

Ekspertyza konstrukcyjna stanu technicznego konstrukcji kościoła pw. Św. Mikołaja Biskupa w Skrzydlnej

EGZEMPLARZ

1

Obiekt:	Kościół pw. św. Mikołaja w Skrzydlnej
Lokalizacja:	Dz. Ewid. Nr 393 obr. Skrzydlina, gm. Dobra
Inwestor:	Parafia św. Mikołaja Biskupa, Skrzydlina 48

Opracował: Mgr inż. Tomasz Kochański
Uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności
Konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń
nr ewid. Upr. MAP/0149/PBKb/18



JEDNOSTKA PROJEKTOWA:

**TK-BUDOWNICTWO** 

mgr inż. Tomasz Kochański

T: (+48)507-237-432

E: tkochanski01@gmail.com

NIP: 7343458021



Spis treści

Podstawa opracowania i zakres.....	3 Ek
1.OPIS I STAN KONSTRUKCJI	3 Ek
1.1.KONSTRUKCJA DZWONNICY	3 Ek
1.2.WIĄZARY DACHOWE – OSTATNI REMONT	5 Ek
1.3.KONSTRUKCJA SKLEPIENIA KOLEBKOWEGO – PIERWOTNA, BELKA ZDWOJONA, SŁUPY POŚREDNIE, RAMY STOLCOWE	6 Ek
1.4.ŚCIANY WIEŃCOWE, KONSTRUKCJA KAPLICY BOCZNEJ	7 Ek
1.5.POŁĄCZENIE CZĘŚCI DREWNIANEJ Z MUROWANĄ	8 Ek
1.6.FUNDAMENT POD CZĘŚCIĄ DREWNIANĄ (Ściany boczne, kaplica, słupy drewniane)	9 Ek
1.7.CZĘŚĆ MUROWANA.....	9 Ek
2.DOKUMENTACJA ZDJĘCIOWA STANU TECHNICZNEGO – OMÓWIENIE.....	11 Ek
2.1.DZWONNICA.....	11 Ek
2.2.WIĄZARY DACHOWE – OSTATNI REMONT	13 Ek
2.3..KONSTRUKCJA SKLEPIENIA KOLEBKOWEGO – RAMY STOLCOWE, BELKA ZDWOJONA, KONSTRUKCJA WSPORCZA SYGNATURKI, SŁUPY POŚREDNIE.....	14 Ek
2.4.ŚCIANY WIEŃCOWE	18 Ek
2.5.KONSTRUKCJA KAPLICY BOCZNEJ	19 Ek
2.6.POŁĄCZENIE CZĘŚCI DREWNIANEJ Z MUROWANĄ	20 Ek
2.7.CZĘŚĆ MUROWANA.....	21 Ek
2.8.KONSTRUKCJA SYGNATURKI.....	25 Ek
3.OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE	26 Ek
3.1.KONSTRUKCJA DACHOWA.....	26 Ek
3.2.KONSTRUKCJA RAMY STOLCOWEJ	33 Ek
3.3.BELKA ZDWOJONA.....	42 Ek
3.4.SŁUPY.....	48 Ek
3.5.SYGNATURKA WSPARTA NA RAMACH STOLCOWYCH.....	50 Ek
3.6.KONSTRUKCJA DZWONNICY.....	58 Ek
4.Zestawienie przewidywanych prac konstrukcyjnych.....	78 Ek
5.Zestawienie przewidywanych prac ogólnobudowlanych	80 Ek

Podstawa opracowania i zakres:

- 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
- Pomiar geodezyjny

reprezentujące odpowiednio: więźbę dachową, sygnaturkę oraz dzwonnice

Zakres opracowania:

- Stan techniczny konstrukcji dzwonnicy
- Stan techniczny więźby dachowej (nowej oraz historycznej)
- Stan techniczny konstrukcji drewnianej kościoła w obrębie nawy i prezbiterium
- Stan techniczny konstrukcji murowej prezbiterium

1. OPIS I STAN KONSTRUKCJI:**1.1. KONSTRUKCJA DZWONNICY**

wykonana jako słupowo-zastrzałowa z poziomym oryglowaniem w części stropowej i pośredniej między poziomem stropu a izbicą, o czterech narożnych słupach, zwieńczona oczepem. **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 (prawdopodobnie skutek korozji biologicznej w obrębie słupów). **Ściany boczne** wykonano jako 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.

1.1.1. Stan konstrukcji

Dzwonnice charakteryzuje zmienność stanu technicznego w zależności od omawianej jej części.

Dolny fragment konstrukcji w obrębie przyziemia cechuje się uszkodzeniem biologicznym podwalin, związanym z nieprawidłowym uwarstwieniem w miejscu oparcia belki podwalinowej na fundamencie. W trakcie odkrywki fundamentu stwierdzono zaleganie gruntu organicznego bezpośrednio pod podwaliną (a na oczepie pali). W miejscu odkrywki stwierdzono także brak stabilnego oparcia podwalin na oczepie wskutek przewarstwienia gruntem. **Stan podwalin określa się na ogół jako niedostateczny, wymagający interwencji poprzez wykonanie odpowiedniego remontu fragmentów** podwalin dobrze zachowanych oraz wymiany fragmentów o znacznym zniszczeniu biologicznym. Należy zaznaczyć, że schemat statyczny konstrukcji wymaga sztywnego, stabilnego oparcia słupów głównych oraz zastrzałów.

Odcinek konstrukcji słupowo-zastrzałowej od poziomu podwalin do poziomu stropu charakteryzuje się brakującymi (zdemontowanymi) zastrzałami od strony nawy oraz przerwaniem ciągłości słupów głównych od strony zachodniej. Owe modyfikacje bezpośrednio odpowiadają za nieprawidłowy schemat statyczny konstrukcji, gdzie omawiane słupy powinny być w schemacie jednolitego elementu bez przegubu a zastrzały podpierać omawiany słupek. Zauważono także znaczne deformacje konstrukcji, w tym zniszczenie połączenia nakładkowego rygla oraz wygięcie w łuk stropu przedsionka, o największym natężeniu od strony nawy, związane z nierównomiernym osiadaniem konstrukcji oraz przzerwania podwaliny na odcinku pomiędzy słupami ściany wschodniej. **Ze względu na modyfikacje oraz deformację konstrukcji wskutek nierównomiernego osiadania, w tym uszkodzenia elementów, stan techniczny konstrukcji słupowo-zastrzałowej na odcinku od przyziemia do stropu określa się jako niedostateczny, wymagający interwencji.**

Konstrukcja dzwonnicy na odcinku poddasza do poziomu izbicy wykazuje uszkodzenia biologiczne fragmentów zastrzałów od strony północnej, dobrze widoczne na poddaszu oraz znaczące zniszczenie fragmentu słupa głównego północno-wschodniego. Obserwuje się zniszczenie jednego z zastrzałów na ścianie dzwonnicy wschodniej wynikającej z zależności elementów w schemacie statycznym, bezpośrednio wskutek przemieszczeń wynikających z nierównomiernego osiadania uwidocznionego pod tą ścianą. Zauważa się rozeschnięcia w obrębie połączeń zastrzałów ze słupami przy ścianie zachodniej. **Omawiane uszkodzenia biologiczne i zniszczenia wskutek osiadania wymagają interwencji w formie wymiany zniszczonych zastrzałów oraz wymiany fragmentu zniszczonego słupa oraz wzmocnienia połączeń z widocznymi rozeschnięciami. Stan tego fragmentu określa się jako niedostateczny.**

Konstrukcja izbicy cechuje się rozeschnięciami w obrębie połączeń ciesielskich niektórych zastrzałów konstrukcji izbicy. **Odcinek izbicy zachowany jest w stosunkowo dobrym stanie, wymaga jedynie miejscowych wzmocnień odcinków widocznie rozeschniętych.**

Konstrukcja sygnaturki znajduje się w dobrym stanie technicznym, nie zauważono większych uszkodzeń biologicznych lub nieprawidłowej pracy konstrukcji.

Omawiane prace konstrukcyjne należy wykonać w trakcie wymian szalowania ściany

1.2. WIĄZARY DACHOWE – OSTATNI REMONT

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

1.2.1. Stan konstrukcji

Wątpliwość budzi niska jakość wykonania, niezgodna ze sztuką oraz zastosowane materiały.

Wiązary wykonane z drewna nieprawidłowo obrobionego, bez płaszczyzn strugania, w miejscach oblin nieokorowane o nieznannej klasie wytrzymałości, niepoddane sortowaniu.

Połączenia wykonane niestarannie, w wielu miejscach gwoździe łączące znajdują się zbyt blisko krawędzi elementu powodując rozwarstwienie drewna.

Połączenia na ścianie zewnętrznej wykonane na wrąb z nieprawidłową geometrią powierzchni docisku, nie stanowią oparcia dla krokwi a przy większym nacisku należy liczyć się z uszkodzeniem murłaty. Pośrednio w celu wyrównania płaszczyzny więźby dachowej wprowadzono dodatkowe odcinki murłat, które oparto na ramie stolcowej wykonując wrąb. O ile wykonanie takiego nacięcia na wiązarach zwykłych nie stanowi większego problemu, tak wykonane w tym przypadku wręby na stolcach wiązarów podpierających całą sygnaturkę nie powinno mieć miejsca. Od strony

południowej natomiast wykonano płatwie na istniejących krokwiach – elementy źle spasowane, nieprawidłowo oparte i połączone, tym samym należy liczyć się z uszkodzeniem (miejscowym zerwaniem) połaci dachowej przy wysokiej wartości podciśnienia / strony zawietrznej/. Geometria dachu nie nawiązuje do dachu pierwotnego. Wykonawca uprościł połączyć równając płaszczyznę dachu i tym samym przesuwając kalenicę względem oryginału.

1.3.KONSTRUKCJA SKLEPIENIA KOLEBKOWEGO – PIERWOTNA, BELKA ZDWOJONA, SŁUPY POŚREDNIE, RAMY STOLCOWE

Wykonana pierwotnie najprawdopodobniej jako układ jętkowy wsparty na ramie stolcowej ze stolcem pochyłym opartym poprzez wręby na zdwojonych belkach drewnianych – 4ro przeszłowych wzdłuż ściany północnej oraz trójpřesłowych wzdłuż ściany południowej (jednak pierwotnie posiadała także słup, który został następnie usunięty – prawdopodobnie ze względu na rozbudowę ołtarza bocznego).

1.3.1. Stan konstrukcji

Ze względu na nietypowe rozwiązanie bez wykorzystania ściągow w wiązarach, natomiast oparcie na wysokiej zdwojonej belce, doszło do skręcenia belki uwidocznionej jako przechył (szczególnie belka od strony północnej).

Zaobserwowany bardzo duży przechył belki zdwojonej północnej związany głównie jest z błędem wykonawczym jakim było przerwanie ciągłości belki górnej (wykonanie połączenia nakładkowego w połowie rozpiętości), co uniemożliwia jej zasadniczą pracę przy zginaniu poziomym (przenoszenia momentu siły poziomej) związany z rozpieraniem od ram stolcowych. Taki stan wywołał powstanie znacznego momentu skręcającego (od dużego mimośrodowego oparcia ram stolcowych, w tym wypadku liczonego razem z grubością niepracującej belki górnej), który z uwagi na pełzający charakter ujawnił się po pewnym okresie czasu. W tym miejscu należy zauważyć, że taki stan doprowadził do licznych zmian geometrycznych konstrukcji ramowej oraz więźby, przeciążenia niektórych ram stolcowych (objawiających się zwiększonym ugięciem ryglu), wytworzenia w ustrojach ciesielskich sił przekrojowych rozciągających w węzłach nieprzystosowanych do rozciągania.

Skręcenie belki także doprowadziło do nierównomiernego docisku dolnej krawędzi belki do słupów pośrednich, powodując przekroczenie naprężeń dopuszczalnych przy ściskaniu w poprzek drewna, doprowadzając do zmiężdżenia miejscowo belki, co jest łatwe do obserwacji.

Belka zdwojona południowa natomiast wykazuje miejscowo rozległe zniszczenie przekroju, sięgające po pomiarze na głębokość 58cm (a więc na 2/3 wysokości całej belki), na szerokość ¾ przekroju. W tym miejscu obserwuje się także zniekształcenie poziome belki w miejscu zniszczonym biologicznie wskutek rozpierania, co dodatkowo wyteża (wprowadza schemat przesuwany, wywołując siły rozciągające) ramy stolcowe. Ramy stolcowe w miejscu wygnięcia belki utrzymywane są jedynie poprzez grube deskowanie trójpřesłowe sklepienia (oparcie wisi w powietrzu), rozkładając obciążenie na wiązary skrajne – co jest sytuacją skrajnie niebezpieczną.

Ramy stolcowe sklepienia kolebkowego charakteryzują się nierówną geometrią związaną z przemieszczeniami belek oraz przechyłami wzdłuż płaszczyzny między wiązarami, szczególnie na kierunku do ołtarza. Rygiel ramy w wielu miejscach został podcięty w środku rozpiętości, aby wytworzyć równomierną geometrię sklepienia, co dodatkowo osłabiło układ ramowy – i na tych ramach obserwuje się największe ugięcia. Niepokój budzi stan połączeń na jaskółczy ogon wiązarów dźwigających sygnaturkę, objawiający się przemieszczeniami (wypadaniem) jaskółczych ogonów oraz widocznymi punktowo zmiężdżeniami w połączeniach (w tych wiązarach najprawdopodobniej utrzymały się siły ściskające wynikające z pracy ramy opartej nieprzesuwnie, ze względu na oparcie na masywnej ścianie murowanej, stanowiącej w przeciwności do zdwojonych belek stabilne oparcie). Zauważono znaczne przemieszczenia ram w miejscach korozji biologicznej

belek zdwojonych (odcinek nawowy), że stwierdzonym całkowitym zniszczeniem połączenia wrębowego – w chwili obecnej elementem podtrzymującym jest jedynie grube deskowanie w układzie trójpłaszczyznowym. Na odcinku prezbiterium zauważono miejscowo zniszczenia murłat spowodowane korozją biologiczną w miejscu wykonanego oparcia wiązara (wrębu).

Całość układu nabiera wychylenia z płaszczyzny przekroju w stronę wschodnią, a obecnie jedynym usztywnieniem jest deskowanie podsufitki oraz podłogi – które ze względu na pogarszający się stan techniczny musi zostać wymienione. Na ramach stolcowych sklepienia wykonano belkowanie (płatwie) opierane na przewieszeniu ramy, na którym wsparto więźbę dachową, co działa odciążająco (redukując moment siły) na przęsło ramy.

Połączenia wykonano jako ciesielskie na jaskółczy ogon, stabilizowane kołkowaniem, od strony północnej wiązary zaopatrzone są w słupki skrajne wspierające przewieszenie (prawdopodobnie element wtórny konstrukcji), natomiast od strony południowej nie zaobserwowano podobnych elementów, brak śladów po połączeniu na czop w belkach zdwojonych.

Słupy pośrednie wspierające belki podwójne, o przekroju kołowym, zbieżne, w formie kolumn zdobione, obite dołem deskami tworzącymi skrzynie zamknięte.

Stan określa się na ogół jako dobry. Obawy budzi fakt nierównomiernego oparcia belki zdwojonej na słupach od strony północnej, powodujący przeciążenie drewna belki na docisk (widoczne w formie wgnieceń). Podejrzuje się, że obrót przekroju belki mógł doprowadzić do uszkodzenia czopów słupów. Czop jest elementem zakrytym, stąd nie można stwierdzić jego stanu bez szkody dla belki oraz polichromii

Podstawy słupów wsparto na oczepie pali swobodnie, bez użycia łączników, stąd styk czołowy między betonem a słupem jest całkowicie zakryty, mogąc tym samym powodować warunki sprzyjające rozwojowi mikroorganizmów odpowiedzialnych za degradację drewna i przyspieszone niszczenie biologiczne elementu (bardzo niepożądane ze względu na schemat statyczny konstrukcji – słupy stanowią jedyne podparcie pośrednie belek podwójnych, a uszkodzenie przekroju elementu przy podparciu prowadzić będzie do zmiażdżenia pozostałej zdrowej tkanki – eliminując z pracy dany słup).

1.4. 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 owym fundamentem. Górą ściana wieńcowa przewiązana z główną belką podwójną poprzez rygle zamocowane na rybi ogon we wrębach belek podwójnych i ścian zewnętrznych. Ściana wieńcowa poprzeczna (zachodnia, przy dzwonnicy) z widocznym znaczną zbieżnością 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

1.4.1. Stan konstrukcji

Ściana wieńcowa poprzeczna (zachodnia, przy dzwonnicy) od strony narożnika północnego z brakiem odpowiedniego podparcia na fundamencie – spoczywa głównie na gruncie, od czoła wzmocnionego kamienną podmurówką. Zauważalny jest proces niszczenia biologicznego na styku podwaliny z gruntem. Belki zostały ułożone nieregularnie, o zróżnicowanym wychyleniu ze ściany z ogólnie zauważalnym przechyleniem do nawy

Ściany wieńcowe podłużne (południowa i północna) z uwagi na wykonywane w czasie przebudowy i towarzyszące temu wycięcia dużych otworów w ścianach - stateczność omawianej ściany wieńcowej jest obniżona, towarzyszy temu także wyboczenie ściany (zmierzone geodezyjnie położenie przęsłowe belek) z płaszczyzny podłużnej sugerujące, że mogło dojść do przemieszczeń belek w trakcie przebudowy.

Ze względu na długotrwałe zamakanie belkowania w strefie okapowej doszło do zniszczenia biologicznego górnej partii ściany wieńcowej południowej, objawiające się wypadaniem deskowania razem z odcinkami zbutwiałych belek przy bocznej kaplicy (w trakcie prowadzenia badań architektonicznych). Ściana w poziomie podwaliny odcinkowo pozbawiona jest oparcia na fundamencie kamiennym wywołane przez zbutwienie belki podwalinowej.

W ściany podłużne (północna i południowa) wbudowano lisice obustronnie stężące ścianę, w celu stabilizacji zabudowywanego otworu od strony północnej (lisica miała zapewnić substytut demontowanej konstrukcji kaplicy jako wsporczej w kierunku prostym do płaszczyzny ścian) oraz stężenie ściany południowej na jej wysokości. Górą para lisic przeciwległych ścian wieńcowych została stężona ściągiem stalowym, najprawdopodobniej w okresie międzywojennym jako próba wzmocnienia konstrukcji ścian

Ściany kaplicy wykonane w układzie ramowym słup-rygiel-miecz oparty na podwalinie drewnianej, jako konstrukcja dobudowana w późniejszym okresie rozbudowy wykazują liniowe zniszczenie po obwodzie podwaliny wywołane nieprawidłowym poziomem przyległego do kaplicy terenu, zakrywającego elementy drewniane bez możliwości prawidłowej wentylacji elementów drewnianych (oraz następnie zasypanie szczelnie zakrytej folią podwaliny po wykonaniu palowania), co doprowadziło z biegiem czasu do wygnicia znacznych odcinków podwaliny

Konstrukcja ramowa wejścia kaplicy wykonana w formie słup-miecz-rygiel nie posiada żadnego podparcia ze względu na wygnicie znacznego odcinka słupa drewnianego przy przyziemiu.

Konstrukcja ramowa posiada podparcie z płaszczyzny ramy w postaci połączenia z konstrukcją ściany ramowej kaplicy. Górna część konstrukcji znajduje się w dobrym stanie.

Przewiązanie górne ściany wieńcowej z belką podwójną na ogół znajduje się w dobrym stanie, natomiast niepokój budzi sposób przebudowy górnej belki od strony północnej w trakcie ostatnich prac przy konstrukcji dachu poprzez wbicie klinów między belki (najprawdopodobniej wykonawca wprowadził zmiany wskutek potrzeby poziomowania oparcia dachu przy okapie – który de facto także został wykonany w karygodny sposób). Wbicie klinów spowodowało podniesienie belek i luz nad belką, do której zamontowano przewiązki. Przewiązki stanowią także elementy, do których bito deski od spodu (ozdobne z polichromią).

1.5. 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

1.5.1. Stan konstrukcji

Połączenie z widocznymi uszkodzenia biologicznymi drewna, uwidocznione szczególnie na styku konstrukcji drewnianej i murowanej (ze względu na zawilgocenie muru)

1.6. 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)

1.6.1. Stan konstrukcji

Nośność fundamentu została zwiększona a sama konstrukcja murowana poddana naprawie. Stan fundamentu określa się na ogół jako dobry, nie wymagający większej interwencji. **Zastrzeżenie budzi natomiast wysoki poziom zasypania fundamentu i przekrycie folią części ściany wieńcowej od strony południowej powodującego podwyższone zawilgocenie ściany wieńcowej i odcinkowo widoczne biologiczne uszkodzenie drewna** – szczególnie nasilone w obrębie bocznej kaplicy, gdzie konstrukcja w wielu miejscach jest doszczętnie zniszczona (wymienione zniszczenie jest głównie skutkiem nasilonego zawilgocenia dolnej podwaliny jeszcze przed wykonaniem palowania). Od strony północnej obserwuje się zamakanie fundamentu kamiennego wskutek napływu wód gruntowych ujawniających się przy obniżeniu poziomu posadzki przy stuku z dzwonnicy (zamakanie uwidocznione od strony nawy, natomiast niestwierdzone od strony dzwonnicy z powodu wyższego poziomu podłogi od strony wieży). Woda z gruntu migruje także zauważalnie w słupy drewniane, powodując zamakanie od czoła – w wypadku stwierdzonego układu konstrukcyjnego w omawianym kościele – jest to sytuacja niedopuszczalna, groźna i skutkująca w czasie niszczeniem elementu i utratą głównego oparcia całego sklepienia i więźby dachowej.

1.7. 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 (sugeruje to, że mogło dojść do przeciążenia fundamentu znajdującego się przy wejściu do krypt, związanego np. z podkopem krypt, który został wykonany poniżej pierwotnego poziomu posadowienia ścian trójwarstwowych). Konstrukcję ścian ustabilizowano bocznie poprzez wykonanie w narożnikach przypór względem dwusiecznej kąta - na rozpieranie wywołane kolebkowym układem stropu i oparcia wiązarów. Przypory na styku z konstrukcją drewnianą wykonano na przedłużeniu ścian poprzecznych, nachodzących na konstrukcję drewnianą od strony zewnętrznej (umyślny zabieg mający na celu ustabilizowanie słupa skrajnego ściany).

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

1.7.1. Stan konstrukcji

Ściany obiektu niedawno zostały poddane renowacji a ślady uszkodzeń zakryte i uzupełnione.

Ściana południowa - Od czasu przeprowadzenia prac renowacyjnych obserwuje się postępujące uszkodzenie (zarysowanie prostopadłe w strzałce) nadproża łukowego przy narożniku południowo-wschodnim. Stan taki powiązany z widocznym uszkodzeniem w tym miejscu, lecz po stronie zewnętrznej i na całej wysokości ściany sugeruje związek z nierównomiernym osiadaniem narożnika. Wykonane palowanie zwiększyło nośność gruntu w poziomie posadowienia, lecz nie spowodowało całkowitego ustabilizowania osiadania konstrukcji (prawidłowo wykonane palowanie powinno doprowadzić po czasie do całkowitej stabilizacji w przypadku dobrego stanu i prawidłowej sztywności podpieranej ściany powyżej, stąd należy pierw szukać przyczyny uszkodzenia w podatności muru i "poddawaniu się" muru na zeszywniających miejscowo palach).

Ściana zachodnia (przedzielona otworem) nie wykazuje oznak utraty stateczności - pogłębiającego się w czasie odchyłania czy też osiadania, lecz z uwagi na słabej jakości uzupełnienia szczelin i przemurowania fragmentu muru od strony zachodniej oraz jej istotną rolę konstrukcyjną - wymaga ona gruntownej naprawy i wzmocnienia strukturalnego w celu zapewnienia prawidłowej pracy.

Widoczna między ścianami w górnej partii rozpóra obecnie (ze względu na rozległe owadzie chodniki w przekroju, zakotwienie i wykonanie z drewna – które posiada niski moduł sztywności) nie może być zakładana ze względu na bezpieczeństwo jako mająca pełnić rolę konstrukcyjną – spinającą obie ściany.

Ściana i przypory od strony wschodniej (od stoku) posiadają od strony zewnętrznej liczne szczeliny i zarysowania wskazujące na występowanie osiadania. Szczeliny wymagają interwencji poprzez ich klinowanie/iniekcję oraz monitoring (czy ustało osiadanie tej ściany po wykonaniu palowania).

Ściana północna znajduje się w dobrym stanie technicznym, nie wykazując po renowacji wnętrza oznak uszkodzeń, a na jej stosunkowo dobry stan techniczny ma wpływ brak podkopów pod krypty oraz stosunkowo płaski teren prostopadłe do konstrukcji. Dodatkowo konstrukcja ściany usztywniona jest dobudowanym prezbiterium.

Ściany prezbiterium posiadają uszkodzenia w postaci zarysowań od strony północnej związane ze spadkiem skarpy i osiadaniem od strony stoku (prawdopodobnie ustaniem po wykonaniu palowania). Tak jak w przypadku ściany zachodniej, zarysowania ściany w obrębie przypór należy zaklinować/iniektować.

2. DOKUMENTACJA ZDJĘCIOWA STANU TECHNICZNEGO – OMÓWIENIE

2.1. DZWONNICA



Ilustracja 1: Styk słupa główny - podwalina. Widoczna zaawansowane zniszczenie biologiczne drewna. Oparcie na fundamencie jest niestabilne oraz miejscowo bardziej podatne - stąd nie stanowi właściwego oparcia dla słupów głównych



Ilustracja 2: połączenie wtórne zakładkowe podwójne (najprawdopodobniej wykonane przy wymianie dolnej partii słupa)



Ilustracja 3: Brak oparcia słupa przy wejściu do kościoła - widoczny kawałek czopa w miejscu gdzie pierwotnie ułożono próg drewniany



Ilustracja 4: Brak oparcia drugiego słupa głównego od frontu - widoczne wypadające fragmenty podwaliny wskutek zaawansowanego zniszczenia biologicznego spowodowanego bezpośrednim stykiem drewna z gruntem - słup "wisi" w powietrzu. Poniżej wykonano mikropal, jednak bez podparcia podwaliny



Ilustracja 5: Wnętrze dzwonnicy - folia zaciemniająca dla nietoperzy. Widoczny ogólnie na pierwszy rzut oka dobry stan zachowania konstrukcji drewnianej



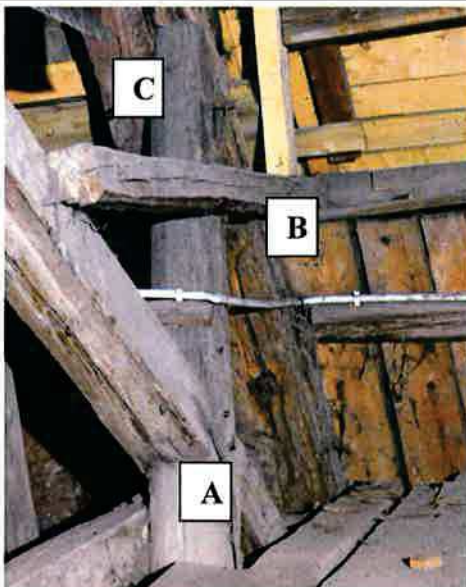
Ilustracja 6: Wygnicie połączenia krzyżowego zastrzałów ściany północnej - obecnie ze względu na zaawansowane korozję biologiczną elementy są rozłączone



Ilustracja 7: Rozeschnięcia zastrzałów/mieczów zauważalne w poziomie izbicy oraz konstrukcji głównej - przechodzące na jaskółczy ogon wyłączają węzeł z pracy



Ilustracja 8: Zniszczenie połączenia nakładkowego zlokalizowanego w konstrukcji ściany wschodniej. Skutek nierównomiernego osiadania konstrukcji, powodującej nieprawidłową pracę elementów skutkujących deformacjami i zniszczeniem niektórych elementów



Ilustracja 9: Fragment północno-wschodni dzwonnicy. A- zniszczenie jednego z zastrzałów, B- wygnicie słupa, C- wypięcie połączenia nieprawidłowo zrealizowanego



Ilustracja 10: Ogólny stan górnej partii sygnaturki. Dobry stan zachowania elementów konstrukcji

2.2. WIAZARY DACHOWE – OSTATNI REMONT



Ilustracja 11: Użycie na więźbę drewna nieprawidłowo obrobionego, o nieznannej wytrzymałości. Widoczne ślady po traku. Deskowanie z widocznymi miejscami porażenia przez grzyb



Ilustracja 12: Krokwie i deskowanie nieokorowane, przebarwione. Miejsca nieokorowane stanowią idealne środowisko dla owadów



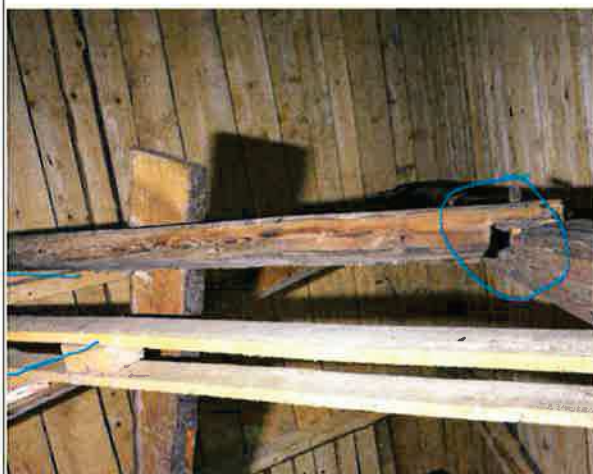
Ilustracja 13: Karygodny sposób oparcia pośredniego płatwi na historycznych krokwiach - układ stwarzający zagrożenie uszkodzeniem lub zniszczeniem części dachu



Ilustracja 14: Nieprawidłowe wykonanie oparcia krokwi na ścianie wieńcowej. Nieprawidłowy schemat może spowodować zmiążdżenie drewna belki lub w przypadku znacznego ssania wiatru - poderwanie dachu przy okapie



Ilustracja 15: Reprezentatywny schemat węzła, który z uwagi na poważne błędy wykonawcze oparcia na belkach ściennych stanowi główny układ utrzymujący więźbę w całości. Węzeł zbyt słaby, odległości łączników od krawędzi nie spełniają minimalnych wymogów. Taki układ węzła w obecnej więźbie zagrożony jest zniszczeniem



Ilustracja 16: Pozostawienie chwiejnych elementów starych więźbarów, stanowiących zagrożenie zawaleniem na strop

2.3. KONSTRUKCJA SKLEPIENIA KOLEBKOWEGO – RAMY STOLCOWE, BELKA ZDWOJONA, KONSTRUKCJA WSPORCZA SYGNATURKI, SŁUPY POŚREDNIE

ul. Józefa Marka 9

2.3.1. BELKA PODWÓJNA (DŹWIGARY GŁÓWNE)



Ilustracja 17: Przed awaryjny stan belki zdwojonej, brak oparcia dwóch sąsiednich więźarów (strona wschodnia)



Ilustracja 18: Zaawansowane zniszczenie przekroju zdwojonej belki południowej - stan przedawaryjny



Ilustracja 19: Skręcenie belki zdwojonej północnej w miejscu błędu technologicznego – przerwania ciągłości



Ilustracja 20: Widok od góry na przegub w przeszle. Z powodu niezajomości pracy belki przy zadanym schemacie wykonano nieprawidłowe "wzmocnienie" poprzez wbicie klina pogarszającego złą sytuację konstrukcji.



Ilustracja 21: Widoczne uzupełnienia muru związane ze zmianą geometrii więzara (skręceniem).



