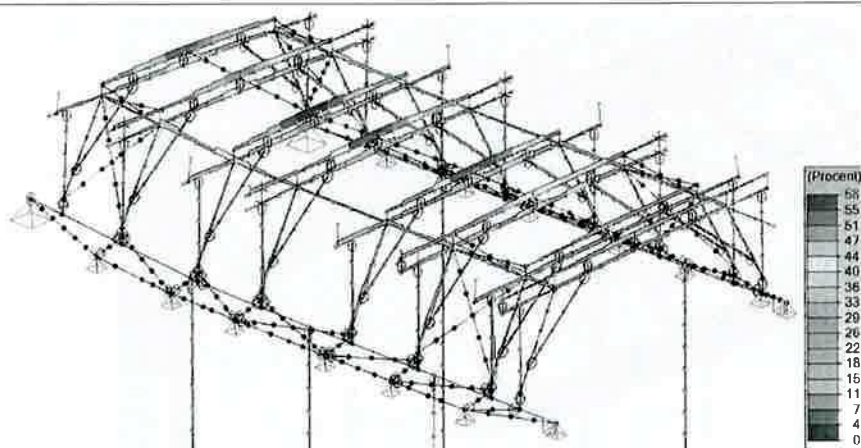
Hed (ścinająca pozioma)



#### 6.2.4. Obliczenia wytrzymałościowe (SGN)

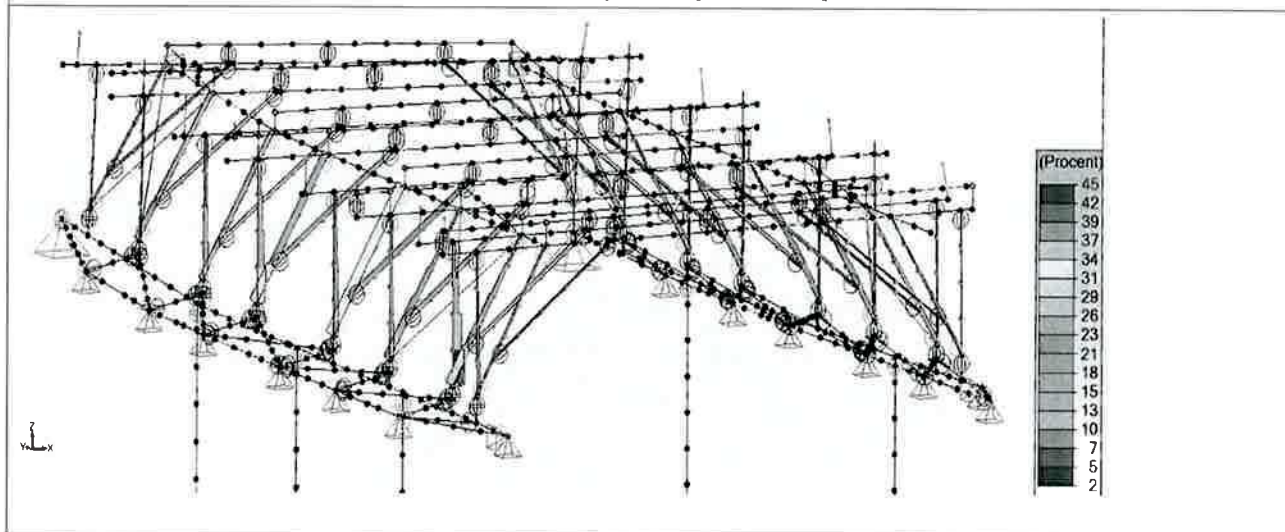
##### 6.2.4.1 Konstrukcja drewniana

Obwiednia wyłączenia konstrukcji kombinacji obciążeń: G+Q+W





Obwiednia stateczności konstrukcji kombinacji obciążeń: G+Q+W

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 704 **NADCIĄG****1) Przekrój**

Profil	R16*18
Wymiary(cm)	$h = 18.00$ $b = 16.00$
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 288.00 $S_y = 192.00$ $S_z = 192.00$
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 11529.4$ $I_y = 7776$ $I_z = 6144$
Moduły(cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 864$ $W_{elysup} = 864$ $W_{elzinf} = 768$ $W_{elzsup} = 768$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000$ $kh(My) = 1.000$ $kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.700$ Czas trwania: Długotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{mod} = 0.900$ Czas trwania: Krótkotrwałe
	$k_{def} = 0.600$
Materiał (MPa)	$E = 11000$ $\alpha = 0.0$
Gatunek (MPa)	$F_{mk} = 24$ $F_{t0k} = 14.5$ $F_{c0k} = 21$ $F_{vk} = 4$

**3) Wytrzymałość przekroju**

Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 704.10 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d}$ : $0.49 < 10.04$ MPa (5 %)
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 704.3 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$ : $0.44 < 2.15$ MPa (20 %)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 704.7 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ : $0.56296 < 1$ (56 %) Nr przypadku 102, Siatka nr 704.7 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ : $0.40770 < 1$ (41 %)
Skrećanie	Nr przypadku -, Siatka nr -, 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$ : niewykonane (-)

**4) Stateczność elementu**

Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 704.7 $\lambda_y = 176.0$ $\lambda_z = 205.8$ $L_{fy} = 9.51$ m $L_{fz} = 9.14$ m $K_{cy} = 0.105$ $K_{cz} = 0.078$ $K_m = 0.700$ $K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 2.984$ $\lambda_{rel,z} = 3.490$ $\lambda_{rel,m} = 0.364$
-------------	--

Ldy = 4.54 m Ldz = 4.54 m

Wytężenie Weryfikacja:

$$6.23: \sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$$

niewykonane (-)

$$6.24: \sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$$

niewykonane (-)

$$6.33: \sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$$

0.52243 < 1 (52%)

## Wyniki dla profilu - element liniowy nr 518 **RYGIEL RAMY STOLCOWEJ**

### 1) Przekrój

Profil	R17*17 / R17*10
Wymiary(cm)	h = 17.00 b = 17.00 h = 10.00 b = 17.00
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 289.00 Sy = 192.67 Sz = 192.67 Powierzchnia = 170.00 Sy = 113.33 Sz = 113.33
Bezwładność(cm4)	It = 11762.5 ly = 6960.08 ls = 6960.08 It = 3587.62 ly = 1416.67 lz = 4094.17
Moduły(cm3)	Welyinf = 818.833 Welysup = 818.833 Welzinf = 818.833 Welzsup = 818.833 Welyinf = 283.333 Welysup = 283.333 Welzinf = 481.667 Welzsup = 481.667
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000 kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.700 Czas trwania: Długotrwałe kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwałe kmod = 0.700 Czas trwania: Długotrwałe kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800 kdef = 0.800
Materiał (MPa)	E = 9500 $\alpha = 0.0$
Gatunek (MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6

### 3) Wytrzymałość przekroju

Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 518.2 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d}$ : 0.89 < 10.23 MPa (9 %)
Ścinanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 518.2 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$ : 0.28 < 2.49 MPa (11 %)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 518.2 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ : 0.49411 < 1 (49 %) Nr przypadku 102, Siatka nr 518.2 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ : 0.35988 < 1 (36 %)
Skręcanie	Nr przypadku 104, Siatka nr 518.2 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$ : 0.02 < 2.49 MPa (1 %)

### 4) Stateczność elementu

Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 518.2 $\lambda_y = 26.5 \lambda_z = 18.0$ Lfy = 0.88 m Lfz = 0.88 m Kcy=0.962 Kcz=0.997 Km=0.700 Kcrit=1.000
-------------	---

	$\lambda_{rel,y} = 0.459 \quad \lambda_{rel,z} = 0.312 \quad \lambda_{rel,m} = 0.212$ $L_{dy} = 0.88 \text{ m} \quad L_{dz} = 0.88 \text{ m}$  <b>Wytężenie Weryfikacja:</b> 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.55656 < 1 \text{ (56\%)}$ 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.42378 < 1 \text{ (42\%)}$ 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.28790 < 1 \text{ (29\%)}$
--	---

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 645 <b>SŁUPKI SKRAJNE (UZUPEŁNIENIA)</b>	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	<b>R14*14</b>
Wymiary(cm)	$h = 14.00 \quad b = 14.00$
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 196.00 $S_y = 130.67 \quad S_z = 130.67$
Bezwnadność(cm4)	$I_t = 5410.25 \quad I_y = 3201.33 \quad I_z = 3201.33$
Moduły(cm3)	$W_{elyinf} = 457.333 \quad W_{elysup} = 457.333$ $W_{elzinf} = 457.333 \quad W_{elzsup} = 457.333$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.014 \quad kh(My) = 1.014 \quad kh(Mz) = 1.014$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.600$ Czas trwania: Stałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.600$
Materiał (MPa)	$E = 11000 \quad \alpha = 0.0$
Gatunek (MPa)	<b>Fmk = 24</b> $F_{t0k} = 14.5 \quad F_{c0k} = 21 \quad F_{vk} = 4$
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 645.1 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d}$ : $0.31 < 9.69 \text{ MPa (3 \%)}$
Ścinanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 645.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$ : $0.25 < 2.77 \text{ MPa (9 \%)}$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 105, Siatka nr 645.1 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ : $0.42215 < 1 \text{ (42 \%)}$ Nr przypadku 105, Siatka nr 645.1 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ : $0.31971 < 1 \text{ (32 \%)}$
Skrećanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 645.1 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$ : $0.65 < 2.77 \text{ MPa (23 \%)}$
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	Nr przypadku 105, Siatka nr 645.1 $\lambda_y = 49.5 \quad \lambda_z = 49.5$ $L_{fy} = 2.00 \text{ m} \quad L_{fz} = 2.00 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.802 \quad K_{cz} = 0.802 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.839 \quad \lambda_{rel,z} = 0.839 \quad \lambda_{rel,m} = 0.213$ $L_{dy} = 1.54 \text{ m} \quad L_{dz} = 1.54 \text{ m}$  <b>Wytężenie Weryfikacja:</b> 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.44679 < 1 \text{ (45\%)}$

	<p>6.24: <math>\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math>  <math>0.34436 &lt; 1</math> (34%)</p> <p>6.35: <math>(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1</math>  <math>0.17612 &lt; 1</math> (18%)</p>
--	---

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 19 <b>SŁUP RAMY STOLCOWEJ</b>	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	R17*17
Wymiary(cm)	h = 17.00 b = 17.00
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 289.00 Sy = 192.67 Sz = 192.67
Bezwładność(cm4)	It = 11762.5 Iy = 6960.08 Iz = 6960.08
Moduły(cm3)	Welyinf = 818.833 Welysup = 818.833 Welzinf = 818.833 Welzsup = 818.833
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.700 Czas trwania: Długotrwałe kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800
Materiał (MPa)	E = 9500 $\alpha = 0.0$
Gatunek (MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 104, Siatka nr 19.5 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d} : 0.40 < 7.96$ MPa (5 %)
Ścinanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 19.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.60 < 2.49$ MPa (24 %)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 105, Siatka nr 19.2 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.34170 < 1$ (34 %) Nr przypadku 105, Siatka nr 19.2 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.25310 < 1$ (25 %)
Skręcanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 19.1 6.14: $\tau_{tor} d \leq K_{shape} F_{vd} : 0.01 < 1.94$ MPa (1 %)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	<p>Nr przypadku 105, Siatka nr 19.1  <math>\lambda_y = 36.6 \lambda_z = 36.6</math>  <math>L_{fy} = 1.80</math> m <math>L_{fz} = 1.80</math> m  <math>K_{cy}=0.904 K_{cz}=0.904 K_m=0.700 K_{crit}=1.000</math>  <math>\lambda_{rel,y} = 0.635 \lambda_{rel,z} = 0.635 \lambda_{rel,m} = 0.206</math>  <math>L_{dy} = 1.80</math> m <math>L_{dz} = 1.80</math> m</p> <p>Wytężenie Weryfikacja:</p> <p>6.23: <math>\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math>  <math>0.33952 &lt; 1</math> (34%)</p> <p>6.24: <math>\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math>  <math>0.25092 &lt; 1</math> (25%)</p> <p>6.35: <math>(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1</math>  <math>0.13140 &lt; 1</math> (13%)</p>



