

Spis treści

1. CZĘŚĆ WSTĘPNA	3
1.1. Podstawy formalne opracowania	3
1.2. Przedmiot opracowania	3
1.3. Cel i zakres opracowania	3
1.4. Podstawy merytoryczne opracowania	3
2. OPIS OBIEKTU	4
3. OPIS STANU KONSTRUKCJI I ISTNIEJĄCYCH USZKODZEŃ	5
3.1. Ściany	6
3.2. Opis uszkodzeń drewnianej konstrukcji budynku	8
4. BADANIA MYKOLOGICZNO - KOROZYJNE	9
4.1. Karty badawcze pobranych próbek	9
4.2. Charakterystyka wykrytych szkodników biologicznych	9
5. OBLICZENIA STATYCZNO- WYTRZYMAŁOŚCIOWE KONSTRUKCJI	11
5.1. Wieżba dachowa stan po wymianie pokrycia	11
5.2. Strop na parterem	31
5.2.1. Żebro stropu	31
5.2.2. Podciąg stropu nad parterem	35
5.2.3. Słup	38
6. ANALIZA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU	41
7. WNIOSKI I ZALECENIA REMONTOWE	43

Załączniki

Nr 1 Dokumentacja fotograficzna

Nr 2 Dokumentacja rysunkowa

1. CZĘŚĆ WSTĘPNA

1.1. Podstawy formalne opracowania

Podstawą formalną niniejszego opracowania jest umowa z 8 lipca 2015 roku, zawarta pomiędzy Domem Pomocy Społecznej „Nad Jarem” w Nowym Miszewie i firmą Usługi Ekspertyzowo-Projektowe dr inż. Krzysztof Kamiński.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest budynek spichlerza w Nowym Miszewie zlokalizowany na terenie otoczenia zespołu dworskiego wpisanym do rejestru zabytków.

1.3. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest określenie stanu technicznego obiektu w związku z planowanym remontem polegającym na wymianie pokrycia dachowego. Zakres opracowania obejmuje:

- Dokumentację fotograficzną.
- Inwentaryzację istniejących uszkodzeń i usterek.
- Badania mykologiczno - korozyjne więźby i drewnianych elementów konstrukcji nośnej budynku.
- Wykonanie odkrywek wybranych elementów konstrukcyjnych.
- Analiza statyczno-wytrzymałościowa konstrukcji.
- Analiza stanu konstrukcji wraz określeniem zakresu remontu.
- Wnioski i zalecenia.

1.4. Podstawy merytoryczne opracowania

- 1.4.1. Wyniki wizji lokalnych, oględzin oraz pomiarów inwentaryzacyjnych wykonanych w okresie czerwiec-lipiec 2015 roku oraz dokumentacja fotograficzna wykonana w ramach niniejszego opracowania.
- 1.4.2. Wyniki badań makroskopowych i mykologiczno – korozyjnych poszczególnych elementów konstrukcyjnych.

- 1.4.3. Badanie i analiza stanu technicznego Magazynu Gospodarczego w Miszewie Murowanym wraz z określeniem stropów i zakresu prac remontowych. Płock 1992. Instytut Budownictwa Politechniki warszawskiej w Płocku
- 1.4.4. Literatura naukowo-techniczna, obowiązujące aktualnie przepisy normowe z zakresu projektowania konstrukcji budowlanych.

2. OPIS OBIEKTU

Spichlerz w Nowym Miszewie położony w obrębie dawnego zespołu folwarcznego został wzniesiony w 3 ćwierci XIX wieku. Obecnie spichlerz znajduje się na terenie wpisanego do rejestru zabytków otoczenia zespołu dworskiego (nr rej. Dawnego województwa płockiego: 578 data wpisania 23.02.1988)

Obiekt będący przedmiotem opracowania jest dwukondygnacyjnym częściowo podpiwniczonym budynkiem wolnostojącym. Został wzniesiony w 1862 roku i w chwili obecnej pełni rolę magazynu oraz świetlicy środowiskowej. Bryła budynku w rzucie ma kształt prostokąta o wymiarach 29 x 13 m i jest zwieńczona dwuspadowym dachem pokrytym falistymi płytami azbestowo – cementowymi. Oś podłużna budynku jest usytuowana w kierunku wschód – zachód. Wysokość budynku mierzona w kalenicy wynosi około 12 m.

Wszystkie pomieszczenia na parterze, I piętrze oraz poddaszu wykorzystywane są do składowania różnych materiałów. Piwnice wyłączono całkowicie z użytkowania ze względu na panującą w nich wilgoć.

Komunikacja w budynku odbywa się po drewnianych schodach usytuowanych w środkowej części obiektu. W pobliżu wejścia do budynku od strony południowej znajdują się schody betonowe służące jednocześnie jako rampa wyładowcza.

Ściany wykonane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej przyozdobione na zewnątrz pilastrami. Ściany piwnic wyłożono od zewnątrz kamieniem polnym. Strop nad piwnicą wykonano w postaci sklepień łukowych z cegły ceramicznej, nad pozostałymi kondygnacjami – drewniane o konstrukcji belkowej.

Teren wokół budynku jest nachylony z wyraźnym spadkiem w kierunku zachodnim.

Budynek jest wyposażony w instalację elektryczną, wodną i kanalizacyjną.

Powierzchnia zabudowy budynku wynosi 393,8 m², kubatura 3524,3 m³.

Podstawowe rzuty, przekroje i widok elewacji zostały zamieszczone w załączniku nr 5.

Ze względu na układ konstrukcyjny budynku można podzielić na trzy części wydzielone poprzecznymi ścianami nośnymi:

- część środkową – komunikacyjną, w której stropy oparte są na trzech belkach stropowych,
- dwie części skrajne w których stropy oparte są na 11 belkach podpartych dwoma podciągami.

Drewniane podciągi opierają się jednym końcem bezpośrednio na środkowych ścianach poprzecznych, drugim końcem na słupach drewnianych i są podparte na długości dwoma słupami z mieczami.

Wszystkie ściany wykonano z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej o grubości:

- w piwnicy (wraz z oblicowaniem kamieniem polnym) 120 cm,
- na parterze 62 cm,
- na I piętrze 45 cm.

Strop nad piwnicą wykonano z cegły ceramicznej pełnej w postaci sklepień łukowych opartych na ścianach zewnętrznych i filarach ceglanych. Pozostałe stropy wykonano jako drewniane w konstrukcji belkowej składające się z elementów o wymiarach:

- słupy 2 x 27 x 27 cm,
- podciągi 24 x 25 cm,
- belki drugorzędne 24-26 x 26-30 cm w rozstawie co 112 – 116 cm,
- deski o grubości 35 mm.

Więźbę dachową wykonano w konstrukcji drewnianej płatwiowo-krokwiowej wzmocnionej jętkami i zastrzałami.

Przekroje poszczególnych elementów wynoszą:

- krokwie 7 x 14 cm,
- pławew 19 x 21 cm,
- słup 20 x 19 cm,
- murlata 2 x 6,5 x 14 cm,
- jętka (brak danych),
- zastrzał 16 x 14,5 cm.

3. OPIS STANU KONSTRUKCJI I ISTNIEJĄCYCH USZKODZEŃ

Opis istniejących uszkodzeń konstrukcji został wykonany na podstawie oględzin technicznych przeprowadzonych w obiekcie w okresie czerwiec-lipiec 2015 roku.

3.1. Ściany

PODDASZE

Ściana szczytowa wschodnia:

- odcinek południowy – duże ukośne pęknięcia prostopadłe do kierunku krokwi z przesunięciem fragmentu ściany na zewnątrz,
- okno po stronie południowej – rysy pionowe nad i pod oknem o rozwartości około 0,7mm,
- okno środkowe (górne) – rysy pionowe nad i pod oknem o rozwartości około 0,3mm,
- okno po stronie północnej – rysy pionowe nad i pod oknem o rozwartości około 0,4mm,

Ściana szczytowa zachodnia:

- okno po stronie południowej – rysa pionowa nad i pod oknem o rozwartości około 0,3 mm,
- okno po stronie północnej – rysa pionowa nad i pod oknem o rozwartości około 0,4 mm.

PIĘTRO

Ściana zewnętrzna podłużna południowa:

- okno 2-3 – wydzielony fragment nadproża o długości około 45 cm, rysa pionowa pod belką 3, ukośna rysa pod oknem,
- okno 6 – rysa w środku rozpiętości nadproża pod belką o rozwartości około 2,5 mm,
- okno 9-10 – rysa w środku rozpiętości nadproża o rozwartości około 0,7 mm,
- okno 16-17 – rysa w środku rozpiętości nadproża o rozwartości 0,6 mm, rysa ukośna pod oknem o rozwartości około 0,5 mm,
- okno 20 – rysa w środku rozpiętości nadproża pod belką o rozwartości około 0,3 mm, ubytki cegieł w miejscach oparcia nadproża,
- okno 23-24 – rysy wydzielające klin nadproża o długości około 45 cm, rysy pod belkami, rysa ukośna pod oknem o rozwartości około 2 mm.