Ilustracja 22: Zmiazdzenie drewna w miejscu oparcia belki zdwojonej na słupie drewnianym. Widoczne nierównomierne, skręcone oparcie na słupie



Ilustracja 23: Spaczenie części połączeń na jaskółczy ogon między zastrzałem a stolcem pochyłym.
Niebezpieczeństwo wypadnięcia z węzła



Ilustracja 244: Wiązar o znacznie zredukowanym przekroju w rozpiętości rygla. Próba wzmocnienia poprzez prowizoryczną nadbitkę. Przekrój zbyt zredukowany, aby zapewnić odpowiednią nośność



Ilustracja 26: Uwidoczniona korozja biologiczna jednej z ram
Ilustracja 25: Uwidoczniona korozja biologiczna jednej z ram stolcowych



Ilustracja 27: Zniszczenie wrębu, brak oparcia ramy stolcowej w miejscu zniszczenia murłaty wskutek występowania zacieku - murłata ściany północnej murowanej



Ilustracja 27: Próba wzmocnienia odcinka stolca pod zastrzałem (wiązar niosący część ciężaru sygnaturki). Widoczne przemieszczenie kołka wskutek występowania znacznych sił w węźle



Ilustracja 28: Układ wiązarów i sposób zamontowania poprzez wręby w belce górnej

2.3.3.KONSTRUKCJA WSPORCZA SYGNATURKI



Ilustracja 30: Konstrukcja niwelująca poziom ułożenia krzyżaka na stropie



Ilustracja 31: Sposób oparcia na murze (strona południowa) - krokiew na murłacie łączenie poprzez wręb. Murłata wstępnie zabezpieczona przed obrotem i przesunięciem poprzez strzemie stalowe, wymaga jednak korekty w kierunku stabilizacji. Element wtórnie wbudowany jako murłata – widoczna konstrukcja wsporcza sygnaturki została wykonano po generalnej przebudowie sygnaturki.



Ilustracja 32: Oslabiono przekrój kluczowych krokwi oraz dodatkowo dociężono przez jej nacięcie i ułożenie płatwi. Z tej strony także zrealizowano dwa typy oparcia, nieco inne. 1. Oznaczony na czerwono opierany na dawnych krokwiach poprzez wręb czołowy. 2. Grawitacyjnie na belce poprzecznej układanej na ramie stolcowej sklepienia - strona północna



Ilustracja 32: Wycięcie krokwi przenoszącej część obciążenia sygnaturki (strona północna) - osłabienie kluczowego elementu konstrukcji. Wcięcie wykonano pod płatw w trakcie ostatniego remontu



Ilustracja 34: Sposób oparcia poprzez belkę poprzeczną - strona północna. Wykonano niwelację poprzez nałożenie podkładki z przebudowanej konstrukcji. Elementy użyte

Ilustracja 35: Sposób oparcia poprzez belkę poprzeczną - strona północna. Wykonano nałożenie podkładki z przebudowanej konstrukcji. Elementy użyte wtórnie świadczące



Ilustracja 37: Belki wspierające konstrukcję. Zrealizowana dwa typy oparcia. 1. Oznaczony na czerwono opierany na dawnych krokwiach poprzez czop prosty. 2. Grawitacyjnie na belce poprzecznej układanej na ramie stolcowej sklepienia - strona południowa



Ilustracja 38: Zmiazdzenie belki na głowicy słupa wskutek nierównomiernego docisku na powierzchni (skutek skręcenia belki północnej)



Ilustracja 39: Forma słupa. Dołem obudowa ze skrzynki drewnianej. Podparcie słupa na docisk od czoła, bez łącznika.



Ilustracja 40: Zawilgocenie podstawy słupa od strony północnej. Widoczne podciąganie wzdłuż drewna

2.4. ŚCIANY WIEŃCOWE



Ilustracja 41: Postępujące zniszczenie biologiczne przekroju na styku z gruntem – ściana zachodnia (dzieląca od dzwonnicy). Postępujące uszkodzenie pierwszej belki prowadzić będzie do osiadania ściany na długości, a w pewnych warunkach może doprowadzić do utraty stateczności



Ilustracja 42: Stosunkowo dobry stan zachowania belkowania ściany północnej. Widoczne niespasowanie połączeń zakładkowych w ścianie (zamknięcie pierwotnego otworu ściany północnej)



Ilustracja 43: Belkowanie pod szalówką. Widoczny ruszt pod



Ilustracja 44: Zniszczenie belkowania ściany od strony północnej. Stan przed awaryjny konstrukcji



Ilustracja 45: Próba niwelacji belki górnej. Wykonano prowizoryczne klinowanie i rozłączenie belki skrajnej od ściany



Ilustracja 46: Odcinek cokołu kamiennego przy narożniku północno-wschodnim nawy. Widoczne zniszczenie belki oraz jej wypadnięcie

2.5. KONSTRUKCJA KAPLICY BOCZNEJ



Ilustracja 47: Zniszczenie podwaliny oraz dolnych odcinków przywęzłowych zastrzałów i słupów



Ilustracja 48: Zniszczenie biologiczne podstawy słupa - narożnik ze ścianą wieńcową budynku



Ilustracja 49: Porażenie jednego ze zastrzałów ściany szkieletowej wschodniej kaplicy



Ilustracja

50: Butwienie podwaliny w gruncie - strona zewnętrzna. Zbyt wysoki poziom terenu wokół kaplicy – poziom terenu powyżej poziomu podwaliny



Ilustracja 51: Zakrycie folią i poziom terenu ponad poziom podwaliny powoduje jej ustawiczne zawilgocenie i niszczenie



Ilustracja 52: Podniesienie cokołu, wtórne, wskutek wymiany za zniszczoną belkę podwalinową

2.6. POŁĄCZENIE CZĘŚCI DREWNIANEJ Z MUROWANĄ



Ilustracja 53: Zniszczenie słupka rusztu i fragmentu belkowania ściany na styku z przyporą (strona północna).



Ilustracja 54: Strona północna. Zniszczenie drewna Łątki (słupa skrajnego styku z murem) na płaszczyźnie styku z murem. Przyczyną takiego uszkodzenia jest brak izolacji i wentylacji styku oraz zwiększone zawilgocenie (prawdopodobnie wskutek miejscowego zaciekania w styku)



Ilustracja 55: Połączenie od strony południowej - po zdjęciu skrajnego deskowania na ogół w dostatecznym stanie



Ilustracja 56: Łątka i styk południowy. Widoczne miejscowo uszkodzenia drewna belkowania od czoła. Na ogół w stanie dostatecznym i lepszym niż styk północny

2.7. CZĘŚĆ MUROWANA

2.7.1. MUR POŁUDNIOWY



Ilustracja 57: Ogólny stan muru południowego. Widoczna degradacja tynku - odparzenia tynku (brak przyczepności). Widoczne zarysowanie ściany i nadproża przy otworze wschodnim



Ilustracja 58: Zarysowanie w przęśle nadproża oraz krawędziach (otwór wschodni)



Ilustracja 59: Zniszczenie tynku na większości powierzchni przypory. Dobrze uwidocznione znaczne wypłukanie spoinowania w miejscu ekspozycji zaprawy wapiennej na środowisko zewnętrzne z uwagi na brak tynku.



Ilustracja 60: Przebieg szczeliny na wysokości ściany fundamentowej. Pęknięcie wzdłuż najsłabszego przekroju. Omawiane pęknięcia są skutkiem nierównomiernego osiadania budynku, a ich charakter na czas wykonywania ekspertyzy jest nieustabilizowany z uwagi na pojawiające się zarysowanie nadproża łukowego wewnątrz budynku (po niedawnej renowacji tynku)

2.7.2. MUR WSCHODNI



Ilustracja 61: Panorama ściany. Widoczna szczelina przebiegająca wzdłuż jednej z krawędzi zasklepionego otworu. Widoczny zły stan tynku wapiennego na przyporach oraz poziome przy terenie



Ilustracja 62: Zarysowanie pod otworem okiennym nawy strony południowej



Ilustracja 63: Dawne uszkodzenie nad otworem ściany. Widoczne przemieszczenie odcinkowych obramowań otworu. W momencie wykonywania ekspertyzy – stan ustabilizowany



Ilustracja 64: Odpadanie tynku od przypór. Widoczne uszkodzenie zaprawy tynku oraz spoinowania. Wymaga kompleksowej renowacji spoinowania. Przypora południowa



Ilustracja 65: Widoczne wypłukanie zaprawy spoinowania między elementami murowymi. Tynk na znacznej powierzchni bez przyczepności - odpada płatami. Spoinowanie bez odpowiedniego zabezpieczenia względem środowiska zewnętrznego ulega przyspieszonej degradacji



Ilustracja 66: Wypadanie murowania otworu. Widoczna szczelina na ścianie zewnętrznej przebiegająca na jej wysokości, sięgająca murłaty

2.7.3. MUR PÓŁNOCNY



Ilustracja 67: Ściana północna. Widoczne odparzenia tynku na przyporze oraz dolny odcinek niegdyś uzupełniany zaprawą cementową



Ilustracja 68: Degradacja tynku na przyporze, brak przyczepności tynku do podłoża na znacznej powierzchni. Na powierzchniach pozbawionych tynku widoczne postępujące niszczenie zaprawy spoinowania



Ilustracja 69: Dobry stan zachowania ściany od strony wewnętrznej. Po remoncie brak śladów postępującego uszkodzenia, brak zarysowań



Ilustracja 70: Styk prezbiterium ze ścianą północną. Brak zauważalnego dylatowania się obu konstrukcji. Widoczne uszkodzenia powłoki malarskiej oraz miejscowo odparzenia tynku na obu ścianach

2.7.4. MUR PÓŁNOCNY I POŁUDNIOWY, ODDZIELAJĄCE NAWĘ OD PREZBITERIUM



Ilustracja 71: Stan północnego fragmentu muru. Widoczne uzupełniania fragmentu muru cegłą oraz zaprawą c-w



Ilustracja 72: Stan północnego fragmentu muru. Widoczne uzupełniania fragmentu muru cegłą oraz zaprawą c-w



Ilustracja 73: Stan po renowacji powierzchni ścian od strony wschodniej. Nie stwierdzono nowego zarysowania w trakcie prowadzenia oględzin po renowacji ścian od strony wschodniej



Ilustracja 74: Szczeliny widoczne w fragmencie południowym. Możliwe, że związane z wykonaniem podkopu krypt. Widoczne uszkodzenie ściany wraz ze słabym spoinowaniem oraz fragmentarycznych braków (uzupełnianych) obniża znacznie wytrzymałość muru na ściskanie pod oparciem belki zdwojonej. Widoczny stan uszkodzenia muru bez naprawy prowadzić będzie do pogłębienia uszkodzeń wskutek docisku belki na osłabiony mur. W chwili obecnej mur nie stanowi prawidłowego oparcia dla belki zdwojonej



Ilustracja 75: Góra ściany fragmentu południowego. Widoczne oparcie belki zdwojonej (centralna) oraz podwaliny pod ramę sygnaturki (zewnętrzna)



Ilustracja 76: stan tynku ściany od strony wewnętrznej. Widoczne odparzanie tynku (prawdopodobnie na glinie) i przekrój przez uwarstwienie

2.8. KONSTRUKCJA SYGNATURKI



Ilustracja 77: Dolna część konstrukcji słupowo-zastrzałowej sygnaturki. Nie zauważono uszkodzeń lub przemieszczeń konstrukcji. Słupy na obwodzie zewnętrznym - prowadzone do poziomu hełmu. Słupy na obwodzie wewnętrznym prowadzone aż pod górny krzyżak (pod król). Słupy spięte przeciwległe zastrzałami rozpartymi na krzyżaku



Ilustracja 78: Prawidłowa geometria sygnaturki. Nie zauważono nadmiernego przechylenia bryły czy też samej makówki mogących wskazywać na stan przedawaryjny konstrukcji drewnianej



Ilustracja 79: Krzyżak dolny jako wsparcie słupów, służący rozłożeniu obciążenia na belkowanie. Stan dobry



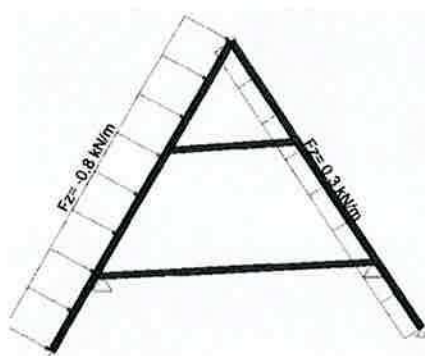
Ilustracja 80: Splątanie węzłów. Widoczne nadmierne wycięcia zastrzałów konstrukcji spowodowane problemem z kolizją



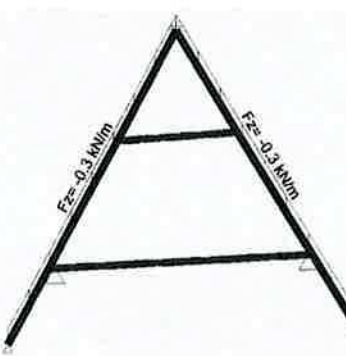
Ilustracja 81: Widoczny wymieniony słup - brak stabilizacji kołkiem. Stabilizacja połączenia ciesielskiego zastrzału z krzyżakiem przy użyciu śruby i podkładki drewnianej

3. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE**3.1. KONSTRUKCJA DACHOWA****3.1.1. Zestawienie obciążeń, schemat statyczny /połąc dachowa/****Obciążenie na krokwie**

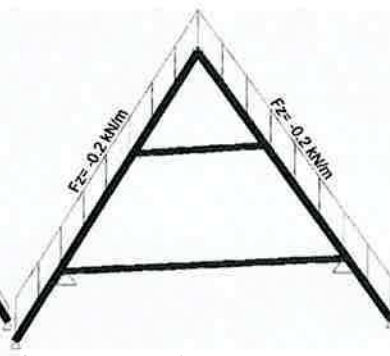
L.p	Rodzaj	Ciężar obj.	gr. warstwy	obc. Char.	zbieranie obc.	obc. char.	Gamma	obc. Oblicz
Jedno	Ciężar własny	[kN/m ³]	[m]	[kN/m ²]	[m] / [m ²]	kN/mb / [kN]		kN/mb
1.	deskowanie 25mm	4.10	0.03	0.10	1,2	0.123	1,35	0.16605
2.	Blacha panelowa 0.7mm	-	-	0.08	1,2	0.096	1,35	0.1296
3.	Śnieg	-	-	0.26	1,2	0.312	1,5	0.468
4.	Wiatr							
5.	Nawietrzna	-	-	0.65	1,2	0.78	1,5	1,17
6.	Zawietrzna	-	-	-0.26	1,2	-0.312	1,5	-0,468



Ilustracja 82: W(k)



Ilustracja 83: S(k)

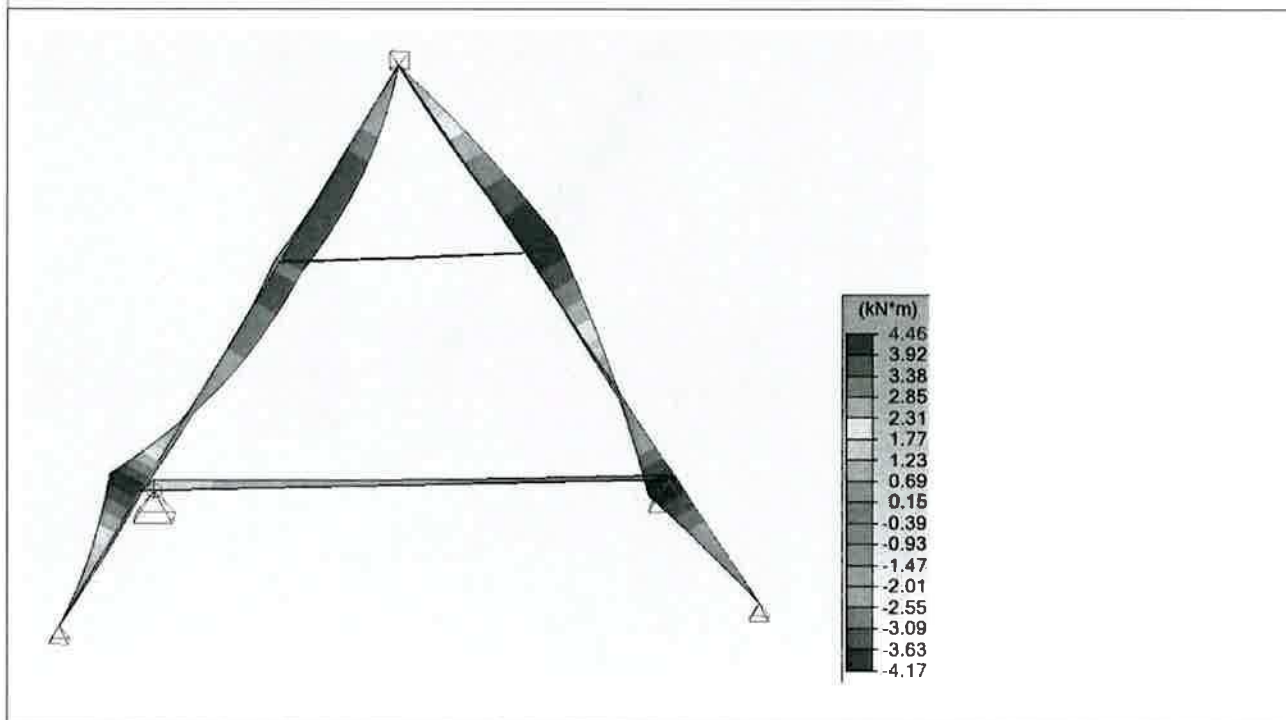


ilustracja 84: G(k)

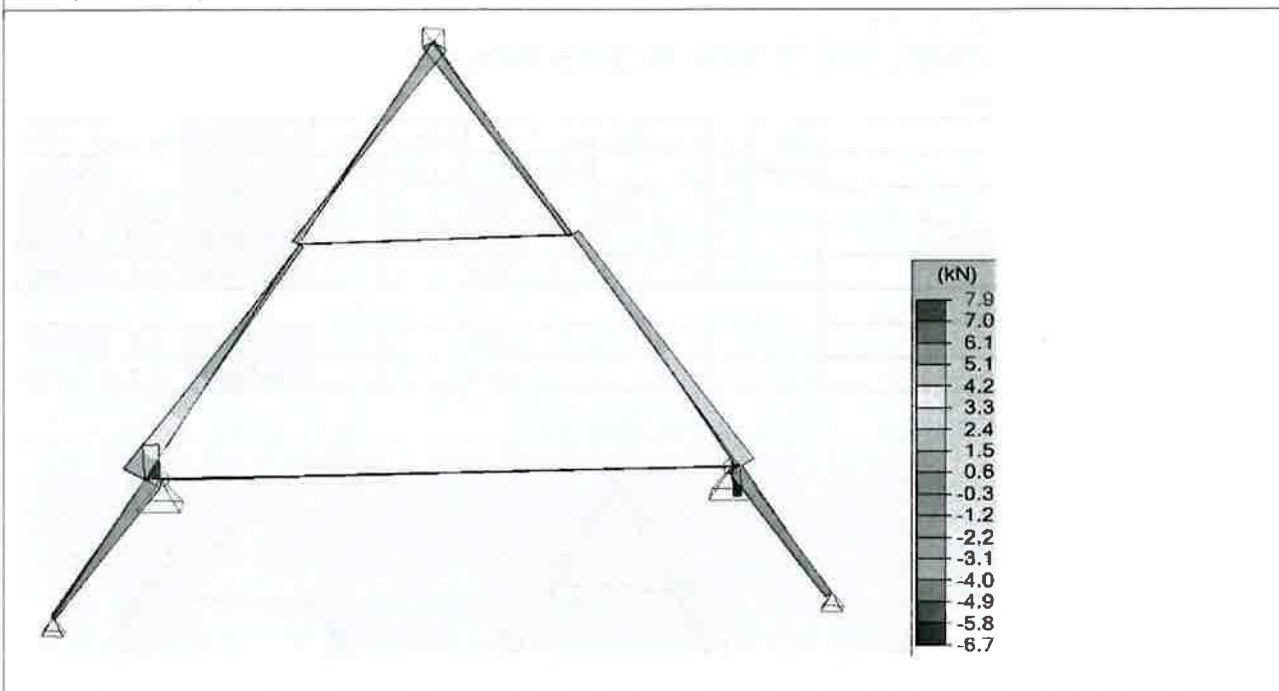
- podpory skrajne dolne jako przesuwne, pośrednie nieprzesuwne

3.1.2. Wyniki obliczeń statycznych (obwiednie)

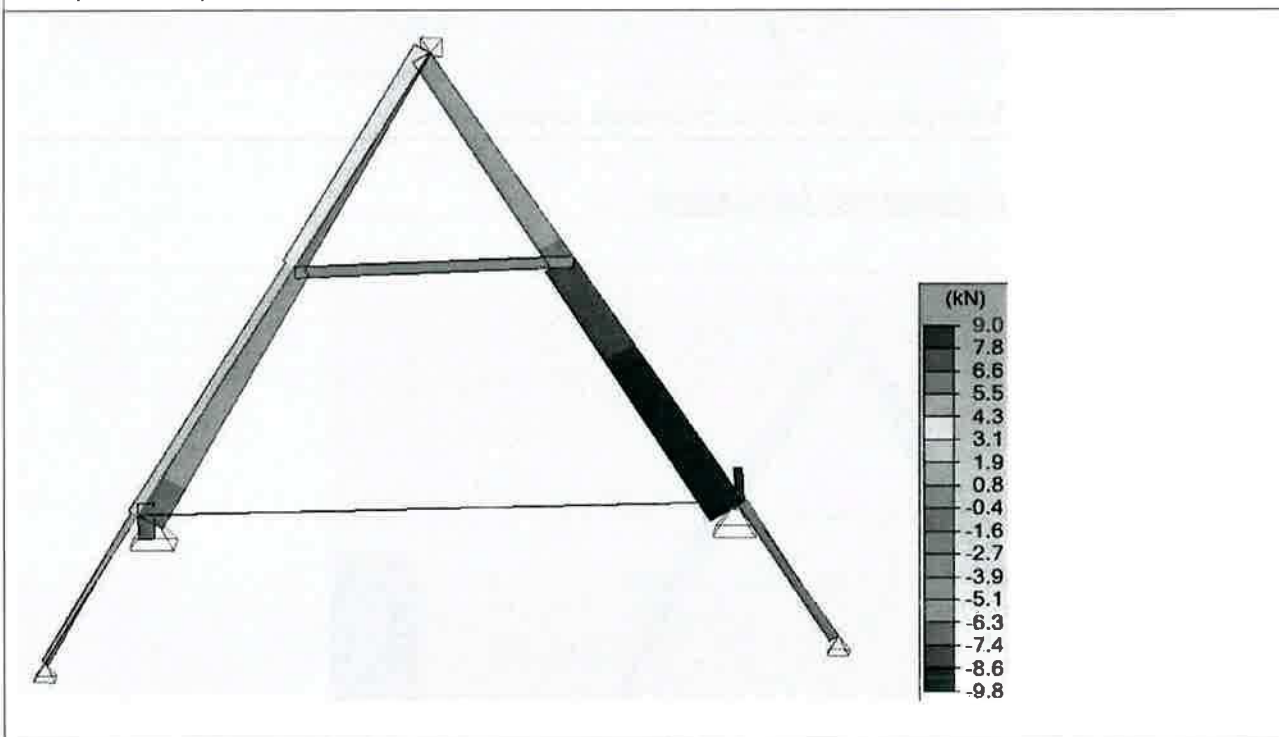
MyEd (max/min)



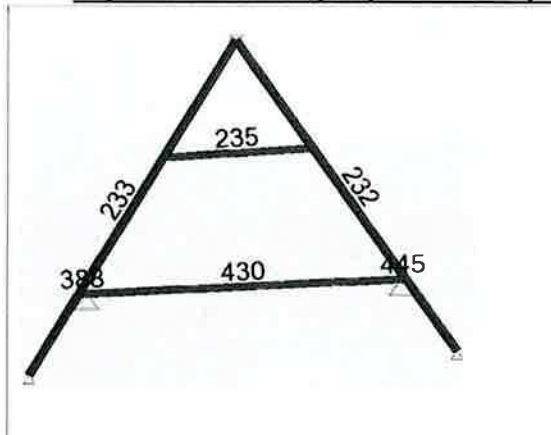
VEd (max/min)



NEd (max/min)



3.1.3. Wyniki obliczeń wytrzymałościowych (wyciąg)



Przypadki obciążenia uwzględnione przy weryfikacji profili						
Lista przypadków / kombinacji	Kod	Ugięcia Stan graniczny	Ugięcia Czas trwania	Profile Stan graniczny	Profile Czas trwania	
103-105	ECELUSTR	SGN	Stałe	SGN	Chwilowe	
102	ECELUSTR	SGN	Stałe	SGN	Średniotrwale	
101	ECELUSTR	SGN	Stałe	SGN	Stałe	
108-110	ECELSCQ	SW	Chwilowe	SGN	Stałe	
107	ECELSCQ	SW	Średniotrwale	SGN	Stałe	
106	ECELSCQ	SW	Stałe	SGN	Stałe	
111	EELSQP	SW	Stałe	SGN	Stałe	

Wyniki /ZBIORCZE/

Weryfikacja ugięć										
Nr elementu	Dopuszczalne Winst	Obliczone Winst	Wskaźnik (%)	Dopuszczalne Wnetfin	Obliczone Wnetfin	Wskaźnik (%)	Dopuszczalne Wfin	Obliczone Wfin	Wskaźnik (%)	Przypadek / Kombinacja
232	L/300	L/499	60%	L/200	L/494	41%	L/125	L/494	25%	109
233	L/300	L/451	67%	L/200	L/435	46%	L/125	L/435	29%	110
235	L/300	L/772	39%	L/200	L/727	28%	L/125	L/727	17%	110
388	L/300	L/88	340%	L/200	L/71	282%	L/125	L/71	177%	108
430	L/300	L/490	61%	L/200	L/412	49%	L/125	L/412	30%	108
445	L/300	L/122	246%	L/200	L/99	203%	L/125	L/99	127%	108

Długości wyboczeniowe oraz długości zwichrzeniowe									
Nr elementu	Dł. (m)	Lfy (m)	Lfz (m)	Wsk. smukłość i Lfy	Wsk. smukłość i Lfz	Ldy (m)	Ldz (m)	Wsk. smukłość i Ldy	Wsk. smukłość i Ldz
232	8.71	7.00	7.00	134.72	269.43	7.00	7.00	0.80	0.80
233	9.05	7.00	7.00	134.72	269.43	7.00	7.00	0.80	0.80
235	3.21	3.21	3.21	69.44	185.18	3.21	3.21	0.77	0.77
388	0.18	0.18	0.18	3.94	10.52	0.18	0.18	0.18	0.18
430	6.72	6.72	6.72	145.39	387.70	6.72	6.72	1.11	1.11
445	0.10	0.10	0.10	2.09	5.58	0.10	0.10	0.13	0.13

Obwiednie oraz optymalizacja przekrojów: wg elementu				
ID	Bieżący przekrój Proponowany przekrój	Wstępny przekrój końcowy Proponowany przekrój końcowy	Bieżący współczynnik wyężenia (%)	Przypadek
232	R9*18	R9*18	95 %	105
233	R9*18	R9*18	71 %	102
235	R6*16	R6*16	22 %	105
388	R6*16	R6*16	62 %	102
430	R6*16	R6*16	44 %	102
445	R6*16	R6*16	63 %	102

Wyniki dla profilu 232 - KROKIEW

1) Przekrój

Profil	R9*18
Wymiary(cm)	h = 18.00 b = 9.00
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 162.00 Sy = 135.00 Sz = 135.00
Bezwładność(cm ⁴)	It = 3003.37 Iy = 4374 Iz = 1093.5
Moduły(cm ³)	Welyinf = 486 Welysup = 486 Welzinf = 243 Welzsup = 243
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.108
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 1.100 Czas trwania: Chwilowe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800
Materiał(MPa)	E = 11000 ν = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 24 Ft0k = 14.5 Fc0k = 21 Fvk = 4

2) Ugięcia

	<p>Nr przypadku 109, Siatka nr 232.15 WinstQ: L/499 < L/300 (1.747 cm < 2.905 cm) (60 %) Winst: L/499 (1.748 cm) Wcreep: L/51577 (0.017 cm) Wfin: L/494 < L/125 (1.765 cm < 6.971 cm) (25 %) Wfin = Winst + Wcreep Wnetfin: L/494 < L/200 (1.765 cm < 4.357 cm) (41 %) Wnet,fin = Wfin - Wc</p>
--	--

3) Wytrzymałość przekroju

Rozciąganie / Ściskanie	<p>Nr przypadku 105, Siatka nr 232.6 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d}$: 0.58 < 17.77 MPa (3 %)</p>
Ścinanie	<p>Nr przypadku 104, Siatka nr 232.6 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$: 0.34 < 3.38 MPa (10 %)</p>
Złożone zginanie ukośne	<p>Nr przypadku 105, Siatka nr 232.14 2 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.41767 < 1 (42 %) Nr przypadku 105, Siatka nr 232.14 2 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.29266 < 1 (29 %)</p>
Skrećanie	<p>Nr przypadku 104, Siatka nr 232.6 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$: 0.01 < 3.38 MPa (0 %)</p>

4) Stateczność elementu

Weryfikacja	<p>Nr przypadku 105, Siatka nr 232.6 $\lambda_y = 134.7$ $\lambda_z = 269.4$ Lfy = 7.00 m Lfz = 7.00 m Kcy=0.175 Kcz=0.046 Km=0.700 Kcrit=0.958 $\lambda_{rel,y} = 2.284$ $\lambda_{rel,z} = 4.569$ $\lambda_{rel,m} = 0.803$ Ldy = 7.00 m Ldz = 7.00 m Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.52931 < 1 (53%) 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.95370 < 1 (95%) 2 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md})) + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ 0.84142 < 1 (84%)</p>
-------------	---

Wyniki dla profilu 430 – JĘTKA DOLNA

1) Przekrój

Profil	R6*16
Wymiary(cm)	$h = 16.00 \quad b = 6.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 96.00 $S_y = 80.00 \quad S_z = 80.00$
Bezwnadność(cm ⁴)	$I_t = 880.289 \quad I_y = 2048 \quad I_z = 288$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 256 \quad W_{elysup} = 256$ $W_{elzinf} = 96 \quad W_{elzsup} = 96$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000 \quad kh(My) = 1.000 \quad kh(Mz) = 1.201$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.600$ Czas trwania: Stałe $k_{mod} = 0.800$ Czas trwania: Średniotrwale $k_{mod} = 1.100$ Czas trwania: Chwilowe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 11000 \quad \nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 24 \quad F_{t0k} = 14.5 \quad F_{c0k} = 21 \quad F_{vk} = 4$

2) Ugięcia

	Nr przypadku 108, Siatka nr 430.8 $W_{instQ}: L/809 < L/300 \quad (0.830 \text{ cm} < 2.238 \text{ cm}) \quad (37 \%)$ $W_{inst}: L/490 \quad (1.371 \text{ cm})$ $W_{creep}: L/2591 \quad (0.259 \text{ cm})$ $W_{fin}: L/412 < L/125 \quad (1.631 \text{ cm} < 5.372 \text{ cm}) \quad (30 \%)$ $W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$ $W_{netfin}: L/412 < L/200 \quad (1.631 \text{ cm} < 3.358 \text{ cm}) \quad (49 \%)$ $W_{net,fin} = W_{fin} - W_c$
--	---

3) Wytrzymałość przekroju

Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 430.17 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d}: 0.00 < 6.69 \text{ MPa} \quad (0 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 430.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}: 0.05 < 1.85 \text{ MPa} \quad (3 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 430.1 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1: 0.31691 < 1 \quad (32 \%)$ Nr przypadku 102, Siatka nr 430.1 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1: 0.22187 < 1 \quad (22 \%)$
Skręcanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 430.1 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}: 0.00 < 3.38 \text{ MPa} \quad (0 \%)$