Wyniki dla profilu - element liniowy nr 23 **ZASTRAŁ RAMY STOLCOWEJ**

**1) Przekrój**

Profil	R13*13
Wymiary(cm)	$h = 13.00 \quad b = 13.00$
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 169.00 $S_y = 112.67 \quad S_z = 112.67$
Bezwnadność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 4022.34 \quad I_y = 2380.08 \quad I_z = 2380.08$
Moduły(cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 366.167 \quad W_{elysup} = 366.167$ $W_{elzinf} = 366.167 \quad W_{elzsup} = 366.167$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.029 \quad kh(My) = 1.029 \quad kh(Mz) = 1.029$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.600$ Czas trwania: Stałe $k_{mod} = 0.700$ Czas trwania: Długotrwałe $k_{mod} = 0.900$ Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 9500 \quad \nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 20 \quad F_{t0k} = 11.5 \quad F_{c0k} = 19 \quad F_{vk} = 3.6$

**3) Wytrzymałość przekroju**

Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 23.1 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 1.65 < 13.15 \text{ MPa} (13 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 23.5 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.05 < 1.66 \text{ MPa} (3 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 105, Siatka nr 23.1 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.12530 < 1$ (13 %) Nr przypadku 105, Siatka nr 23.1 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.12530 < 1$ (13 %)
Skręcanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 23.5 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.01 < 1.94 \text{ MPa} (0 \%)$

**4) Stateczność elementu**

Weryfikacja	Nr przypadku 105, Siatka nr 23.3 $\lambda_y = 52.7 \quad \lambda_z = 52.7$ $L_{fy} = 1.98 \text{ m} \quad L_{fz} = 1.98 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.752 \quad K_{cz} = 0.752 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.913 \quad \lambda_{rel,z} = 0.913 \quad \lambda_{rel,m} = 0.247$ $L_{dy} = 1.98 \text{ m} \quad L_{dz} = 1.98 \text{ m}$  <b>Wyłączenie Weryfikacja:</b> 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.20207 < 1 (20\%)$ 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.19089 < 1 (19\%)$ 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.16643 < 1 (17\%)$
-------------	--

**6.2.4.2 Konstrukcja stalowa**

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 562 PAS ZEWNĘTRZNY KRATOWNICY 2x #40	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	/zastępczo D5.5/ (rzeczywiście 2x Ø40mm)
Wymiary(cm)	radius = 2.75
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 23.76 Avy = 21.38 Avz = 21.38
Bezładność(cm <sup>4</sup> )	It = 89.8361 Iy = 44.918 Iz = 44.918
Bezładność(cm <sup>6</sup> )	Iw = 0
Moduły(cm <sup>3</sup> )	Wply = 27.7292 Wplz = 27.7292
Materiał	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Gatunek	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
<b>2) Klasyfikacja przekroju</b>	
<b>4) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie (6.2.3)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 562.1 4/4 Fx < Npl : 212.5 < 843.4 kN (25 %)
Ścinanie w kierunku y (6.2.6)	Nr przypadku 102 : 1.35x[1 G]+1.5x[4 Q], Siatka nr 562.1 0/4 Fy < Vply : 0.3 < 438.3 kN (0 %)
Ścinanie w kierunku z (6.2.6)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 562.1 4/4 Fz < Vplz : 1.0 < 438.3 kN (0 %)
Zginanie /yy (6.2.5)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 562.3 4/4 MyEd < MyRk : 0.34 < 9.84 kN*m (3 %)
Zginanie /zz (6.2.5)	Nr przypadku 104 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W], Siatka nr 562.4 4/4 MzEd < MzRk : 0.09 < 9.84 kN*m (1 %)
Złożone zginanie ukośne (6.2.9.1)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 562.4 0/4 $\left(\frac{M_{yEd}}{M_{yRk}}\right)^a + \left(\frac{M_{zEd}}{M_{zRk}}\right)^b < 1 \text{ (6.41)}$ $\left(\frac{1.00}{1.00}\right) + \left(\frac{0.09}{1.00}\right) = 0.03507 < 1 \text{ (4 %)}$
Skręcanie (6.2.7)	Nr przypadku -, Siatka nr -, Mx < Wt • γ: niewykonane (-)
<b>5) Stateczność elementu</b>	
Przypadek niekorzystny	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 562.4 0/4
Wyboczenie /yy (6.3.1)	Lfz = 1.80 m λy = 1.713 Krzywa c αy = 0.49 Φy = 2.34 χy = 1.000 Ncry = 287.3 kN
Wyboczenie /zz (6.3.1)	Lfy = 1.80 m λz = 1.713 Krzywa c αz = 0.49 Φz = 2.34 χz = 1.000 Ncrz = 287.3 kN
Zwicherungie (6.3.2.1)	Ldi = 1.46 m Lds = 1.46 m C1 = 1.350 C2 = 0.590 zg = 0.00 m kz = 1.000 kw = 1.000 Mcr = 240.05 kN*m λLT = 0.203 Krzywa - αLT = 1.00 ΦLT = 1.00 χLT = 1.000
Warunek pomocniczy (Tabela B3)	Cmy = 0.90 Cnz = 0.40 CmLT = 0.90
Współczynniki interakcji (Załącznik B)	kyy = 1.08 kyz = 0.32 kzy = 0.96 kzz = 0.54
Weryfikacja (6.61)	$\chi_\gamma + k_{yy} \cdot \Delta_{\chi,\gamma} + k_{yz} \cdot \Delta_{\chi,\gamma} \leq 1.00$ $0.25 + 0.04 + 0.00 = 0.29 < 1.00 \text{ (29\%)}$
Weryfikacja (6.62)	$\chi_\gamma + k_{zy} \cdot \Delta_{\chi,\gamma} + k_{zz} \cdot \Delta_{\chi,\gamma} \leq 1.00$ $0.25 + 0.03 + 0.00 = 0.29 < 1.00 \text{ (29\%)}$

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 764 **SŁUPEK KRATOWNICY****1) Przekrój**

Profil	CHS101.6x7H (RO 101,6x7mm)
Wymiary(cm)	Promień zewnętrzny = 5.08 Grubość = 0.70
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 20.80 $A_{vy} = 13.24$ $A_{vz} = 13.24$
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 468$ $I_y = 234$ $I_z = 234$
Bezwładność(cm <sup>6</sup> )	$I_w = 0$
Moduły(cm <sup>3</sup> )	$W_{ply} = 62.8$ $W_{plz} = 62.8$
Materiał	S355 E = 210000 MPa $N_u = 0.3$ G = 80800 MPa
Gatunek	$f_y = 355.00$ MPa $f_u = 510.00$ MPa

**2) Klasyfikacja przekroju**

Klasa	Przekrój : Klasa 1
-------	--------------------

**4) Wytrzymałość przekroju**

<b>Rozciąganie / Ściskanie (6.2.3)</b>	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 764.1 4/4 $F_x < N_{pl} : 238.6 < 738.4$ kN (32 %)
Ścinanie w kierunku y (6.2.6)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 764.1 4/4 $F_y < V_{ply} : 0.7 < 271.4$ kN (0 %)
Ścinanie w kierunku z (6.2.6)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 764.1 0/4 $F_z < V_{plz} : 0.2 < 271.4$ kN (0 %)
Zginanie /yy (6.2.5)	Nr przypadku 104 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W], Siatka nr 764.1 0/4 $M_{yEd} < M_{yRk} : 0.09 < 22.29$ kN*m (0 %)
Zginanie /zz (6.2.5)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 764.1 0/4 $M_{zEd} < M_{zRk} : 0.66 < 22.29$ kN*m (3 %)
Złożone zginanie ukośne (6.2.9.1)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 764.1 0/4 $M_{zEd} < M_{NzRd} (6.31) : 0.66 < 19.03$ kN*m (3 %)
Skręcanie (6.2.7)	Nr przypadku -, Siatka nr -, $M_x < W_t \cdot \gamma$ : niewykonane (-)

**5) Stateczność elementu**

Przypadek niekorzystny	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 764.1 0/4
Wyboczenie /yy (6.3.1)	$L_{fy} = 0.96$ m $\lambda_y = 0.376$ Krzywa a $\alpha_y = 0.21$ $\Phi_y = 0.59$ $\chi_y = 1.000$ $N_{cry} = 5235.6$ kN
Wyboczenie /zz (6.3.1)	$L_{fz} = 2.62$ m $\lambda_z = 1.022$ Krzywa a $\alpha_z = 0.21$ $\Phi_z = 1.11$ $\chi_z = 1.000$ $N_{crz} = 707.0$ kN
Zwichrzenie (6.3.2.1)	niewykonane (-)
Warunek pomocniczy (Tabela B3)	$C_{my} = 1.00$ $C_{mz} = 0.60$ $C_{mLT} = 1.00$
Współczynniki interakcji (Załącznik B)	$k_{yy} = 1.06$ $k_{yz} = 0.52$ $k_{zy} = 0.63$ $k_{zz} = 0.87$
Weryfikacja (6.61)	$\chi_y + k_{yy} \cdot \Delta_{\chi_y} + k_{yz} \cdot \Delta_{\chi_z} \leq 1.00$ $0.32 + 0.00 + 0.02 = 0.34 < 1.00$ (34%)
Weryfikacja (6.62)	$\chi_z + k_{zy} \cdot \Delta_{\chi_y} + k_{zz} \cdot \Delta_{\chi_z} \leq 1.00$ $0.32 + 0.00 + 0.03 = 0.35 < 1.00$ (35%)

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 629 **KRZYŻULCE WIOTKIE****1) Przekrój**

Profil	D3.6
Wymiary(cm)	radius = 1.80
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 10.18 $A_{vy} = 9.16$ $A_{vz} = 9.16$
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 16.4896$ $I_y = 8.2448$ $I_z = 8.2448$
Bezwładność(cm <sup>6</sup> )	$I_w = 0$