Ściana zewnętrzna, podłużna, północna:

- okno 2-3 – silnie wydzielone nadproże przesunięte w dół o około 1 cm, rysy o rozwartości około 4 mm, rysa ukośna pod oknem o rozwartości około 8 mm,
- okno 6 – wydzielony fragment nadproża o długości około 30 cm, pod belką rysa pionowa, pod oknem rysa ukośna,
- okno 13 – rysa w środku rozpiętości nadproża pod belką,

- okno 16-17 – rysa w środku rozpiętości nadproża o rozwartości 0,6 mm, rysa ukośna pod oknem o rozwartości około 0,5 mm,
- okno 20 – rysa pionowa nad i pod oknem,
- okno 23-24 – nadproże wydzielone rysami, pod oknem dwie rysy ukośne.

Ściana szczytowa zachodnia:

okno południowe – rysa w środku rozpiętości nadproża o rozwartości około 0,6 mm, rysa pionowa pod oknem,

okno północne – rysa w środku rozpiętości nadproża o rozwartości około 1,8 mm, rysa ukośna pod oknem o rozwartości około 2.3 mm.

Ściana szczytowa wschodnia:

okno południowe – wydzielony fragment nadproża o długości około 70 cm z pionową rysą w środku, przesunięty w dół o około 2 cm, rysa ukośna pod oknem o rozwartości około 12 mm,

okno środkowe – rysy pionowe w środku rozpiętości nad i pod o rozwartości około 0,7 mm,

okno północne – wydzielony fragment nadproża o długości około 70 cm, przesunięty w dół o około 2,4 cm, z pionową rysą w środku, pod oknem dwie rysy pionowe.

Ściana poprzeczna wewnętrzna przy belce 15:

rysy ukośne pod podciągami B, wydzielone nadproże łukowe nad drzwiami, luźne pojedyncze cegły.

PARTER

Ściana zewnętrzna podłużna południowa:

okno 2-3 – obustronne rysy wydzielające nadproże,

okno 6 – pionowe rysy w miejscu oparcia nadproża i pod belką,

okno 9-10 – rysa pionowa w miejscu oparcia nadproża,

okno 23-24 – obustronne rysy wydzielające nadproże, pod oknem rysa ukośna.

Ściana zewnętrzna podłużna północna:

okno 2-3 – silnie wydzielone nadproże, zarysowane w środku spękania muru w miejscu oparcia belki 3, pod oknem dwie rysy ukośne wydzielające narożnik budynku,

okno 6 – dwustronne rysy wydzielające nadproże, w środku rozpiętości nadproża zarysowanie pod belką,

okno 9-10 – obustronne rysy wydzielające nadproże,

okno 23-24 – obustronne rysy wydzielające nadproże o rozwartości około 0,5 mm,

między belkami 3-7, na poziomie oparcia stropu nad parterem ubytki korozyjne cegieł na wysokości około 30 cm o głębokości do 7 cm,

w niektórych miejscach przy podłodze parteru ubytki korozyjne cegieł o głębokości do 4 cm.

Ściana szczytowa wschodnia:

okno południowe – wydzielony fragment nadproża o szerokości około 40 cm przesunięty w dół o około 40 cm przesunięty w dół o około 6 cm, pod oknem rysy wydzielające narożnik,

okno środkowe – rysa w środku rozpiętości nadproża o rozwarości około 2 cm,

okno północne – wydzielony fragment nadproża z rysą w środku, przesunięty w dół o 3 cm, pod oknem rysa ukośna.

Ściana szczytowa zachodnia:

okno północne – silnie wydzielone nadproże z rysą w środku rozpiętości, przesunięte w dół o około 3 cm, pod oknem rysa ukośna.

W trakcie wykonywania oględzin technicznych nie występowały opady deszczu. Nie stwierdzono występowania nieszczelności pokrycia dachowego. Jednak w trakcie ulewnych dreszczów z silnymi podmuchami wiatru wody opadowe przedostają się do wnętrza budynku, gdyż w kilku miejscach konstrukcja stropu na I piętrze jest silnie zawilgocona.

W budynku stwierdzono występowanie zawilgocenia w ścianach piwnic oraz dolnej części ścian parteru. Występuje także duże porażenie ścian solami rozpuszczalnymi.

3.2. Opis uszkodzeń drewnianej konstrukcji budynku

Opis uszkodzeń konstrukcji sporządzono na podstawie oględzin wykonanych w lipcu 2015 roku. Uszkodzenia elementów stropów nad parterem i I piętrze nie uległy istotnym zmianom od stanu opisanego w pracy 1.4.3.

Stan drewnianej konstrukcji więźby dachowej uległ pogorszeniu od czasu wykonania ostatniej ekspertyzy. Postępuje proces trwałego odkształcania konstrukcji związany przede wszystkim z niewłaściwym zamocowaniem murlat dokonanym w trakcie remontu i wymiany pokrycia dachowego z dachówki ceramicznej na płyty azbestocementowe, faliste. Przez nieszczelne istniejące pokrycie z płyt azbestocementowych wody opadowe dostają się do wnętrza obiektu zawilgacając konstrukcję i stwarzając korzystne warunki do rozwoju grzybów i owadów. Wprawdzie w trakcie oględzin wykonanych w lipcu 2015 roku nie stwierdzono nigdzie aktywnych śladów żerowania owadów, to jednak w kilku miejscach, a szczególnie w pobliżu krokwi w osiach 8-11 na połaci południowej, stwierdzono aktywny rozwój grzybów. Stan kilkunastu krokwi jest niemożliwy do określenia ze względu na ich zasłonięcie deskami przyczepionymi obustronnie. W trakcie planowania remontu należy liczyć się z koniecznością wymiany 6 – 9 krokwi dachowych. Stan płatwi dachowych uległ istotnemu pogorszeniu w pobliżu słupa B/1, B/9, B/25, C/17 i C/9 oraz na odcinku C/21-25. Brak poprawnego przejmowania siły poziomej przez murlatę na odcinku A/1-9 spowodował ugięcie całej konstrukcji i przekazanie znacznie większych sił niż pierwotnie

projektowane na płatew na odcinku B/1-9. Podobna sytuacja ma miejsce w pobliżu ściany wschodniej pomiędzy osiami 21 i 25. W osi 25 konstrukcja uległa tak znacznemu odkształceniu (pomimo wykonania stalowego ściagu), że oparła się na występie ściany szczytowej wschodniej. Silnie przeciążona i nadmiernie ugięta jest płatew C/21-25. Szacowane ubytki przekroju dochodzą do 60-70%. Podobnie w złym stanie znajduje się płatew C/5-9, gdzie w skutek korozji biologicznej ubytki przekroju dochodzą do 40%. Największe uszkodzenia stwierdzono w zworniku 5/B-C, gdzie ubytki korozyjne dochodzą do 50% przekroju. Podwaliny słupków zostały zakryte, co świadczy prawdopodobnie o bardzo złym stanie technicznym. Należy liczyć się z koniecznością wymiany wszystkich podwalin w trakcie planowanego remontu. Stan łat drewnianych pod płytami pokrycia można było ocenić jedynie w dolnych partiach. Można go jednak uznać za dostateczny, umożliwiając ich wtórne wykorzystanie

4. BADANIA MYKOLOGICZNO - KOROZYJNE

4.1. Karty badawcze pobranych próbek

Oznaczenia miejsc pobrania próbek przyjęto zgodnie z opisami w załączniku niniejszego opracowania. Próbkę od chwili pobrania z elementów konstrukcyjnych do momentu badania laboratoryjnego przechowywane były w szczelnie zamkniętych, odpowiednio oznakowanych torbach foliowych.

4.2. Charakterystyka wykrytych szkodników biologicznych

Badania laboratoryjne próbek drewna pobranych w obiekcie wykazały porażenie elementów konstrukcyjnych przez następujące szkodniki biologiczne:

Grzyby

- grzyb domowy biały (*Poria vaporaria*),
- grzyb domowy właściwy (*Merulius lacrymans*),
- grzyb słupowy (*Lenzites sepiaria*),

W/w należą do najgroźniejszych szkodników drewna. Szkodliwość ich polega na chemicznym rozkładzie drewna. Wywołują silny, destrukcyjny rozkład drewna, doprowadzając do całkowitej utraty jego cech wytrzymałościowych. Porażone drewno zmienia kolor na brunatny o różnym natężeniu, pęka podłużnie i poprzecznie na drobne przyrmatyczne klocki, jest miękkie i łatwo daje się rozcierać w palcach na proszek.