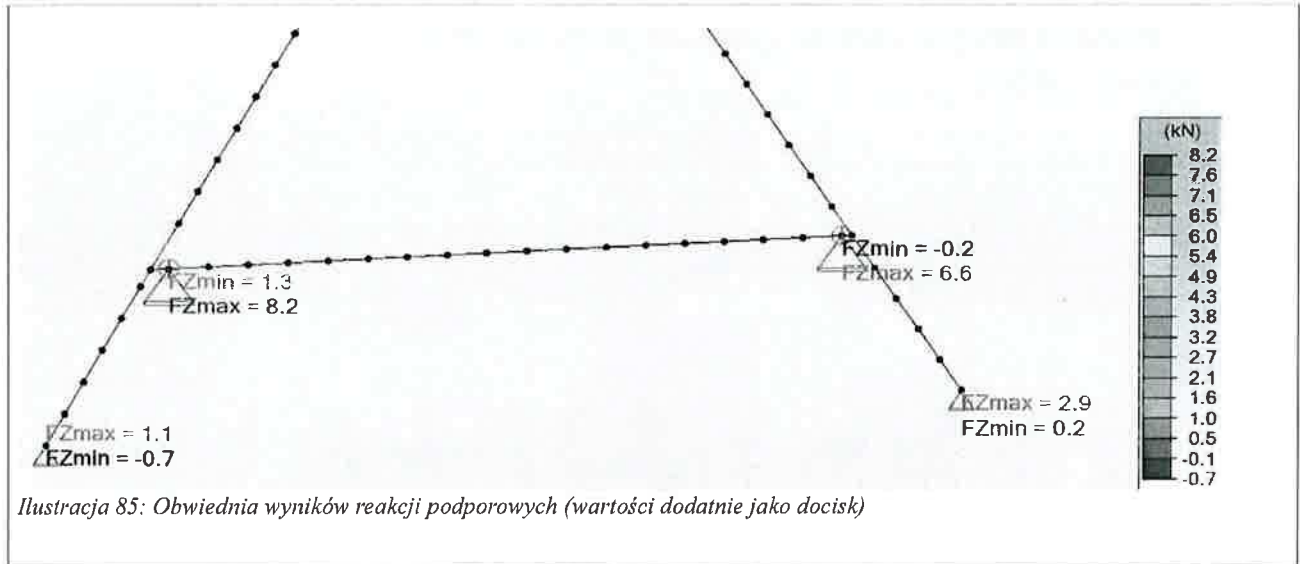
4) Stateczność elementu

Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 430.1 $\lambda_y = 145.4 \quad \lambda_z = 387.7$ $L_{fy} = 6.72 \text{ m} \quad L_{fz} = 6.72 \text{ m}$ $K_{cy}=0.152 \quad K_{cz}=0.022 \quad K_m=0.700 \quad K_{crit}=0.726$ $\lambda_{rel,y} = 2.465 \quad \lambda_{rel,z} = 6.574 \quad \lambda_{rel,m} = 1.112$ $L_{dy} = 6.72 \text{ m} \quad L_{dz} = 6.72 \text{ m}$ Wyłączenie 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: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ 0.43621 < 1 (44%)
-------------	---

Wyniki dla profilu 235 – **KLESZCZE GÓRNE**

1) Przekrój	
Profil	R6*16 (zestaw)
Wymiary(cm)	$h = 16.00$ $b = 6.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 96.00 $S_y = 80.00$ $S_z = 80.00$
Bezwładność(cm ⁴)	$I_t = 880.289$ $I_y = 2048$ $I_z = 288$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 256$ $W_{elysup} = 256$ $W_{elzinf} = 96$ $W_{elzsup} = 96$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000$ $kh(My) = 1.000$ $kh(Mz) = 1.201$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.600$ Czas trwania: Stałe $k_{mod} = 1.100$ Czas trwania: Chwilowe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 11000$ $\nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 24$ $F_{t0k} = 14.5$ $F_{c0k} = 21$ $F_{vk} = 4$
2) Ugięcia	
	Nr przypadku 110, Siatka nr 235.1 $W_{instQ}: L/1358 < L/300$ (0.236 cm < 1.069 cm) (22 %) $W_{inst}: L/772$ (0.415 cm) $W_{creep}: L/12416$ (0.026 cm) $W_{fin}: L/727 < L/125$ (0.441 cm < 2.566 cm) (17 %) $W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$ $W_{netfin}: L/727 < L/200$ (0.441 cm < 1.604 cm) (28 %) $W_{net,fin} = W_{fin} - W_c$
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 105, Siatka nr 235.8 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d}$: 0.36 < 17.77 MPa (2 %)
Ścinanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 235.8 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$: 0.02 < 1.85 MPa (1 %)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 101, Siatka nr 235.4 2 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.02426 < 1 (2 %) Nr przypadku 105, Siatka nr 235.8 2 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.02034 < 1 (2 %)
Skręcanie	Nr przypadku 104, Siatka nr 235.8 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$: 0.00 < 3.38 MPa (0 %)
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 105, Siatka nr 235.5 $\lambda_y = 69.4$ $\lambda_z = 185.2$ $L_{fy} = 3.21$ m $L_{fz} = 3.21$ m $K_{cy} = 0.560$ $K_{cz} = 0.095$ $K_m = 0.700$ $K_{crit} = 0.984$ $\lambda_{rel,y} = 1.178$ $\lambda_{rel,z} = 3.140$ $\lambda_{rel,m} = 0.768$ $L_{dy} = 3.21$ m $L_{dz} = 3.21$ m Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.04993 < 1 (5%) 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.22219 < 1 (22%) 2 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md})) + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ 0.21322 < 1 (21%)

SPRAWDZENIE DOCISKU NA SKRAJNYM OPARCIU



Warunek:

$$f_{c90d} = 1,4769 \text{ MPa}$$
$$\sigma_{c90d} := \frac{2,9 \text{ kN}}{3 \text{ cm} \cdot (8 + 2 \cdot 3) \text{ cm}} = 0,6905 \text{ MPa}$$
$$f_{c90d} > \sigma_{c90d} = 1$$

3.1.4. Uwagi – WIAZARY NOWE

- warunek SGN z uwzględnieniem stateczności wiązarów spełniony jest dla najczęściej stosowanej, przyjętej klasy drewna C24 przy zapewnieniu oparcia za płaszczyznę wiązara w kalenicy.
- Z uwagi na wysokie wyężenie oraz stosowanie tarcicy nieobjętej klasyfikacją, o nieznaney wytrzymałości (wizualnie można przypuszczać, że odpowiada dawnej KS) – elementy konstrukcji muszą zostać odpowiednio wykończone, węzły ustabilizowane odpowiednimi łącznikami, a całość wiązarów – stężona wiatrownicami poprzez istniejące deskowanie od spodu w celu zabezpieczenia stateczności całości konstrukcji
- Wykonać połączenie więźby ze stropem oraz belką skrajną ściany przy użyciu łączników systemowych

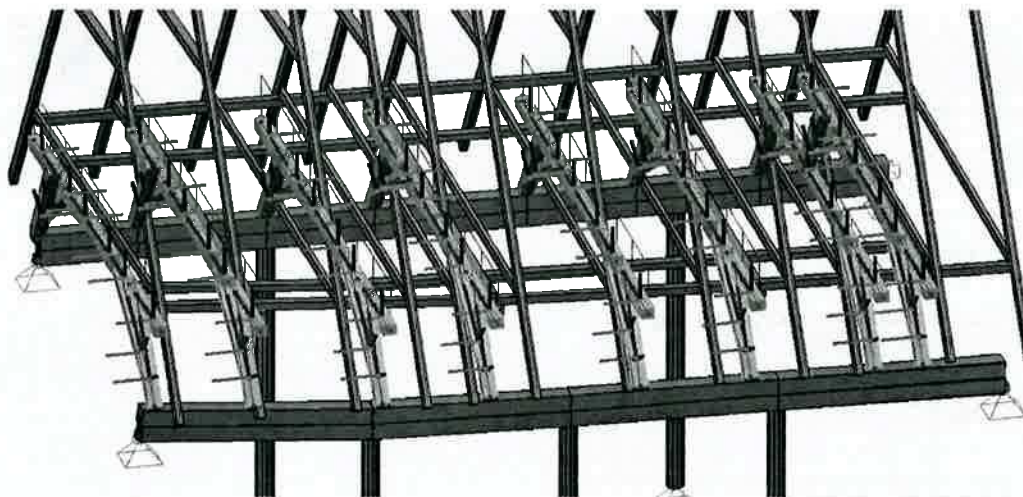
3.2.2. KONSTRUKCJA RAMY STOLCOWEJ

3.2.1. Zestawienie obciążeń, schemat statyczny /połać dachowa/

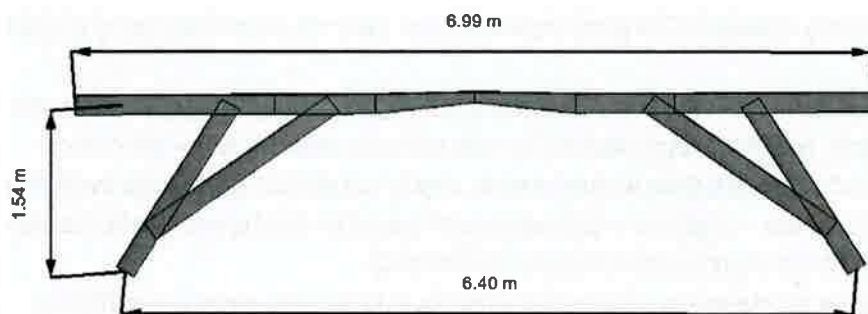
Obciążenie na więzar

L.p	Rodzaj	Ciężar obj.	gr. warstwy	obc. Char.	zbieranie obc.	obc.char.	Gamma	obc.Oblicz
jedno	Ciężar własny	[kN/m ³]	[m]	[kN/m ²]	[m] / [m ²]	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 (poddasza nieużytkowe)			0.50	1,8	0.9	1,5	1,35

(max. rozstaw)



Ilustracja 86: Pogląd na omawianą część konstrukcji



Ilustracja 87: Rama stolcowa schemat. Podparcia założono zbliżone do rzeczywistości - na belce zdwojonej (podparcie sprężyste)



Ilustracja 88: Przekroje w elemencie - przekrój wycięty uśrednia się do $h=10\text{cm}$

3.2.2. Założenia obliczeniowe

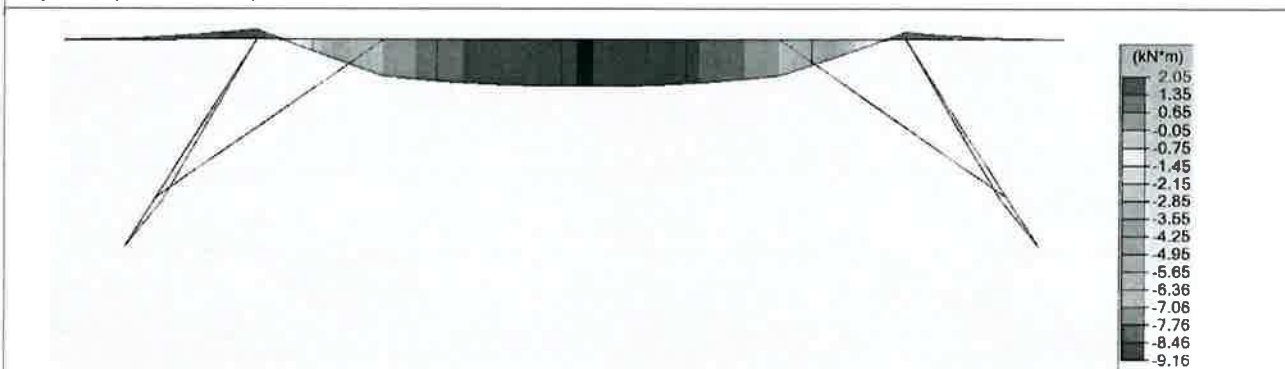
- Do obliczeń stat-wytrż. Wybrano więzar najbardziej wyętyżony.

- Wiązar uwzględnia wycięcie przęśta pod sklepienie kolebkowe (redukcja przekroju).
- Przyjęto średnie gabaryty elementów,
- Obniżono klasę drewna do C20 (do poziomu KG) z uwagi na występujące miejscowo uszkodzenia oraz nieznany stan związany z zakrycie deskowania.
- Obliczono siły przekrojowe w dwóch przypadkach: sztywnego podparcia oraz bez podparcia krokwi na końcach (względ na nieprawidłowy sposób oparcia – rzeczywisty zakłada się jako stan pośredni)

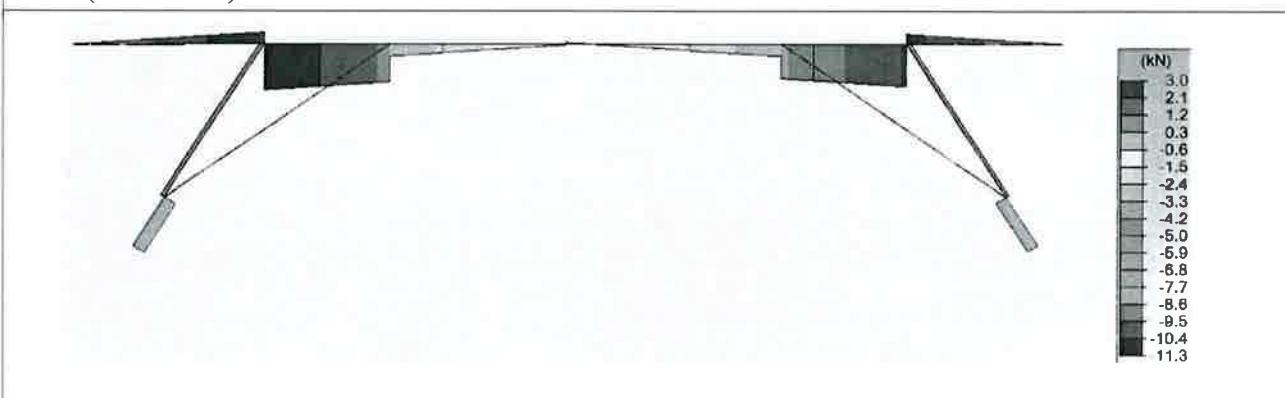
3.2.3. Obwiednie sił przekrojowych

3.2.3.1 A- PRZYPADEK SZTYWNEGO PODPARCIA KROKWI (prawidłowego)

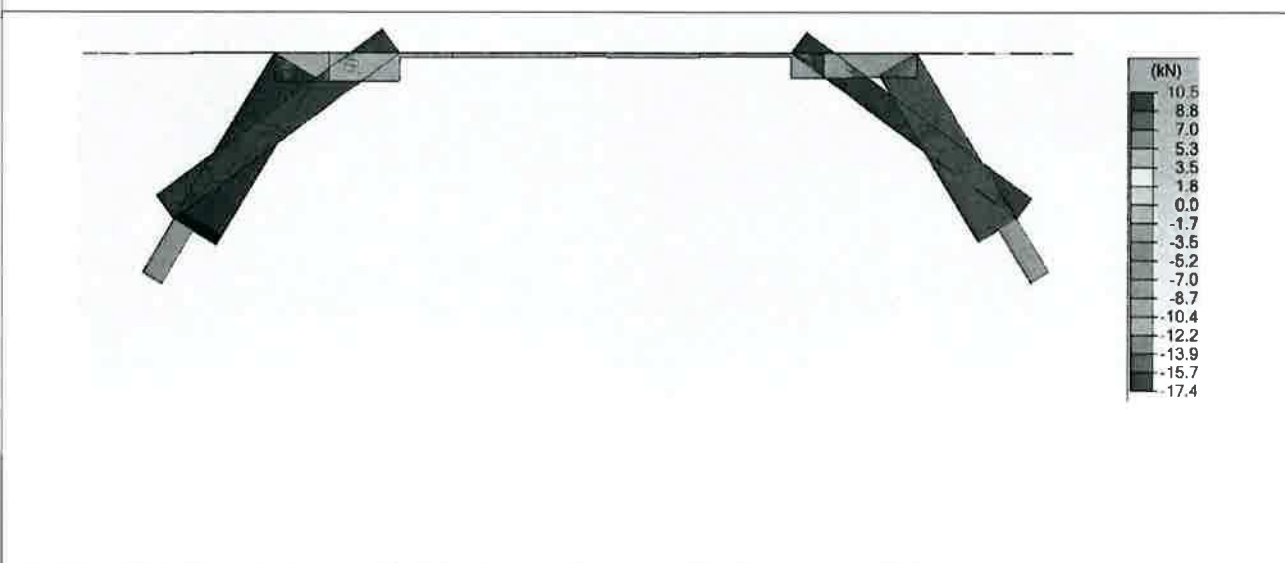
My Ed (obwiednia)



V Ed (obwiednia)

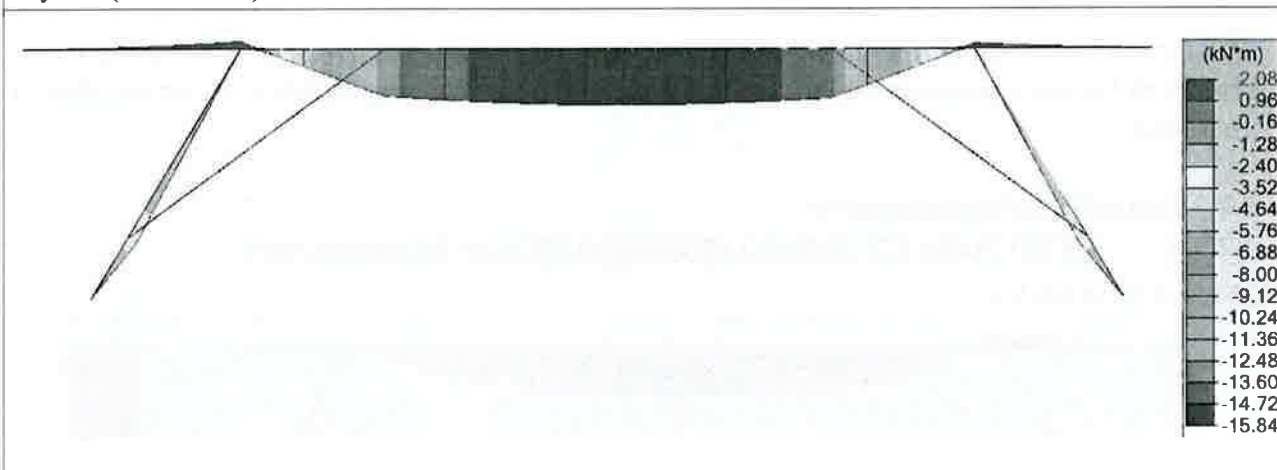


N Ed

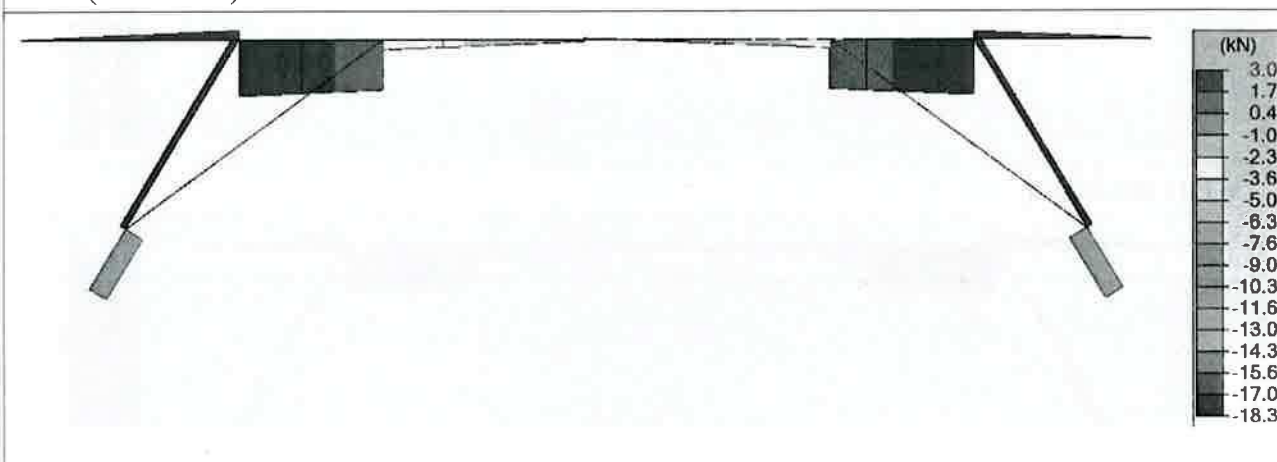


3.2.3.2 B- PRZYPADEK BEZ PODPARCIA

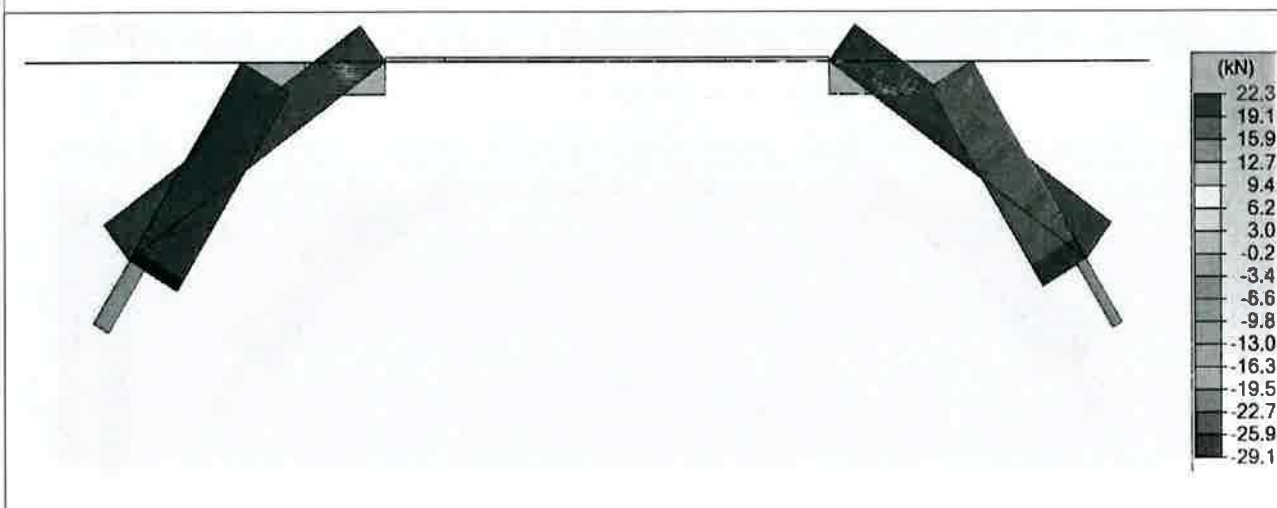
My Ed (obwiednia)



V Ed (obwiednia)



N Ed



3.2.4. Wyniki obliczeń wytrzymałościowych SGN (wyciąg)

– bierze się pod uwagę ciężar konstrukcji z uwzględnieniem potencjalnego użytkownika do 50 kg/m²

3.2.4.1 BEZ UWZGLĘDNIENIA OPARCIA SKRAJNEGO KROKWI

Przypadki obciążenia uwzględnione przy weryfikacji profili					
Lista przypadków w / kombinacji	Kod	Ugięcia Stan graniczny	Ugięcia Czas trwania	Profile Stan graniczny	Profile Czas trwania
102	ECELUSTR	SGN	Stałe	SGN	Średniotrwale
101	ECELUSTR	SGN	Stałe	SGN	Stałe
104	ECELSQ	SW	Średniotrwale	SGN	Stałe
106	ECELSQP	SW	Średniotrwale	SGN	Stałe
103	ECELSQ	SW	Stałe	SGN	Stałe
105	ECELSQP	SW	Stałe	SGN	Stałe

Długości wyboczeniowe oraz długości zwichrzeniowe									
Nr elementu	Dł. (m)	Lfy (m)	Lfz (m)	Wsk. smukłości Lfy	Wsk. smukłości Lfz	Ldy (m)	Ldz (m)	Wsk. smukłości Ldy	Wsk. smukłości Ldz
19	1.80	1.80	1.80	36.64	36.64	1.80	1.80	0.21	0.21
23	1.98	1.98	1.98	52.65	52.65	1.98	1.98	0.25	0.25
506	0.87	0.87	0.87	17.70	17.70	0.87	0.87	0.15	0.15
522	0.87	0.87	0.87	17.70	17.70	0.87	0.87	0.21	0.21

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 522 RYGIEL – PRZEKRÓJ OSŁABIONY

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 = 240.83 Sz = 240.83 Powierzchnia = 170.00 Sy = 141.67 Sz = 141.67
Bezwnadność(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: Średniotrwale kmod = 0.600 Czas trwania: Stałe kmod = 0.800 Czas trwania: Średniotrwale
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800 kdef = 0.800
Materiał(MPa)	E = 9500 ν = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6

2) Ugięcia

3) Wytrzymałość przekroju

Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 522.2 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d}$: 0.12 < 5.31 MPa (2 %)
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 522.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$: 0.22 < 2.22 MPa (10 %)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 522.2 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 4.45487 > 1 (445 %)

	Nr przypadku 102, Siatka nr 522.2 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 3.16055 > 1$ (316 %)
Skręcanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 522.1 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.02 < 2.22$ MPa (1 %)
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 522.2 $\lambda_y = 26.0 \quad \lambda_z = 17.7$ $L_{fy} = 0.87 \text{ m} \quad L_{fz} = 0.87 \text{ m}$ $K_{cy}=0.964 \quad K_{cz}=0.998 \quad K_m=0.700 \quad K_{crit}=1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.451 \quad \lambda_{rel,z} = 0.307 \quad \lambda_{rel,m} = 0.211$ $L_{dy} = 0.87 \text{ m} \quad L_{dz} = 0.87 \text{ m}$ 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: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ ZAKŁADA SIĘ STĘŻENIE POPRZECZ RYGLĘ

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 23 ZASTRZAŁ	
1) Przekrój	
Profil	R13*13
Wymiary(cm)	$h = 13.00 \quad b = 13.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 169.00 $S_y = 140.83 \quad S_z = 140.83$
Bezwładność(cm ⁴)	$I_t = 4022.34 \quad I_y = 2380.08 \quad I_z = 2380.08$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 366.167 \quad W_{elysup} = 366.167$ $W_{elzinf} = 366.167 \quad W_{elzsup} = 366.167$
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 $k_{mod} = 0.800$ Czas trwania: Średniotrwałe
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 102, Siatka nr 23.5 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d} : 1.29 < 7.28$ MPa (18 %)
Ścinanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 23.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.01 < 1.66$ MPa (1 %)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 23.3 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.18488 < 1$ (18 %) Nr przypadku 102, Siatka nr 23.3 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.18261 < 1$ (18 %)
Skręcanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 23.1 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.02 < 2.22$ MPa (1 %)
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 101, Siatka nr 23.3 $\lambda_y = 52.7 \quad \lambda_z = 52.7$ $L_{fy} = 1.98 \text{ m} \quad L_{fz} = 1.98 \text{ m}$

	$K_{cy}=0.752$ $K_{cz}=0.752$ $K_m=0.700$ $K_{crit}=1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.913$ $\lambda_{rel,z} = 0.913$ $\lambda_{rel,m} = 0.247$ $L_{dy} = 1.98$ m $L_{dz} = 1.98$ 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 (-)
--	--

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 506 RYGIEL RAMY

1) Przekrój	
Profil	R17*17
Wymiary(cm)	$h = 17.00$ $b = 17.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 289.00 $S_y = 240.83$ $S_z = 240.83$
Bezwładność(cm ⁴)	$I_t = 11762.5$ $I_y = 6960.08$ $I_z = 6960.08$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 818.833$ $W_{elysup} = 818.833$ $W_{elzinf} = 818.833$ $W_{elzsup} = 818.833$
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 $k_{mod} = 0.800$ Czas trwania: Średniotrwale
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
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 102, Siatka nr 506.1 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d}$: $0.57 < 11.69$ MPa (5 %)
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 506.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$: $1.40 < 2.22$ MPa (63 %)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 506.2 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: $1.48544 > 1$ (149 %) Nr przypadku 102, Siatka nr 506.2 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: $1.05262 > 1$ (105 %)
Skrećanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 506.1 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 506.1 $\lambda_y = 106.1$ $\lambda_z = 17.7$ $L_{fy} = 0.87$ m $L_{fz} = 5.21$ m $K_{cy}=0.263$ $K_{cz}=0.998$ $K_m=0.700$ $K_{crit}=1.000$ $\lambda_{rel,y} = 1.840$ $\lambda_{rel,z} = 0.307$ $\lambda_{rel,m} = 0.143$ $L_{dy} = 0.87$ m $L_{dz} = 0.87$ m Wytężenie Weryfikacja: 2 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md})) + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ 1.88728 > 1 (189%) - STATECZNOŚĆ ODCINKA NIESTĘŻONEGO DESKOWANIEM

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 19 STOLEC RAMY

1) Przekrój	
Profil	R17*17
Wymiary(cm)	$h = 17.00 \quad b = 17.00$
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 289.00 $S_y = 240.83 \quad S_z = 240.83$
Bezwładność(cm4)	$I_t = 11762.5 \quad I_y = 6960.08 \quad I_z = 6960.08$
Moduły(cm3)	$W_{elyinf} = 818.833 \quad W_{elysup} = 818.833$ $W_{elzinf} = 818.833 \quad W_{elzsup} = 818.833$
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)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 9500 \quad \nu = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 20 \quad F_{t0k} = 11.5 \quad F_{c0k} = 19 \quad F_{vk} = 3.6$
2) Ugięcia	
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 19.2 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 1.03 < 11.69 \text{ MPa} (9 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 19.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.52 < 2.22 \text{ MPa} (23 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 19.2 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.29342 < 1 (29 \%)$ Nr przypadku 102, Siatka nr 19.2 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.20784 < 1 (21 \%)$
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 19.2 $\lambda_y = 36.6 \quad \lambda_z = 36.6$ $L_{fy} = 1.80 \text{ m} \quad L_{fz} = 1.80 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.904 \quad K_{cz} = 0.904 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.635 \quad \lambda_{rel,z} = 0.635 \quad \lambda_{rel,m} = 0.206$ $L_{dy} = 1.80 \text{ m} \quad L_{dz} = 1.80 \text{ m}$ Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.38281 < 1 (38\%)$ 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.29724 < 1 (30\%)$ 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md})) + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.17863 < 1 (18\%)$

3.2.4.2 UWZGLĘDNIENIE OPARCIA SKRAJNEGO KROKWI

/schemat obliczeń – patrz wyżej/

- skrócony wyciąg z obliczeń:

STALOWA JAMANOWSKI

Obwiednie oraz optymalizacja przekrojów: wg elementu			
ID		PRZEKRÓJ	Bieżący współczynnik wyłączenia (%)
23		R13*13 - zastrzał	9 %
19		R17*17 - stolec	19 %
522		R17*10 – osłabiony rygiel	262.%
506		R17*17 – rygiel w strefie przy stolcu	84 %

3.2.4.3 UWZGLĘDNIENIE PRZYPADKU OBCIĄŻENIA JEDYNIIE CIĘŻAREM WŁASNYM (stan w trakcie prowadzenia ekspertyzy)

/schemat obliczeń – patrz wyżej/

Przypadki obciążenia uwzględnione przy weryfikacji profili					
Lista przypadków / kombinacji	Kod	Ugięcia Stan graniczny	Ugięcia Czas trwania	Profile Stan graniczny	Profile Czas trwania
101	ECELISTR	SGN	Stałe	SGN	Stałe

- skrócony wyciąg z obliczeń:

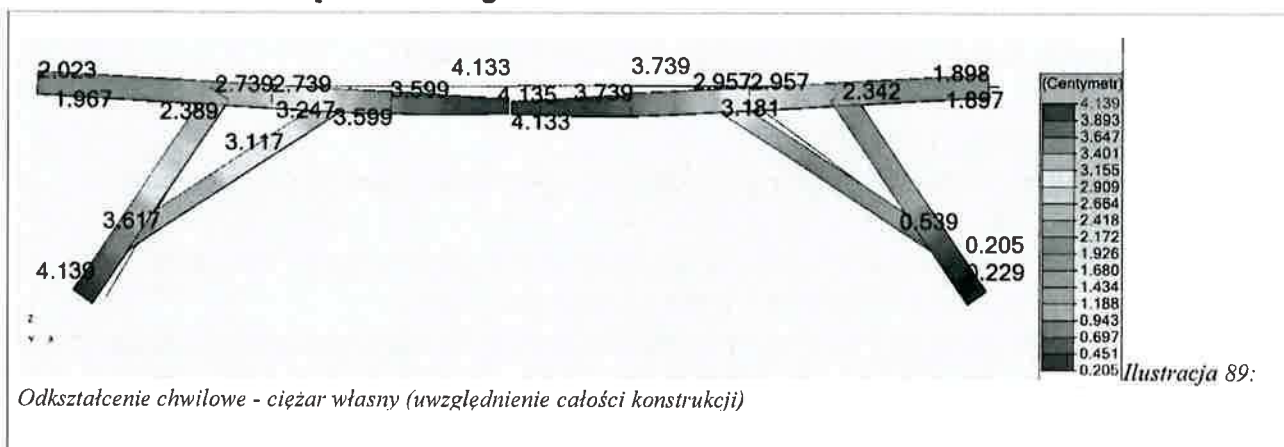
Obwiednie			
ID		Wstępny przekrój końcowy Proponowany przekrój końcowy	Bieżący współczynnik wyłączenia (%)
522		R17*10 – R17*17 – osłabiony rygiel	171 - 90 %
506		R17*17– rygiel w strefie przy stolcu	55 %
19		R17*17 – stolec	13 %
23		R13*13 - zastrzał	7 %

3.2.5. UGIĘCIE RAMY

Ugięcie ramy sprawdza się z warunku różnicy ugięcia między sytuacją spoczynku (obciążenie jedynie ciężarem własnym – stan zastany) a ugięciem od możliwego użytkowania z uwagi na dostęp na poddasze (np. Składowanie materiału lub użytkowanie do 50kg/m² wynikającego z prowadzenia prac konserwacyjnych lub remontowych na poddaszu).