Moduły(cm <sup>3</sup> )	Wply = 7.776 Wplz = 7.776
Materiał	S355 E = 210000 MPa Nu = 0.3 G = 80800 MPa
Gatunek	fy = 355.00 MPa fu = 510.00 MPa
<b>2) Klasyfikacja przekroju</b>	
Klasa	Przekrój : Klasa 1
<b>4) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie (6.2.3)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 629.5 4/4 Fx < Npl : 39.1 < 361.3 kN (11 %)
Ścinanie w kierunku y (6.2.6)	Nr przypadku -, Siatka nr -, Fy < Vply: niewykonane (-)
Ścinanie w kierunku z (6.2.6)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 629.1 0/4 Fz < Vplz : 0.1 < 187.8 kN (0 %)
Zginanie /yy (6.2.5)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 629.3 2/4 MyEd < MyRk : 0.05 < 2.76 kN*m (2 %)
Zginanie /zz (6.2.5)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 629.1 4/4 MzEd < MzRk : 0.00 < 2.76 kN*m (0 %)
Złożone zginanie ukośne (6.2.9.1)	Nr przypadku 105 : 1.35x[1 G]+1.5x[3 W]+1.05x[4 Q], Siatka nr 629.3 2/4 , < 1 (6.12) : 0.01695 < 1 (2 %)
Skręcanie (6.2.7)	Nr przypadku -, Siatka nr -, Mx < Wt • γ: niewykonane (-)
<b>5) Stateczność elementu</b>	
Przypadek niekorzystny	Nr przypadku 101 : 1.35x[1 G], Siatka nr 629.3 2/4
Wyboczenie /yy (6.3.1)	Lfz = 2.00 m λy = 2.908 Krzywa c αy = 0.49 Φy = 5.39 χy = 0.101 Ncry = 42.7 kN
Wyboczenie /zz (6.3.1)	Lfy = 2.00 m λz = 2.908 Krzywa c αz = 0.49 Φz = 5.39 χz = 0.101 Ncrz = 42.7 kN
Zwichrzenie (6.3.2.1)	niewykonane (-)
Warunek pomocniczy (Tabela B3)	Cmy = 0.95 Cnz = 0.90 CmLT = 0.95
Współczynniki interakcji (Załącznik B)	kyy = 1.07 kyz = 0.00 kzy = 0.00 kzz = 1.09
Weryfikacja (6.61)	$\chi_y + k_{yy} \cdot \Delta_{\chi, \gamma} + k_{yz} \cdot \Delta_{\gamma, \gamma} \leq 1.00$ 0.15 + 0.02 + 0.00 = 0.17 < 1.00 (17%)
Weryfikacja (6.62)	$\chi_y + k_{zy} \cdot \Delta_{\chi, \gamma} + k_{zz} \cdot \Delta_{\gamma, \gamma} \leq 1.00$ 0.15 + 0.00 + 0.00 = 0.15 < 1.00 (15%)

#### 6.2.4.3 **Konstrukcja zespolona (belka główna + pas kratownicy montowany na sztywno)**

Zakłada się wykonanie zespolenia konstrukcji drewnianej z kratownicą poprzez podwójne przeciwległe kątowniki montowane na całej rozpiętości belki głównej dźwigara poprzez wkręty górne oraz dolne (w dwóch rzędach). Do kątowników montuje się rurę kwadratową, układaną w prowadnicach z kątowników. Dystans między kątownikiem a rurą regulowany śrubami rektyfikacyjnymi, następnie rura dokręcona do kątowników przy użyciu śrub w odpowiednim rozstawie. Owe rozwiązanie wymuszone jest znacznym i nieregularnym zakrzywieniem na długości belek oraz problematyką transportu elementów na poddasze – stąd wymusza się wykorzystanie wielu krótkich i lekkich elementów, montowanych już na konstrukcji z możliwością dopasowania na każdym odcinku oraz odpowiedniego napięcia poszczególnych elementów. Kratownicę i łączenie wykonuje się zgodnie z projektem wykonawczym



## Oszacowanie naprężeń skrajnych normalnych:

	<p>Naprężenia normalne skrajne w drewnie:</p> $\sigma_{11} := \frac{1}{\alpha} \cdot \left( \frac{M_{zed}}{W_{z1}} - \frac{M_{yed}}{W_{y1}} - \frac{N_{Ed}}{A_1} \right) = 1,396 \text{ MPa}$ $\sigma_{22} := \frac{1}{\alpha} \cdot \left( -\frac{M_{zed}}{W_{z2}} - \frac{M_{yed}}{W_{y2}} - \frac{N_{Ed}}{A_1} \right) = -2,6296 \text{ MPa}$ $\sigma_{33} := \frac{1}{\alpha} \cdot \left( \frac{M_{zed}}{W_{z3}} + \frac{M_{yed}}{W_{y3}} - \frac{N_{Ed}}{A_1} \right) = 1,746 \text{ MPa}$ $\sigma_{44} := \frac{1}{\alpha} \cdot \left( -\frac{M_{zed}}{W_{z4}} + \frac{M_{yed}}{W_{y4}} - \frac{N_{Ed}}{A_1} \right) = -0,9525 \text{ MPa}$ <p>Naprężenia normalne skrajne w stali:</p> $\sigma_{11} := 1 \cdot \left( \frac{M_{zed}}{W_{z1}} - \frac{M_{yed}}{W_{y1}} - \frac{N_{Ed}}{A_2} \right) = 2,8065 \text{ MPa}$ $\sigma_{22} := 1 \cdot \left( \frac{M_{zed}}{W_{z2}} - \frac{M_{yed}}{W_{y2}} - \frac{N_{Ed}}{A_2} \right) = -42,9131 \text{ MPa}$ $\sigma_{33} := 1 \cdot \left( \frac{M_{zed}}{W_{z3}} - \frac{M_{yed}}{W_{y3}} - \frac{N_{Ed}}{A_2} \right) = 11,2949 \text{ MPa}$ $\sigma_{44} := 1 \cdot \left( \frac{M_{zed}}{W_{z4}} - \frac{M_{yed}}{W_{y4}} - \frac{N_{Ed}}{A_2} \right) = -29,673 \text{ MPa}$
--	--

### Wniosek:

Zespolecie konstrukcji powoduje znaczne odprężenie przekroju drewnianego na rzecz rury kwadratowej w miejscach występowania momentów zginających (wywołanych mimośrodami)

## 6.3. PRZEBUDOWA OPARCIA SŁUPÓW GŁÓWNYCH SKLEPIEŃ

Przebudowa oparcia stanowi warunek konieczny zapewnienia bezpieczeństwa całej konstrukcji z uwagi na jej trwałość (omawiane słupy stanowią newralgiczną część układu konstrukcyjnego – wyłączenie się z pracy słupów ze wzgl. np. na rozkład biologiczny drewna skutkować będzie awarią głównych belek wspierających sklepienie kolebkowe). Stąd zakłada się wykonanie bezwzględnie odpowiedniej przebudowy podparcia słupów głównych ze względu na podciąganie kapilarne od strony fundamentu.

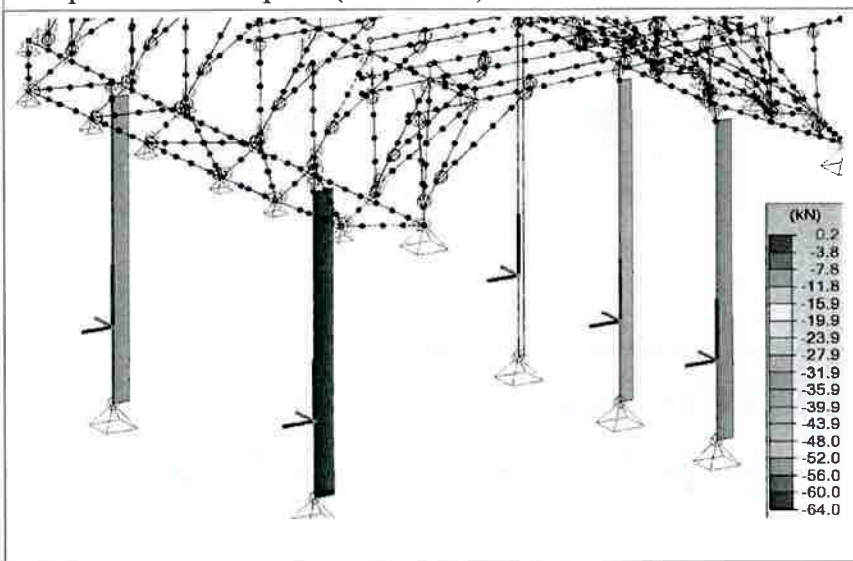
Przebudowę wykonuje się pojedynczo, każdy słup osobno w kolejności poprzez:

- A- Podparcie sztywne słupa, wykonanie wymianu,
- B- Od spodu odcięcie końcówki słupa na długości ok. 15cm (zgodnie z p.w.), nacięcie słupa wewnątrz na połączenie dwucięte ukryte, śrubowane
- C- Umieszczenie stalowego postumentu z blachą wewnętrzną
- D- Założenie podkładki (półokrągłe gr. 5cm) z twardego drewna (np. Jesion, buk) podklinowanie od spodu na żelbetowym postumencie przy użyciu klinów stalowych / blach aż do momentu całkowitej niwelacji luzu pomiędzy wszystkimi elementami (blacha na której oparty jest słup zaopatrzona ma być w otwory umożliwiające wentylację drewna od czoła)
- E- Nawiercenie otworów pod śruby w słupie, skręcenie śrubami słupa z postumentem wykonanie podlewki cementowej konstrukcyjnej szczelnie wypełniającej przestrzeń między klinami

Uwaga: patrz rys. Wykonawcze (!)

### 6.3.1. Obwiednie sił przekrojowych

Siła podłużna w słupach (obwiednia)



### 6.3.2. Obliczenia wytrzymałościowe (SGN)

- obliczono słup o największej sile ściskającej z uwzgl. Stateczności o długości wyboczeniowej  $1 \cdot L$  z założeniem prawidłowego oparcia dla zadanego schematu obustronnie przegubowego.

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 64 <b>SŁUP GŁÓWNY</b>	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	D25
Wymiary(cm)	$r = 12.50$
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 490.87 $S_y = 368.16$ $S_z = 368.16$
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 38349.5$ $I_y = 19174.8$ $I_z = 19174.8$
Moduły(cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 1533.98$ $W_{elysup} = 1533.98$ $W_{elzinf} = 1533.98$ $W_{elzsup} = 1533.98$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000$ $kh(My) = 1.000$ $kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.700$ Czas trwania: Długotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 11000$ $\nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 24$ $F_{t0k} = 14.5$ $F_{c0k} = 21$ $F_{vk} = 4$
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 64.1 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 1.05 < 11.31 \text{ MPa} (9 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 64.9 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.01 < 2.15 \text{ MPa} (0 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 64.1 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.09302 < 1 (9 \%)$ Nr przypadku 102, Siatka nr 64.1 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.09302 < 1 (9 \%)$

Skręcanie	Nr przypadku -, Siatka nr -, 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$ : niewykonane (-)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	<p>Nr przypadku 102, Siatka nr 64.13  <math>\lambda_y = 80.0</math> <math>\lambda_z = 80.0</math>  <math>L_{fy} = 5.00</math> m <math>L_{fz} = 5.00</math> m  <math>K_{cy}=0.450</math> <math>K_{cz}=0.450</math> <math>K_m=1.000</math> <math>K_{crit}=1.000</math>  <math>\lambda_{rel,y} = 1.357</math> <math>\lambda_{rel,z} = 1.357</math> <math>\lambda_{rel,m} = 0.342</math>  <math>L_{dy} = 5.00</math> m <math>L_{dz} = 5.00</math> m</p> <p>Wytężenie Weryfikacja:</p> <p>6.23: <math>\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math>  <math>0.24948 &lt; 1</math> (25%)</p> <p>6.24: <math>\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1</math>  <math>0.24948 &lt; 1</math> (25%)</p> <p>6.35: <math>(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1</math>  <math>0.20381 &lt; 1</math> (20%)</p>

#### 6.4.REMONT I STABILIZACJA ŚCIAN ZRĘBOWYCH PODŁUŻNYCH I POPRZECZNYCH

Ze względu na wykazane geodezyjnie odkształcenia z płaszczyzny ściany (w postaci przypominającej wyboczenie przekroju całej ściany w środku rozpiętości) oraz wykonywane w przeszłości przebudowy ścian wieńcowych i związane z tym przerwanie ciągłości belkowania należy wykonać:

**A- wymianę belek podwalinowych (lub ich fragmentów) na uszkodzonych odcinkach ścian zrębowych**, szczególnie widoczne fragmenty zbutwiałego belkowania ściany odgradzającej nawę od dzwonnicy oraz podwalin ścian do niej przyległych, zgodnie z cz. Rysunkową, długości wymienianych odcinków dopasować po pełnym odkryciu podwalin

**B- wykonanie szczeliny separacyjnej przy zewnętrznej powierzchni ściany zrębowej dzielącej dzwonnice i nawę**, umożliwiającą prawidłową wentylację i zabezpieczenie przed zawilgoceniem konstrukcji zrębowej

#### **C- stabilizację poprzeczną ścian zrębowych podłużnych (południowa i północna) oraz poprzecznej przy dzwonnicy poprzez wprowadzenie lisic:**

- **12/18 w ścianach południowej i północnej w rozstawie średnim co 1,3m** (zgodnie z cz. rysunkową) stanowiących także podkład konstrukcyjny rusztu pod szalowanie ścian. Lisice mocowane do każdej belki są przy użyciu wkrętów konstrukcyjnych zgodnie z cz. Rysunkową.