Owady:

- Spuszczel (*Hylotrupes bajulus*).
- Kołatek domowy (*Anobium punctatum* Degeer.)

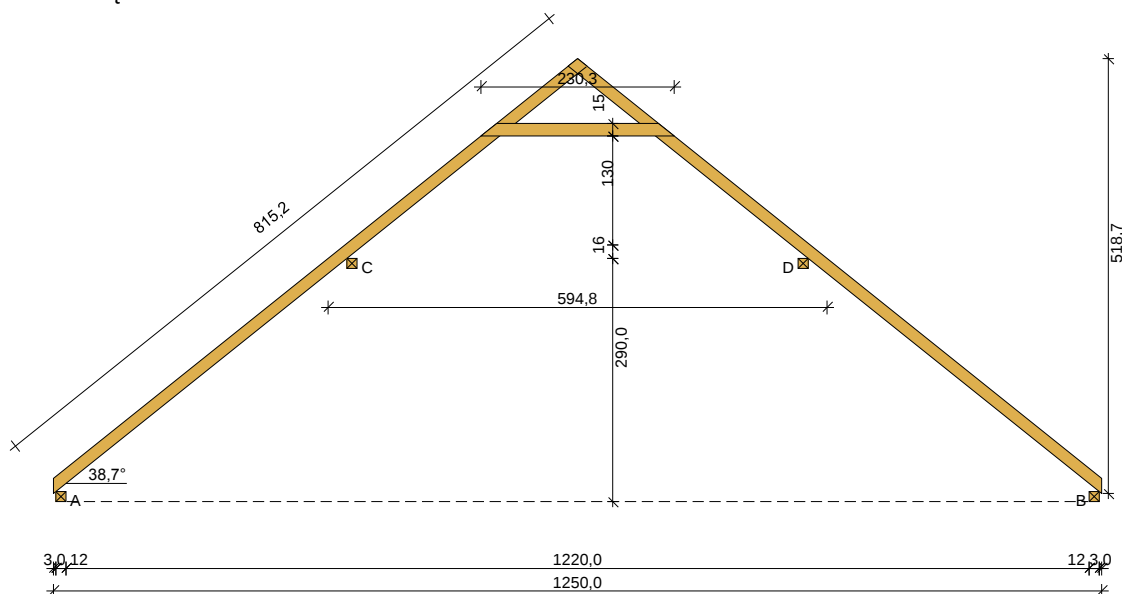
W/w owady należą do grupy technicznych szkodników drewna. Szkodliwość ich polega na mechanicznym niszczeniu struktury drewna. W wyniku drażenia przez larwy owadów wewnątrz drewna chodników larwalnych, zaś na powierzchni - otworów wylotowych po owadach dojrzałych, następuje obniżenie mechanicznych właściwości drewna. Porażenie elementów drewnianych w omawianym obiekcie ma charakter ogólny.

5. OBLICZENIA STATYCZNO- WYTRZYMAŁOŚCIOWE KONSTRUKCJI

5.1. Więżba dachowa stan po wymianie pokrycia

DANE:

Szkic więzara



Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 38,7^\circ$

Rozpiętość więzara $l = 12,50$ m

Rozstaw murłat w świetle $l_s = 12,20$ m

Poziom jętki $h = 2,90$ m

Poziom grzędy $h_g = 1,30$ m

Rozstaw wiązarów $a = 1,10$ m

Odległość między usztywnieniami bocznymi krokwi $= 0,40$ m

Dodatkowe usztywnienia boczne jętki - brak

Dodatkowe usztywnienia boczne grzędy - brak

Rozstaw podparć poziomych murłat $l_{mo} = 3,00$ m

Dane materiałowe:

- krokiew 7/14 cm (zaciosy: murłata - brak, jętka - brak, grzęda - brak) z drewna C24
- jętka 14/16 cm z drewna C24,
- grzęda 10/15 cm z drewna C24,
- murłata 12/12 cm z drewna C24

Obciążenia (wartości charakterystyczne):

- pokrycie dachu : $g_k = 0,15$ kN/m²
- uwzględniono ciężar własny więzara
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac mniej obciążona, strefa 2, nachylenie

połaci 38,7 st.):

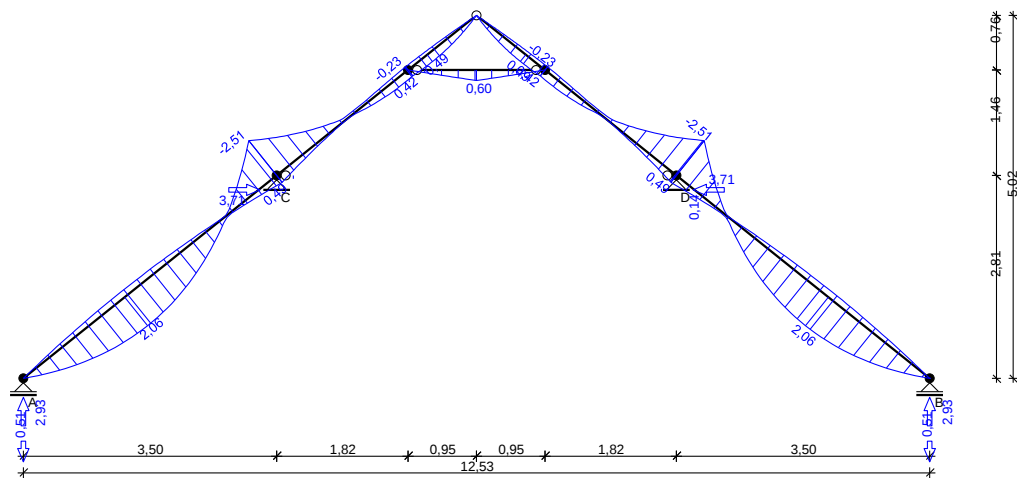
- na połaci lewej $s_{kl} = 0,77 \text{ kN/m}^2$
- na połaci prawej $s_{kp} = 0,51 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotwałe
- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 11,0 \text{ m}$):
 - na połaci nawietrznej $p_{kl I} = -0,03 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci nawietrznej $p_{kl II} = 0,21 \text{ kN/m}^2$
 - na połaci zawietrznej $p_{kp} = -0,22 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie ociepleniem dolnego odcinka krokwi $g_{kk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie stałe jętki : $q_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie zmienne jętki : $p_{jk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie stałe grzędy : $q_{gk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie zmienne grzędy : $p_{gk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$
- obciążenie montażowe jętki i grzędy $F_k = 1,0 \text{ kN}$

Założenia obliczeniowe:

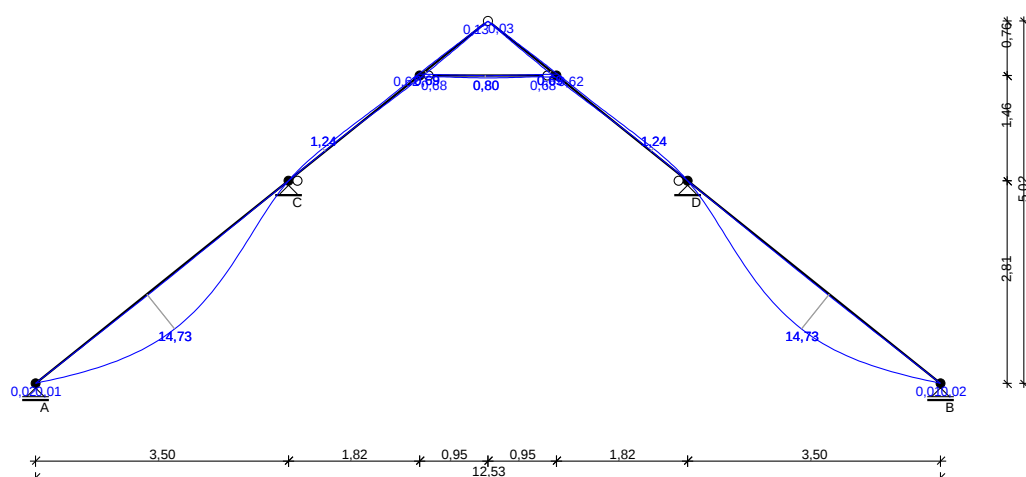
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów [kNm]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
1 (A)	2,93 -0,51	-- --	K4: stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II K29: stałe-min+wiatr z prawej
2 (C)	8,50 6,23 2,19	0,48 3,71 -1,37	K4: stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II K22: stałe-max+wiatr z prawej-wariant II+0,90-śnieg K28: stałe-min+wiatr z lewej-wariant II
6 (D)	8,50 2,19 4,73	-0,48 1,37 -3,71	K11: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II K30: stałe-min+wiatr z prawej-wariant II K16: stałe-max+wiatr z lewej-wariant II+0,90-śnieg
7 (B)	2,93 -0,51	-- --	K11: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II K27: stałe-min+wiatr z lewej

WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

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

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

Krokiew 7/14 cm (zaciosy: murlata - brak, jętka - brak, grzędą - brak)

Smukłość

$$\lambda_y = 136,8 < 150$$

$$\lambda_z = 19,8 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w prześle

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$M = -2,51 \text{ kNm}, \quad N = 3,92 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,97 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,40 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,172$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,923 < 1$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,521 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M = -2,51 \text{ kNm}, \quad N = -1,61 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,97 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = -0,16 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,762 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - grzędzie

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej-wariant II

$$M = 0,41 \text{ kNm}, \quad N = 2,13 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 14,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,81 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = -0,16 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,126 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a jętką)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 14,73 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4487 / 200 = 22,43 \text{ mm} \quad (65,7\%)$$

Grzęda 10/15 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 43,7 < 150$$

$$\lambda_z = 65,5 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K25** stałe-max+montażowe grzędy

$$M = 0,60 \text{ kNm} \quad N = 1,05 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,92 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,59 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,07 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,912, \quad k_{c,z} = 0,636$$

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

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,133 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K25** stałe-max+montażowe grzędy

$$u_{fin} = 0,71 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 1892 / 200 = 9,46 \text{ mm} \quad (7,5\%)$$

Murlata 12/12 cm

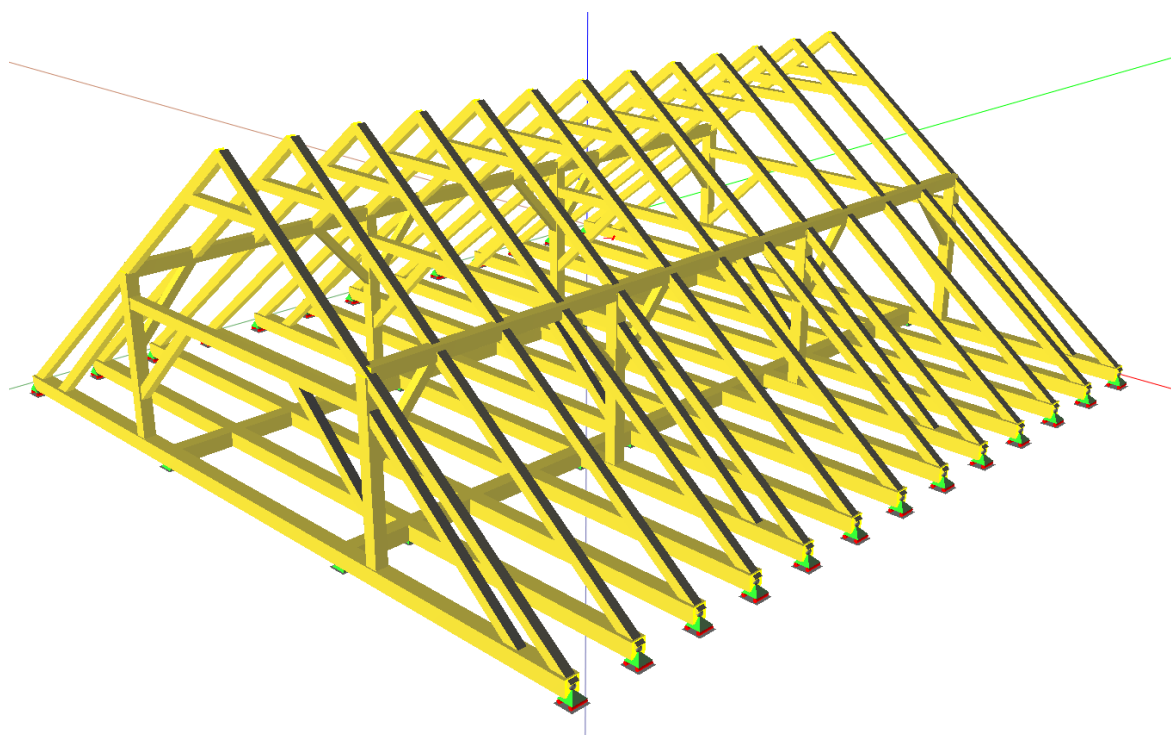
Część murlaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

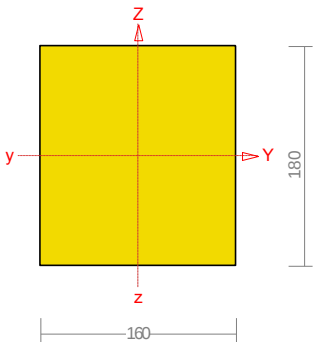
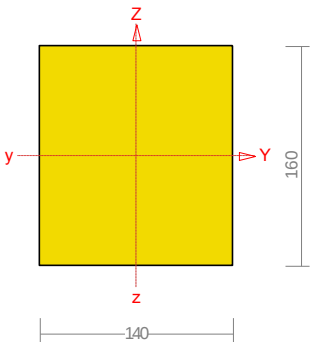
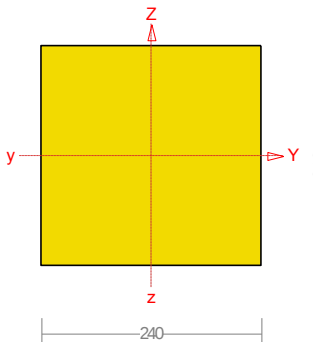
$$q_{z,max} = 2,66 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 0,00 \text{ kN/m}$$

$$q_{z,min} = -0,47 \text{ kN/m (odrywanie)}$$

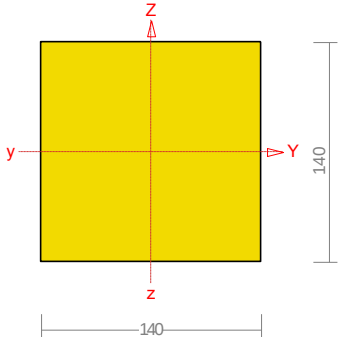
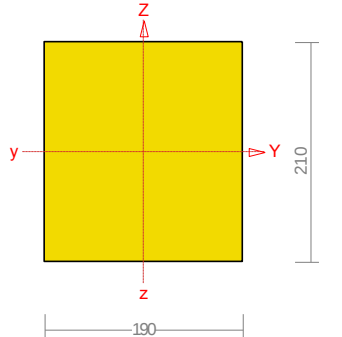
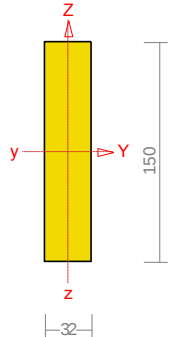
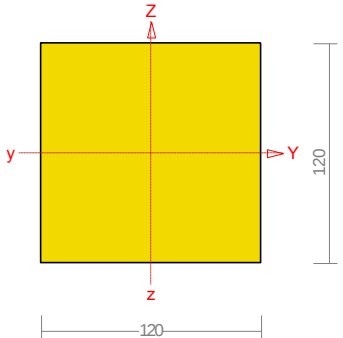
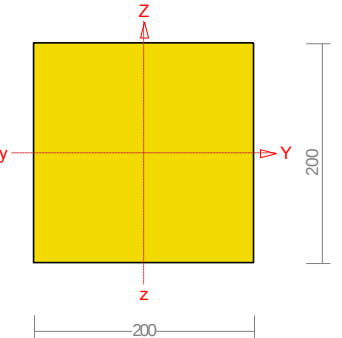
Nazwa pliku: miszewo.rm3



Przekroje:

1 - rozpora 16x18		2 - krokiew		3 - belka	
					
Materiał:	71 - Drewno C24	Materiał:	71 - Drewno C24	Materiał:	71 - Drewno C24
A [cm ²]	288,00	A [cm ²]	224,00	A [cm ²]	576,00
Jy [cm ⁴]	7776,00	Jy [cm ⁴]	4778,67	Jy [cm ⁴]	27648,00
Jz [cm ⁴]	6144,00	Jz [cm ⁴]	3658,67	Jz [cm ⁴]	27648,00
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	7776,00	Iy [cm ⁴]	4778,67	Iy [cm ⁴]	27648,00
Iz [cm ⁴]	6144,00	Iz [cm ⁴]	3658,67	Iz [cm ⁴]	27648,00
Jt [cm ⁴]	0,00	Jt [cm ⁴]	0,00	Jt [cm ⁴]	0,00
Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	0,00
iy [cm]	5,20	iy [cm]	4,62	iy [cm]	6,93
iz [cm]	4,62	iz [cm]	4,04	iz [cm]	6,93