Adnotacja – poniższe wyniki uwzględniają podatność belki zdwojonej oraz obciążenie pozostałych wiązarów dla uwzględnienia charakteru całego ustroju nośnego przy odkształceniu sumarycznym.

A – odkształcenie od ciężaru własnego

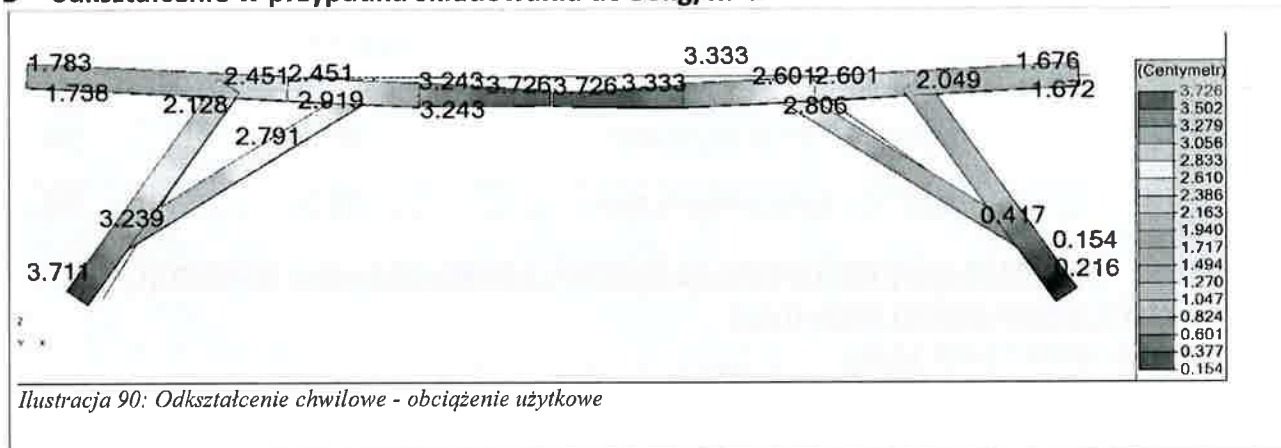


w inst= 4.4cm (przeszyczenie poziome na oparciu) → a fin = 7.9cm

u inst= 2.1cm (ugięcie przęsła netto) → u fin = 3.8cm

/szacunkowe wartości odkształcenia stanu obecnego, obserwowalnego/

B – odkształcenie w przypadku składowania do 50kg/m^2



w inst= 3.9cm (przesunięcie poziome na oparciu) → a fin = 6.4cm

u inst= 2cm (ugięcie przęsła netto) → u fin = 3.3cm

/szacunkowe wartości odkształcenia dodatkowego w przypadku dociążenia stropu - użytkownika do 50kg/m^2 /

3.2.5.1 SGU

Zakłada się, że ugięciem analizowanego istniejącego stropu jest ugięcie chwilowe i końcowe od obciążenia użytkowego, ze względu na ustabilizowany charakter ugięcia od ciężaru własnego całego ustroju.

Rozumie się pod tym stwierdzeniem wykonanie prac w przeszłości na sklepieniu kolebkowym już ugiętym (niwelacja szczeliny między deskami, prace przy polichromii).

Rzeczywisty wpływ na możliwie pojawiające się nadmierne odkształcenia, lub ich nadmierna niwelacja – a co za tym idzie - uszkodzenie polichromii oraz łączów desek mogą powodować dwie sytuacje:

- wprowadzenie dodatkowego obciążenia o wartości jw.
- nadmierne odciążenie stropu

w przypadku wprowadzenia dodatkowego obciążenia:

$L_{ef}=5.5\text{m} \rightarrow u \text{ dop inst } (L/400) = 1,1\text{cm} \rightarrow u \text{ dop fin } (L_{ef}/350) = 1.6\text{cm}$

warunek 1: $u \text{ inst}= 2\text{cm} > u \text{ dop inst } (L/500) = 1,1\text{cm}$ **NIESPEŁNIONY**

warunek 2: $u \text{ fin} = 3.3\text{cm} > u \text{ dop fin } (L_{ef}/350) = 1.6\text{cm}$ **NIESPEŁNIONY**

3.2.6. Uwagi – RAMY STOLCOWE

- warunek SGN został przekroczony w przekroju rygla ramy stolcowej przy dwóch kombinacjach:
 - obciążenie obliczeniowe ciężarem własnym – przeciążenie odcinka rygla podciętego
 - jw. + obciążenie użytkowe 50kg/m^2 – przeciążenie całości rygla
- Przekroczenie warunku SGU wystąpi w trakcie obciążenia użytkowego stropu o wartości mniejszej niż 50kg/m^2 – nie dopuszcza się jakiegokolwiek użytkowania stropu, szczególnie w odniesieniu do prac wymagających wnoszenia materiału na poddasze

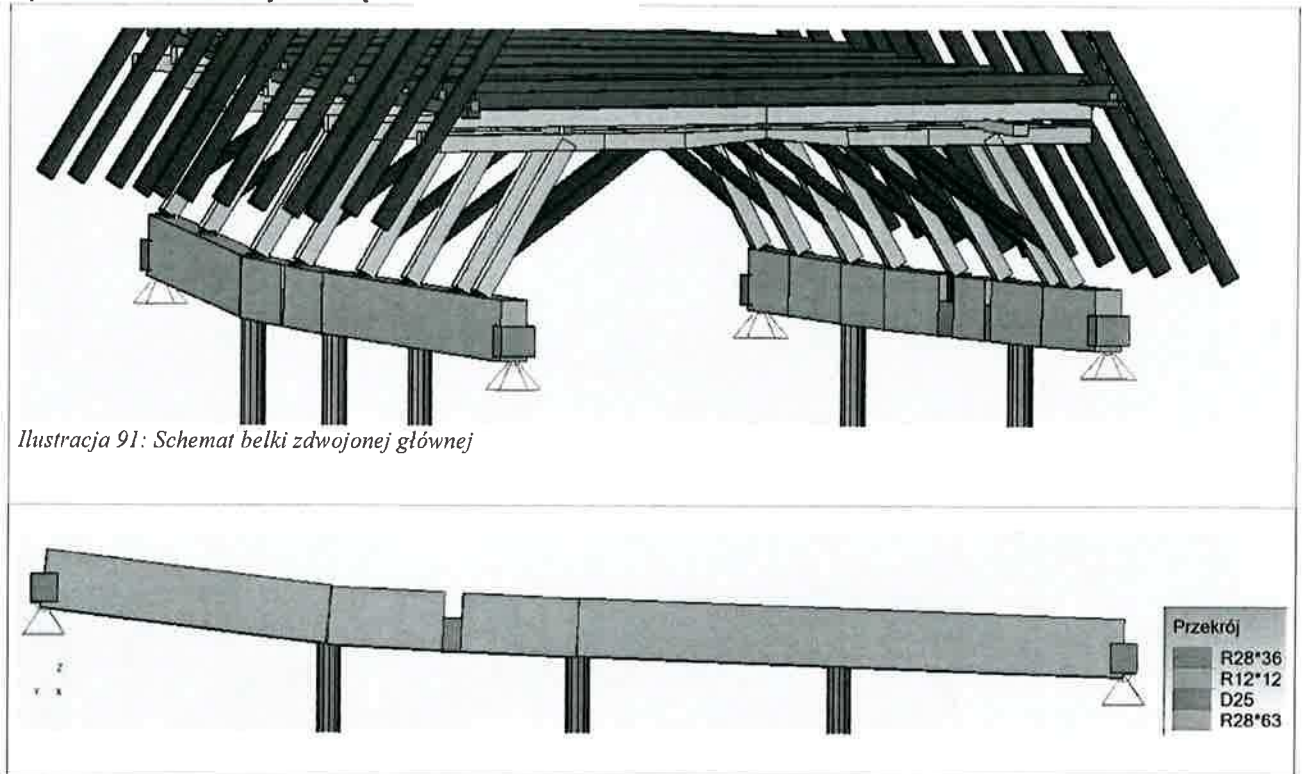
3.2.7. ZALECENIA – RAMY STOLCOWE

- ramy stolcowe wymagają pierwszorzędnej i niezwłocznej interwencji w postaci odpowiedniego wzmocnienia. Nie dopuszcza się wykonywania innych prac na poddaszu przed wykonaniem stosownych wzmocnień ramy (szczególnie przęsła)
- Doprowadzić oparcie dolne krokwi do prawidłowego stanu, zapewniając stabilne oparcie

3.3. BELKA ZDWOJONA

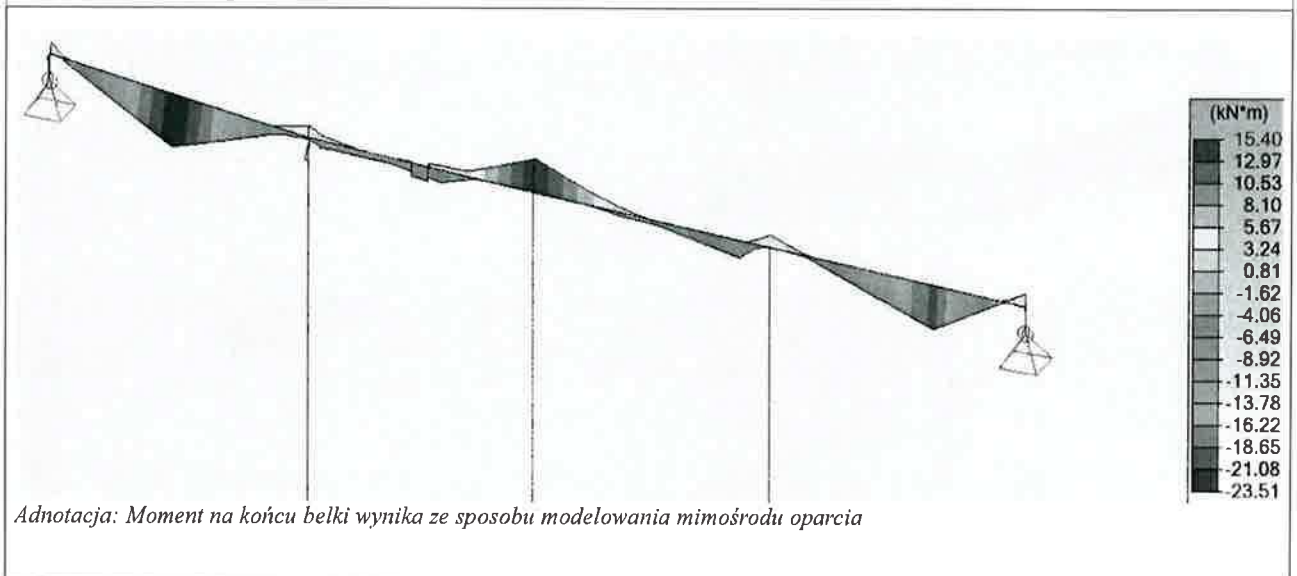
3.3.1. Zestawienie obciążeń, schemat statyczny

- przyjęto modelowe obciążenia od ciężaru własnego, obciążenia wiatrem oraz śniegiem, następnie wykonano kombinacje obciążeń

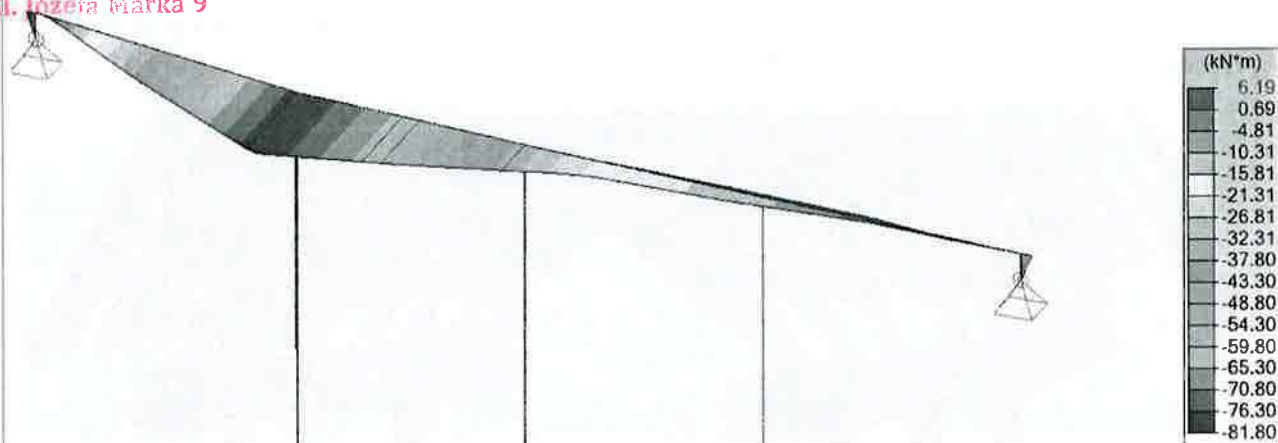


3.3.2. Obwiednie sił przekrojowych

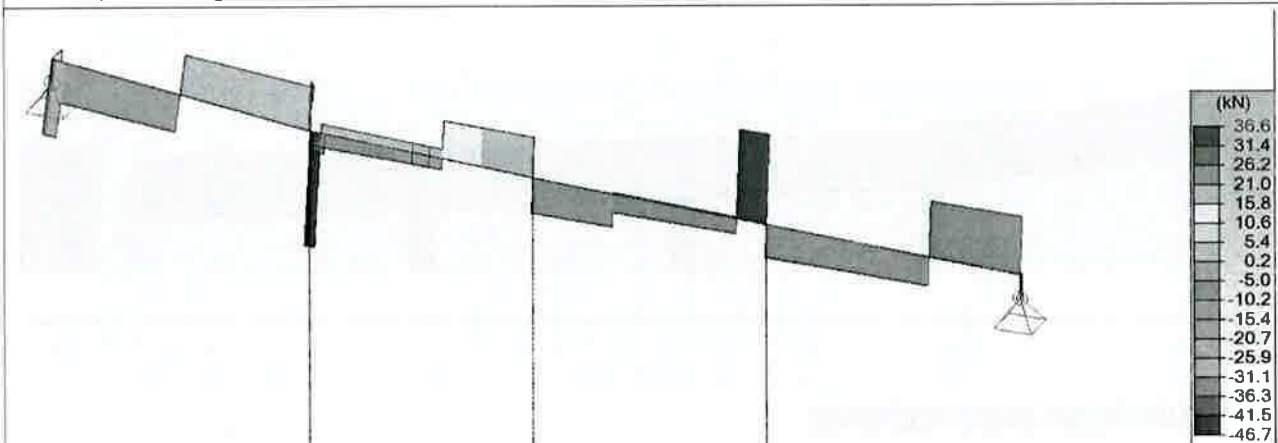
MyEd (zginanie pionowe)



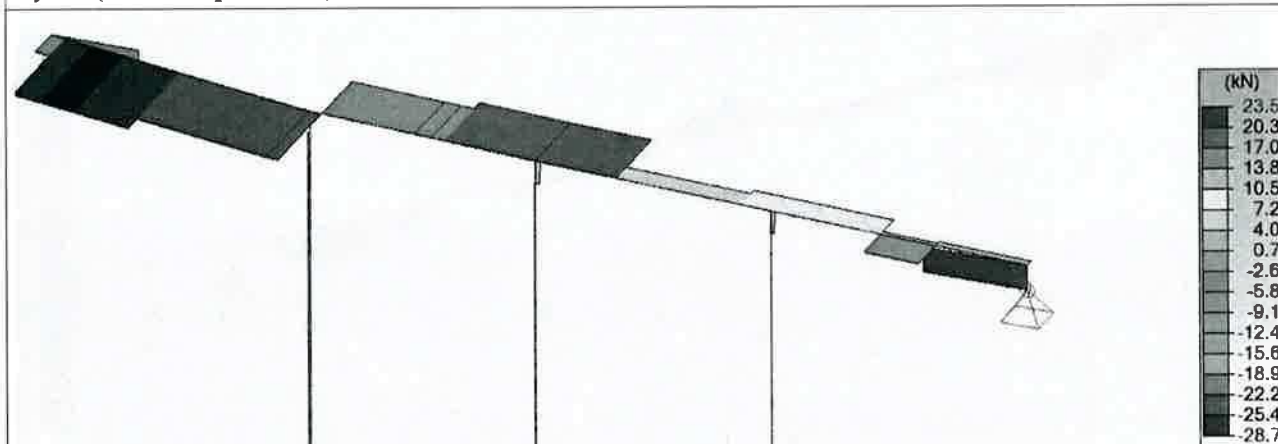
MzEd (zginanie poziome)



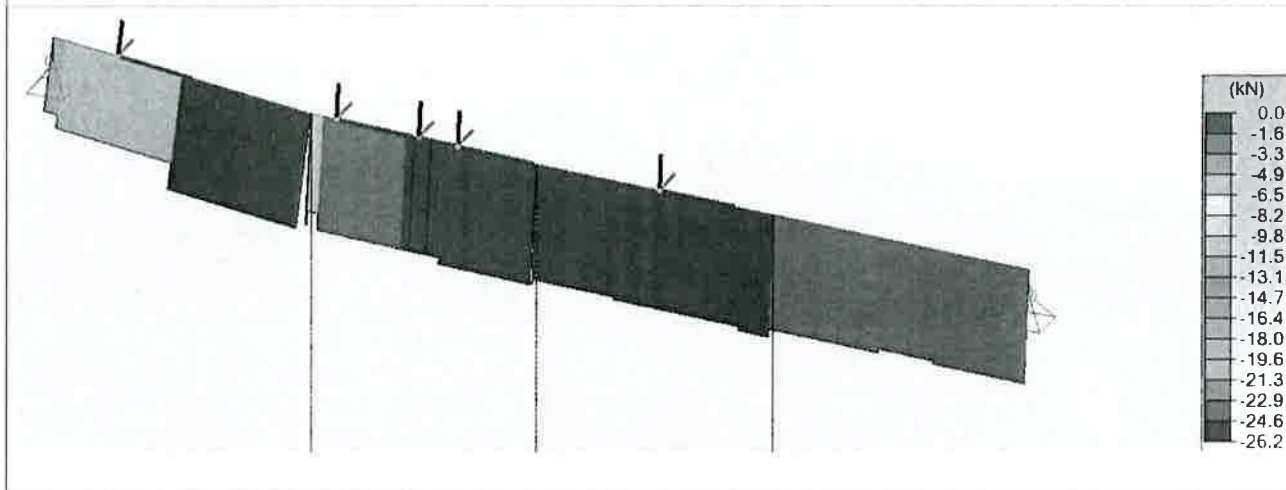
VzEd (ściananie pionowe)



VyEd (ściananie poziome)



NEd



3.3.3. Wyniki obliczeń wytrzymałościowych SGN (wyciąg)

Przypadki obciążenia/kombinacji uwzględnione przy weryfikacji profili					
Lista przypadków / kombinacji	Kod	Ugięcia Stan graniczny	Ugięcia Czas trwania	Profil Stan graniczny	Profil Czas trwania
109-111	ECELUSTR	SGN	Stałe	SGN	Chwilowe
102, 108	ECELUSTR	SGN	Stałe	SGN	Średniotrwale
101, 107	ECELUSTR	SGN	Stałe	SGN	Stałe
114-116	ECELSQ	SW	Chwilowe	SGN	Stałe
104, 113	ECELSQ	SW	Średniotrwale	SGN	Stałe
106, 118	ECELSQ	SW	Średniotrwale	SGN	Stałe
103, 112	ECELSQ	SW	Stałe	SGN	Stałe
105, 117	ECELSQ	SW	Stałe	SGN	Stałe

Wyniki dla profilu – BELKA ZREDUKOWANA nr 532

1) Przekrój

Profil	R28*36
Wymiary(cm)	h = 36.00 b = 28.00
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 1008.00 Sy = 840.00 Sz = 840.00
Bezładność(cm ⁴)	It = 138283 Iy = 108864 Iz = 65856
Moduły(cm ³)	Welyinf = 6048 Welysup = 6048 Welzinf = 4704 Welzsup = 4704
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 1.100 Czas trwania: Chwilowe
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

3) Wytrzymałość przekroju

Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 111, Siatka nr 532.1 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 0.24 < 16.08 \text{ MPa (2 \%)}$
Ścinanie	Nr przypadku 111, Siatka nr 532.1

Złożone zginanie ukośne	6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.39 < 3.05 \text{ MPa} (13 \%)$ Nr przypadku 111, Siatka nr 532.1
	6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.61527 < 1 (62 \%)$ Nr przypadku 111, Siatka nr 532.1
	6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.83735 < 1 (84 \%)$
Skręcanie	Nr przypadku 111, Siatka nr 532.1 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.99 < 3.05 \text{ MPa} (33 \%)$
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 111, Siatka nr 532.1 $\lambda_y = 1.9 \quad \lambda_z = 2.5$ $L_{fy} = 0.20 \text{ m} \quad L_{fz} = 0.20 \text{ m}$ $K_{cy} = 1.000 \quad K_{cz} = 1.000 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 0.033 \quad \lambda_{rel,z} = 0.043 \quad \lambda_{rel,m} = 0.061$ $L_{dy} = 0.20 \text{ m} \quad L_{dz} = 0.20 \text{ m}$ <i>Wyłączenie Weryfikacja:</i> 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.63020 < 1 (63\%)$ 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.85228 < 1 (85\%)$ 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.65073 < 1 (65\%)$

Wyniki dla profilu – BELKA PODWÓJNA nr 106	
1) Przekrój	
Profil	R28*63
Wymiary(cm)	$h = 63.00 \quad b = 28.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 1764.00 $S_y = 1470.00 \quad S_z = 1470.00$
Bezwładność(cm ⁴)	$I_t = 332334 \quad I_y = 583443 \quad I_z = 115248$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 18522 \quad W_{elysup} = 18522$ $W_{elzinf} = 8232 \quad W_{elzsup} = 8232$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000 \quad kh(My) = 1.000 \quad kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 1.100$ Czas trwania: Chwilowe
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 111, Siatka nr 106.5 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 0.14 < 16.08 \text{ MPa} (1 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 111, Siatka nr 106.2

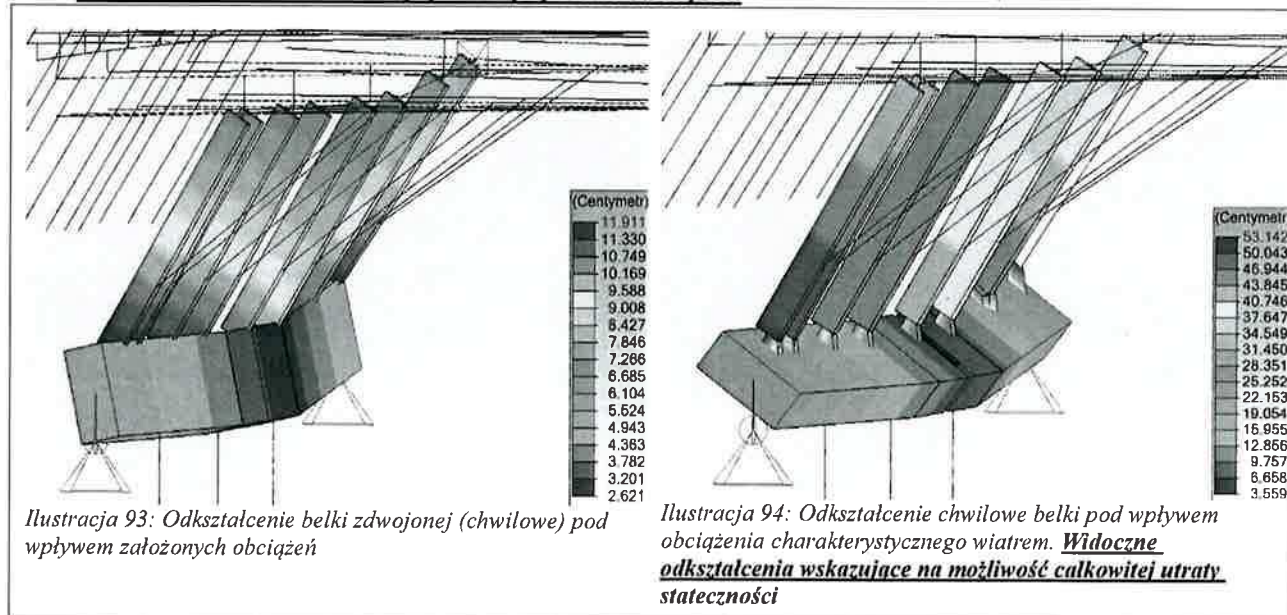
Złożone zginanie ukośne	<p>6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.89 < 3.05 \text{ MPa (29 \%)}$ Nr przypadku 111, Siatka nr 106.3</p> <p>6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.42048 < 1 (42 \%)$ Nr przypadku 111, Siatka nr 106.3</p> <p>6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.59382 < 1 (59 \%)$</p>
Skręcanie	<p>Nr przypadku 111, Siatka nr 106.2</p> <p>6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.60 < 3.05 \text{ MPa (20 \%)}$</p>
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	<p>Nr przypadku 111, Siatka nr 106.3</p> <p>$\lambda_y = 133.5 \quad \lambda_z = 15.5$ $L_{fy} = 1.25 \text{ m} \quad L_{fz} = 24.27 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.171 \quad K_{cz} = 1.000 \quad K_m = 0.700 \quad K_{crit} = 1.000$ $\lambda_{rel,y} = 2.315 \quad \lambda_{rel,z} = 0.269 \quad \lambda_{rel,m} = 0.596$ $L_{dy} = 11.00 \text{ m} \quad L_{dz} = 11.00 \text{ m}$</p> <p>Wyłączenie Weryfikacja:</p> <p>6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.47092 < 1 (47\%)$</p> <p>6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.60239 < 1 (60\%)$</p> <p>6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.39530 < 1 (40\%)$</p>

UWAGA: w powyższych obliczeniach nie uwzględnia się efektów II-rzędu związanych ze znacznym skręceniem przekroju wskutek mimośrodu działania obciążeń od opartych ram.

3.3.4. Wyłączenie elementów przy uwzględnieniu występującego skreślenia płatwi:

Maksymalne wyłączenie: wg elementu					
ID	Przekrój	Lf (m)	Ld (m)	Wyłączenie (%)	Przypadek
106	R28*63	1.25	11.00	68	111
532	R28*36	0.20	0.20	99	111

3.3.5. Odkształcenie konstrukcji pod wpływem obciążeń



Ponadnormatywne odkształcenie belki przy obciążeniu ciśnieniem wiatru wskazuje na możliwość utraty stateczności elementy wskutek obrotu (na oparciu na murze belka nie posiada bocznego wsparcia na wysokości, oparta jest jedynie grawitacyjnie na swojej dolnej powierzchni)

3.3.6. Uwagi – BELKA ZDWOJONA

- warunek SGN zachowany jest w przypadku zniszczenia przekroju, problemu należy upatrywać w możliwości utraty stateczności przy skręcaniu.
- Analiza wskazuje, że stateczność belki zachowana jest przy równoczesnym zapewnieniu odpowiedniej sztywności (samonośności) poszczególnych ram stolcowych przy obciążeniu ciężarem własnym i śniegiem (kiedy poziome składowe obciążeń równoważą się)
- Przyłożenie obciążenia wiatrem na dach (prostopadle do ściany podłużnej budynku) generuje znaczny obrót belki spowodowany mimośrodowym naporem. Spowodowane jest to brakiem zabezpieczenia na jej końcach oraz geometrii układu wraz z mimośrodami. Jest to sytuacja stanowiąca poważne zagrożenie mogące prowadzić do awarii konstrukcji (norma 1 nie wskazuje takiego charakteru zniszczenia, wynika on natomiast z analizy odkształceń globalnych konstrukcji)
- Pogłębienie skręcenia konstrukcji prowadzi do zmian układów sił oraz wystąpienia przemieszczeń ram stolcowych (znaczny wpływ oddziaływań II-rzędu, prosta statyka jest niewystarczająca do stwierdzenia faktycznego wyężenia konstrukcji)

3.3.7. ZALECENIA – BELKA ZDWOJONA

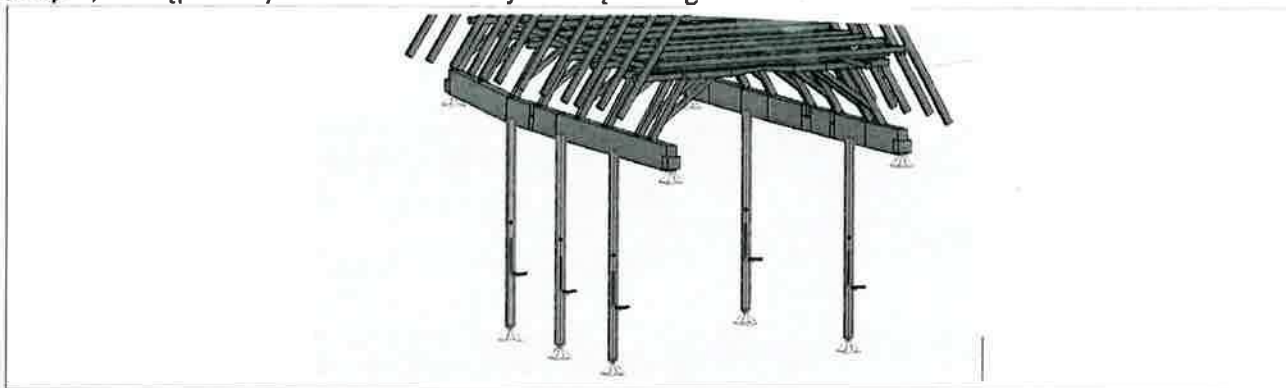
- należy konstrukcyjnie zabezpieczyć belkę zdwojoną na jej obu końcach. Wykonać poprzez oparcie boczne na całej wysokości wykorzystując np. Szttywne widelki przy obu bokach belki, odpowiednio zakotwione do podłoża (przesuw poprzeczny)
- belkę należy uszttywnić bocznie na jej długości dla zapewnienia stabilnego, sztywne oparcia ram stolcowych (z uwagi na bezpieczeństwo konstrukcji w myśl użytkowania obiektu monumentalnego).
- Belka powinna stanowić także górne podparcie poprzeczne dla ścian wieńcowych, które zostały w wielu miejscach przerwane w trakcie historycznych przebudów. Najlepiej taki efekt osiągać poprzez przewiązanie belki wieńczącej ścianę z belką zdwojoną tworząc zespół stężający poziomy, zdolny do przenoszenia wszystkich oddziaływań poziomych na budynek (głównie parcie i ssanie wiatru)
- Z uwagi, że jest to pierwszorzędny, główny element konstrukcji, którego awaria skutkowałaby najprawdopodobniej katastrofą całej części drewnianej obiektu, należy elementy poddać gruntownej renowacji, ubytki odpowiednio uzupełnić i wykonać stabilne oparcia

3.4. SŁUPY

3.4.1. Zestawienie obciążeń, schemat statyczny

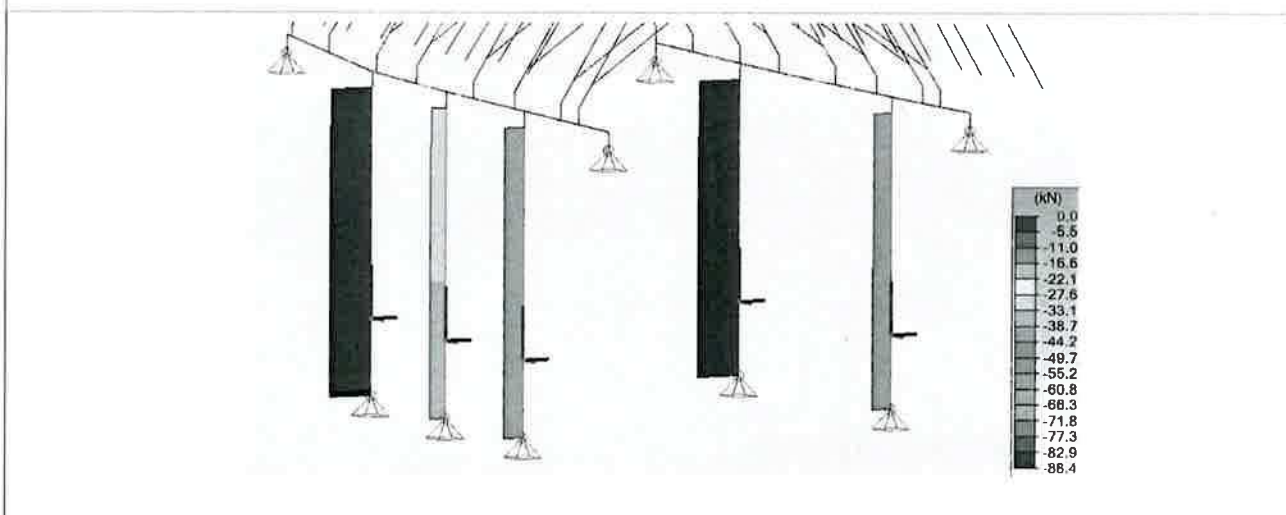
- przyjęto modelowe obciążenia od ciężaru własnego dodatkowo obciążenia użytkowego na stropie, następnie wykonano kombinacje obciążeń wg