Lisice należy wprowadzać kolejno wzdłuż ściany (**prace należy prowadzić odcinkowo: jeden zdemontowany słupek rusztu ściany (istniejący), jedna zamontowana lisica**, aby zminimalizować ryzyko odkształcenia ściany). Z uwagi na odkształcenie poprzeczne ściany dopuszcza się wykonywanie nacięć pod lisicę do głębokości belki nie większej niż 4cm, natomiast na płaszczyznach odstających – ułożenie na podkładkach o grubości nie większej niż 4cm, uprzednio mocowanych do zrębu. Lisice skrajnie u góry mocowane są do kratownicy poprzez belkę wieńczącą, natomiast dołem wsparte na podwalinie z wykorzystaniem rozwiązania autorskiego.

- **SŁUP 16/22 w ścianie odgradzającej dzwonnice, słup podtrzymujący belki zdwojone**, oparty na projektowanej stopie fundamentowej w miejscu brakującego palowania. Słup należy podkładać pod belki zdwojone przy użyciu podkładki z drewna twardego oraz ześrubować z każdą belką ściany wieńcowej. Słup opiera się na słupie żelbetowym projektowanej stopy fundamentowej poprzez złącze

- **SŁUP ISTNIEJĄCY** w ścianie odgradzającej dzwonnice, słup podtrzymujący belki zdwojone, do pozostawienia, oparty na projektowanej stopie fundamentowej w miejscu brakującego palowania. Słup należy podklinować pod belki zdwojone przy użyciu podkładki z drewna twardego oraz ześrubować z każdą belką ściany wieńcowej. Słup opiera się na słupie żelbetowym projektowanej stopy fundamentowej poprzez złącze

- **LISICE STĘŻAJACE** w ścianie odgradzającej dzwonnice, kotwione do każdej belki z osobna przy użyciu śrub lub wkrętów, układane przy otworze wejściowym do nawy. Stanowi stabilizację ściany zrębowej.

Uwaga: wykonać zgodnie z rys. wykonawczymi (!)

### **E- Wymiana podwalin i wprowadzenie stóp fundamentowych**

Z uwagi na wypadanie podwaliny oraz brak prawidłowego oparcia projektuje się wykonanie stóp fundamentowych stanowiących stabilne oparcie dla belkowania oraz wprowadzenie słupów usztywniających ścianę (w miejscach słupów projektuje się stopy fundamentowe)

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 1 <b>LISICA POŚREDNIA ŚCIAN PODŁUŻNYCH</b>	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	R18*12
Wymiary(cm)	h = 12.00 b = 18.00
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 216.00 Sy = 144.00 Sz = 144.00
Bezwnadność(cm <sup>4</sup> )	It = 6085.12 Iy = 2592 Iz = 5832
Moduły(cm <sup>3</sup> )	Welyinf = 432 Welysup = 432 Welzinf = 648 Welzsup = 648
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.046 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.600 Czas trwania: Stałe kmod = 1.100 Czas trwania: Chwilowe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.600
Materiał(MPa)	E = 11000 v = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 24 Ft0k = 14.5 Fc0k = 21 Fvk = 4
<b>2) Ugięcia</b>	
PRZYJĘTO DOPUSZCZALNA STRZAŁKĘ WYGIĘCIA KONSTRUKCJI L/300 Z UWAGI NA POLICHROMOWANĄ CZĘŚĆ WEWNĘTRZNA ZREBU	Nr przypadku 103, Siatka nr 1.13 WinstQ: L/310 < L/300 (1.612 cm < 1.667 cm) (97 %) Winst: L/310 (1.612 cm) Wcreep: L/10000 (0.000 cm) Wfin: L/310 < L/125 (1.612 cm < 4.000 cm) (40 %) Wfin = Winst + Wcreep Wnetfin: L/310 < L/200 (1.612 cm < 2.500 cm) (64 %) Wnet,fin = Wfin - Wc
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 1.1 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 0.03 < 9.69 \text{ MPa} (0 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 1.25 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.22 < 3.38 \text{ MPa} (6 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 1.13 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.28616 < 1 (29 \%)$ Nr przypadku 102, Siatka nr 1.13 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.20031 < 1$



(20 %)	
Skręcanie	Nr przypadku -, Siatka nr -, 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$ : niewykonane (-)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 1.13 $\lambda_y = 144.3 \quad \lambda_z = 96.2$ $L_{fy} = 5.00 \text{ m} \quad L_{fz} = 5.00 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.154 \quad K_{cz} = 0.327 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 2.448 \quad \lambda_{rel,z} = 1.632 \quad \lambda_{rel,m} = 0.509$ $L_{dy} = 5.00 \text{ m} \quad L_{dz} = 5.00 \text{ m}$ <p>Wytężenie Weryfikacja:</p> 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.29124 < 1 \text{ (29\%)}$ 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.20270 < 1 \text{ (20\%)}$ 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.08428 < 1 \text{ (8\%)}$

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 764 <b>SŁUP OPARCIA BELKI ZDWOJONEJ</b>	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	R20*16
Wymiary(cm)	$h = 16.00 \quad b = 20.00$
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 320.00 $S_y = 213.33 \quad S_z = 213.33$
Bezładność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 14013.9 \quad I_y = 6826.67 \quad I_z = 10666.7$
Moduły(cm <sup>3</sup> )	$W_{elynf} = 853.333 \quad W_{elysup} = 853.333$ $W_{elzinf} = 1066.67 \quad W_{elzsup} = 1066.67$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000 \quad kh(My) = 1.000 \quad kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.600$ Czas trwania: Stałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 11000 \quad \nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 24 \quad F_{t0k} = 14.5 \quad F_{c0k} = 21 \quad F_{vk} = 4$
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 764.1 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 3.61 < 9.69 \text{ MPa (37 \%)}$
Ścinanie	Nr przypadku -, Siatka nr -, 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$ : niewykonane (-)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 101, Siatka nr 764.1 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.37284 < 1$ $(37 \%)$ Nr przypadku 101, Siatka nr 764.1 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.37284 < 1$ $(37 \%)$
Skręcanie	Nr przypadku -, Siatka nr -, 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$ : niewykonane (-)
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	Nr przypadku 101, Siatka nr 764.1 $\lambda_y = 52.0 \quad \lambda_z = 81.4$

$Lfy = 4.70 \text{ m}$   $Lfz = 2.40 \text{ m}$   
 $Kcy=0.774$   $Kcz=0.437$   $Km=0.700$   $Kcrit=1.000$   
 $\lambda_{rel,y} = 0.881$   $\lambda_{rel,z} = 1.380$   $\lambda_{rel,m} = 0.390$   
 $Ldy = 4.70 \text{ m}$   $Ldz = 4.70 \text{ m}$

**Wytężenie Weryfikacja:**

$$6.23: \sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$$

$$0.48148 < 1 \text{ (48\%)}$$

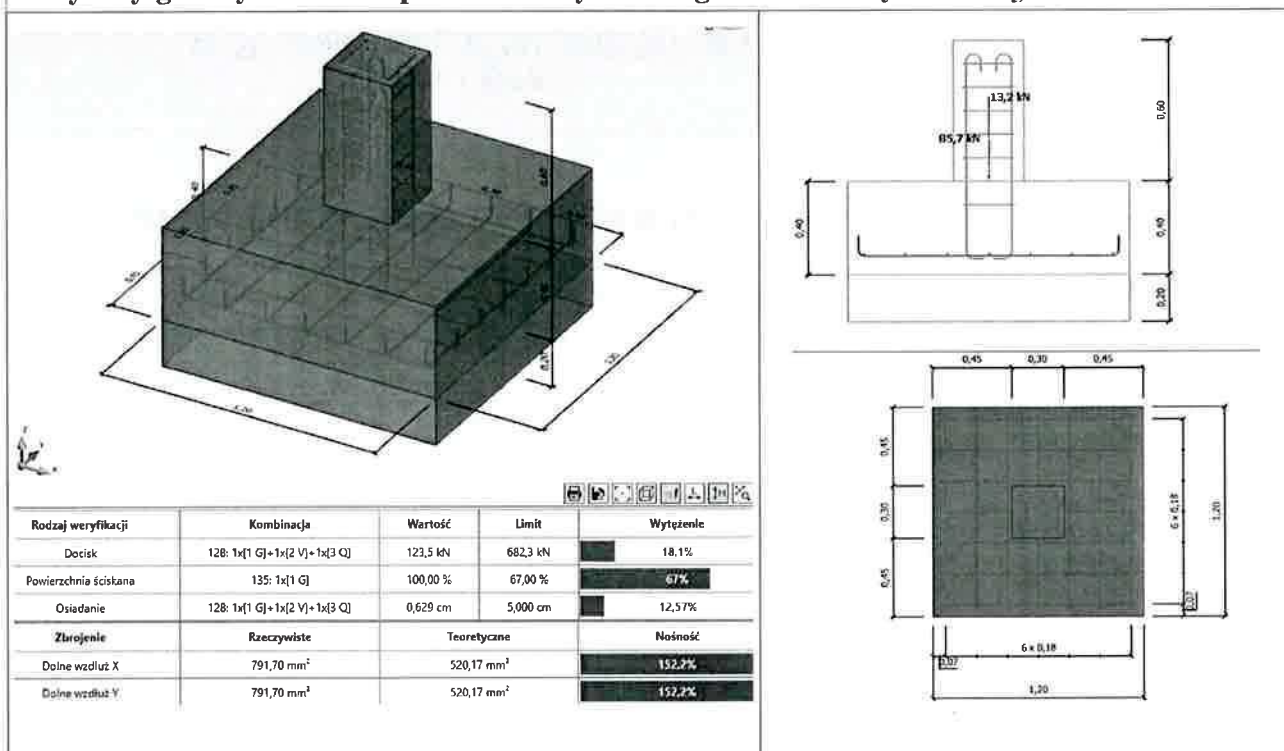
$$6.24: \sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$$

$$0.85349 < 1 \text{ (85\%)}$$

$$6.33: \sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$$

$$0.00000 < 1 \text{ (0\%)}$$

Stopa fundamentowa słupów głównych (poniżej pokazano wielkość minimalną - obliczeniowo, faktyczny gabaryt w celu dopasowania wykonać zgodnie z cz. Rysunkową)



## 6.5. WYMIANA FRAGMENTARYCZNA KONSTRUKCJI KAPLICY

Konstrukcja boczna kaplicy dolnej części w założeniu podlega wymianie (na podstawie prowadzonych odkrywek wg których ustalono rozległość zniszczeń), natomiast należy zauważyć, że ze względu na wykonany otwór w ścianie kościoła, omawiana konstrukcja kaplicy pełni także funkcję podparcia bocznego łatek przy otworach (tym samym konstrukcji zrębowej), z tego powodu należy wykonać prace w następującej kolejności:

A - Wykonać lisice wg schematu projektowego, lisice skrócić ze ścianą, dołem oprzeć i zakotwić do muru wg proj. wykonawczego, górą skrajnie natomiast poprzez belkę zamocować do kratownicy.