Ekspertyza zabytkowego spichlerza w Nowym Miszewie

is [cm]	6,95	is [cm]	6,14	is [cm]	9,80
m [kg/m]	12,10	m [kg/m]	9,41	m [kg/m]	24,19
4 - miecz 14x14		5 - płatew 19x21		6 - B 15,0x3,2	
					
Material:	71 - Drewno C24	Material:	71 - Drewno C24	Material:	71 - Drewno C24
A [cm ²]	196,00	A [cm ²]	399,00	A [cm ²]	48,00
Jy [cm ⁴]	3201,33	Jy [cm ⁴]	14663,25	Jy [cm ⁴]	900,00
Jz [cm ⁴]	3201,33	Jz [cm ⁴]	12003,25	Jz [cm ⁴]	40,96
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	3201,33	Iy [cm ⁴]	14663,25	Iy [cm ⁴]	900,00
Iz [cm ⁴]	3201,33	Iz [cm ⁴]	12003,25	Iz [cm ⁴]	40,96
Jt [cm ⁴]	0,00	Jt [cm ⁴]	0,00	Jt [cm ⁴]	0,00
Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	0,00
iy [cm]	4,04	iy [cm]	6,06	iy [cm]	4,33
iz [cm]	4,04	iz [cm]	5,48	iz [cm]	0,92
is [cm]	5,72	is [cm]	8,18	is [cm]	4,43
m [kg/m]	8,23	m [kg/m]	16,76	m [kg/m]	2,02
7 - B 12,0x12,0		8 - słup 20x20			
					
Material:	71 - Drewno C24	Material:	71 - Drewno C24	Material:	
A [cm ²]	144,00	A [cm ²]	400,00	A [cm ²]	
Jy [cm ⁴]	1728,00	Jy [cm ⁴]	13333,33	Jy [cm ⁴]	
Jz [cm ⁴]	1728,00	Jz [cm ⁴]	13333,33	Jz [cm ⁴]	
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	
Iy [cm ⁴]	1728,00	Iy [cm ⁴]	13333,33	Iy [cm ⁴]	
Iz [cm ⁴]	1728,00	Iz [cm ⁴]	13333,33	Iz [cm ⁴]	

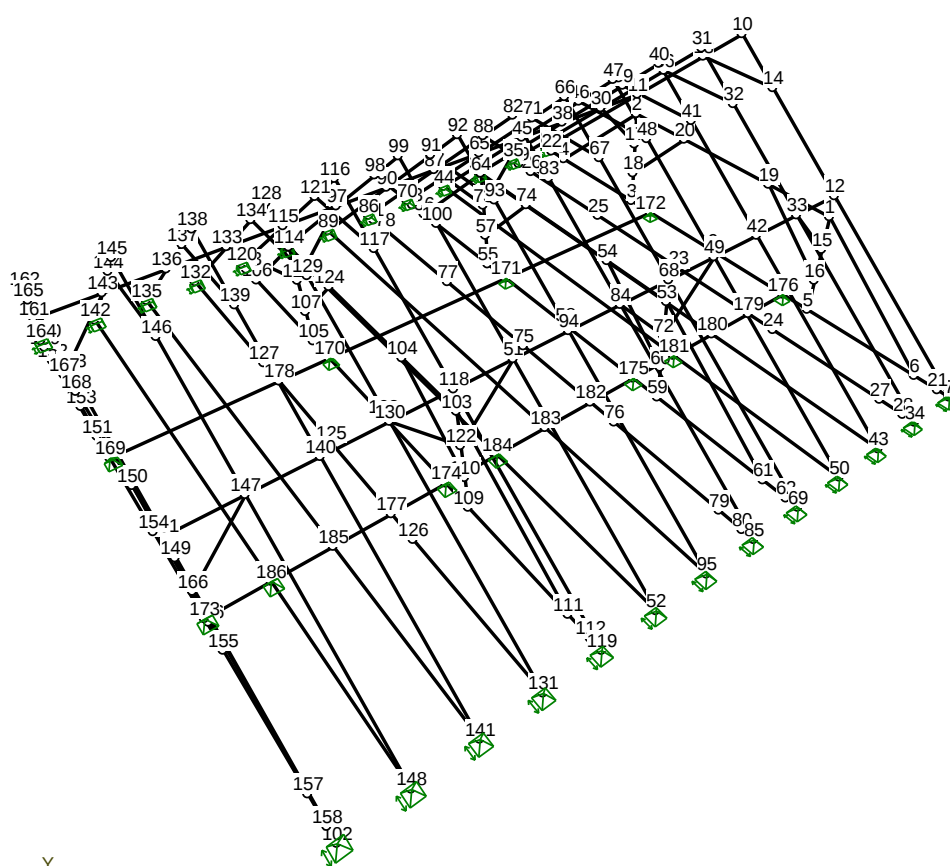
Ekspertyza zabytkowego spichlerza w Nowym Miszewie

Jt [cm ⁴]	0,00	Jt [cm ⁴]	0,00	Jt [cm ⁴]	
J _ω [cm ⁴]	0,00	J _ω [cm ⁴]	0,00	J _ω [cm ⁴]	
iy [cm]	3,46	iy [cm]	5,77	iy [cm]	
iz [cm]	3,46	iz [cm]	5,77	iz [cm]	
is [cm]	4,90	is [cm]	8,16	is [cm]	
m [kg/m]	6,05	m [kg/m]	16,80	m [kg/m]	

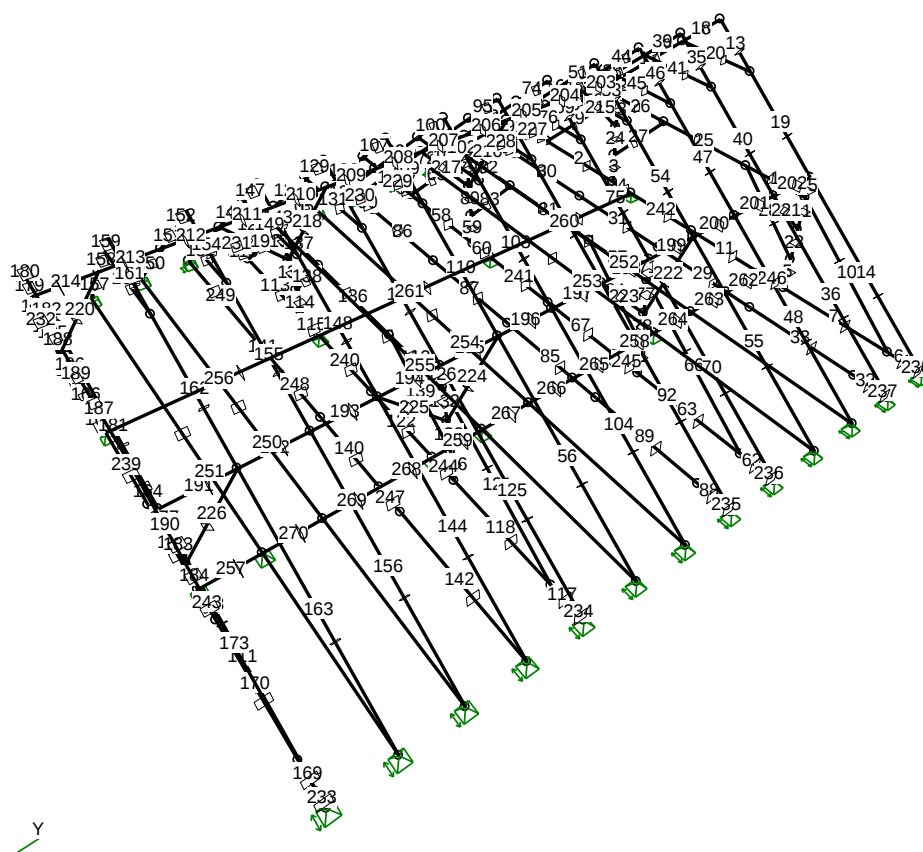
Materiały:

Nr:	Rodzaj:	Nazwa:	E:	G:	v:	α _T :	ρ:	Ro:
			[GPa]	[GPa]	[-]	[1/K]	[kg/m ³]	[MPa]
71	Drewno	Drewno C24	11,0	0,7	0	0,0	420,0	24,0

Schemat:



Ekspertyza zabytkowego spichlerza w Nowym Miszewie



Zestawienie Materiału

Oznaczenie	Materiał	Długości [m]:	Masa [t]:
B 18,0x16,0	52 - Drewno C24	$8 \times 1,60 + 4 \times 2,50 = 22,80$	0,276
B 240x240	52 - Drewno C24	$12 \times 2,73 + 10 \times 0,70 + 12 \times 0,53 + 10 \times 2,15 + 4 \times 2,85 + 2 \times 3,53 + 12 \times 0,27 + 6 \times 12,76 + 3 \times 4,40 + 12 \times 1,10 = 192,28$	4,652
B 200x200	52 - Drewno C24	$24 \times 0,77 + 8 \times 0,47 = 22,13$	0,372
B 16,0x14,0	52 - Drewno C24	$8 \times 3,57 + 26 \times 1,21 + 26 \times 4,48 + 26 \times 2,41 + 13 \times 1,90 + 8 \times 2,22 = 281,74$	2,651
B 21,0x19,0	52 - Drewno C24	$24 \times 1,10 = 26,40$	0,442
B 140x140	52 - Drewno C24	$12 \times 1,65 = 19,83$	0,163
Masa całkowita ustroju			8,555
Materiał		Jednostka miary	Ilość:
Drewno: 52 - Drewno C24		m ³	20,370

Obciążenia:

Nr pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki			Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1$:	$\gamma f2$:	ψd :			xa:	xb:		
Sn: śnieg - Zmienne(Znaczenie: 1)												
	Powierzch.	0,77	0,77	1,50		1,00	Pionow e				Powierzchniowe	

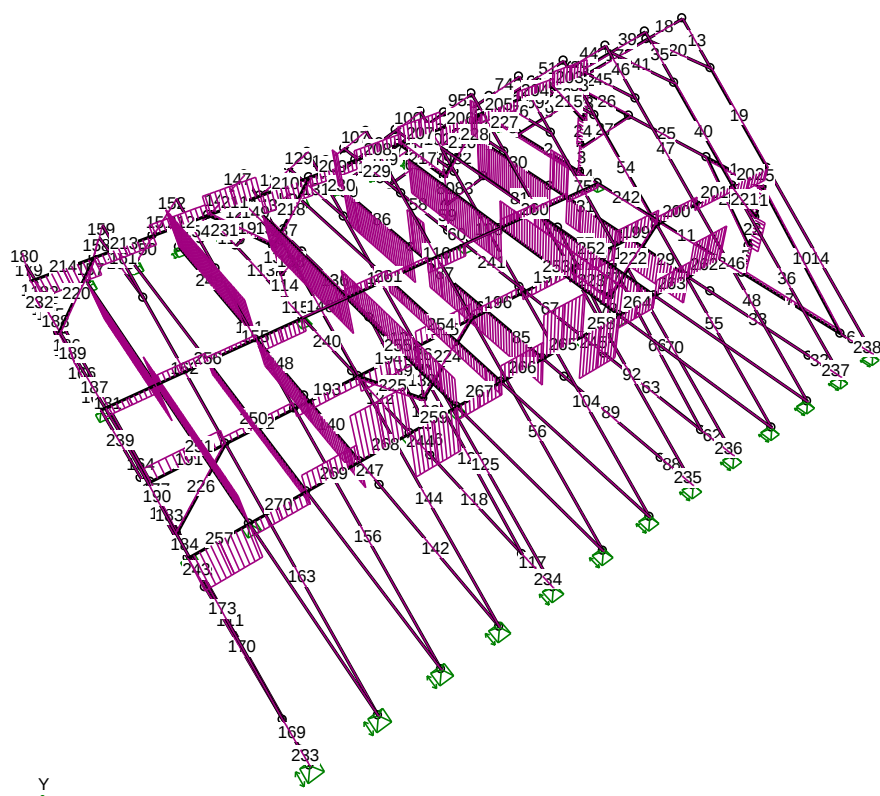
Ekspertyza zabytkowego spichlerza w Nowym Miszewie

St: Stałe - Stałe(Znaczenie: 1)												
36	Skupione	0,00		1,00	1,00	1,00	0,0	38,1	2,24		Skupione	
	Powierzch.	0,30	0,30	1,20	1,00	1,00					Powierzchniowe	
	Powierzch.	0,30	0,30	1,20	1,00	1,00					Powierzchniowe	
W: wiatr - Zmienne(Znaczenie: 1)												
	Powierzch.	0,21	0,21	1,50		1,00					Powierzchniowe	
	Powierzch.	0,51	0,51	1,50		1,00	Pionow e				Powierzchniowe	
	Powierzch.	-0,22	-0,22	1,50		1,00					Powierzchniowe	
Zm: Uzytkowe - Zmienne(Znaczenie: 1)												
	Powierzch.	2,00	2,00	1,50		1,00	Pionow e				Powierzchniowe	
: - Stałe(Znaczenie: 1)												