STANISŁAW LIMANOWSKI
34-100 Limanowa
ul. Józefa Marka 9



3.4.2. Obwiednie sił przekrojowych

NEd



3.4.3. Wyniki obliczeń wytrzymałościowych SGN (wyciąg)

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 64 SŁUP OKRĄGŁY	
1) Przekrój	
Profil	D25
Wymiary(cm)	r = 12.50
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 490.87 Sy = 441.79 Sz = 441.79
Bezwładność(cm ⁴)	It = 38349.5 Iy = 19174.8 Iz = 19174.8
Moduły(cm ³)	Welyinf = 1533.98 Welysup = 1533.98 Welzinf = 1533.98 Welzsup = 1533.98
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 kmod = 0.800 Czas trwania: Średniotrwale
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800
Materiał(MPa)	E = 11000 v = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 24 Ft0k = 14.5 Fc0k = 21 Fvk = 4
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie /	Nr przypadku 102, Siatka nr 64.1

Ściskanie	6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 1.55 < 12.92 \text{ MPa (12 \%)}$
Ścinanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 64.9 6.13: $\tau_d \leq F_{vd} : 0.00 < 1.85 \text{ MPa (0 \%)}$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 64.1 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.12011 < 1 \text{ (12 \%)}$ Nr przypadku 102, Siatka nr 64.1 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.12011 < 1 \text{ (12 \%)}$
Skręcanie	Nr przypadku -, Siatka nr -, 6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$: niewykonane (-)
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 64.13 $\lambda_y = 80.0 \quad \lambda_z = 80.0$ $L_{fy} = 5.00 \text{ m} \quad L_{fz} = 5.00 \text{ m}$ $K_{cy}=0.450 \quad K_{cz}=0.450 \quad K_m=1.000 \quad K_{crit}=1.000$ $\lambda_{rel,y} = 1.357 \quad \lambda_{rel,z} = 1.357 \quad \lambda_{rel,m} = 0.342$ $L_{dy} = 5.00 \text{ m} \quad L_{dz} = 5.00 \text{ m}$ Wyłączenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.28550 < 1 \text{ (29\%)}$ 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.28550 < 1 \text{ (29\%)}$ 6.35: $(\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}))^2 + \sigma_{cd} / (K_c F_{c0d}) \leq 1$ $0.26319 < 1 \text{ (26\%)}$

3.4.4. Uwagi – SŁUPY DREWNIANE

- warunek SGN z uwzględnieniem stateczności jest zachowany, przy uwzględnieniu prawidłowego oparcia pod belką zdwojoną
- z uwagi na schemat statyczny słupów, wymagają one stabilnego oparcia na podstawie I głowicy. Słupy przenoszą jedynie ściskanie osiowe (N), nie stanowią oparcia bocznego dla belki zdwojonej ze względu na schemat przegubowy konstrukcji
- Obecne podparcie podstawy na betonie zwiększa ryzyko zawilgocenia i rozwoju grzybów mogących spowodować uszkodzenie drewna i zmniejszenie jego nośności, powodując nadmierną podatność lub nawet zmiążdżenie przy zbytnej redukcji wytrzymałości na ściskanie

3.4.5. ZALECENIA – SŁUPY DREWNIANE

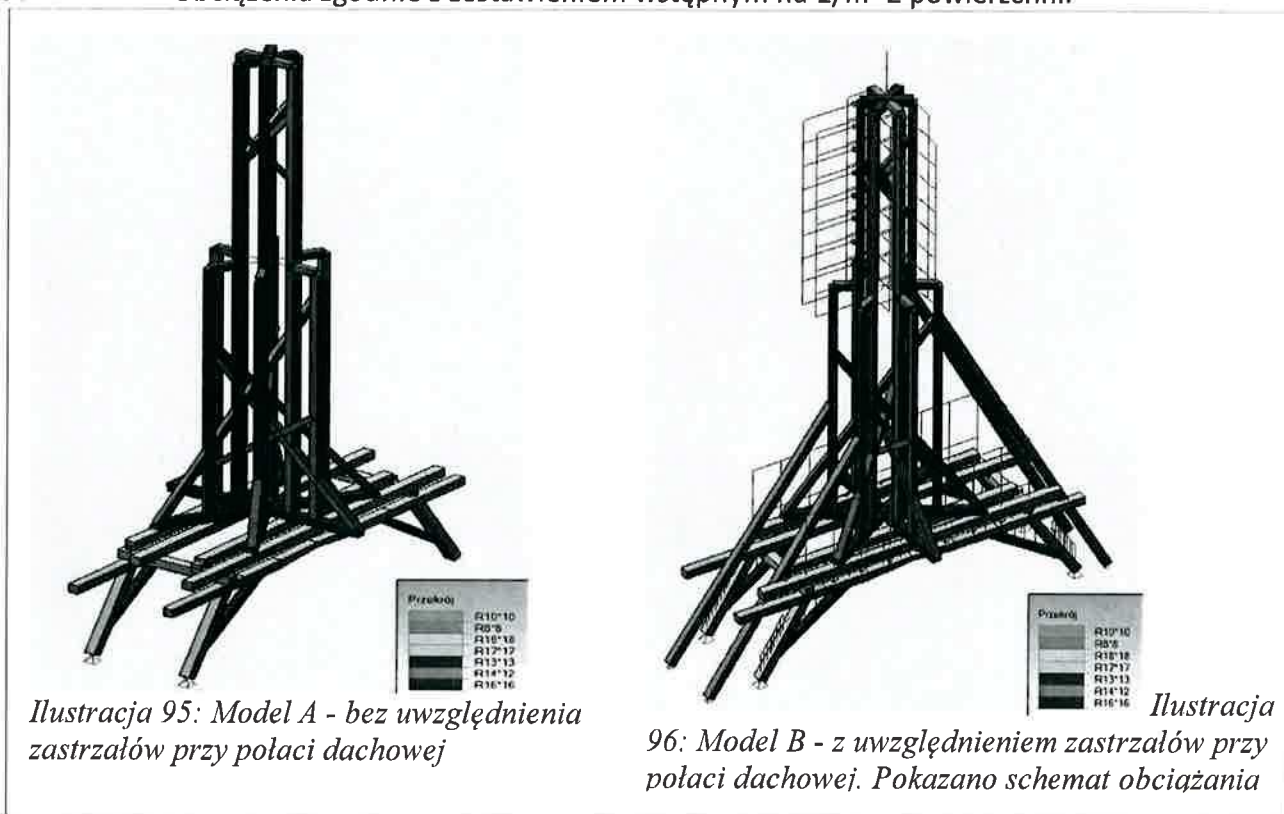
- ze względu na istotność słupów w konstrukcji należy poddać istniejące słupy gruntownej renowacji oraz impregnacji dolnego obwodu
- wykonać stabilne podparcie słupów na wykonanym oczepie żelbetowym z uwzględnieniem wentylacji czoła elementu i odseparowania od wilgoci podciąganej od fundamentu

3.5. SYGNATURKA WSPARTA NA RAMACH STOLCOWYCH

STALOSTA LIMANOWSKI
34-600 Limanowa
ul. Józefa Marka 9

3.5.1. Zestawienie obciążeń, schemat statyczny

- przyjęto modelowe obciążenia od wiatru, z uwzględnieniem uproszczonego kształtu konstrukcji, uwzględniono ciężar szacunkowy elementów sygnaturki (dokładna wartość obciążenia z uwagi na brak dostępu nie jest możliwa do określenia). Śnieg z uwagi na niewielki wpływ pominięto. Dodatkowo przyjęto obciążenie użytkowe na stropie, następnie wykonano kombinacje obciążeń wg Obciążenia zgodnie z zestawieniem wstępnym na $1/m^2$ powierzchni.



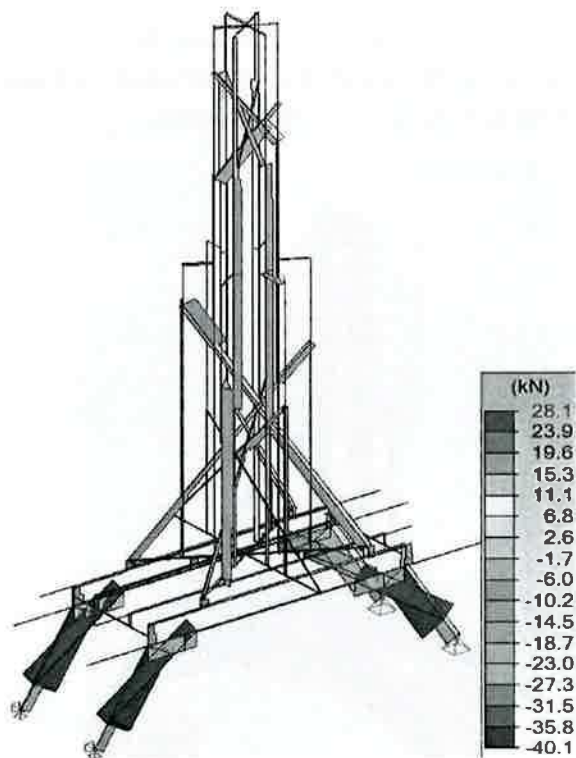
– Oprócz staranności odzwierciedlenia układu, panujących mimośrodków, przyjęto także:

- **Model A** - nie uwzględnia się zastrzałów z uwagi na przesuwny sposób oparcia na podparciu, niezabezpieczonego przed przemieszczeniami poziomymi, prawdopodobnie ze znaczną podatnością (składowa pozioma powoduje zachwianie wysokiego oparcia na belkach, niezabezpieczonego)
- **Model B** – uwzględniono zastrzały w stanie zaistniałym w trakcie prowadzenia ekspertyzy. Model uwzględnia interakcję zastrzałów z konstrukcją słupowo-zastrzałową sygnaturki, wywołujące dodatkowe obciążenie poziome generujące zginanie, natomiast odciążające względnie konstrukcję ram stolcowych.
- **Dodatkowo uwzględniono dwa przypadki oparcia ram stolcowych** – z przesuwem poziomym oraz bez przesuwu na podwalinie (rzeczywisty schemat oparcia będzie oscylował między wyżej wymienionymi, z zastrzeżeniem, że rzeczywista murłata co prawda posiada wręby poprzeczne pod montaż ram, natomiast nie posiada stabilnego mocowania, pozwalającego na uwzględnienie przenoszenia wymienionej reakcji poziomej)
- **Przyjęto górą oparcie punktowe w poziomie kalenicy**, że ze względu na deskowanie pełne oraz znaczną długość połaci dachu

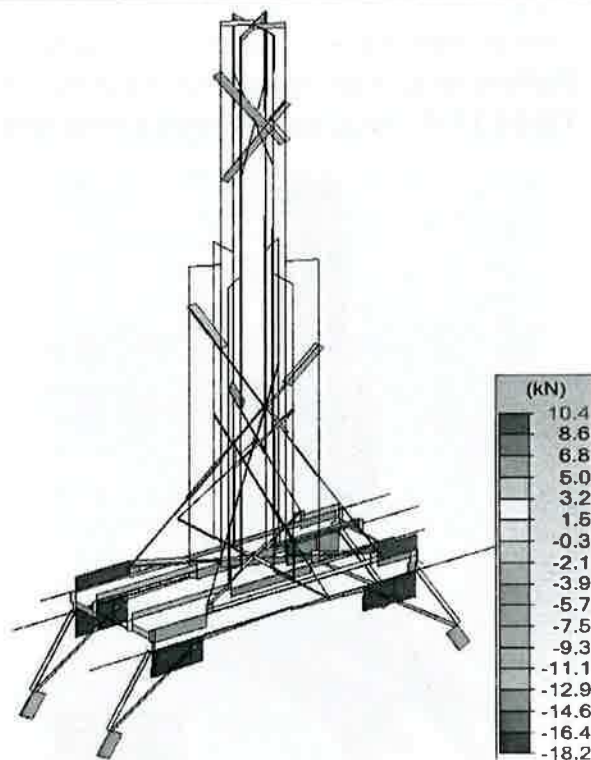
3.5.2. Obwiednie sił przekrojowych

3.5.2.1 A - Model /przesuwny/ BEZ zastrzałów

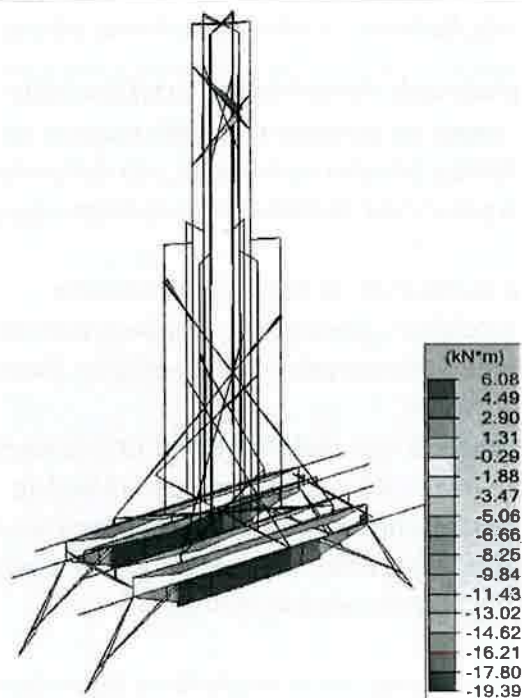
Ned



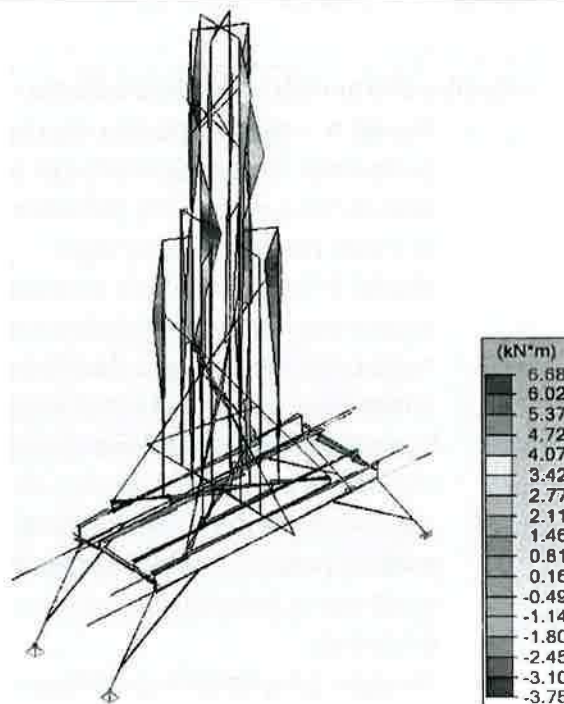
Ved



MyEd (zginanie pionowe /poprzeczne słupy/)



MzEd (zginanie poziome /poprzeczne belki/)



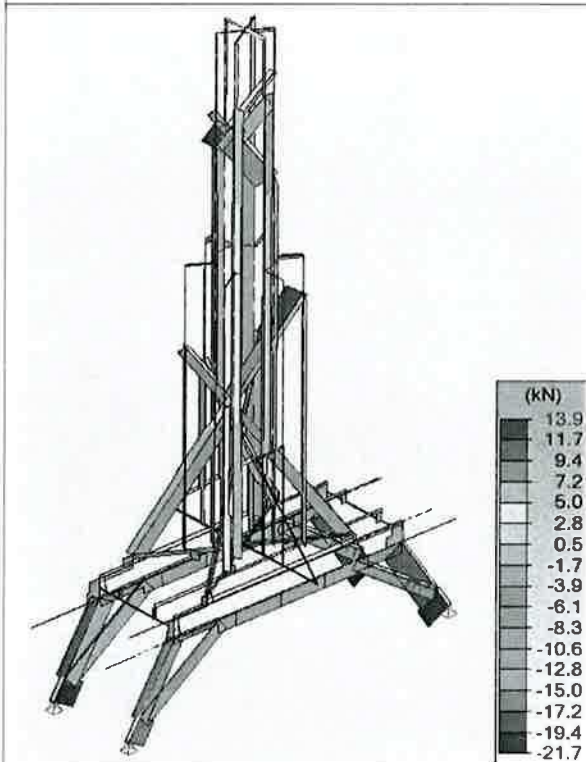
3.5.2.2 A - Model /NIEprzesuwny/ BEZ zastrzałów

STALOWA LIMANOWSKI

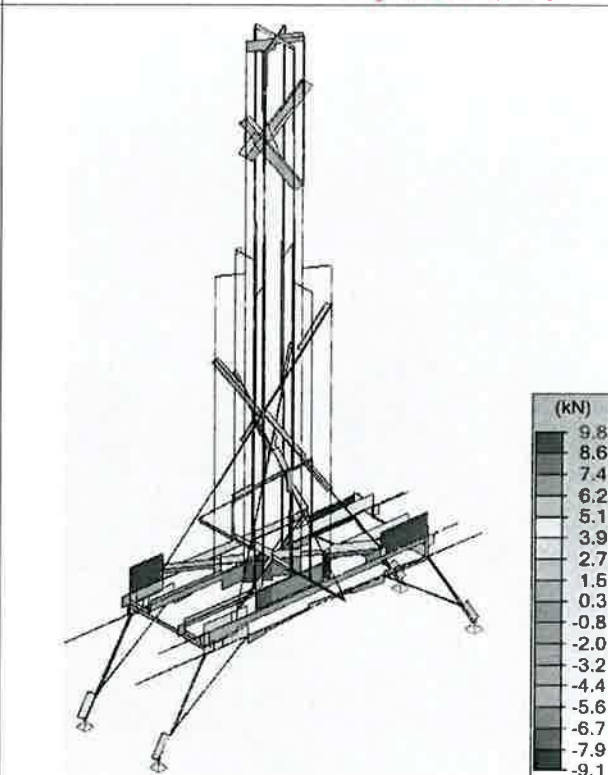
34-600 Limanowa

ul. Józefa Marka 9

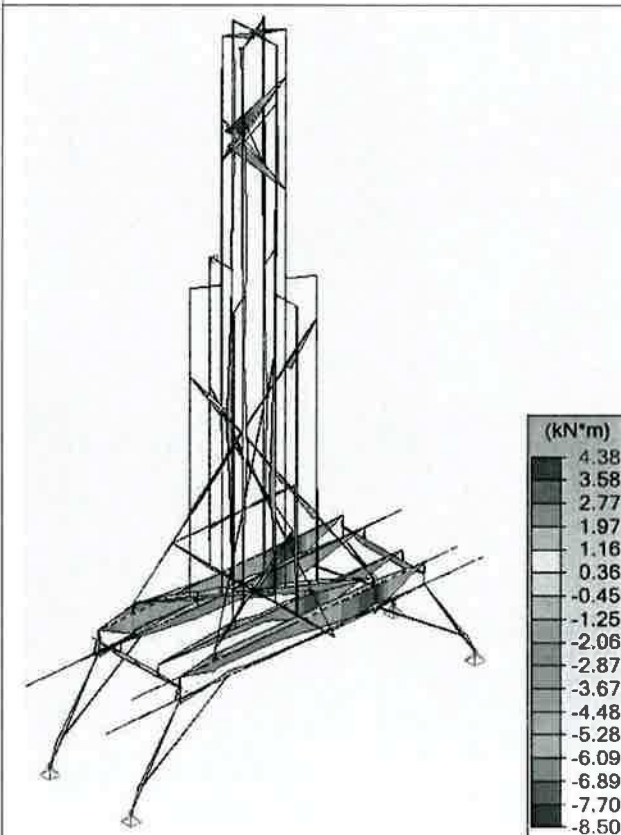
NEd



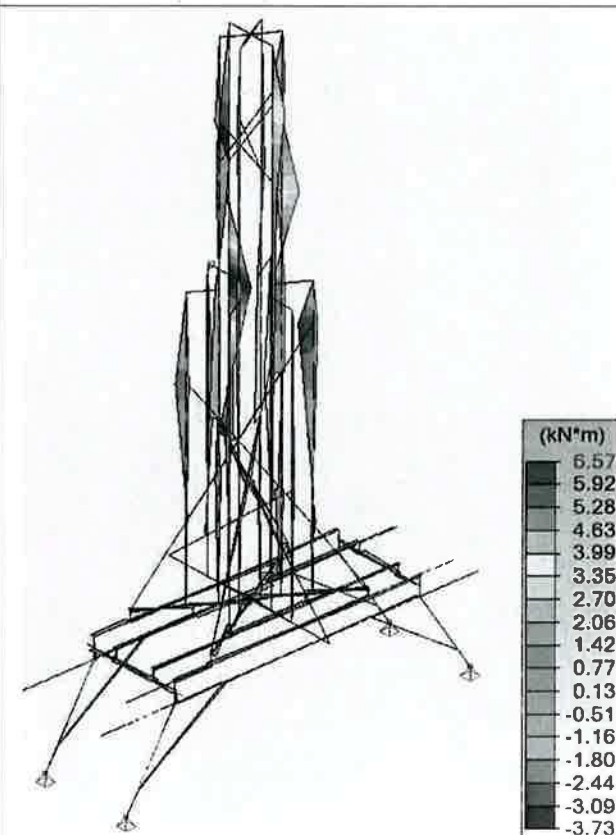
VEd



MyEd (zginanie pionowe /poprzecze słupy/)

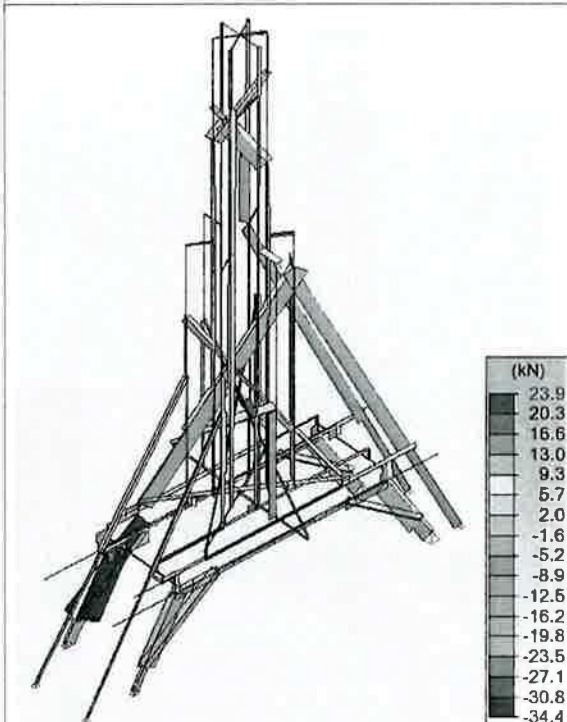


MzEd (zginanie poziome /poprzeczne belki/)

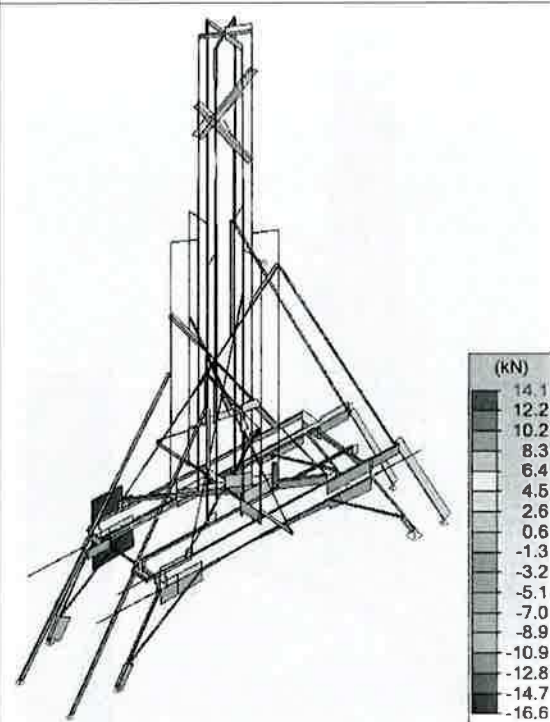


3.5.2.3 B Model/przesuwny/ z zastrzałami

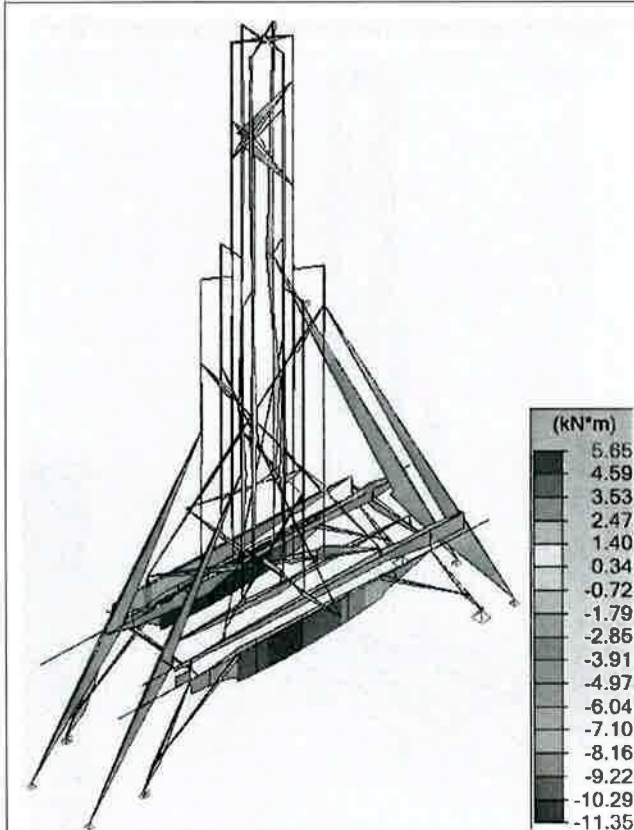
NEd



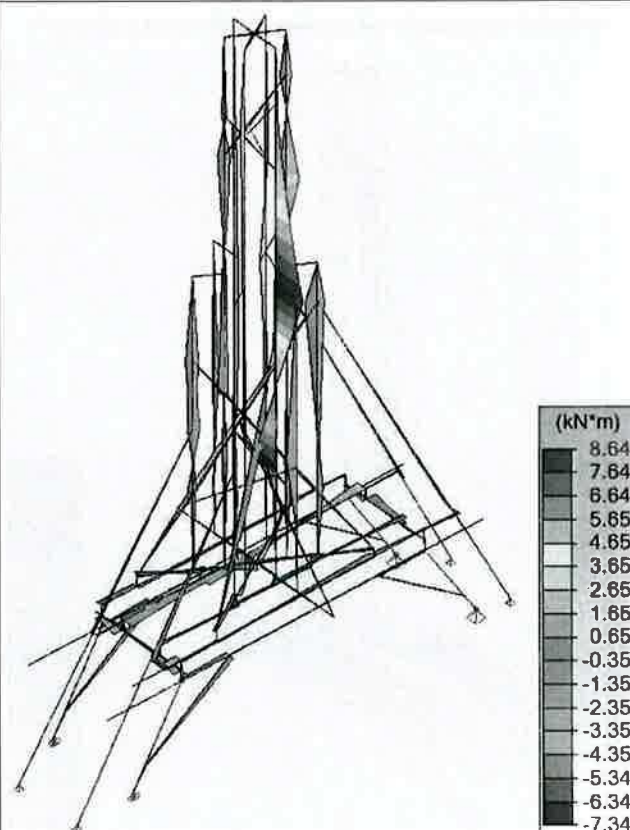
VEd



MyEd (zginanie pionowe /poprzeczne słupy/)

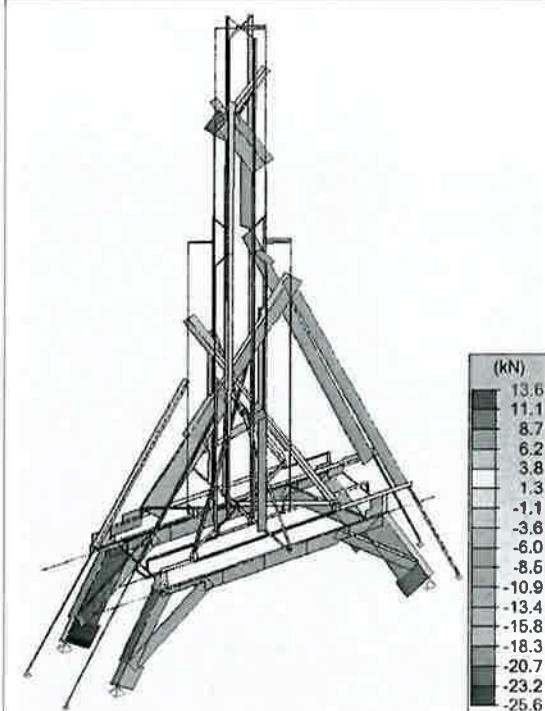


MzEd (zginanie poziome/poprzeczne belki/)

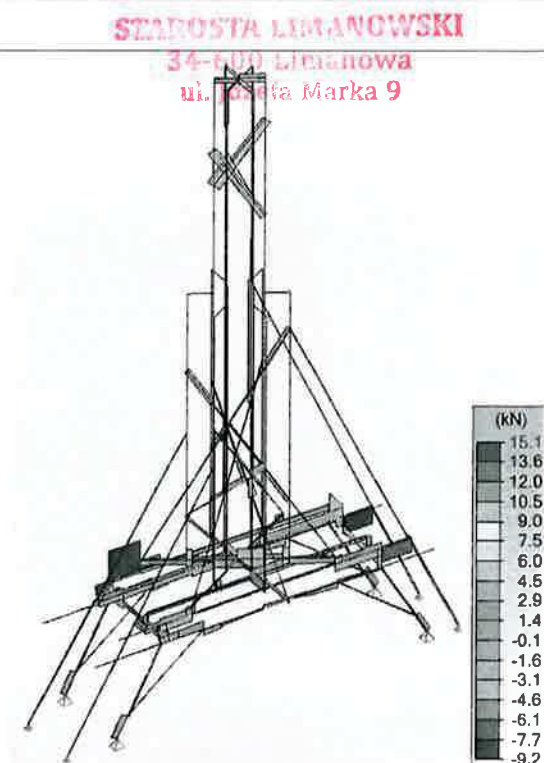


3.5.2.4 B - Model /NIEprzesuwny/ z zastrzałami

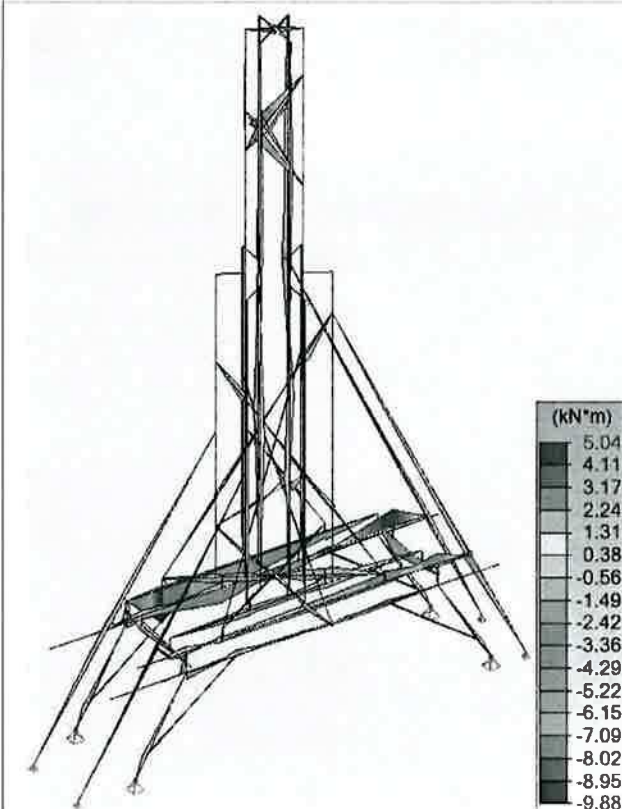
NEd



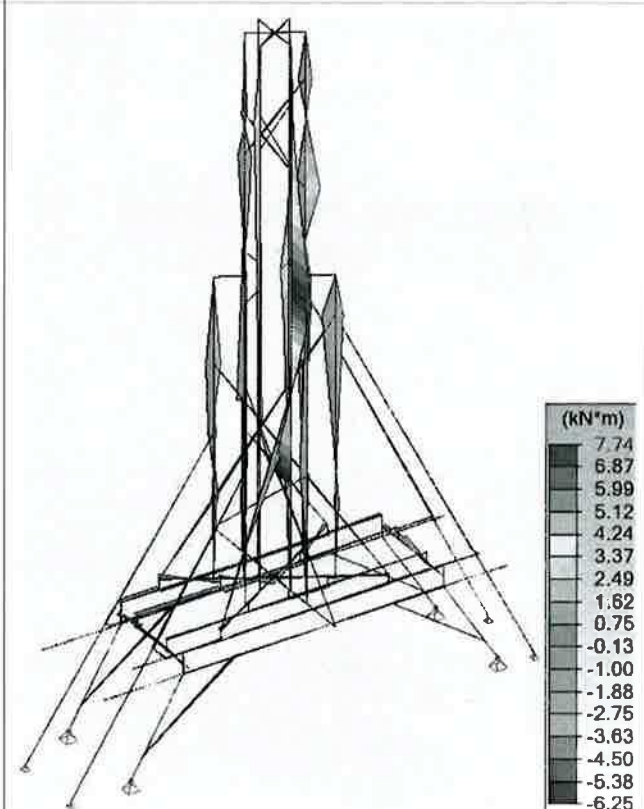
VEd



MyEd (zginanie pionowe /poprzeczne słupy/)