B - Wykonać demontaż deskowań kaplicy

Podstemplować górną partię konstrukcji (pozostawianą)

C - Demontować i zastępować odcinkowo podwaliny oraz słupy i zastrzały w całości (wykonywać połączenia ciesielskie na wręb lub czop kryty), tak aby nie naruszyć pozostawianej konstrukcji kaplicy (zniszczone fragmentarycznie zastrzały i słupy wymienić w

całości, bez flekowania czy też łączenia w przęśle)

D - Zklinować konstrukcję kaplicy do ścian nośnych (zniwelować luz)

## 6.6. DOPROWADZENIE DO PRAWDŁOWEGO STANU WIĘŻBY DACHOWEJ (nowej)

Ze względu na nieprawidłowy stan elementów składowych konstrukcji więźby dachowej należy wykonać następujące prace:

- wykonanie okorowania elementów nieprawidłowo obrobionych (krokwi, jętek, deskowań na całej połaci dachowej)
- w przypadku potrzeby – zabezpieczenia przed grzybami lub technicznymi szkodnikami drewna
- wprowadzenie kątowników mocujących obustronnie wiązary jętkowe do belki skrajnej ściany wieńcowej
- wprowadzenie kątowników mocujących obustronnie wiązary jętkowe do belki ułożonej na konstrukcji sklepienia kolebkowego
- wykonanie prawidłowego podparcia pozostawionych wiązarów poprzedniej więźby (obecnie konstrukcja chwiejna, zagrażająca sklepieniu)
- wykonanie stężeń wiatrowych deskowych gr. 40mm w formie kratownic podbijanych do deskowania w wyznaczonych rysunkowo polach między wiązarami (obustronnie przy sygnaturce oraz przy skrajnych polach połaci dachowej), skręconych sztywno z deskowaniem pod pokryciem (uwaga! Długość wkrętów dobrać na miejscu tak, aby nie doszło do perforacji blachy pokrycia (odpowiednio krótsze))
- wykonać gwoździowanie pełne (lub uzupełnienie wkrętami 6x150) połączeń między jętkami a krokwiami

## 6.7. KONSTRUKCJA SYGNATURKI

Projektuje się wykonanie stabilizacji konstrukcji sygnaturki poprzez:

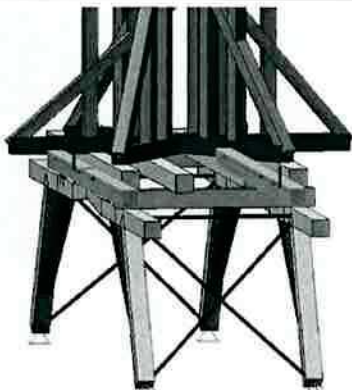
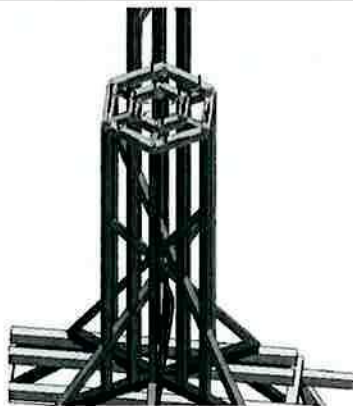
- Wykonanie jarzma obwodowo stężającego konstrukcję w poziomie kalenicy.

Jarzmo wykonane z kantówek 14/14 wpasowanych sztywno między słupy. Konstrukcję w poziomie jarzma należy poprzecznie podeprzeć do przyległych wiązarów, wcześniej stężonych (jw.)

- Wykonanie stabilizacji i wzmocnienia podparcia konstrukcji na ścianach nośnych poprzez zakotwienie w podwalinie

- Zespolenie belkowania (dołożenie nadciągu), wzmocnienie wyznaczonych węzłów (wg proj. budowlanego i wykonawczego)

### 6.7.1. Wprowadzane nowe elementy

Nadciągi montowane do rygli ram stolcowych	Jarzma wewnętrzne i zewnętrzne – poziom kalenicy
	

## 6.7.2. Zestawienie obciążeń, schemat statyczny

### A- obciążenia:

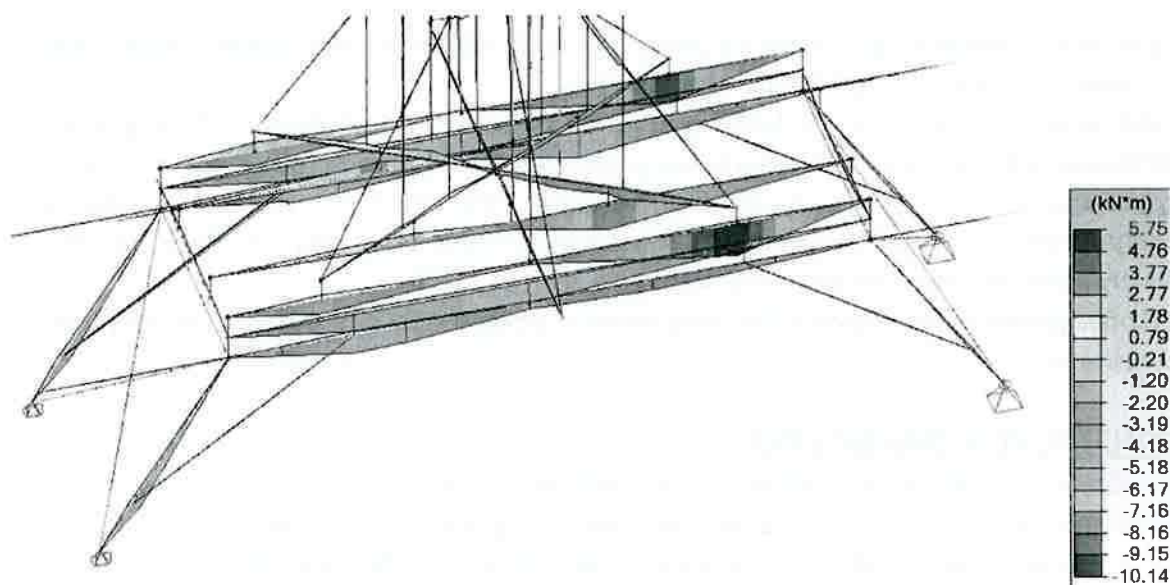
- przyjęto obciążenia jak w ekspertyzie konstrukcyjnej
- obciążenie użytkowe dopuszczalne na poziomie  $0,5 \text{ kN/m}^2$  ( $50 \text{ kg/m}^2$ ) jako CHWILOWE (!)

### B- schemat statyczny

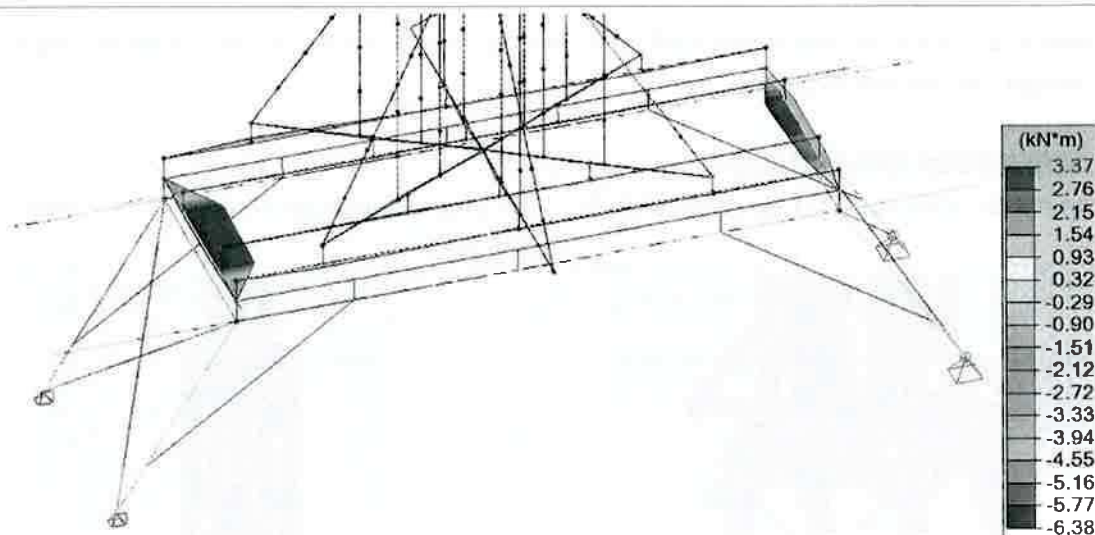
- przyjęto skrajny przypadek dla sytuacji z podporą przesuwną ze względu na problematykę oparcia, tzn. niepewność sztywności poziomej podpory