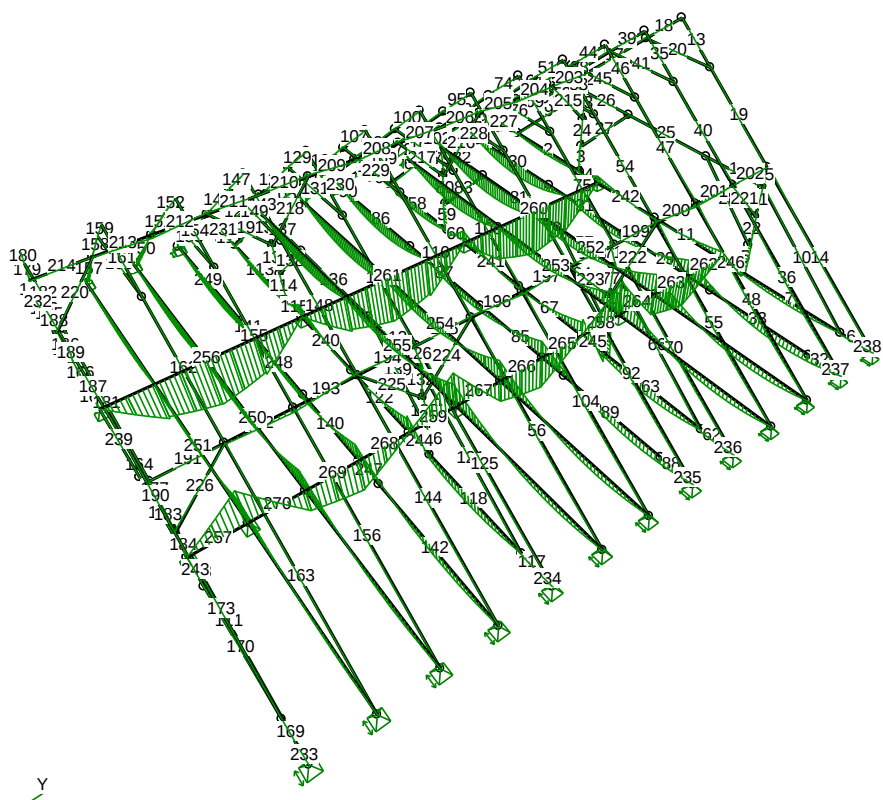
Wyniki Obliczeń

Teoria I rzędu

Mx

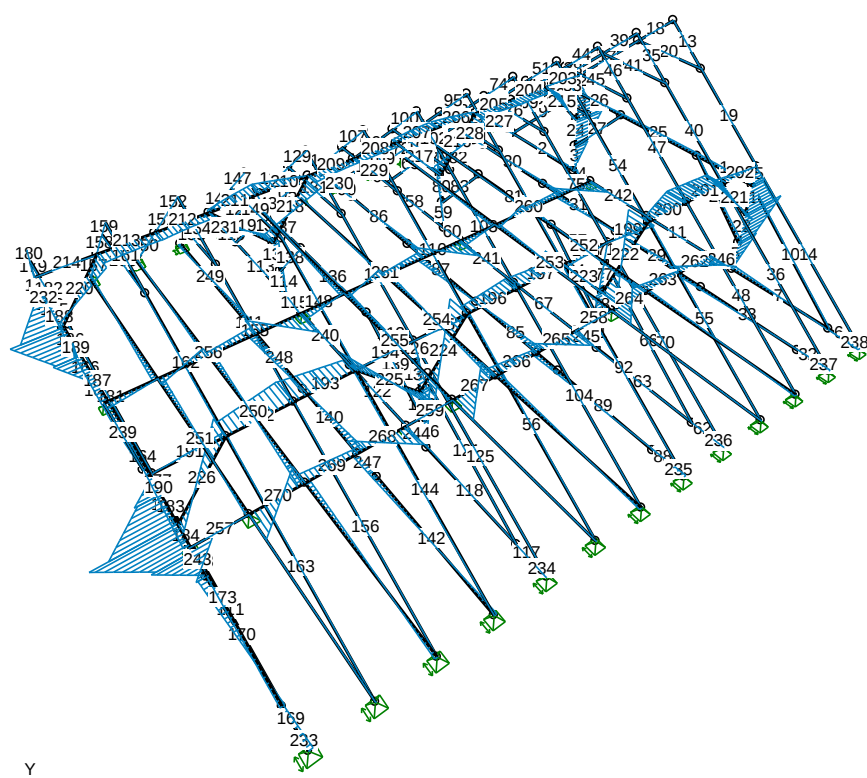


My

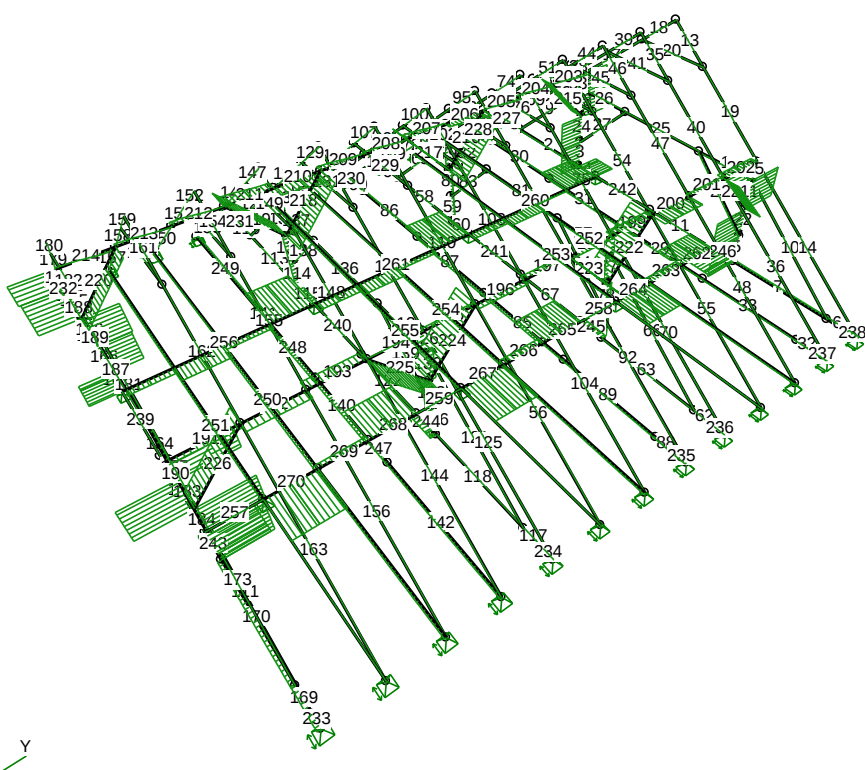


Mz

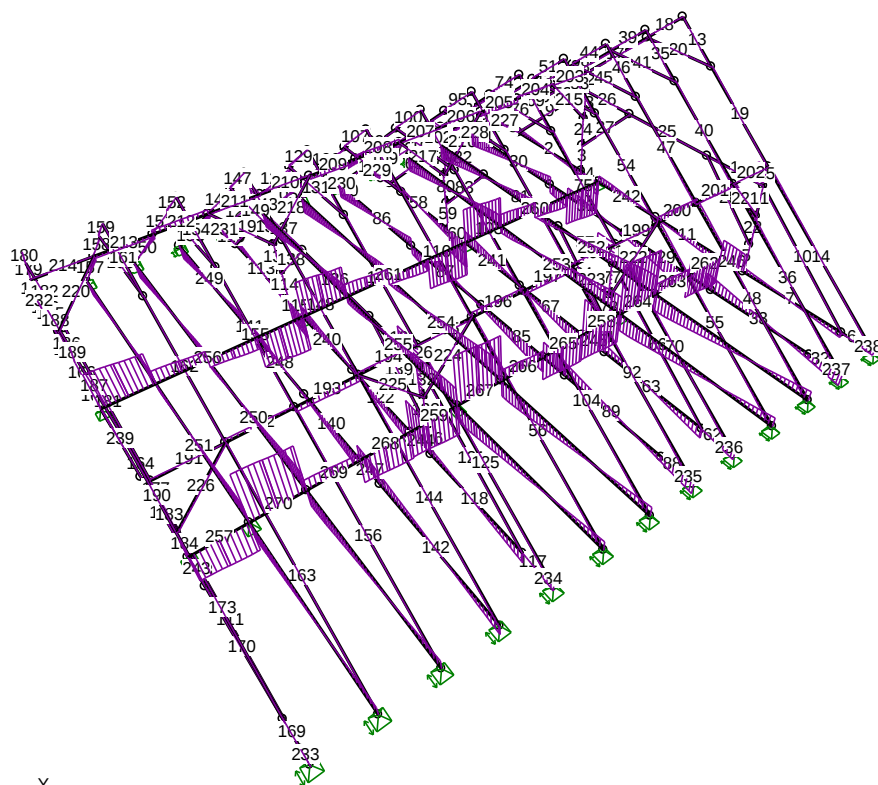
Ekspertyza zabytkowego spichlerza w Nowym Miszewie



Ty



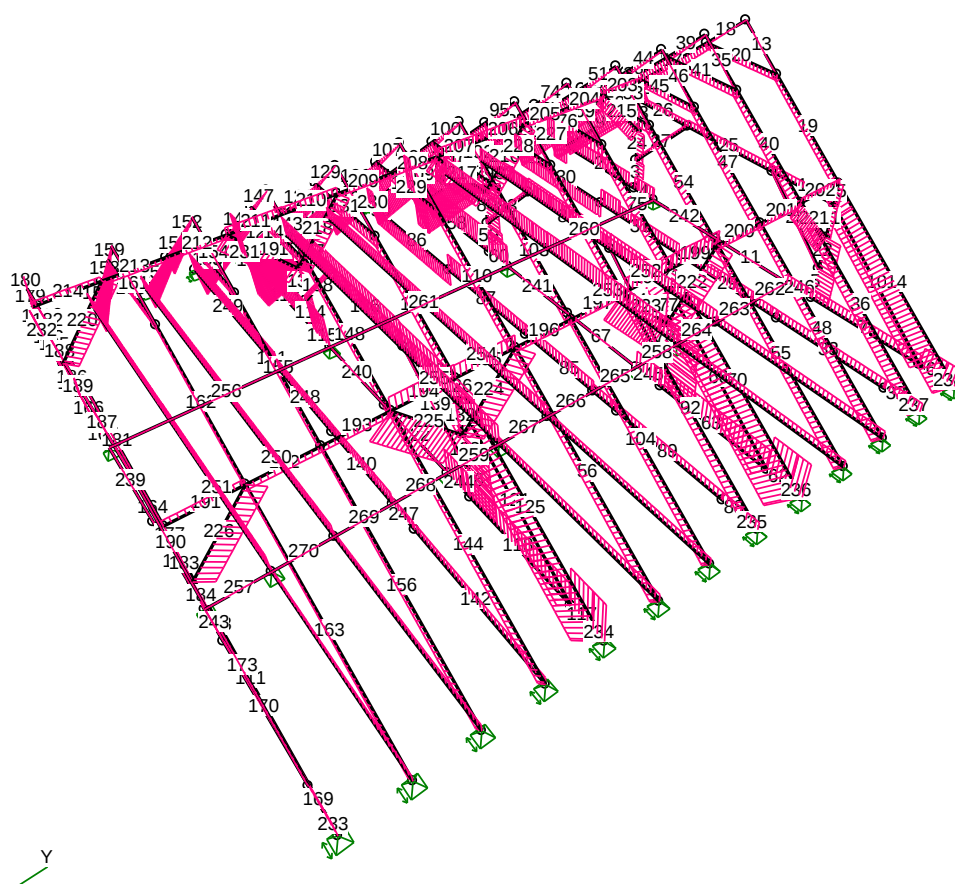
Tz



Y

N

Ekspertyza zabytkowego spichlerza w Nowym Miszewie



Siły Przekrojowe: Obciążenia obliczeniowe: CW SnSt(g2)WZm

Nr preta:	x [m]:	x/L:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:	Ty [kN]:	Tz [kN]:	N [kN]:
Pozycja nr 1								
116	0,000	0,000	-0,004	0,000	0,000	-0,251	0,927	-12,403
116	0,767	1,000	-0,004	0,711	-0,193	-0,251	0,927	-12,262
132	0,000	0,000	0,008	-0,383	-0,267	0,236	2,619	1,301
132	0,767	1,000	0,008	1,625	-0,086	0,236	2,619	1,442
133	0,000	0,000	-0,024	0,382	-0,169	-0,263	0,508	-11,392
133	0,767	1,000	-0,024	0,772	-0,371	-0,263	0,508	-11,250
Pozycja nr 2								
112	0,000	0,000	0,005	-0,663	-0,021	-0,004	0,383	-8,237
112	1,600	1,000	0,005	0,121	-0,027	-0,004	0,596	-8,237
121	0,000	0,000	-0,003	-0,916	0,006	-0,007	0,344	8,945
121	3,570	1,000	-0,003	0,816	-0,019	-0,007	0,626	9,183
136	0,000	0,000	0,000	-0,115	-0,028	0,008	-0,044	-8,656
136	0,313	0,125	0,000	-0,123	-0,026	0,008	-0,002	-8,656
136	2,500	1,000	0,000	0,191	-0,008	0,008	0,289	-8,656
137	0,000	0,000	-0,003	0,313	-0,009	0,011	-0,720	-7,749
137	1,600	1,000	-0,003	-0,668	0,009	0,011	-0,507	-7,749
Pozycja nr 3								
56	0,000	0,000	0,000	-1,409	-0,070	0,016	1,745	-2,417
56	2,640	0,589	0,000	1,142	-0,029	0,016	0,038	-3,816