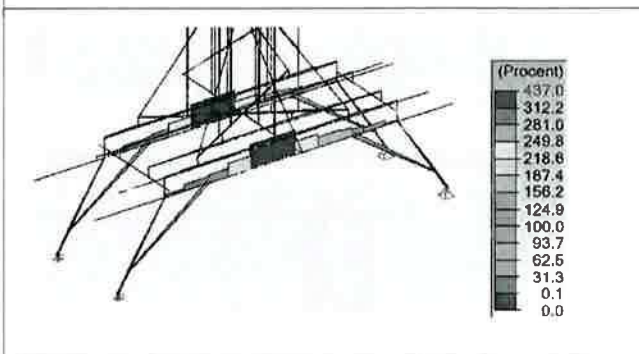
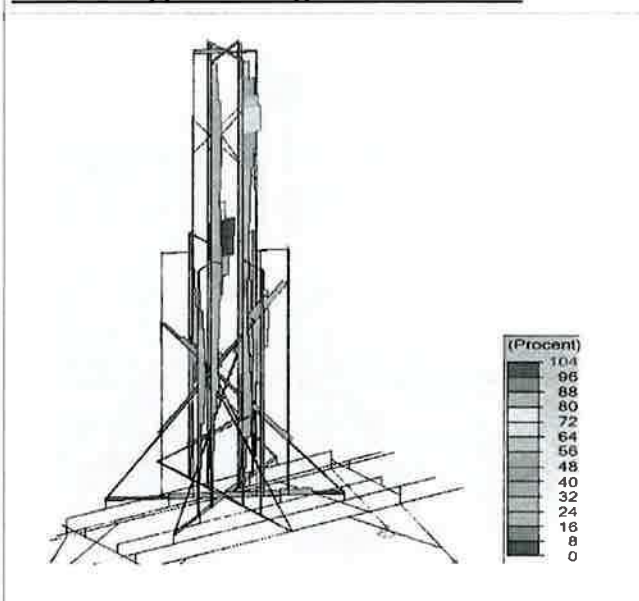
MzEd (zginanie poziome /poprzeczne belki/)



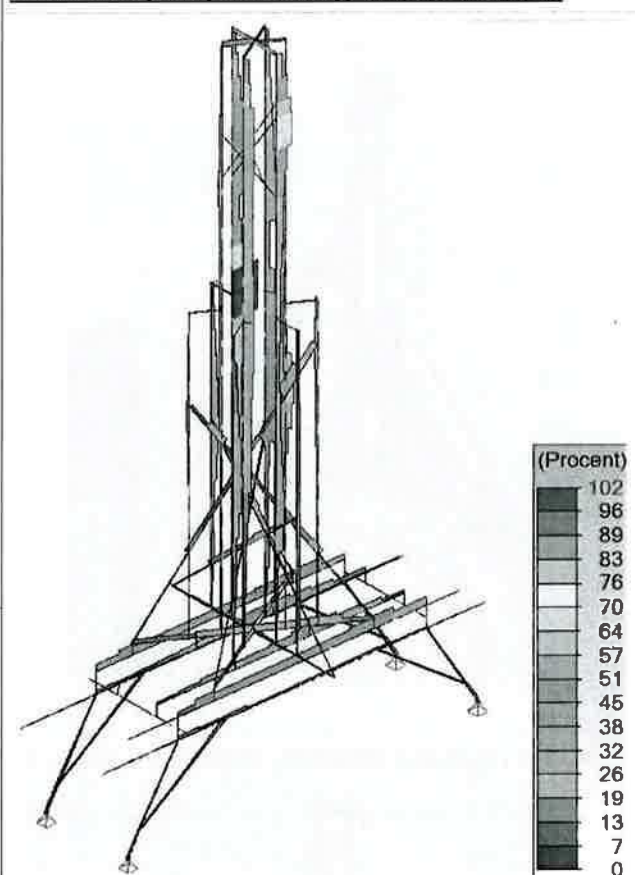
3.5.3. Wyniki obliczeń wytrzymałościowych SGN (wyciąg)

3.5.3.1 Wytrzymałość - wyťaženia poglądowe konstrukcji

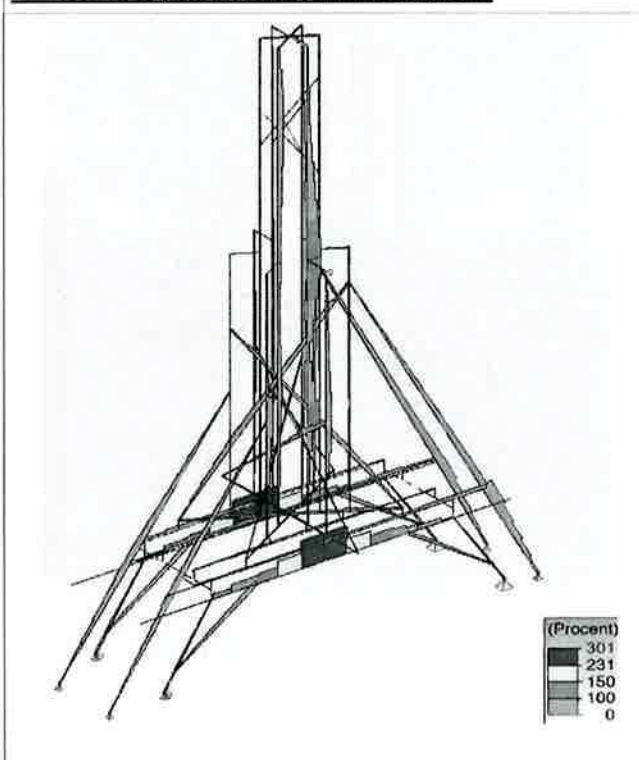
A - Model /przesuwny/ BEZ zastrzałów



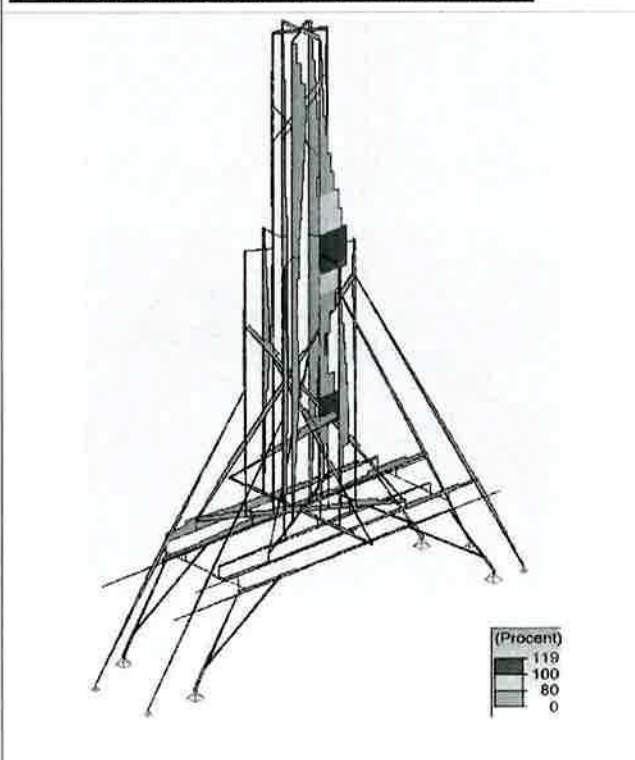
A - Model /NIEprzesuwny/ BEZ zastrzałów



B - Model /przesuwny/ z zastrzałami

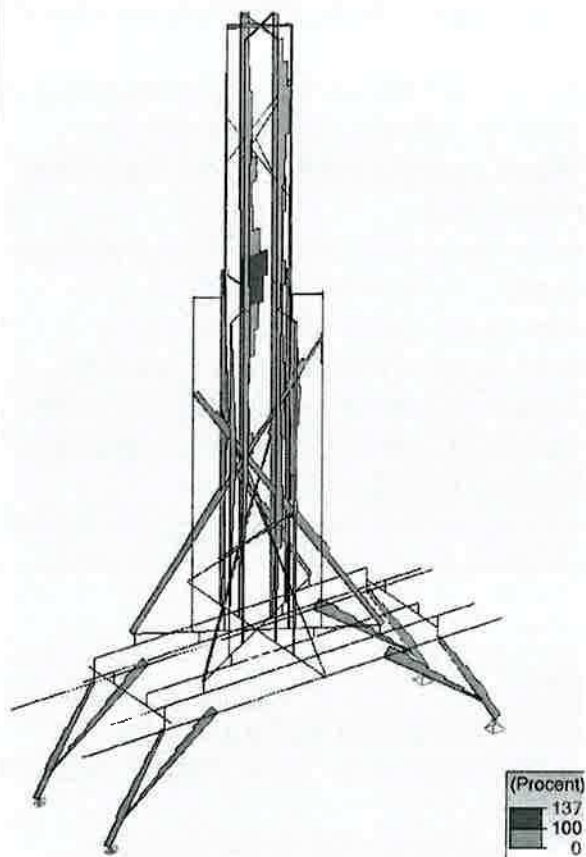


B - Model /NIEprzesuwny/ z zastrzałami

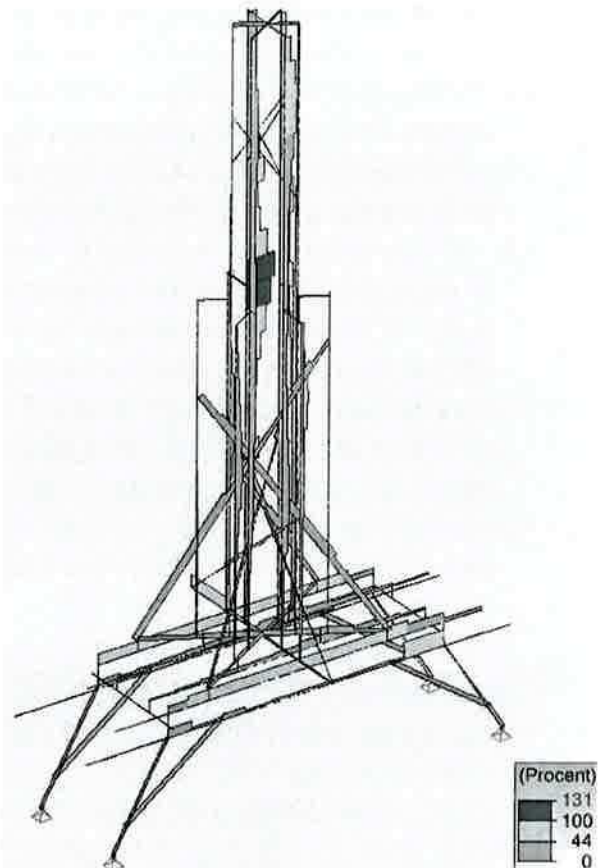


3.5.3.2 Stateczność elementów ściskanych i zginanych - wyłączenia pogładowe konstrukcji

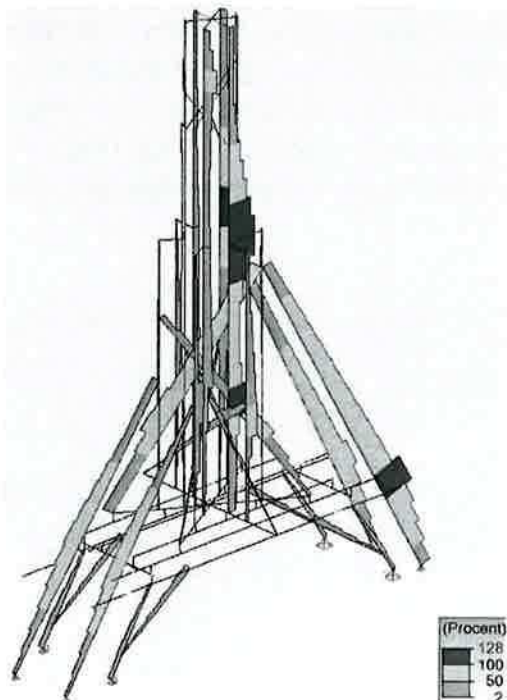
A - Model /przesuwny/ BEZ zastrzałów



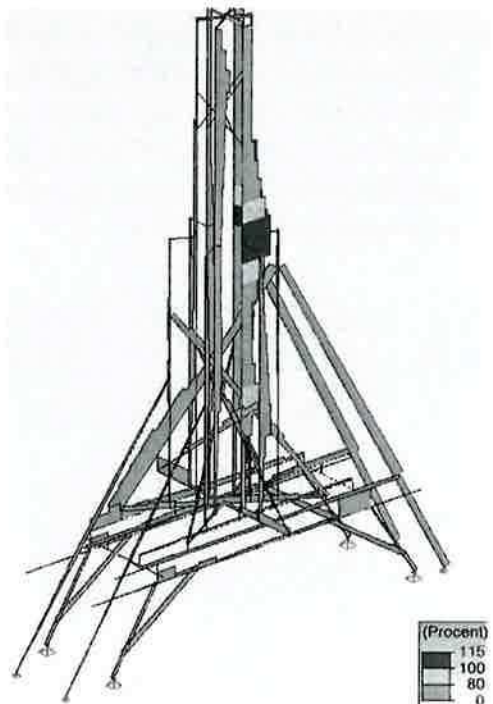
A - Model /NIEprzesuwny/ BEZ zastrzałów



B - Model /przesuwny/ z zastrzałami



B - Model /NIEprzesuwny/ z zastrzałami



3.5.4. Uwagi – KONSTRUKCJA SYGNATURKI

- Przekroczony jest SGN dla słupów głównych wyższych związany z układem wspornikowym sygnaturki (słupy nie posiadają przechylenia/zbieżności/, funkcję podpierającą boczną stanowi jakkolwiek połąć dachowa)
- Zastrzały boczne stanowią w schemacie podparcie, natomiast ze względu na brak bocznej stabilizacji i swojej długości mogą ulegać utracie stateczności przy niekorzystnym oddziaływaniu wiatru (a więc wyłączeniu z pracy). Zgodnie z obliczeniami, omawiane zastrzały nie pełnią funkcji pierwszorzędnej konstrukcji
- Tak jak w przypadku konstrukcji stropu, tak i w tym przypadku ramy stolcowe wykazują znaczne przekroczenie stanu granicznego nośności. W przypadku obciążenia dodatkowego ram konstrukcją sygnaturki w miejscach podparcia zastrzałów, (w przypadku schematu przesuwne) dochodzi do wytworzenia znacznego momentu przesłowego związanego z układem sił (rozciąganiem) zastrzałów, przenoszących siłę podłużną na rygiel – Taki układ stanowi bezpośrednie zagrożenie awarią konstrukcji w przypadku wystąpienia przemieszczenia poziomego oparcia stolca
- Obecne belkowanie pod krzyżakiem nie wykazuje na nadmiernego przeciążenia, natomiast ze względu na istotność w konstrukcji odpowiednie prace przeglądowe i remontowe muszą zostać wykonane

3.5.5. ZALECENIA – KONSTRUKCJA SYGNATURKI

- ramy stolcowe wymagają pierwszorzędnej i niezwłocznej interwencji w postaci odpowiedniego wzmocnienia. Nie dopuszcza się wykonywania innych prac na poddaszu przed wykonaniem stosownych wzmocnień ramy
- Należy wykonać odpowiednie kotwienie podparcia do konstrukcji murowej w celu zapewnienia bezpieczeństwa konstrukcji ram stolcowych stanowiących główną konstrukcję nośną sygnaturki (zabezpieczenie przed przemieszczeniami poziomymi wywołanych reakcją poziomą ram)
- Po wzmocnieniu i zapewnieniu stabilnego oparcia ram stolcowych – wykonać odpowiednie zabezpieczenie poprzeczne sygnaturki w poziomie kalenicy (np. Poprzez obwodowe jarzmo między słupami przewiązane do konstrukcji dachu (zapewnić równomierne rozłożenie obciążeń w celu zabezpieczenia przed obecnym przeciążeniem niektórych słupów). Sama konstrukcja dachu powinna posiadać stężenia w pasach między krokiewiami przy sygnaturce

3.6.KONSTRUKCJA DZWONNICY

3.6.1.Zestawienie obciążeń, schemat statyczny

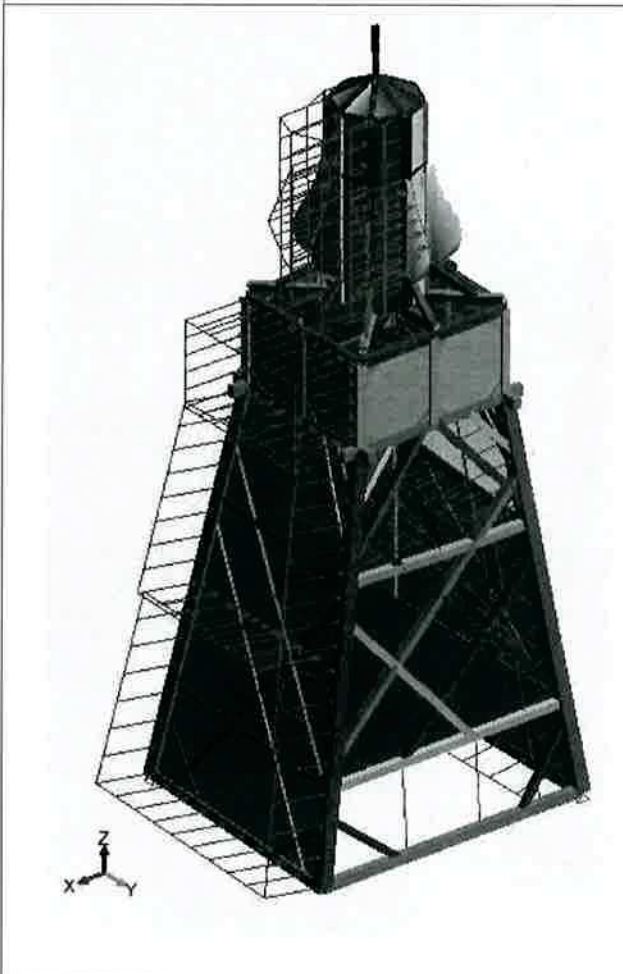
Obciążenie na dzwonnice

L.p	Rodzaj	Ciężar obj.	gr.warstwy	obc. Char.	Gamma	obc.Oblicz
Jedno	Ciężar własny	[kN/m ³]	[m]	[kN/m ²]		kN/m ²
1.	deskowanie 25mm	4.10	0.03	0.10	1,35	0.14
2.	Blacha panelowa 0.7mm	-	-	0.08	1,35	0.11
3.	Śnieg /pominęto/	-	-	0.00	1,5	0.00
4.	Wiatr (do wys. 6m)					
5.	Nawietrzna	-	-	0.72	1,5	1.08
6.	Zawietrzna	-	-	-0.55	1,5	-0.83
7.	Boczne (śr. Ważona obc.)	-	-	-0.79	1,5	-1.19
8.	Wiatr (od wys. 6m)					
9.	Nawietrzna	-	-	0.82	1,5	1.23
10.	Zawietrzna	-	-	-0.62	1,5	-0.93
11.	Boczne (śr. Ważona obc.)	-	-	-0.93	1,5	-1.40

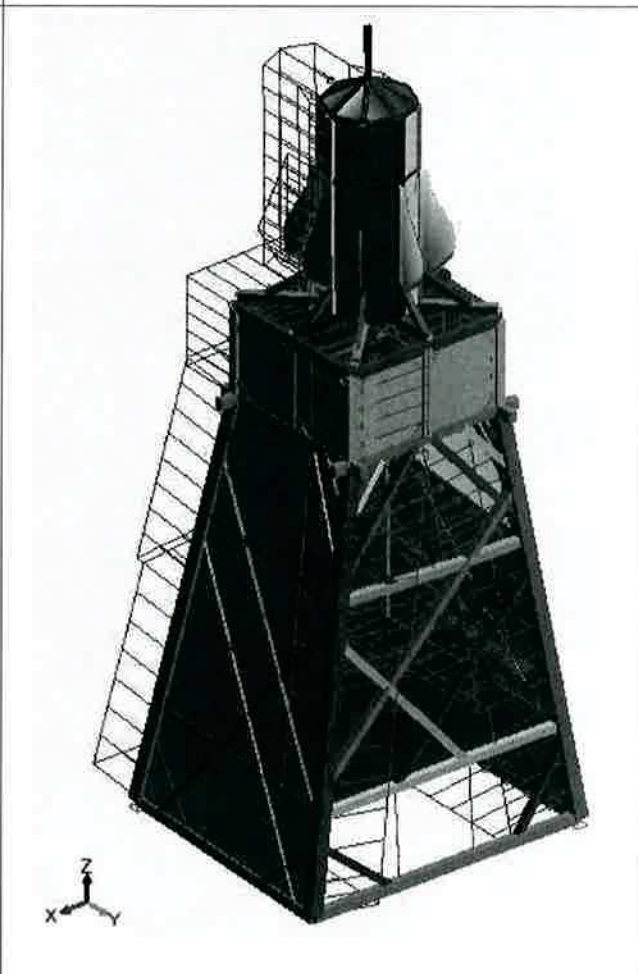
- Ciężar własny konstrukcji założono w obliczeniach programu poprzez wykorzystanie paneli.
Kierunek przenoszenia obciążeń paneli zastępczych przyjęto zgodnie z ustawieniem deskowania.
Model pozbawiono

Przykładanie obciążenia wiatrem (ciśnienie na ściany czołowe ; podciśnienie na ścianę w cieniu ; podciśnienie na ściany boczne) –

A – oś glob. "x" - prostopadle do osi podłużnej kościoła



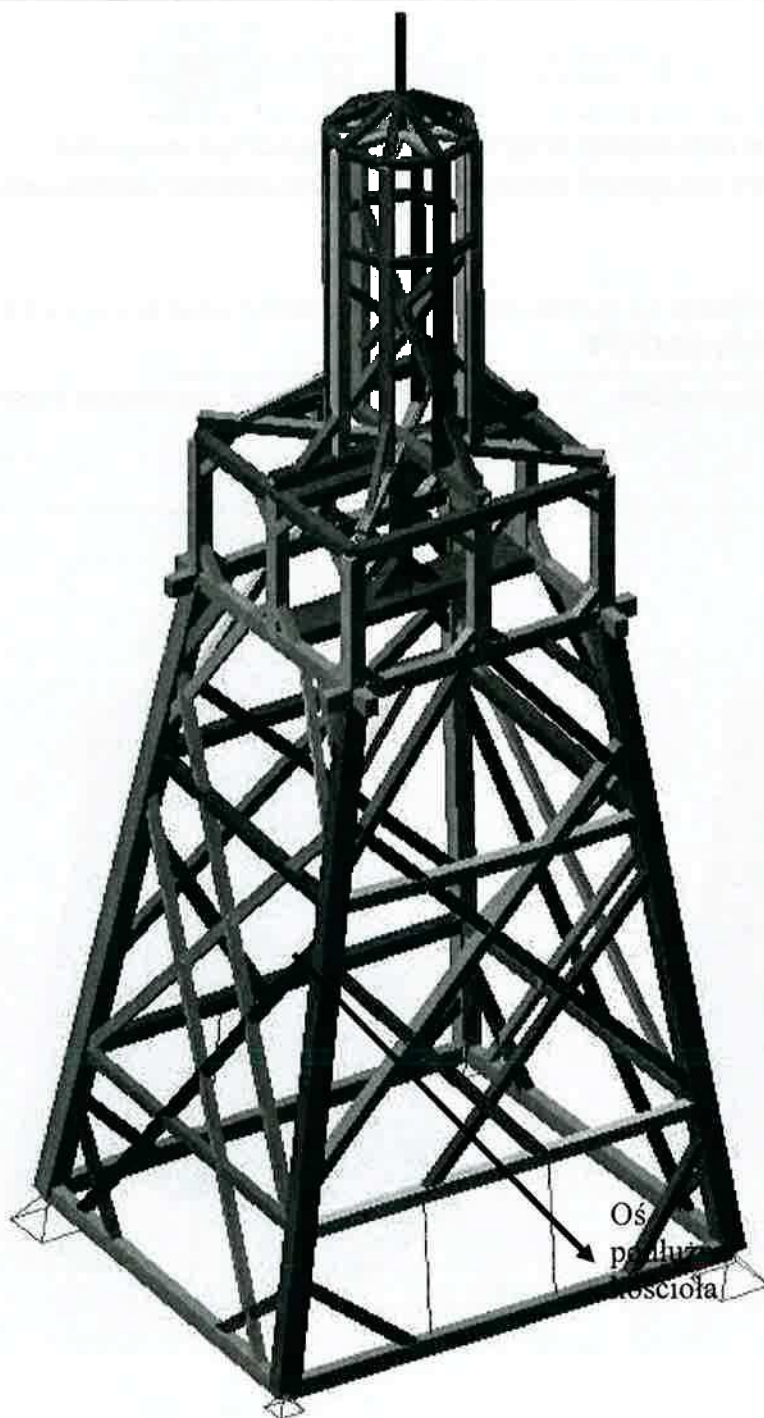
A – oś glob. "y" - równoległe do osi podłużnej kościoła



Schemat statyczny konstrukcji wieżowej, założone przekroje elementów.

Przyjęto założenia:

- podpory przesuwne w poziomie oparcie podwalin po przekątnej (założenie pracy podwaliny na rozciąganie).
- Węzły konstrukcji uwzględnione jako przegubowe (założenie niewielkich obrotów w węzle w zakresach luzów spawania elementów)
- geometria – na podstawie inwentaryzacji konstrukcyjno-budowlanej wspartej pomiarem geodezyjnym bryły (odchylenia z pionu, zbieżność, skręcenie konstrukcji, przechylenia sygnaturki i jej konstrukcji)
- przekroje – na podstawie inwentaryzacji konstrukcyjnej



Przekrój

	R18*20, R18*19, R18*25...
	R33*35
	R22*22, R22*20
	R16*18, R21*20
	R18*21, R10*21, R19*22...
	R19*20, R38*34, R11*18...
	R20*24, R17*17
	R17*19, R16*16, R15*15...
	R25*22, R14*14
	R20*30, R18*16
	R15*19, R20*26
	R16*19, R30*34
	R17*21
	R14*15, R29*30, R20*20...
	R22*24, R27*22
	R22*19, R15*16
	R14*18, R17*20
	R26*24, R24*24
	R17*22, R21*23, R16*15...
	R14*19, R16*17

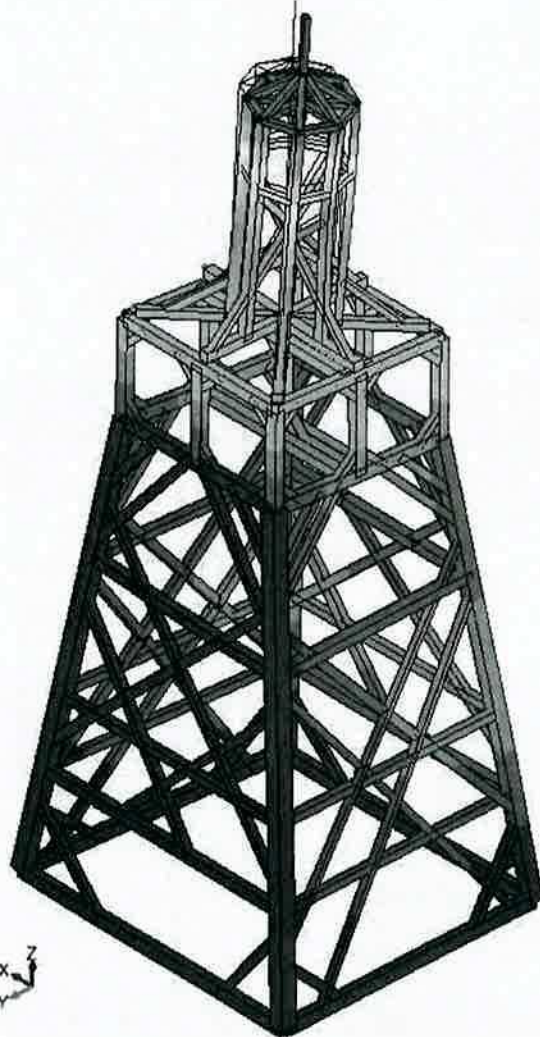
3.6.2. Wpływ dynamiczny wiatru

Z uwagi na charakter konstrukcji rozpatrzono możliwy wpływ dynamiczny obciążenia wiatrem (potencjalnie rezonansowy)

Najniższe częstotliwości własne konstrukcji

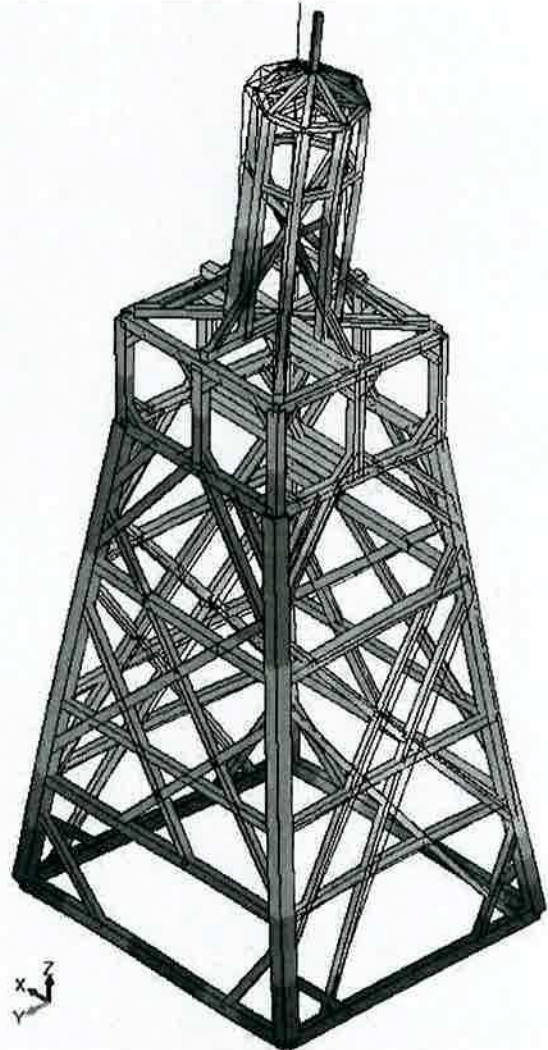
Podstawowa częstotliwość drgań – sygnaturka
(max amplituda sygnaturki)

$$T_1=0,3s \quad \omega_1=3,7Hz$$



Podstawowa częstotliwość drgań – konstrukcja
główna (max amplituda konstrukcji głównej)

$$T_4=0,2s \quad \omega_4=5Hz$$



Uwaga:

Powyższe częstotliwości stanowią wartości szacunkowe

- Współczynnik konstrukcyjny I dynamiczny $C_s C_d$ wynosi dla omawianej konstrukcji około min. 1 do max. 1,03. Uwzględniono szacunkową masę konstrukcji I pokryć.