## 6.7.3. Obwiednie sił przekrojowych

$M_{yEd}$  (zginanie pionowe)- strop

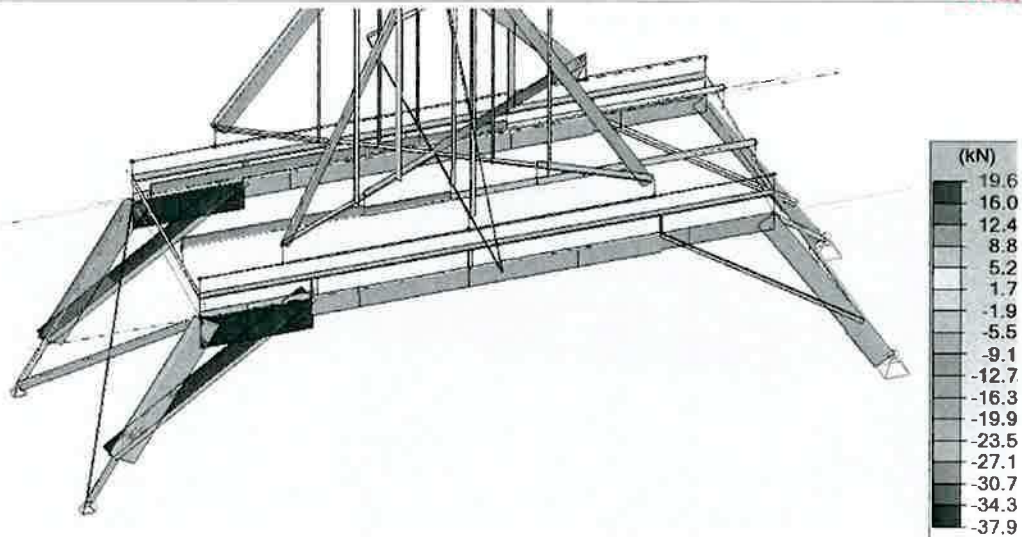


$M_{zEd}$  (zginanie poziome) - strop

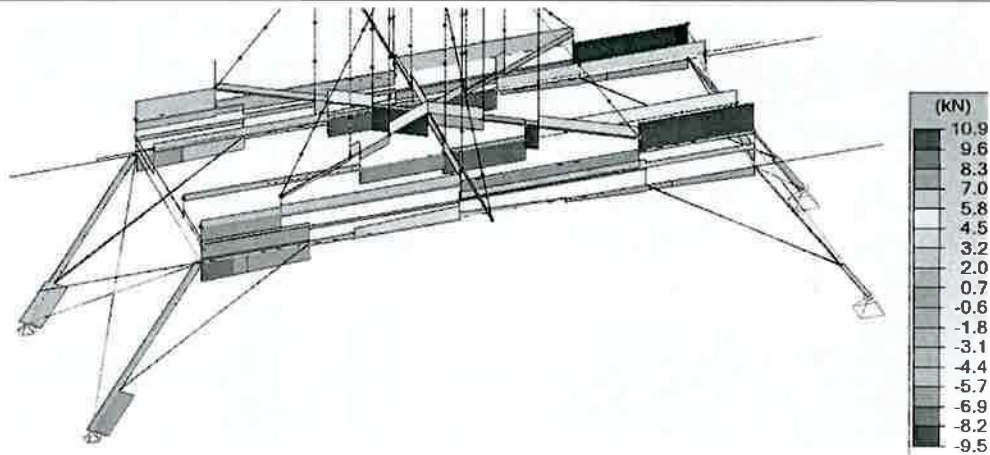




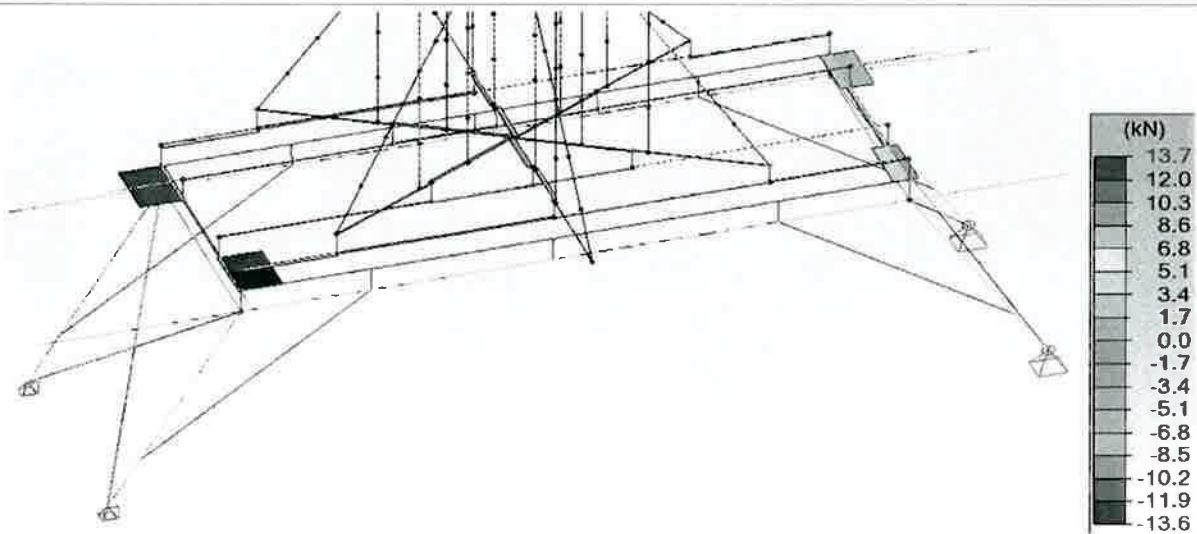
N<sub>ed</sub> - Strop



V<sub>ed</sub> - Strop

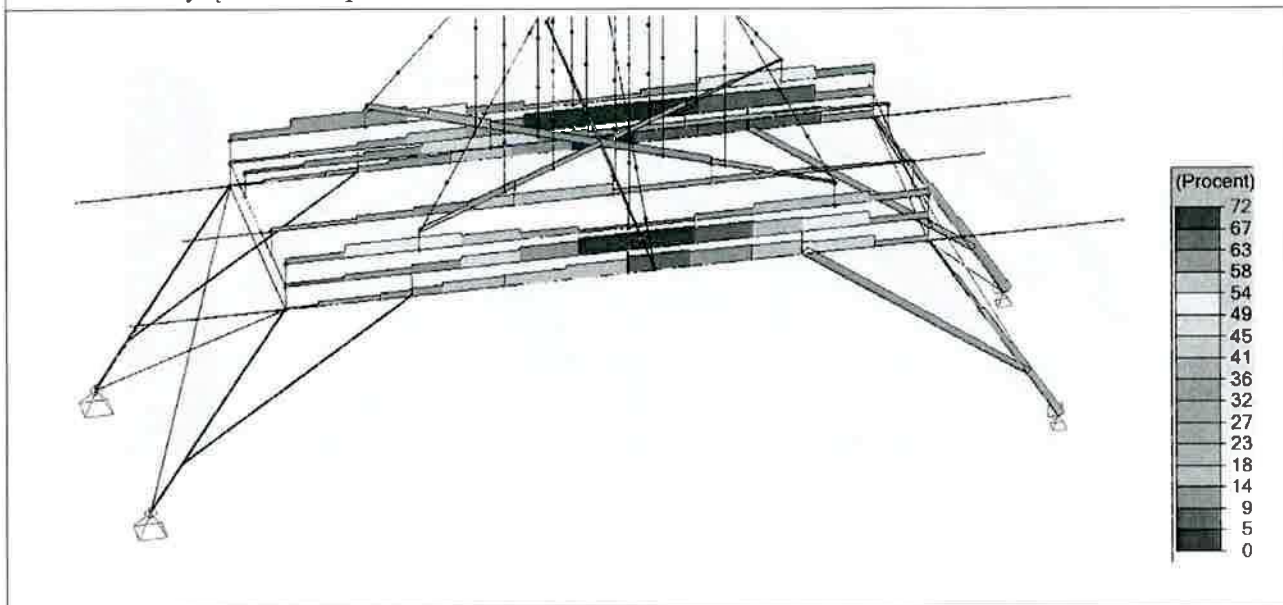


H<sub>ed</sub> - Strop



#### 6.7.4. Obliczenia wytrzymałościowe (SGN)

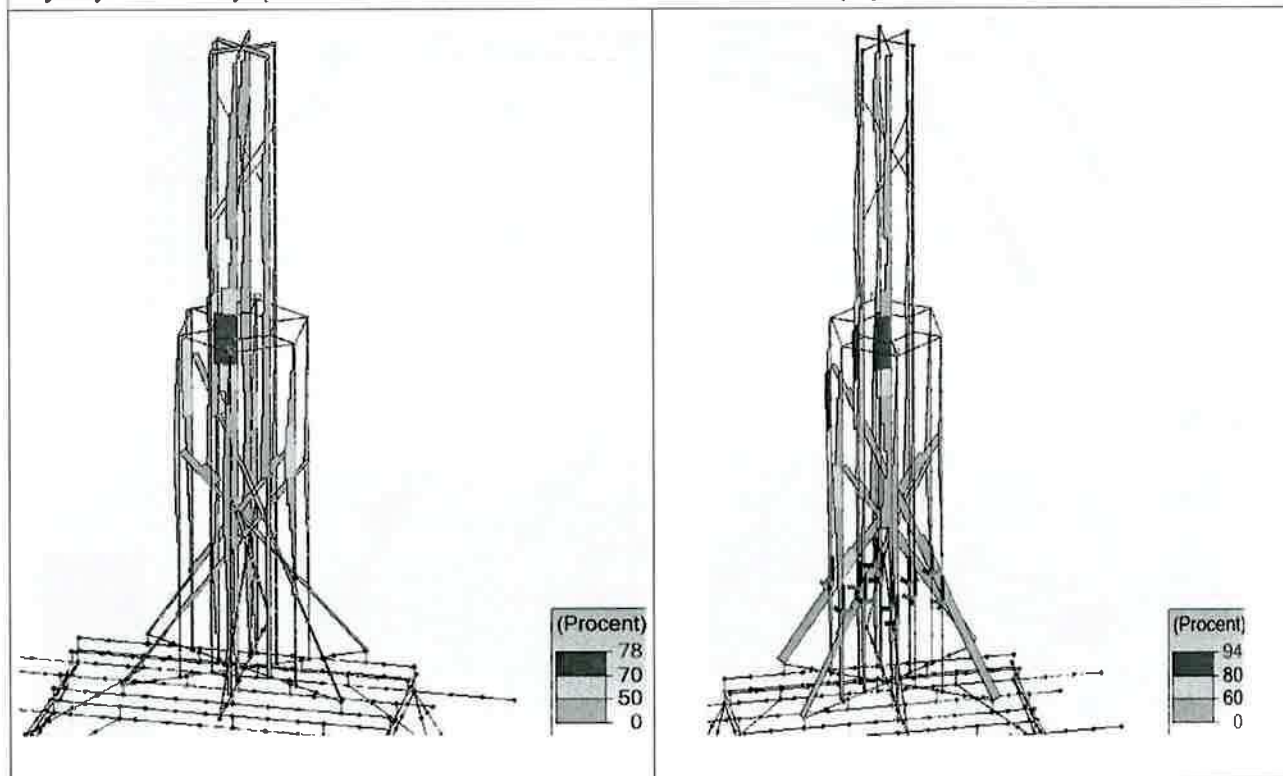
Obwiednia wyteżeń - strop



Obwiednia wyteżeń - sygnaturka

Wytrzymałość wyteżenie

Stateczność wyteżenie



Wyniki dla profilu - element liniowy nr 533 **RYGIEL RAMY STOLCOWEJ (ISTNIEJĄCY)****1) Przekrój**

Profil	R17*17 / R17*10
Wymiary(cm)	h = 17.00 b = 17.00 h = 10.00 b = 17.00
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 289.00 Sy = 192.67 Sz = 192.67 Powierzchnia = 170.00 Sy = 113.33 Sz = 113.33
Bezładność(cm4)	It = 11762.5 Iy = 6960.08 Iz = 6960.08 It = 3587.62 Iy = 1416.67 Iz = 4094.17
Moduły(cm3)	Welyinf = 818.833 Welysup = 818.833 Welzinf = 818.833 Welzsup = 818.833 Welyinf = 283.333 Welysup = 283.333 Welzinf = 481.667 Welzsup = 481.667
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000 kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.800 Czas trwania: Średniotrwale
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800
Materiał(MPa)	E = 9500 ν = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6

**3) Wytrzymałość przekroju**

Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 533.2 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 1.38 < 11.69 \text{ MPa (9 \%)}$
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 533.2 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.68 < 2.22 \text{ MPa (31 \%)}$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 533.2 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.69948 < 1$ (70 %) Nr przypadku 102, Siatka nr 533.2 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.49240 < 1$ (49 %)
Skręcanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 533.2 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.00 < 2.22 \text{ MPa (0 \%)}$

**4) Stateczność elementu**

Weryfikacja (stateczność konstrukcji z uwagi na planowane stężenie rygla może być pominięta)	Nr przypadku 102, Siatka nr 533.2 $\lambda_y = 26.2 \lambda_z = 17.8$ Lfy = 0.87 m Lfz = 0.87 m Kcy=0.963 Kcz=0.998 Km=0.700 Kcrit=1.000 $\lambda_{rel,y} = 0.455 \lambda_{rel,z} = 0.309 \lambda_{rel,m} = 0.211$ Ldy = 0.87 m Ldz = 0.87 m  Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.75391 < 1 (75%) 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.55385 < 1 (55%) 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ 0.52739 < 1 (53%)
---	--