Podsumowanie:

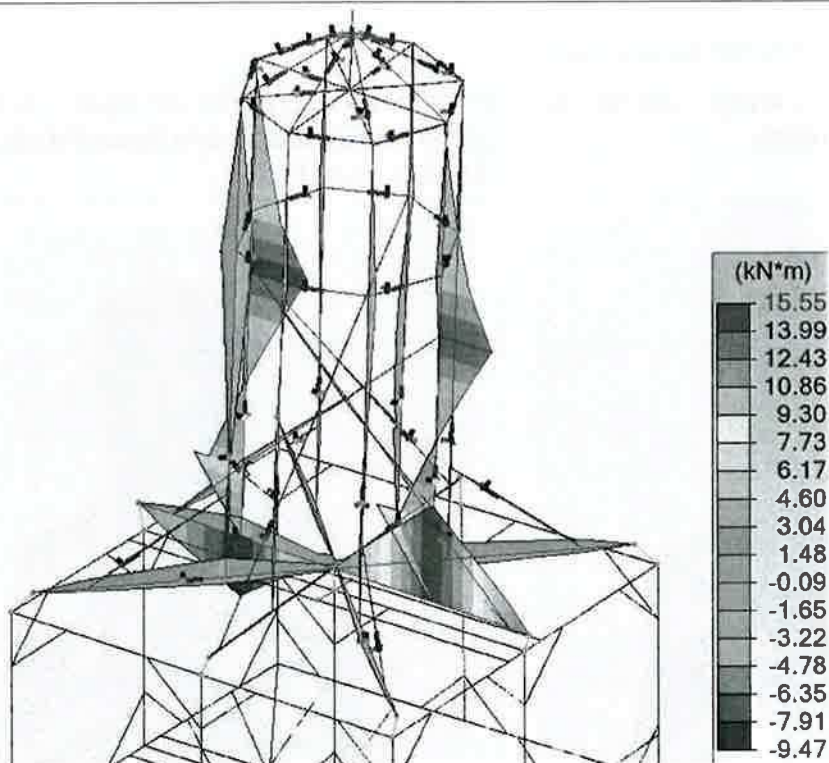
Omawiana konstrukcja została przeanalizowana zgodnie z wymogiem normy (wysokość konstrukcji wieżowej powyżej 15m) 1-1-4 rozdz. 6.2

Konstrukcja zasadnicza jak I sygnaturka są niewrażliwe na dynamiczny wpływ wiatru

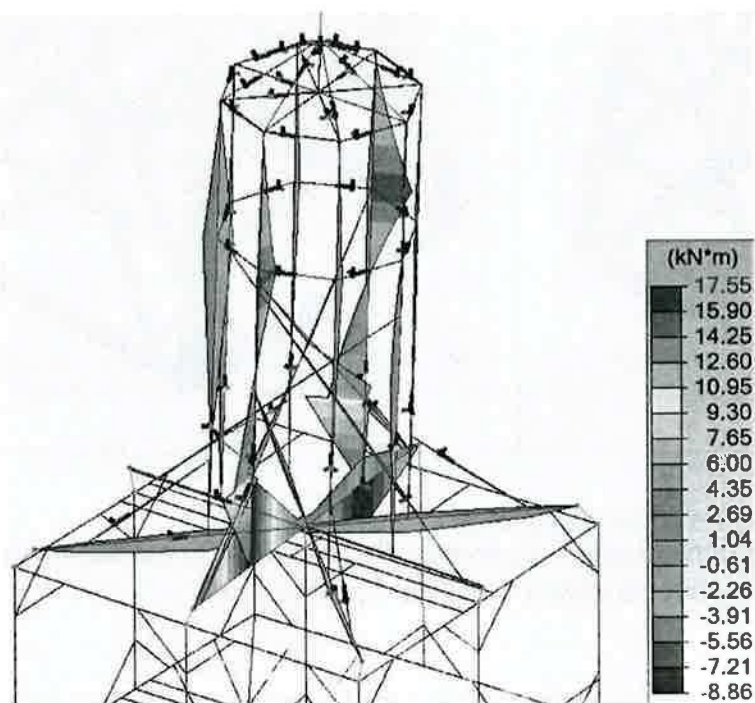
3.6.3. Obwiednie sił przekrojowych

3.6.3.1 Konstrukcja sygnaturki

MyEd (układ globalny)



MxED (układ globalny)

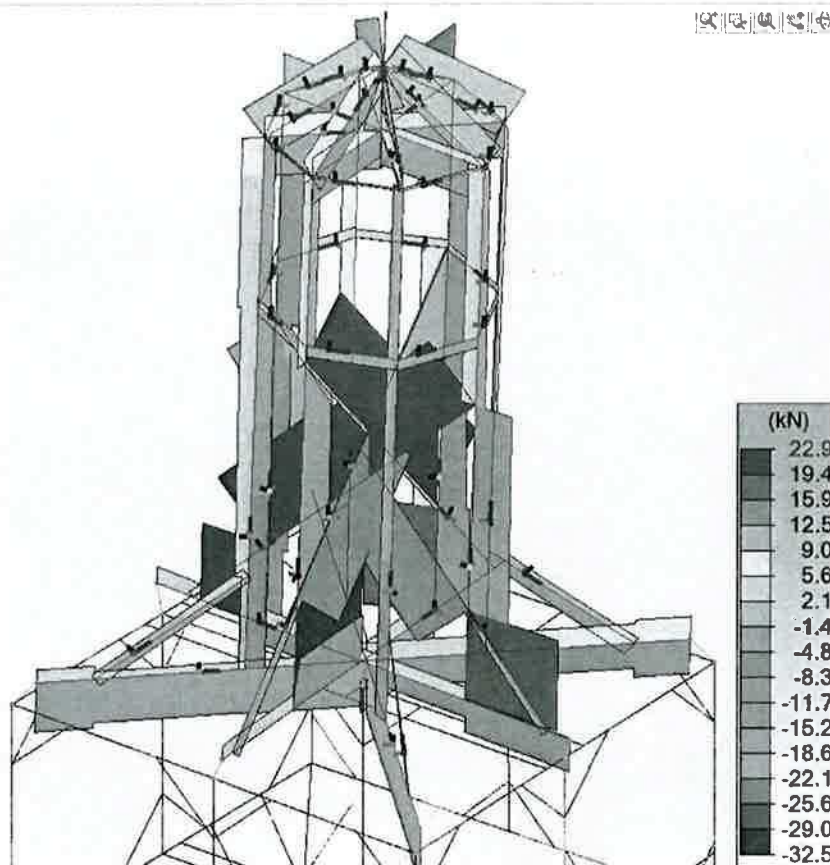


N.Ed (układ lokalny; siła podłużna w elemencie)

STANISŁAW LIMANOWSKI

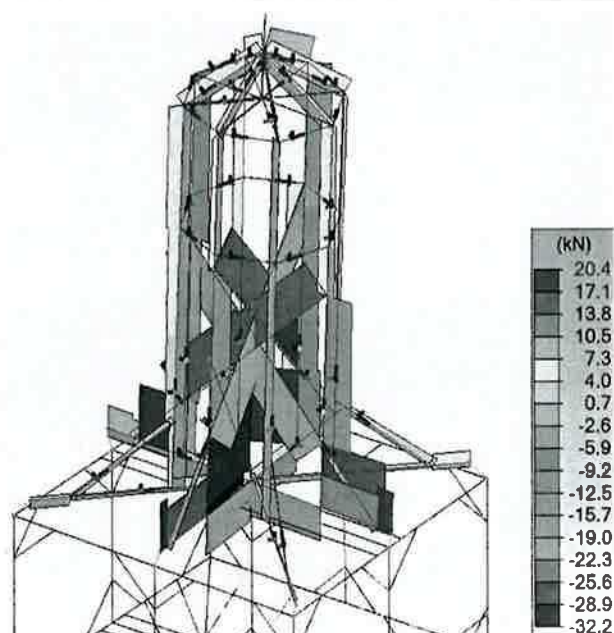
34-000 Limanowa

ul. Józefa Marka 9

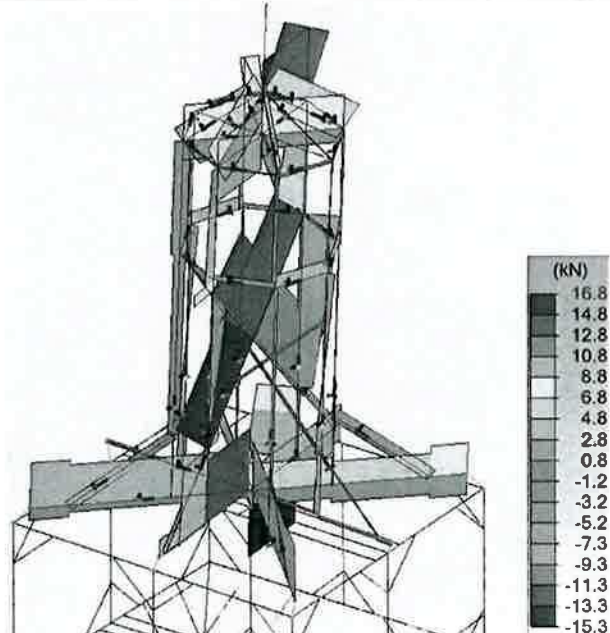


Siły tnące w elementach

FzEd (układ lokalny)

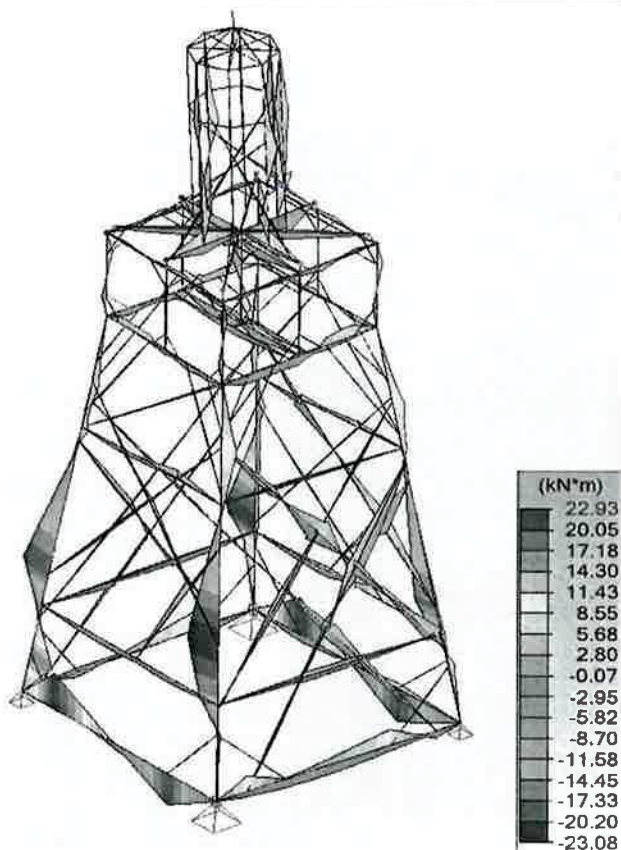


FyEd (układ lokalny)

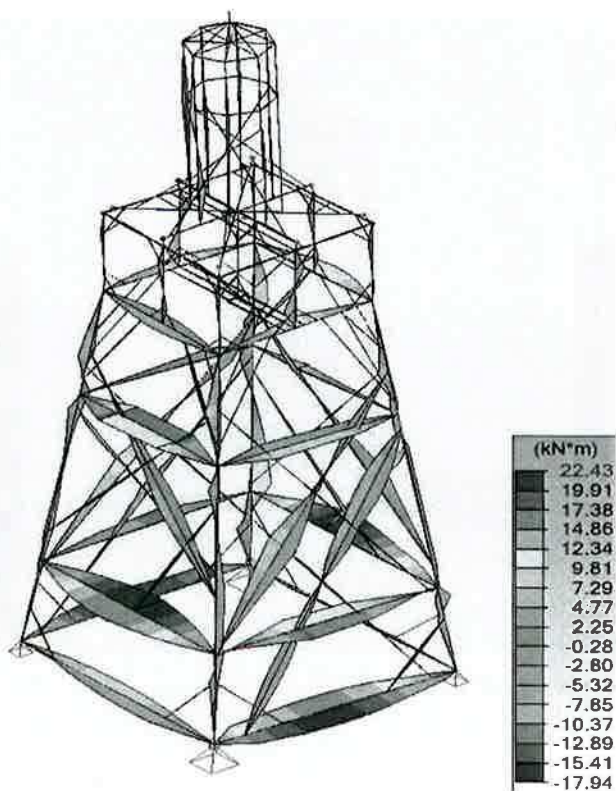


3.6.3.2 Konstrukcja zasadnicza dzwonnicy

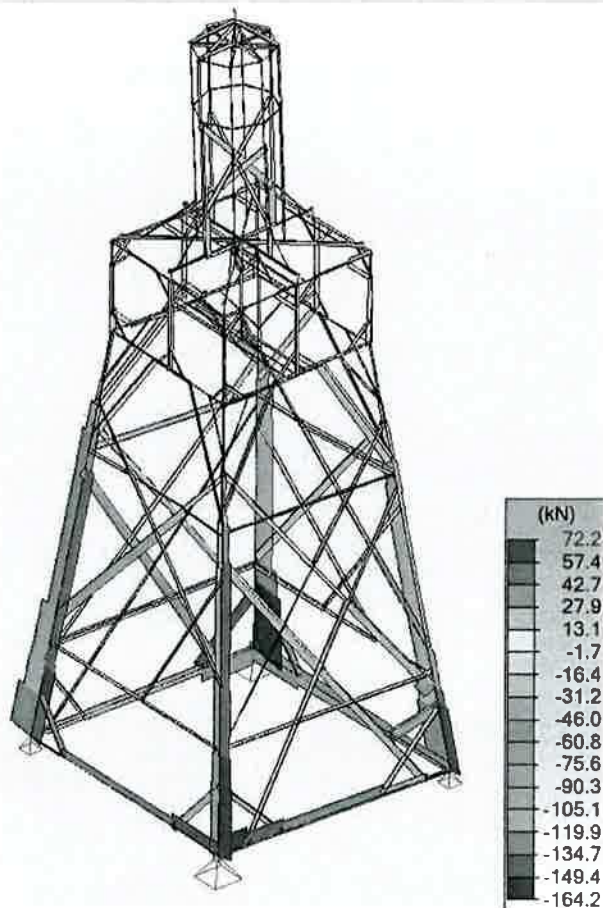
MyEd (układ lokalny – zginanie pionowe)



MzEd (układ lokalny – zginanie poziome)

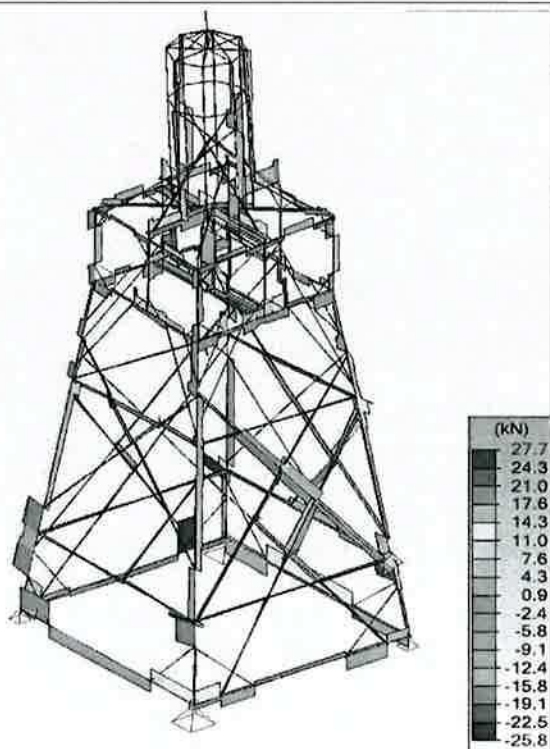


N.Ed (układ lokalny)

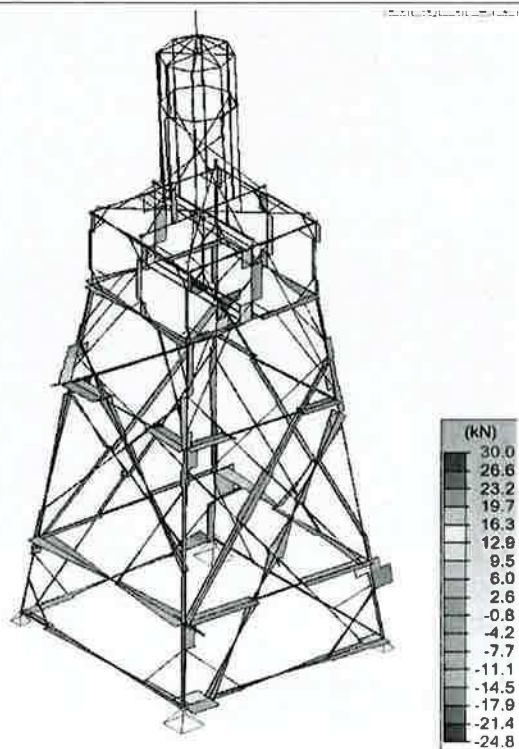


Siły tnące w elementach

FzEd (układ lokalny)



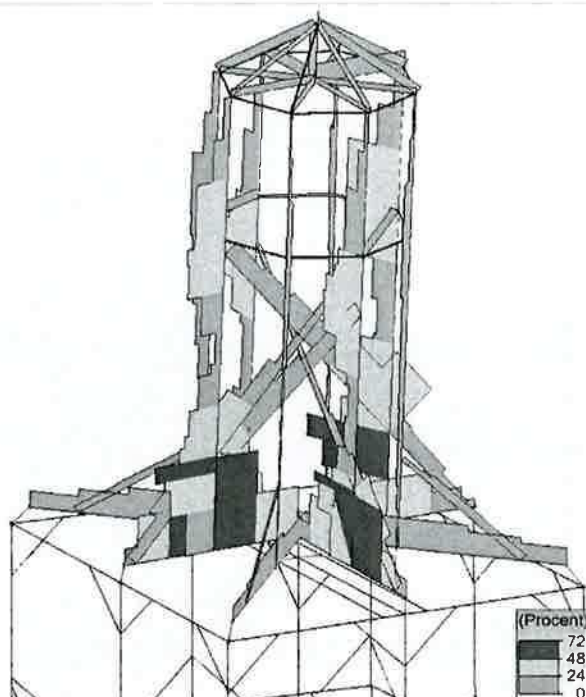
FyEd (układ lokalny)



3.6.4. Wyniki obliczeń wytrzymałościowych SGN (wyciąg)

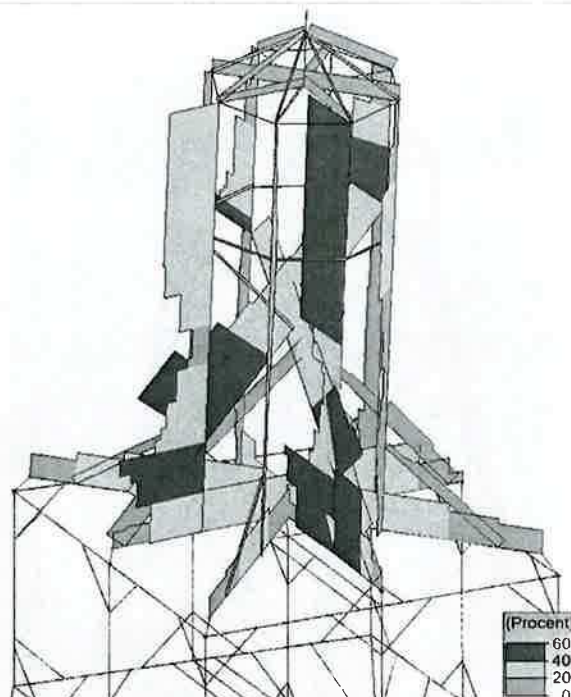
3.6.4.1 Konstrukcja sygnaturki

Obliczenia wytrzymałościowe przekrojów



W normie

Obliczenia stateczności konstrukcji



W normie

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 148 **SŁUP SYGNATURKI**

1) Przekrój

Profil	R20*20
Wymiary(cm)	h = 20.00 b = 20.00
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 400.00 $S_y = 333.33$ $S_z = 333.33$
Bezwnadność(cm ⁴)	$I_t = 22533.3$ $I_y = 13333.3$ $I_z = 13333.3$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 1333.33$ $W_{elysup} = 1333.33$ $W_{elzinf} = 1333.33$ $W_{elzsup} = 1333.33$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000$ $kh(My) = 1.000$ $kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.900$ Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	E = 9500 n = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6

2) Ugięcia

	<p>Nr przypadku 104, Siatka nr 148.1</p> <p>WinstQ: L/307 < L/300 (1.713 cm < 1.755 cm) (98 %)</p> <p>Winst: L/305 (1.728 cm)</p> <p>Wcreep: L/10000 (0.000 cm)</p> <p>Wfin: L/305 < L/125 (1.728 cm < 4.213 cm) (41 %)</p> <p>Wfin = Winst + Wcreep</p> <p>Wnetfin: L/305 < L/200 (1.728 cm < 2.633 cm) (66 %)</p> <p>Wnet,fin = Wfin - Wc</p>
--	---

3) Wytrzymałość przekroju

Rozciąganie / Ściskanie	<p>Nr przypadku 103, Siatka nr 148.4</p> <p>6.1: $s_{t0d} \leq F_{t0d} : 0.45 < 7.96$ MPa (6 %)</p>
Ścinanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 148.1

Złożone zginanie ukośne /rozciąganie ze zginaniem!/	6.13: $t_d \leq F_{vd} : 0.76 < 2.49 \text{ MPa (30\%)}$ Nr przypadku 103, Siatka nr 148.4 6.17: $s_{t0d} / F_{t0d} + s_{myd} / F_{myd} + K_m s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.61108 < 1$ (61%) Nr przypadku 103, Siatka nr 148.4 6.18: $s_{t0d} / F_{t0d} + K_m s_{myd} / F_{myd} + s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.67787 < 1$ (68%)
Skręcanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 148.1 6.14: $t_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.01 < 2.49 \text{ MPa (0\%)}$
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 103, Siatka nr 148.14 $I_y = 52.0 \quad I_z = 103.9$ $L_{fy} = 6.00 \text{ m} \quad L_{fz} = 3.00 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.761 \quad K_{cz} = 0.273 \quad K_m = 0.700$ $I_{rel,y} = 0.901 \quad I_{rel,z} = 1.802$ Wytyczenie Weryfikacja: 6.23: $s_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + s_{myd} / F_{myd} + K_m s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.39712 < 1 \text{ (40\%)}$ 6.24: $s_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m s_{myd} / F_{myd} + s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.49588 < 1 \text{ (50\%)}$ 6.33: $s_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)

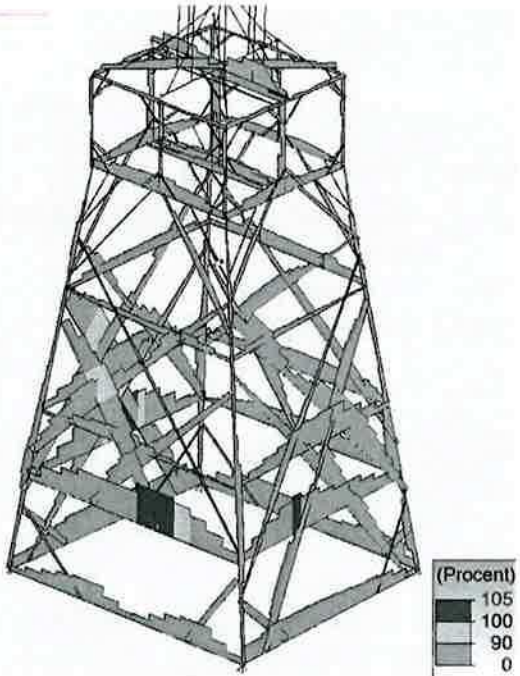
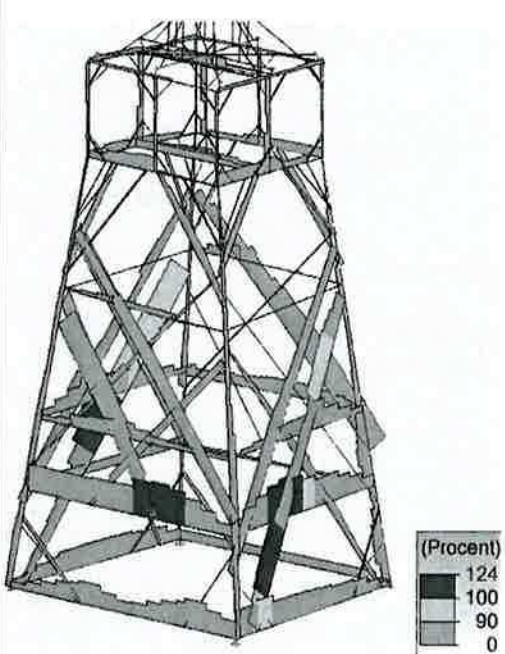
Wyniki dla profilu - element liniowy nr 30 ZASTRZAŁ SYGNATURKI		
1) Przekrój		
Profil	R16*15	
Wymiary(cm)	h = 15.00 b = 16.00	
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 240.00 Sy = 200.00 Sz = 200.00	
Bezwładność(cm4)	It = 8053.12 Iy = 4500 Iz = 5120	
Moduły(cm3)	Welyinf = 600 Welysup = 600 Welzinf = 640 Welzsup = 640	
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000	
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwałe	
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	
2) Ugięcia		
	Nr przypadku 104, Siatka nr 30.1 WinstQ: L/330 < L/300 (1.417 cm < 1.561 cm) (91 %) Winst: L/329 (1.423 cm) Wcreep: L/10000 (0.000 cm) Wfin: L/329 < L/125 (1.423 cm < 3.747 cm) (38 %) Wfin = Winst + Wcreep Wnetfin: L/329 < L/200 (1.423 cm < 2.342 cm) (61 %) Wnet,fin = Wfin - Wc	
3) Wytrzymałość przekroju		
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 30.10 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d}$: 1.01 < 13.15 MPa (8 %)	
Ścinanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 30.1 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$: 0.18 < 2.49 MPa (7 %)	
Złożone zainanie ukośne	Nr przypadku 103, Siatka nr 30.10	

	<p>6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.26538 < 1 (27 %) Nr przypadku 103, Siatka nr 30.10</p> <p>6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.19522 < 1 (20 %)</p>
Skręcanie	<p>Nr przypadku 102, Siatka nr 30.1</p> <p>6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$: 0.13 < 2.49 MPa (5 %)</p>
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	<p>Nr przypadku 103, Siatka nr 30.10 $\lambda_y = 115.5$ $\lambda_z = 108.3$ $L_{fy} = 5.00$ m $L_{fz} = 5.00$ m $K_{cy} = 0.225$ $K_{cz} = 0.253$ $K_m = 0.700$ $\lambda_{rel,y} = 2.003$ $\lambda_{rel,z} = 1.877$</p> <p>Wytężenie Weryfikacja:</p> <p>6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.60019 < 1 (60%)</p> <p>6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.49157 < 1 (49%)</p> <p>6.33: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)</p>

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 139 BELKA KRZYŻAKA SYGNATURKI	
1) Przekrój	
Profil	R21*23
Wymiary(cm)	h = 23.00 b = 21.00
Przekroje(cm2)	Powierzchnia = 483.00 Sy = 402.50 Sz = 402.50
Bezwładność(cm4)	It = 32525.3 Iy = 21292.3 Iz = 17750.3
Moduły(cm3)	Welyinf = 1851.5 Welysup = 1851.5 Welzinf = 1690.5 Welzsup = 1690.5
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwałe
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
2) Ugięcia	
	<p>Nr przypadku 105, Siatka nr 139.7</p> <p>WinstQ: L/1658 < L/300 (0.254 cm < 1.405 cm) (18 %) Winst: L/1072 (0.393 cm) Wcreep: L/10000 (0.000 cm) Wfin: L/1072 < L/125 (0.393 cm < 3.371 cm) (12 %) Wfin = Winst + Wcreep Wnetfin: L/1072 < L/200 (0.393 cm < 2.107 cm) (19 %) Wnet,fin = Wfin - Wc</p>
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie / Ściskanie	<p>Nr przypadku 103, Siatka nr 139.7</p> <p>6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d}$: 0.29 < 7.96 MPa (4 %)</p>
Ścinanie	<p>Nr przypadku 103, Siatka nr 139.10</p> <p>6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$: 0.97 < 2.49 MPa (39 %)</p>

Złożone zginanie ukośne	<p>Nr przypadku 103, Siatka nr 139.7</p> <p>6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ (72 %)</p> <p>Nr przypadku 103, Siatka nr 139.7</p> <p>6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.52331 < 1 (52 %)</p>
Skręcanie	<p>Nr przypadku 102, Siatka nr 139.10</p> <p>6.14: $\tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$: 0.12 < 2.49 MPa (5 %)</p>
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	<p>Nr przypadku 103, Siatka nr 139.4</p> <p>$\lambda_y = 37.7 \quad \lambda_z = 41.2$</p> <p>$L_{fy} = 2.50 \text{ m} \quad L_{fz} = 2.50 \text{ m}$</p> <p>$K_{cy} = 0.897 \quad K_{cz} = 0.870 \quad K_m = 0.700$</p> <p>$\lambda_{rel,y} = 0.653 \quad \lambda_{rel,z} = 0.715$</p> <p>Wytężenie Weryfikacja:</p> <p>6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.35368 < 1 (35%)</p> <p>6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.25982 < 1 (26%)</p> <p>6.33: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)</p>

3.6.4.2 Konstrukcja zasadnicza wieży

Obliczenia wytrzymałościowe przekrojów	Obliczenia stateczności elementów
 <p>Przeciążenie rygli w poziomie wejścia wysokie wytężenie zastrzałów głównych (nie uwzględniono wycięć pod krzyżowanie)</p>	 <p>Prawdopodobieństwo wyboczenia zastrzałów</p>

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 16 ZASTRZAŁ GŁÓWNY DZWONNICY /przeciążenie/	
1) Przekrój	
Profil	R17*19
Wymiary(cm)	h = 19.00 b = 17.00
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 323.00 Sy = 269.17 Sz = 269.17
Bezwładność(cm ⁴)	It = 14513 Iy = 9716.92 Iz = 7778.92
Moduły(cm ³)	Welyinf = 1022.83 Welysup = 1022.83 Welzinf = 915.167 Welzsup = 915.167
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800
Materiał(MPa)	E = 9500 n = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6
2) Ugięcia	
	Nr przypadku 104, Siatka nr 16.9 WinstQ: L/288 > L/300 (3.033 cm > 2.908 cm) (104 %) Winst: L/290 (3.010 cm) Wcreep: L/10000 (0.000 cm) Wfin: L/290 < L/125 (3.010 cm < 6.979 cm) (43 %) Wfin = Winst + Wcreep Wnetfin: L/290 < L/200 (3.010 cm < 4.362 cm) (69 %) Wnet,fin = Wfin - Wc
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 16.10 6.2: $\sigma_{c0d} \leq F_{c0d}$: 1.08 < 13.15 MPa (8 %)
Ścinanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 16.10 6.13: $t_d \leq F_{vd}$: 0.77 < 2.49 MPa (31 %)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 103, Siatka nr 16.9 6.19: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.79552 < 1 (80 %) Nr przypadku 102, Siatka nr 16.10 6.20: $(\sigma_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.99799 < 1 (100 %)
Skrećanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 16.13 6.14: $t_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$: 0.49 < 2.49 MPa (19 %)
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 103, Siatka nr 16.10 ly = 54.7 lz = 101.9 Lfy = 5.00 m Lfz = 3.00 m Kcy=0.727 Kcz=0.283 Km=0.700 lrel,y = 0.949 lrel,z = 1.767 Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.81916 < 1 (82%) 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 1.24125 > 1 (124%) 6.33: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 49 **RYGIEL DZWONNICY**
/przeciążenie/