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 405 <b>NADCIĄG</b>	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	R18*18
Wymiary(cm)	h = 18.00 b = 18.00
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 324.00 Sy = 216.00 Sz = 216.00
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	It = 14784.1 Iy = 8748 Iz = 8748
Moduły(cm <sup>3</sup> )	Welyinf = 972 Welysup = 972 Welzinf = 972 Welzsup = 972
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.600 Czas trwania: Stałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwałe
Materiał(MPa)	kdef = 0.800
Gatunek(MPa)	E = 11000 v = 0.0
	Fmk = 24 Ft0k = 14.5 Fc0k = 21 Fvk = 4
<b>2) Ugięcia</b>	
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 107, Siatka nr 405.9 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d} : 0.10 < 10.04 \text{ MPa} (1 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 405.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.59 < 1.85 \text{ MPa} (32 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 108, Siatka nr 405.9 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.65122 < 1 (65 \%)$ Nr przypadku 108, Siatka nr 405.9 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.47730 < 1 (48 \%)$
Skrećanie	Nr przypadku 108, Siatka nr 405.1 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.12 < 2.77 \text{ MPa} (4 \%)$
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja (stateczność konstrukcji z uwagi na planowane stężenie rygla może być pominięta)	Nr przypadku 108, Siatka nr 405.10 $\lambda_y = 87.4 \lambda_z = 87.4$ $L_{fy} = 4.54 \text{ m } L_{fz} = 4.54 \text{ m}$ $K_{cy}=0.387 K_{cz}=0.387 K_m=0.700 K_{crit}=1.000$ $\lambda_{rel,y} = 1.483 \lambda_{rel,z} = 1.483 \lambda_{rel,m} = 0.323$ $L_{dy} = 4.54 \text{ m } L_{dz} = 4.54 \text{ m}$  Wyłączenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.51928 < 1 (52\%)$ 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.36842 < 1 (37\%)$ 6.33: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ $0.61821 < 1 (62\%)$



Wyniki dla profilu - element liniowy nr 538 **ZASTRZAŁ RAMY STOLCOWEJ**

**1) Przekrój**

Profil	R13*13
Wymiary(cm)	$h = 13.00 \quad b = 13.00$
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 169.00 $S_y = 112.67 \quad S_z = 112.67$
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 4022.34 \quad I_y = 2380.08 \quad I_z = 2380.08$
Moduły(cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 366.167 \quad W_{elysup} = 366.167$ $W_{elzinf} = 366.167 \quad W_{elzsup} = 366.167$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.029 \quad kh(My) = 1.029 \quad kh(Mz) = 1.029$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.600$ Czas trwania: Stałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{mod} = 0.800$ Czas trwania: Średniotrwale
	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 9500 \quad \nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 20 \quad F_{t0k} = 11.5 \quad F_{c0k} = 19 \quad F_{vk} = 3.6$

**3) Wytrzymałość przekroju**

Rozciąganie / Ściskanie <b>ROZCIĄGANIE (!)</b>	Nr przypadku 101, Siatka nr 538.5 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d} : 0.90 < 5.46 \text{ MPa} (17 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 538.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.07 < 1.66 \text{ MPa} (4 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 538.5 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.34900 < 1 (35 \%)$ Nr przypadku 101, Siatka nr 538.5 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.29404 < 1 (29 \%)$
Skręcanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 538.1 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.00 < 1.66 \text{ MPa} (0 \%)$

**4) Stateczność elementu**

Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 538.5 $\lambda_y = 105.9 \quad \lambda_z = 52.7$ $L_{fy} = 1.98 \text{ m} \quad L_{fz} = 3.97 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.264 \quad K_{cz} = 0.752 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 1.837 \quad \lambda_{rel,z} = 0.913 \quad \lambda_{rel,m} = 0.247$ $L_{dy} = 1.98 \text{ m} \quad L_{dz} = 1.98 \text{ m}$  Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ niewykonane (-) 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ niewykonane (-) 6.33: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ $0.19629 < 1 (20\%)$
-------------	--

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 536 <b>STOLEC RAMY</b>	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	R17*17
Wymiary(cm)	h = 17.00 b = 17.00
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 289.00 Sy = 192.67 Sz = 192.67
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	It = 11762.5 Iy = 6960.08 Iz = 6960.08
Moduły(cm <sup>3</sup> )	Welyinf = 818.833 Welysup = 818.833 Welzinf = 818.833 Welzsup = 818.833
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.600 Czas trwania: Stałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800
Materiał(MPa)	E = 9500 v = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 536.2 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 0.63 < 8.77 \text{ MPa (7 \%)}$
Ścinanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 536.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.39 < 1.66 \text{ MPa (23 \%)}$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 101, Siatka nr 536.1 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.28178 < 1 \text{ (28 \%)}$ Nr przypadku 101, Siatka nr 536.1 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.19740 < 1 \text{ (20 \%)}$
Skrećanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 536.1 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.00 < 1.66 \text{ MPa (0 \%)}$
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	Nr przypadku 101, Siatka nr 536.2 $\lambda_y = 36.6 \lambda_z = 36.6$ $L_{fy} = 1.80 \text{ m } L_{fz} = 1.80 \text{ m}$ $K_{cy}=0.904 K_{cz}=0.904 K_m=0.700 K_{crit}=1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.635 \lambda_{rel,z} = 0.635 \lambda_{rel,m} = 0.206$ $L_{dy} = 1.80 \text{ m } L_{dz} = 1.80 \text{ m}$  Wyłączenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.34156 < 1 \text{ (34\%)}$ 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.26322 < 1 \text{ (26\%)}$ 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.14783 < 1 \text{ (15\%)}$

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 633 **KRZYŻAK SYGNATURKI**

**1) Przekrój**

Profil	R16*16
Wymiary(cm)	$h = 16.00$ $b = 16.00$
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 256.00 $S_y = 170.67$ $S_z = 170.67$
Bezwnadność(cm <sup>4</sup> )	$I_t = 9229.65$ $I_y = 5461.33$ $I_z = 5461.33$
Moduły(cm <sup>3</sup> )	$W_{elyinf} = 682.667$ $W_{elysup} = 682.667$ $W_{elzinf} = 682.667$ $W_{elzsup} = 682.667$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000$ $kh(My) = 1.000$ $kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.600$ Czas trwania: Stałe $k_{mod} = 0.900$ Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.600$
Materiał(MPa)	$E = 9500$ $\nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 20$ $F_{t0k} = 11.5$ $F_{c0k} = 19$ $F_{vk} = 3.6$

**3) Wytrzymałość przekroju**

Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 633.1 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d} : 0.24 < 7.96 \text{ MPa} (3 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 108, Siatka nr 633.2 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.93 < 2.49 \text{ MPa} (37 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 108, Siatka nr 633.2 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.31038 < 1 (31 \%)$ Nr przypadku 108, Siatka nr 633.2 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.22182 < 1 (22 \%)$
Skrećanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 633.2 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.03 < 1.66 \text{ MPa} (2 \%)$

**4) Stateczność elementu**

Weryfikacja	Nr przypadku 108, Siatka nr 633.1 $\lambda_y = 34.6$ $\lambda_z = 34.6$ $L_{fy} = 1.60 \text{ m}$ $L_{fz} = 1.60 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.918$ $K_{cz} = 0.918$ $K_m = 0.700$ $K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.599$ $\lambda_{rel,z} = 0.599$ $\lambda_{rel,m} = 0.200$ $L_{dy} = 1.60 \text{ m}$ $L_{dz} = 1.60 \text{ m}$  Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ niewykonane (-) 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ niewykonane (-) 6.33: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ $0.29647 < 1 (30\%)$
-------------	---

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 594 <b>SŁUP GŁÓWNY SYGNATURKI</b>	
<b>1) Przekrój</b>	
Profil	R14*12
Wymiary(cm)	h = 12.00 b = 14.00
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 168.00 Sy = 112.00 Sz = 112.00
Bezwładność(cm4)	It = 3905.31 Iy = 2016 Iz = 2744
Moduły(cm3)	Welyinf = 336 Welysup = 336 Welzinf = 392 Welzsup = 392
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.014 kh(My) = 1.046 kh(Mz) = 1.014
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwale
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.600
Materiał(MPa)	E = 9500 ν = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 594.7 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 0.43 < 13.15 \text{ MPa (3 \%)}$
Ścinanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 594.7 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.32 < 2.49 \text{ MPa (13 \%)}$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 105, Siatka nr 594.13 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.55786 < 1 (56 \%)$ Nr przypadku 105, Siatka nr 594.13 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.78070 < 1 (78 \%)$
Skręcanie	Nr przypadku 106, Siatka nr 594.8 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.01 < 2.49 \text{ MPa (0 \%)}$
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	Nr przypadku 105, Siatka nr 594.13 $\lambda_y = 86.6 \lambda_z = 123.7$ Lfy = 5.00 m Lfz = 3.00 m Kcy=0.378 Kcz=0.197 Km=0.700 Kcrit=1.000 $\lambda_{rel,y} = 1.502 \lambda_{rel,z} = 2.146 \lambda_{rel,m} = 0.450$ Ldy = 5.20 m Ldz = 5.20 m  Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.64056 < 1 (64%) 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.94010 < 1 (94%) 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ 0.66818 < 1 (67%)



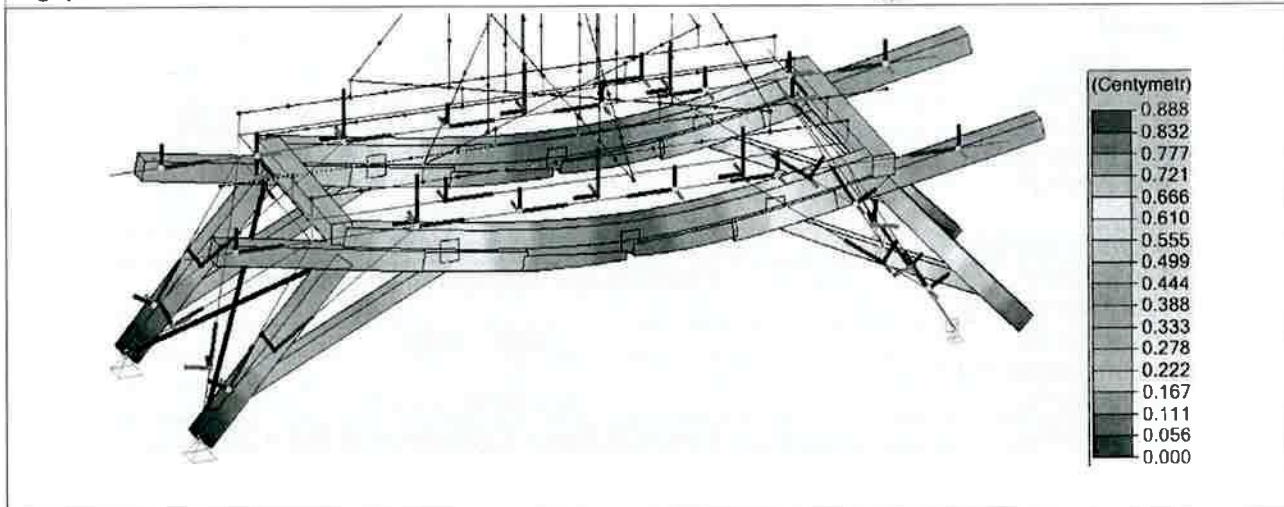
Wyniki dla profilu - element liniowy nr 604 **ZASTRZAŁ DOLNY**