1) Przekrój	
Profil	R20*24
Wymiary(cm)	$h = 24.00 \quad b = 20.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 480.00 $S_y = 400.00 \quad S_z = 400.00$
Bezwładność(cm ⁴)	$I_t = 31750.3 \quad I_y = 23040 \quad I_z = 16000$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 1920 \quad W_{elysup} = 1920$ $W_{elzinf} = 1600 \quad W_{elzsup} = 1600$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000 \quad kh(My) = 1.000 \quad kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.900 \quad \text{Czas trwania: Krótkotrwałe}$
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 9500 \quad n = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 20 \quad F_{t0k} = 11.5 \quad F_{c0k} = 19 \quad F_{vk} = 3.6$
2) Ugięcia	
	Nr przypadku 104, Siatka nr 49.6 $W_{instQ}: L/176 > L/300 \quad (3.774 \text{ cm} > 2.212 \text{ cm}) \quad (171 \%)$ $W_{inst}: L/180 \quad (3.696 \text{ cm})$ $W_{creep}: L/10000 \quad (0.000 \text{ cm})$ $W_{fin}: L/180 < L/125 \quad (3.696 \text{ cm} < 5.309 \text{ cm}) \quad (70 \%)$ $W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$ $W_{netfin}: L/180 > L/200 \quad (3.696 \text{ cm} > 3.318 \text{ cm}) \quad (111 \%)$ $W_{net,fin} = W_{fin} - W_c$
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 49.14 $6.1: \sigma_{t0d} \leq F_{t0d} : 0.18 < 7.96 \text{ MPa} \quad (2 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 49.1 $6.13: \tau_d \leq F_{vd} : 0.63 < 2.49 \text{ MPa} \quad (25 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 49.5 $6.17: \sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.81081 < 1 \quad (81 \%)$ Nr przypadku 102, Siatka nr 49.5 $6.18: \sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 1.04820 > 1 \quad (105 \%)$
Skręcanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 49.14 $6.14: \tau_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.13 < 2.49 \text{ MPa} \quad (5 \%)$
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 49.5 $l_y = 34.6 \quad l_z = 114.9$ $L_{fy} = 6.64 \text{ m} \quad L_{fz} = 2.40 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.917 \quad K_{cz} = 0.227 \quad K_m = 0.700$ $I_{rel,y} = 0.601 \quad I_{rel,z} = 1.994$ Wytężenie Weryfikacja: $6.23: \sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.82647 < 1 \quad (83 \%)$ $6.24: \sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $1.11225 > 1 \quad (111 \%)$ $6.33: \sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 77 **SŁUP GŁÓWNY DZWONNICY**

1) Przekrój

Profil	R29*30
Wymiary(cm)	h = 30.00 b = 29.00
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 870.00 Sy = 725.00 Sz = 725.00
Bezwładność(cm ⁴)	It = 106169 Iy = 65250 Iz = 60972.5
Moduły(cm ³)	Welyinf = 4350 Welysup = 4350 Welzinf = 4205 Welzsup = 4205
Współczynnik wymiaru	kh(N) = 1.000 kh(My) = 1.000 kh(Mz) = 1.000
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	kmod = 0.900 Czas trwania: Krótkotrwale
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	kdef = 0.800
Materiał(MPa)	E = 9500 n = 0.0
Gatunek(MPa)	Fmk = 20 Ft0k = 11.5 Fc0k = 19 Fvk = 3.6

2) Ugięcia

	<p>Nr przypadku 104, Siatka nr 77.1 WinstQ: L/1223 < L/300 (0.903 cm < 3.681 cm) (25 %) Winst: L/1124 (0.983 cm) Wcreep: L/10000 (0.000 cm) Wfin: L/1124 < L/125 (0.983 cm < 8.835 cm) (11 %) Wfin = Winst + Wcreep Wnetfin: L/1124 < L/200 (0.983 cm < 5.522 cm) (18 %) Wnet,fin = Wfin - Wc</p>
--	--

3) Wytrzymałość przekroju

Rozciąganie / Ściskanie	<p>Nr przypadku 102, Siatka nr 77.1 6.2: $s_{c0d} \leq F_{c0d}$: 1.43 < 13.15 MPa (11 %)</p>
Ścinanie	<p>Nr przypadku 102, Siatka nr 77.29 6.13: $t_d \leq F_{vd}$: 0.67 < 2.49 MPa (27 %)</p>
Złożone zginanie ukośne	<p>Nr przypadku 102, Siatka nr 77.9 6.19: $(s_{c0d} / F_{c0d})^2 + s_{myd} / F_{myd} + K_m s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.40065 < 1 (40 %) Nr przypadku 102, Siatka nr 77.9 6.20: $(s_{c0d} / F_{c0d})^2 + K_m s_{myd} / F_{myd} + s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.30078 < 1 (30 %)</p>
Skrećanie	<p>Nr przypadku 102, Siatka nr 77.29 6.14: $t_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd}$: 0.02 < 2.49 MPa (1 %)</p>

4) Stateczność elementu

Weryfikacja	<p>Nr przypadku 102, Siatka nr 77.9 Iy = 69.3 Iz = 71.7 Lfy = 6.00 m Lfz = 6.00 m Kcy=0.544 Kcz=0.517 Km=0.700 Irel,y = 1.202 Irel,z = 1.243</p> <p>Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $s_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + s_{myd} / F_{myd} + K_m s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.53847 < 1 (54%) 6.24: $s_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m s_{myd} / F_{myd} + s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.44614 < 1 (45%) 6.33: $s_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)</p>
-------------	---

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 92
(IZBICA) RYGIEL RAMY PODTRZYMUJĄCEJ SYGNATURKĘ

1) Przekrój	
Profil	R24*24
Wymiary(cm)	$h = 24.00 \quad b = 24.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 576.00 $S_y = 480.00 \quad S_z = 480.00$
Bezwładność(cm ⁴)	$I_t = 46725.1 \quad I_y = 27648 \quad I_z = 27648$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 2304 \quad W_{elysup} = 2304$ $W_{elzinf} = 2304 \quad W_{elzsup} = 2304$
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 $k_{mod} = 0.900$ Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 9500 \quad n = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 20 \quad F_{t0k} = 11.5 \quad F_{c0k} = 19 \quad F_{vk} = 3.6$
2) Ugięcia	
	Nr przypadku 104, Siatka nr 92.4 $W_{instQ}: L/7541 < L/300 \quad (0.055 \text{ cm} < 1.385 \text{ cm}) \quad (4 \%)$ $W_{inst}: L/1851 \quad (0.224 \text{ cm})$ $W_{creep}: L/10000 \quad (0.000 \text{ cm})$ $W_{fin}: L/1851 < L/125 \quad (0.224 \text{ cm} < 3.324 \text{ cm}) \quad (7 \%)$ $W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$ $W_{netfin}: L/1851 < L/200 \quad (0.224 \text{ cm} < 2.078 \text{ cm}) \quad (11 \%)$ $W_{net,fin} = W_{fin} - W_c$
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 92.4 6.1: $s_{t0d} \leq F_{t0d} : 0.34 < 7.96 \text{ MPa} \quad (4 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 92.4 6.13: $t_d \leq F_{vd} : 0.65 < 2.49 \text{ MPa} \quad (26 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 92.4 6.17: $s_{t0d} / F_{t0d} + s_{myd} / F_{myd} + K_m s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.34958 < 1 \quad (35 \%)$ Nr przypadku 102, Siatka nr 92.4 6.18: $s_{t0d} / F_{t0d} + K_m s_{myd} / F_{myd} + s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.27314 < 1 \quad (27 \%)$
Skręcanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 92.4 6.14: $t_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : 0.00 < 1.66 \text{ MPa} \quad (0 \%)$
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 101, Siatka nr 92.7 $I_y = 60.0 \quad I_z = 60.0$ $L_{fy} = 4.16 \text{ m} \quad L_{fz} = 4.16 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.659 \quad K_{cz} = 0.659 \quad K_m = 0.700$ $I_{rel,y} = 1.040 \quad I_{rel,z} = 1.040$ Wytężenie Weryfikacja: 6.23: $s_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + s_{myd} / F_{myd} + K_m s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.23691 < 1 \quad (24 \%)$ 6.24: $s_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m s_{myd} / F_{myd} + s_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ $0.17184 < 1 \quad (17 \%)$ 6.33: $s_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 130

(IZBICA) SŁUP RAMY PODTRZYMUJĄCEJ SYGNATURKĘ – SŁUP RAMY

1) Przekrój	
Profil	R24*24
Wymiary(cm)	$h = 24.00 \quad b = 24.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 576.00 $S_y = 480.00 \quad S_z = 480.00$
Bezwładność(cm ⁴)	$I_t = 46725.1 \quad I_y = 27648 \quad I_z = 27648$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 2304 \quad W_{elysup} = 2304$ $W_{elzinf} = 2304 \quad W_{elzsup} = 2304$
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)	$k_{mod} = 0.900$ Czas trwania: Krótkotrwale
Material(MPa)	$E = 9500 \quad n = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 20 \quad F_{t0k} = 11.5 \quad F_{c0k} = 19 \quad F_{vk} = 3.6$
2) Ugięcia	
	Nr przypadku 105, Siatka nr 130.1 $W_{instQ}: L/188 > L/300 \quad (1.276 \text{ cm} > 0.800 \text{ cm}) \quad (159 \%)$ $W_{inst}: L/188 \quad (1.276 \text{ cm})$ $W_{creep}: L/10000 \quad (0.000 \text{ cm})$ $W_{fin}: L/188 < L/125 \quad (1.276 \text{ cm} < 1.920 \text{ cm}) \quad (66 \%)$ $W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$ $W_{netfin}: L/188 > L/200 \quad (1.276 \text{ cm} > 1.200 \text{ cm}) \quad (106 \%)$ $W_{net,fin} = W_{fin} - W_c$
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 130.5 $6.2: \sigma_{c0d} \leq F_{c0d} : 0.49 < 8.77 \text{ MPa} \quad (6 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 130.5 $6.13: \tau_d \leq F_{vd} : 0.46 < 2.49 \text{ MPa} \quad (19 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 130.1 $6.17: \sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.22647 < 1 \quad (23 \%)$ Nr przypadku 102, Siatka nr 130.1 $6.18: \sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1 : 0.16203 < 1 \quad (16 \%)$
Skrećanie	Nr przypadku -, Siatka nr -, $6.14: t_{tor d} \leq K_{shape} F_{vd} : \text{niewykonane } (-)$
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 130.5 $I_y = 34.6 \quad I_z = 34.6$ $L_{fy} = 2.40 \text{ m} \quad L_{fz} = 2.40 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.917 \quad K_{cz} = 0.917 \quad K_m = 0.700$ $I_{rel,y} = 0.601 \quad I_{rel,z} = 0.601$ Wyłączenie 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 (-) $6.33: \sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)

Wyniki dla profilu - element liniowy nr 129

(IZBICA) RYGIEL RAMY PODTRZYMUJĄCEJ SYGNATURKĘ

1) Przekrój	
Profil	R24*24
Wymiary(cm)	$h = 24.00 \quad b = 24.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 576.00 $S_y = 480.00 \quad S_z = 480.00$
Bezwładność(cm ⁴)	$I_t = 46725.1 \quad I_y = 27648 \quad I_z = 27648$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 2304 \quad W_{elysup} = 2304$ $W_{elzinf} = 2304 \quad W_{elzsup} = 2304$
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)	$k_{mod} = 0.900$ Czas trwania: Krótkotrwałe
Materiał(MPa)	$k_{def} = 0.800$
Gatunek(MPa)	$E = 9500 \quad n = 0.0$
	$F_{mk} = 20 \quad F_{t0k} = 11.5 \quad F_{c0k} = 19 \quad F_{vk} = 3.6$
2) Ugięcia	
	Nr przypadku 105, Siatka nr 129.1 $W_{instQ}: L/1786 < L/300 \quad (0.233 \text{ cm} < 1.385 \text{ cm}) \quad (17 \%)$ $W_{inst}: L/1701 \quad (0.244 \text{ cm})$ $W_{creep}: L/10000 \quad (0.000 \text{ cm})$ $W_{fin}: L/1701 < L/125 \quad (0.244 \text{ cm} < 3.324 \text{ cm}) \quad (7 \%)$ $W_{fin} = W_{inst} + W_{creep}$ $W_{netfin}: L/1701 < L/200 \quad (0.244 \text{ cm} < 2.078 \text{ cm}) \quad (12 \%)$ $W_{net,fin} = W_{fin} - W_c$
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 129.3 $6.1: \sigma_{t0d} \leq F_{t0d}: 0.23 < 7.96 \text{ MPa} \quad (3 \%)$
Ścinanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 129.4 $6.13: \tau_d \leq F_{vd}: 0.53 < 2.49 \text{ MPa} \quad (21 \%)$
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 129.3 $6.17: \sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1: 0.32642 < 1 \quad (33 \%)$ Nr przypadku 102, Siatka nr 129.3 $6.18: \sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1: 0.23856 < 1 \quad (24 \%)$
Skręcanie	Nr przypadku 101, Siatka nr 129.4 $6.14: \tau_{tor} \leq K_{shape} F_{vd}: 0.00 < 1.66 \text{ MPa} \quad (0 \%)$
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 129.4 $I_y = 60.0 \quad I_z = 60.0$ $L_{fy} = 4.16 \text{ m} \quad L_{fz} = 4.16 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.659 \quad K_{cz} = 0.659 \quad K_m = 0.700$ $I_{rel,y} = 1.040 \quad I_{rel,z} = 1.040$ 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 (-) $6.33: \sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)

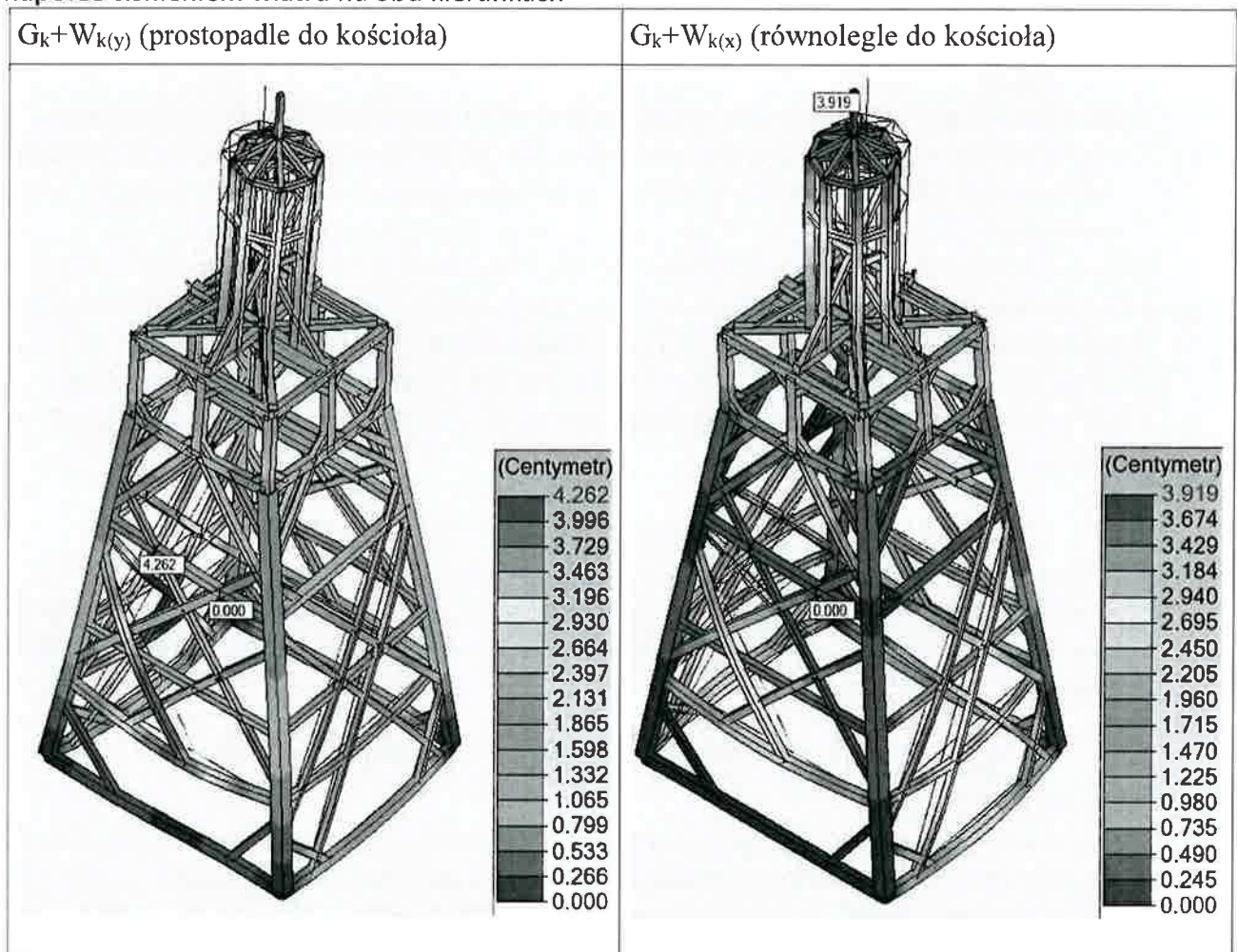
Wyniki dla profilu - element liniowy nr 57

RYGIEL SKRAJNY NA SŁUPACH GŁÓWNYCH (PODSTAWA IZBICY)

1) Przekrój	
Profil	R20*30
Wymiary(cm)	$h = 30.00 \quad b = 20.00$
Przekroje(cm ²)	Powierzchnia = 600.00 $S_y = 500.00 \quad S_z = 500.00$
Bezwnadność(cm ⁴)	$I_t = 46953.1 \quad I_y = 45000 \quad I_z = 20000$
Moduły(cm ³)	$W_{elyinf} = 3000 \quad W_{elysup} = 3000$ $W_{elzinf} = 2000 \quad W_{elzsup} = 2000$
Współczynnik wymiaru	$kh(N) = 1.000 \quad kh(My) = 1.000 \quad kh(Mz) = 1.000$
Współczynnik modyfikacji (tabela 3.1)	$k_{mod} = 0.900$ Czas trwania: Krótkotrwałe
Współczynnik odkształceń (tabela 3.2)	$k_{def} = 0.800$
Materiał(MPa)	$E = 9500 \quad n = 0.0$
Gatunek(MPa)	$F_{mk} = 20 \quad F_{t0k} = 11.5 \quad F_{c0k} = 19 \quad F_{vk} = 3.6$
2) Ugięcia	
	Nr przypadku 104, Siatka nr 57.11 WinstQ: $L/543 < L/300$ (0.765 cm < 1.384 cm) (55 %) Winst: $L/590$ (0.704 cm) Wcreep: $L/10000$ (0.000 cm) Wfin: $L/590 < L/125$ (0.704 cm < 3.320 cm) (21 %) Wfin = Winst + Wcreep Wnetfin: $L/590 < L/200$ (0.704 cm < 2.075 cm) (34 %) Wnet,fin = Wfin - Wc
3) Wytrzymałość przekroju	
Rozciąganie / Ściskanie	Nr przypadku 102, Siatka nr 57.8 6.1: $\sigma_{t0d} \leq F_{t0d}$: 0.21 < 7.96 MPa (3 %)
Ścinanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 57.9 6.13: $\tau_d \leq F_{vd}$: 0.68 < 2.49 MPa (27 %)
Złożone zginanie ukośne	Nr przypadku 102, Siatka nr 57.8 6.17: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.38437 < 1 (38 %) Nr przypadku 102, Siatka nr 57.8 6.18: $\sigma_{t0d} / F_{t0d} + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$: 0.48260 < 1 (48 %)
Skrećanie	Nr przypadku 103, Siatka nr 57.9 6.14: $\tau_{tor} \leq K_{shape} F_{vd}$: 0.04 < 2.49 MPa (2 %)
4) Stateczność elementu	
Weryfikacja	Nr przypadku 102, Siatka nr 57.10 $I_y = 47.9 \quad I_z = 71.9$ $L_{fy} = 4.15 \text{ m} \quad L_{fz} = 4.15 \text{ m}$ $K_{cy} = 0.806 \quad K_{cz} = 0.514 \quad K_m = 0.700$ $I_{rel,y} = 0.831 \quad I_{rel,z} = 1.247$ Wyżęzenie Weryfikacja: 6.23: $\sigma_{c0d} / (K_{cy} F_{c0d}) + \sigma_{myd} / F_{myd} + K_m \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.34444 < 1 (34%) 6.24: $\sigma_{c0d} / (K_{cz} F_{c0d}) + K_m \sigma_{myd} / F_{myd} + \sigma_{mzd} / F_{mzd} \leq 1$ 0.46444 < 1 (46%) 6.33: $\sigma_{md} / (K_{crit} F_{md}) \leq 1$ niewykonane (-)

3.6.5. Wychylenia konstrukcji (SGU)

- Pomimo, że konstrukcja nie jest bezpośrednio użytkowana (stanowi przejście), nadmierne wizualne odchylenia mogą wywoływać niepokój - sprawdzono wychylenia konstrukcji od pionu przy naporze ciśnieniem wiatru na obu kierunkach



Warunek normowy:

$$U_{\max} (\text{globalnie konstrukcji}) = 3,9\text{cm}$$

$$U_{\text{dop}} = 20,5\text{m}/500 = 4,1\text{cm}$$

Konstrukcja spełnia rygorystyczny wymóg dot. strzałki ugięcia w konstrukcjach drewnianych.
Warunek spełniony

3.6.6. Uwagi konstrukcji dzwonnicy

3.6.6.1 Uwagi – KONSTRUKCJA SYGNATURKI DZWONNICY

- Wykazuje się powstanie sił osiowych rozciągających (odrywających) słupy i zastrzały – jest to sytuacja potencjalnie niebezpieczna dla połączeń na czop między słupem a krzyżakiem z uwagi na brak grawitacyjny sposób połączenia. Ta sama uwaga tyczy się oparcia zastrzałów na krzyżaku, wykonane poprzez wręb
- Stany graniczne nośności dla elementów głównych nośnych są zachowane

3.6.6.2 Uwagi – KONSTRUKCJA ZASADNICZA I KONSTRUKCJA W POZIOMIE IZBICY

- Konstrukcja wsporcza izbicy posiada znaczne zapasy nośności względem przenoszenia obciążeń od sygnaturki, natomiast w trakcie wymiany deskowania izbicy należy wykonać generalny przegląd węzłów oraz elementów od strony zewnętrznej, niewidocznych od wewnątrz
- Słupy konstrukcji głównej posiadają zapasy nośności, natomiast z uwagi na różny stan techniczny elementu na jego długości, związany z rozkładem drewna, należy przewidzieć remont i wymianę fragmentów dzwonnicy (w tym odpowiednio zaprojektowane połączenia
- Podwalina słupów głównych pełni istotną rolę w konstrukcji, natomiast jej stan jest zły
- Zauważa się uszkodzenia połączeń ciesielskich oraz miejscowe rozeschnięcia elementów prowadzące do nieprawidłowej pracy lub włączenia elementu z pracy (zauważono wypadnięcie fragmentu jaskółczego ogona jednego z zastrzałów wskutek rozsychania
- Nie wykazuje się konieczności pionowania konstrukcji dzwonnicy, lecz należy wykonać zabezpieczenie jej stateczności

3.6.6.3 ZALECENIA– KONSTRUKCJA SYGNATURKI DZWONNICY

- Konstrukcja znajduje się w zauważalnie dobrym stanie, należy jednak w ramach prowadzenia remontu generalnego konstrukcji wykonać stabilizację węzłów podatnych na odrywanie (słupy i zastrzały przy krzyżaku, oparcie krzyżaka na oczepie) np. Poprzez śrubowanie lub użycie wkretów

3.6.6.4 ZALECENIA– KONSTRUKCJA ZASADNICZA I KONSTRUKCJA W POZIOMIE IZBICY

- Wykonać remont generalny obejmujący wymianę fragmentów konstrukcji – podwaliny z wykonaniem odpowiedniej podbudowy na oczepie pali oraz zabezpieczenia przeciwwilgociowego oraz niwelacji terenu wraz z drenażem, wzmocnienie wybranych węzłów (uszkodzonych), wymianę fragmentu słupa drewnianego od strony zachodniej.
- Z uwagi na pojawiającą się reakcję ujemną (kombinacje W+G) oraz obecne przechylenie należy wykonać odpowiednie kotwienie podwalin do oczepów pali z zastosowaniem np. Kotew rozporowych
- Z uwagi na potencjalną możliwość niestateczności konstrukcji zastrzałów zaleca się budowę pomostu w poziomie istniejącego belkowania stropu oraz przewiązanie (poprzez kliny) istniejących poziomów pomostów z konstrukcją główną w celu zapewnienia stateczności i równomiernego przenoszenia sił przekrojowych. W przypadku niestosowania pomostów – wykonać szalowanie z desek grubości nie mniejszej niż 32mm
- Należy wykonać wymianę uszkodzonych zastrzałów ściany dzwonnicy od strony kościoła - uszkodzonych biologicznie wskutek długotrwałego zaciekania, zerwanych z połączenia ze słupem oraz brakujących zastrzałów w miejscach z widocznymi w konstrukcji wrębami pod połączenia (dolne partie konstrukcji). Prace istotne z uwagi na najmniejszy stopień stężenia owej ściany w porównaniu do pozostałych ścian
- W trakcie wykonywania wymiany szalowania należy przewidzieć przegląd całościowy, następnie remont i stabilizację wyznaczonych węzłów konstrukcji (węzły połączeń między zastrzałami a słupem znajdują się od strony zewnętrznej a ich stan jest nieznany)
- Wykonać stabilizację wymienionych niegdyś fragmentów dolnych partii słupów poprzez śrubowanie, użycie wkretów lub wykorzystanie odpowiednich klei

3.6.7. Układ konstrukcji - modyfikacje

- **NIE przewiduje się potrzeby przebudowy schematu konstrukcji (modyfikacji statyki) z racji:**
 - Wieża ze względu na własną dynamikę i parametry konstrukcji nie jest wrażliwa na rezonansowy/dynamiczny wpływ obciążenia wiatrem.
 - **Nie zakłada się użytkowania dzwonu** (należałoby przeanalizować wpływ dzwonu)

4. Zestawienie przewidywanych prac konstrukcyjnych

OBSZAR	ZAKRES PRAC	priorytet
Nawa główna - belki zdwojone	<p>- Remont belkowania głównego, uzupełnienie brakujących fragmentów, wykonanie stabilnego oparcia poprzecznego na obu końcach, wykonanie kotwienia do podłoża (na reakcję poziomą)</p> <p>- Wykonanie konstrukcji stężącej belki podwójne oraz ściany poprzeczne, 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</p>	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	<p>- Wykonać wzmocnienie rygli ram np. poprzez nadłożenie belki odpowiednio skręconej do istniejącej konstrukcji, wykonać stężenie poprzeczne deskowaniem podłogowym piór-wpust gr. 40mm</p> <p>- Wykonać wzmocnienie istniejących węzłów konstrukcji zgodnie ze schematem rysunkowym</p> <p>- Wykonać stabilizację ram (z uwagi na ich przechył) wykorzystując stężenia wiotkie montowane krzyżowo w polach skrajnych</p>	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 krążynach między nawą a prezbiterium wykonać inspekcję stanu, powiadomić projektanta (!)</u></p>	A

**Konstrukcja
dzwonnicy**

- 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
- Wymiana podwaliny, wykonanie podbudowy między podwaliną a oczep (niwelacja luzu oparcia), wykonanie prawidłowej izolacji separującej drewno od otoczenia
- Wykonanie niwelacji terenu przy dzwonnicy
- Wykonać wymianę uszkodzonych i zniszczonych fragmentów konstrukcji zastrzałowej oraz odcinków słupów. Dopuszcza się wzmocnienie fragmentów uszkodzonych
- W trakcie wymiany pokrycia wykonać inspekcję wszystkich węzłów zewnętrznych, zawiadomić projektanta konstrukcji. Elementy drewniane i węzły rozeschnięte poddać naprawie poprzez ponowne złączenie wkrętami ciesielskimi

A

- Wykonać stężenie zastrzałów w poziomie poddasza poprzez przewiązanie ich ze stropem przedsionka, sklinowanie

B

- Wykonać wzmocnienie węzłów konstrukcji od strony zewnętrznej
- Wykonać stabilizację połączeń sygnaturki z krzyżakiem i oczepem wieży w trakcie wymiany pokrycia

B

Ściany wieńcowe

- Wykonać uzupełnienie fragmentu ścian od strony południowej w obrębie uszkodzonej podwaliny oraz zniszczonego fragmentu zrębu przy kaplicy bocznej
- Wymienić zniszczone fragmenty słupów wstawionych przy otworze kaplicy

A

- Wykonać brakujący fundament pod ścianą wschodnią wraz z belką podwalinową żelbetową stanowiącą podparcie podwaliny drewnianej.

- Wykonać od strony zewnętrznej lisice połączone z konstrukcją kratową w poziomie górnym, natomiast w dolnym wykonać kotwienie do oczepu pali lub muru

B

- Wykonać wymianę łątek skrajnych przy połączeniu ze ścianą murowaną poprzez belkę podwalinową

B

- Wykonać brakujący fundament pod ścianą wschodnią wraz z belką podwalinową żelbetową stanowiącą podparcie podwaliny drewnianej. Wykonać skucie cokołu wmurowanego wtórnie przy narożniku ptn.-zach.

- 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)

A

- Ścianę wschodnią stężyć słupami układamy w miejscach podparć belek zdwojonych

Kaplica boczna

- Wymiana konstrukcji zastrzałowej w obrębie podwalin, wykonanie podbudowy między oczep pali a belką podwalinową, wykonanie


C

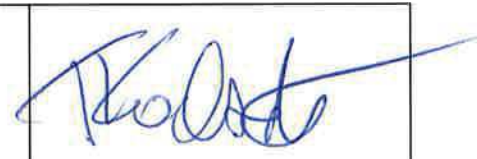
	<p>prawidłowej izolacji elementów drewnianych, (<u>prace po wprowadzeniu lisic konstrukcji ścian zrębowych</u>)</p> <p>- Wykonanie prawidłowej niwelacji terenu przy kaplicy</p>	
Ściany murowane nawy	Wykonać monitoring zarysowania	A
	Wykonać stabilizację pęknięć nadproży I ścian poprzez wklejanie prętów systemowych	C
	Wybić wypadające zamurowanie otworu nawy (lub zabezpieczyć przed wypadnięciem)	B
Wieżba dachowa	<p>- Doprowadzić do prawidłowego stanu konstrukcję wieżby dachowej. Wykonać okorowanie elementów oraz poprawne połączenie węzłów więźarów przy użyciu łączników systemowych</p> <p>- Wykonać stężenia potłociowe przy sygnaturce</p>	B

5. Zestawienie przewidywanych prac ogólnobudowlanych

Część budynku	Zakres prac	priorytet
Całość budynku	- Wykonać drenaż wokół budynku z odprowadzeniem w najniższym punkcie	B
Otoczenie	<p>- Wykonać niwelację terenu przyległego do budynku</p> <p>- Wykonać opaskę przy budynku</p> <p>- Wykonać prawidłowe spadki I odwodnienia powierzchniowe</p>	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 projektowanego fundamentu tej ściany drenaż przy ścianie z odpowiednim spadkiem na zewnątrz	A

mgr inż. TOMASZ KOCHAŃSKI
Uprawnienia budowlane do
projektowania w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr uprawnień
12200/2017/MKB/049/PKN/13

<p>UWAGI, ADNOTACJE DO DOKUMENTACJI:</p> <ul style="list-style-type: none">- ekspertyza ważna dla omawianego w nin. dokumencie stanu technicznego w czasie wykonywania oględzin konstrukcji. W przypadku zmian stanu technicznego konstrukcji należy wykonać ponowną analizę odpowiedniego fragmentu konstrukcji (rozumie się przez to sytuacje jak np. pogłębienie uszkodzeń biologicznych wskutek postępujących w czasie procesów, zwiększenie deformacji konstrukcji wskutek zmian w panujących obciążeniach – czyli zbioru przypadków zmiennych lub pojawiających się w czasie, mogących mieć wpływ na zmianę stanu technicznego konstrukcji obiektu), stąd zapisy dotyczące przewidywanych prac o najwyższym priorytecie należy traktować jako możliwie niezwłoczne do wykonania.- oględziny konstrukcji wykonywano <u>w przedziale czasu od 2019r. do 1 kwartału 2020r.</u>	<p>IŁOŚĆ STRON DOKUMENTACJI: 81</p>
	

<p>SPORZĄDZIŁ EKSPERTYZĘ:</p> <p>Mgr inż. Tomasz Kochański Uprawnienia budowlane do projektowania w specjalności Konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń nr ewid. upr. MAP/0149/PBKb/18</p>	
--	---