<b>1) Przekrój</b>	
Profil	R14*12
Wymiary(cm)	h = 12.00 b = 14.00
Przekroje(cm <sup>2</sup> )	Powierzchnia = 168.00 Sy = 112.00 Sz = 112.00
Bezwładność(cm <sup>4</sup> )	It = 3905.31 Iy = 2016 Iz = 2744
Moduły(cm <sup>3</sup> )	Welyinf = 336 Welysup = 336 Welzinf = 392 Welzsup = 392
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.014 kh(My) = 1.046 kh(Mz) = 1.014
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.600
Materiał(MPa)	E = 9500 v = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6
<b>3) Wytrzymałość przekroju</b>	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 108, Siatka nr 604.1 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 0.92 < 13.15 \text{ MPa} (7 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 108, Siatka nr 604.9 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.42 < 2.49 \text{ MPa} (17 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 106, Siatka nr 604.10 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.29329 < 1 (29 \%)$ Nr przypadku 106, Siatka nr 604.10 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.23131 < 1 (23 \%)$
Skręcanie	Nr przypadku 108, Siatka nr 604.9 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.04 < 2.49 \text{ MPa} (2 \%)$
<b>4) Stateczność elementu</b>	
Weryfikacja	Nr przypadku 108, Siatka nr 604.4 $\lambda_y = 49.1 \lambda_z = 111.3$ $L_{fy} = 4.50 \text{ m } L_{fz} = 1.70 \text{ m}$ $K_{cy}=0.794 K_{cz}=0.240 K_m=0.700 K_{crit}=1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.851 \lambda_{rel,z} = 1.931 \lambda_{rel,m} = 0.420$ $L_{dy} = 4.52 \text{ m } L_{dz} = 4.52 \text{ m}$  Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.34265 < 1 (34 \%)$ 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.46758 < 1 (47 \%)$ 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.35097 < 1 (35 \%)$

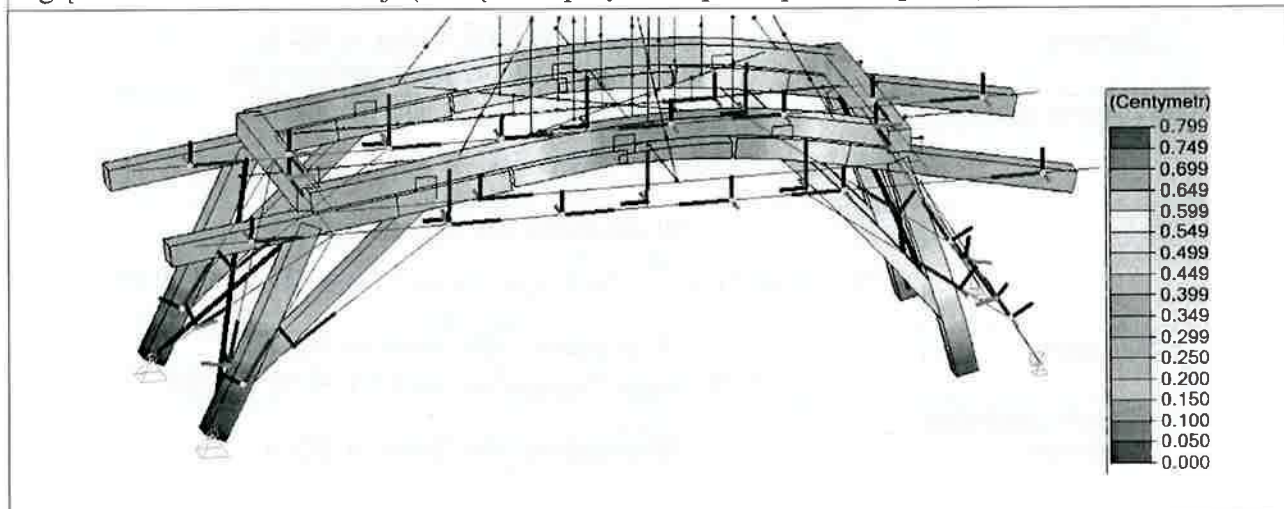
### 6.7.5.SGU

#### A – strop

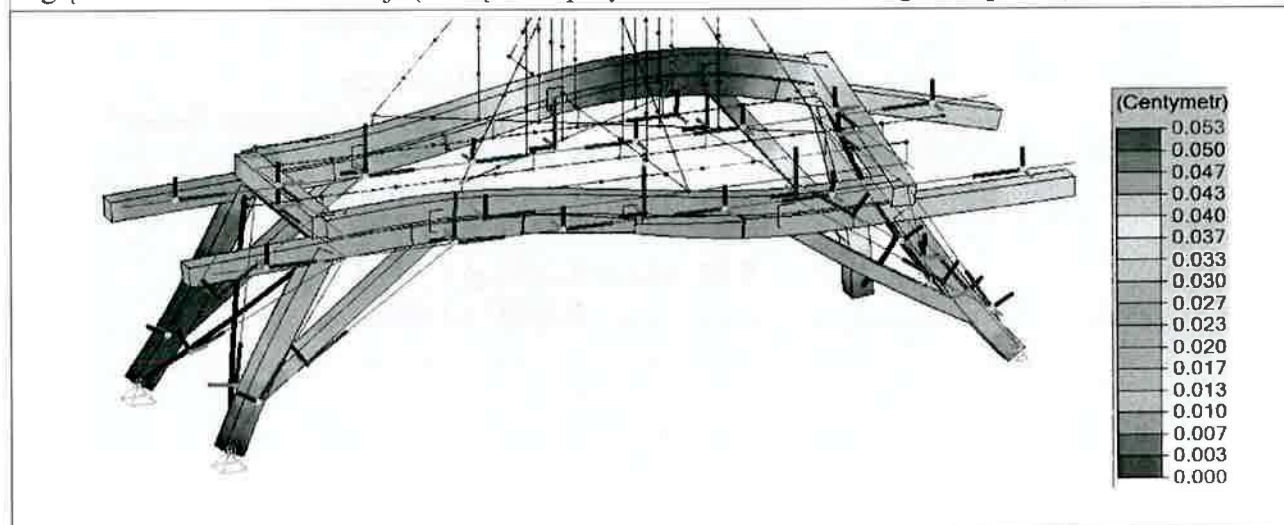
Ugięcie chwilowe konstrukcji (od obciążenia użytkowego – remont) kat. “H” →  $u_{fin} = 0,9\text{cm}$



Ugięcie chwilowe konstrukcji (obciążenie porywami prostopadle do połaci) →  $u_{fin} = -0,8\text{cm}$



Ugięcie chwilowe konstrukcji (obciążenie porywami wiatru równoległe do połaci)

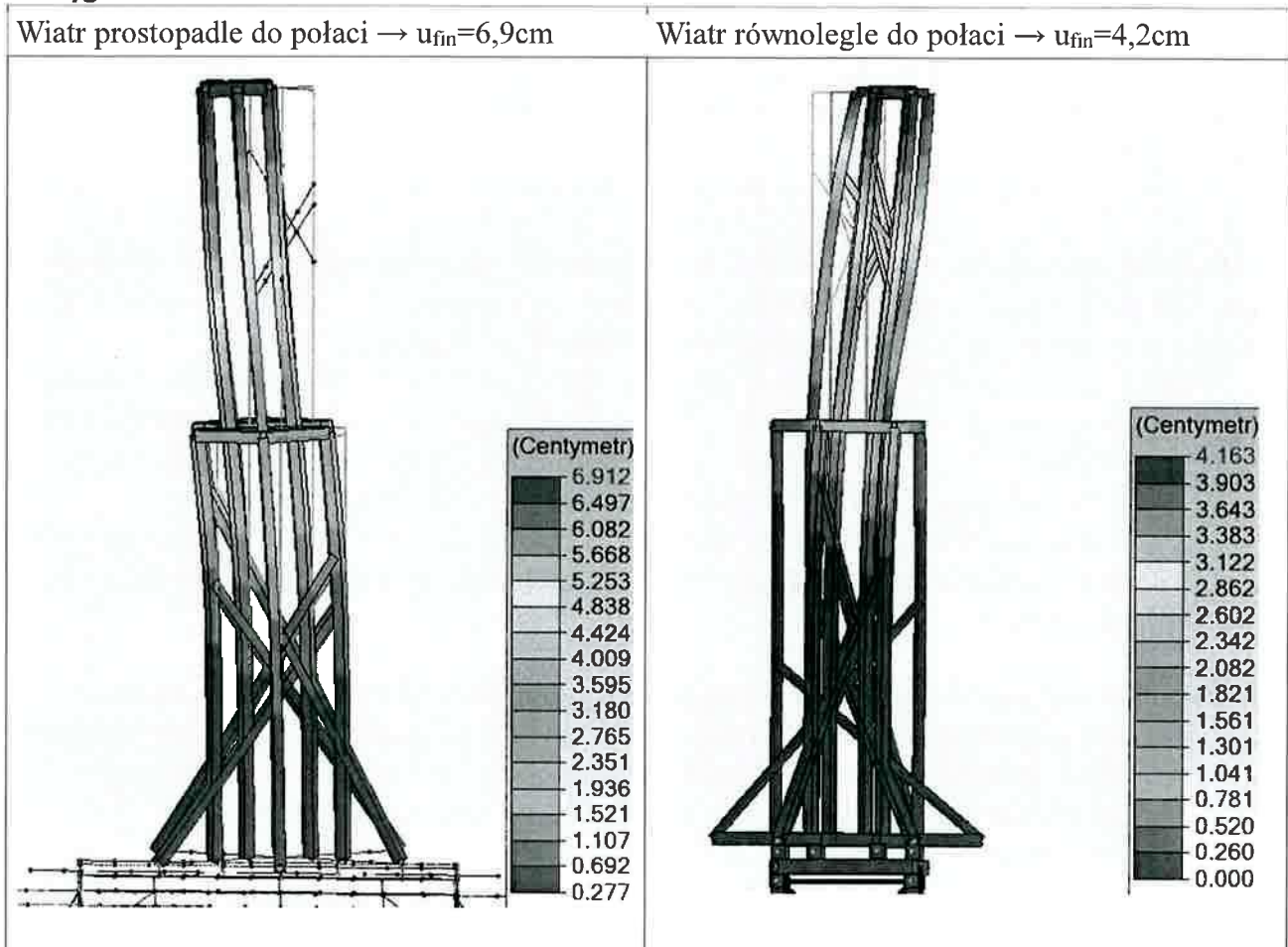


$$U_{max} = 0,9\text{cm}/630\text{cm} \rightarrow L/600$$

$$U_{dop} = L/500$$

warunek spełniony

## B – sygnaturka



$U_{max}=6,9\text{cm}/840\text{cm} \rightarrow L/121$   
warunek spełniony

$U_{dop}=L/150 * 1,5$  (obiekt stary, remontowany) =  $L/100$

### 6.8. ŚCIANY MUROWANE POPRZECZNE (DZIELĄCE NAWĘ)

**UWAGA (!)** Przed przystąpieniem do wzmocnienia należy bezwzględnie wykonać próbę wyrywania zakotwienia ze ściany, (od strony przypory) w celu ostatecznego doboru ilościowego i jakościowego wzmocnienia po konsultacji z projektantem

Projektuje się wykonanie wzmocnienia i monolityzacji ścian dzielących nawę poprzez wykorzystanie dedykowanych rozwiązań systemowych mte:

**A. Wprowadzenie i zakotwienie w ścianie prętów zbrojących ścianę poprzecznie** wg rysunków schematycznych (zakłada się wprowadzenie prętów od strony przypór – ze względu na ograniczanie uszkodzeń historycznego tynkowania od strony wewnętrznej. Pręty należy wprowadzić w bezpiecznej odległości od krawędzi ściany tak, aby możliwie uniknąć uszkodzenia tynków i polichromii). Pręty wprowadza się warstwowo z wykorzystaniem rozwiązań systemowych wraz z towarzyszącą iniekcją zaczynu w mur.

Zabieg ma za zadanie:

- wzmocnienie osłabionej struktury ściany
- scalenie konstrukcji murowej w przekroju podłużnym (miejsca z widocznym znacznym zarysowaniem poprzecznym)
- wykonanie stabilnego oparcia skrajnego konstrukcji drewnianej nawy

### B. Wprowadzenie i zakotwienie w ścianie prętów zbrojących ścianę poprzecznie WYŁĄCZNIE W