Ekspertyza zabytkowego spichlerza w Nowym Miszewie

56	4,485	1,000	0,000	0,000	0,000	0,016	-1,276	-4,893
125	0,000	0,000	0,000	-1,881	-0,008	0,002	1,850	-18,181
125	2,886	0,644	0,000	0,961	-0,003	0,002	-0,032	-19,724
125	4,485	1,000	0,000	0,000	0,000	0,002	-1,170	-20,657
126	0,000	0,000	-0,001	2,604	0,004	-0,233	-12,237	7,541
126	0,466	1,000	-0,001	-3,104	-0,105	-0,233	-12,237	7,455
139	0,000	0,000	-0,003	0,236	-0,004	-0,012	-0,172	-0,746
139	2,216	1,000	-0,003	-0,329	-0,031	-0,012	-0,338	-0,904
Pozycja nr 4								
191	0,000	0,000	0,200	0,000	0,000	-0,143	0,555	1,648
191	0,842	0,766	0,200	0,266	-0,124	-0,153	-0,001	1,648
191	1,100	1,000	0,200	0,251	-0,164	-0,155	-0,098	1,648
192	0,000	0,000	0,094	0,538	-0,613	-0,344	1,358	-1,672
192	1,100	1,000	0,094	1,673	-0,997	-0,355	0,706	-1,672
193	0,000	0,000	-0,117	1,695	-0,969	0,368	-2,092	-1,671
193	1,100	1,000	-0,117	-0,965	-0,571	0,356	-2,744	-1,671
194	0,000	0,000	-0,227	-0,856	-0,025	0,029	1,104	4,262
194	1,100	1,000	-0,227	0,000	0,000	0,017	0,452	4,262
225	0,000	0,000	-0,027	-0,018	-0,821	1,091	-0,034	-8,889
225	1,652	1,000	-0,027	-0,156	0,982	1,091	-0,134	-8,778
Pozycja nr 11								
269	0,000	0,000	0,314	11,198	-0,449	0,192	5,854	-0,038
269	1,100	1,000	0,314	16,479	-0,237	0,192	3,746	-0,038

Reakcje podporowe: Obciążenia obliczeniowe: CW SnSt(g2)WZm

Nr węzła:	α :	ϕ :	ψ :	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:
7	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,115	7,651	0,000	0,000	0,127
8	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,083	8,568	0,064	0,000	-0,118
34	0,0	0,0	0,0	0,000	0,062	9,760	0,000	0,000	-0,080
35	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,067	12,966	-0,739	0,000	-0,101
37	0,0	0,0	0,0	0,000	0,036	13,163	0,005	0,000	0,050
43	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,053	9,027	0,000	0,000	0,074
44	0,0	0,0	0,0	0,000	0,043	13,984	0,751	0,000	0,069
50	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,014	8,587	0,000	0,000	0,000
52	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,016	8,980	0,000	0,000	0,000
69	0,0	0,0	0,0	0,000	0,017	14,963	0,000	0,000	-0,019
70	0,0	0,0	0,0	0,000	0,004	15,313	-0,003	0,000	0,007
85	0,0	0,0	0,0	0,000	0,079	9,593	0,000	0,000	-0,093
86	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,059	13,417	-0,749	0,000	-0,090
89	0,0	0,0	0,0	0,000	0,041	12,835	0,005	0,000	0,057
95	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,065	8,621	0,000	0,000	0,088
96	0,0	0,0	0,0	0,000	0,045	14,402	0,750	0,000	0,072
102	0,0	0,0	0,0	0,000	0,119	7,859	0,000	0,000	-0,133
119	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,024	16,403	0,000	0,000	0,029
120	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,017	16,625	0,005	0,000	-0,022
131	0,0	0,0	0,0	0,000	0,079	9,768	0,000	0,000	-0,091

Ekspertyza zabytkowego spichlerza w Nowym Miszewie

132	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,057	13,772	-0,756	0,000	-0,088
135	0,0	0,0	0,0	0,000	0,045	13,158	0,006	0,000	0,064
141	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,067	9,014	0,000	0,000	0,088
142	0,0	0,0	0,0	0,000	0,063	13,544	0,738	0,000	0,096
148	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,007	8,844	0,000	0,000	0,000
164	0,0	0,0	0,0	0,000	0,080	8,565	-0,062	0,000	0,116
169	0,0	0,0	0,0	5,400	1,121	30,683	0,000	0,000	-0,902
170	0,0	0,0	0,0	14,400	-0,151	58,324	0,000	0,000	1,093
171	0,0	0,0	0,0	11,406	0,099	60,615	0,000	0,000	0,950
172	0,0	0,0	0,0	6,968	-1,096	31,573	0,000	0,000	1,740
173	0,0	0,0	0,0	-3,432	1,540	-1,123	0,000	0,000	0,775
174	0,0	0,0	0,0	-8,241	-0,199	25,336	0,000	0,000	0,933
175	0,0	0,0	0,0	-5,093	0,239	27,485	0,000	0,000	1,138
176	0,0	0,0	0,0	-1,873	-1,440	29,384	0,000	0,000	0,109
181	0,0	0,0	0,0	6,429	-0,056	63,017	0,000	0,000	-0,994
184	0,0	0,0	0,0	6,709	-0,063	62,991	0,000	0,000	-1,139
186	0,0	0,0	0,0	5,937	-0,065	63,017	0,000	0,000	-1,101

Reakcje podporowe: Obciążenia charakterystyczne: CW SnSt(g2)WZm

Nr węzła:	α :	ϕ :	ψ :	Rx [kN]:	Ry [kN]:	Rz [kN]:	Mx [kNm]:	My [kNm]:	Mz [kNm]:
7	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,108	5,633	0,000	0,000	0,117
8	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,036	6,275	0,032	0,000	-0,053
34	0,0	0,0	0,0	0,000	0,059	6,699	0,000	0,000	-0,077
35	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,062	9,027	-0,505	0,000	-0,090
37	0,0	0,0	0,0	0,000	0,035	9,070	0,002	0,000	0,049
43	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,052	6,225	0,000	0,000	0,072
44	0,0	0,0	0,0	0,000	0,044	9,847	0,511	0,000	0,067
50	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,011	5,658	0,000	0,000	0,000
52	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,012	5,991	0,000	0,000	0,000
69	0,0	0,0	0,0	0,000	0,016	10,911	0,000	0,000	-0,018
70	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,001	10,814	0,000	0,000	0,000
85	0,0	0,0	0,0	0,000	0,073	6,465	0,000	0,000	-0,089
86	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,059	9,369	-0,512	0,000	-0,087
89	0,0	0,0	0,0	0,000	0,041	8,849	0,002	0,000	0,057
95	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,064	5,910	0,000	0,000	0,085
96	0,0	0,0	0,0	0,000	0,046	10,096	0,512	0,000	0,071
102	0,0	0,0	0,0	0,000	0,111	5,818	0,000	0,000	-0,122
119	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,023	11,848	0,000	0,000	0,027
120	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,008	11,836	0,003	0,000	-0,010
131	0,0	0,0	0,0	0,000	0,073	6,574	0,000	0,000	-0,087
132	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,057	9,622	-0,516	0,000	-0,085
135	0,0	0,0	0,0	0,000	0,044	9,064	0,002	0,000	0,062
141	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,065	6,217	0,000	0,000	0,085
142	0,0	0,0	0,0	0,000	0,058	9,498	0,503	0,000	0,085
148	0,0	0,0	0,0	0,000	-0,006	5,982	0,000	0,000	0,000
164	0,0	0,0	0,0	0,000	0,032	6,235	-0,030	0,000	0,049
169	0,0	0,0	0,0	4,416	0,567	20,480	0,000	0,000	-0,522
170	0,0	0,0	0,0	11,669	-0,069	37,943	0,000	0,000	1,030

171	0,0	0,0	0,0	9,529	0,038	39,644	0,000	0,000	0,957
172	0,0	0,0	0,0	5,985	-0,564	21,116	0,000	0,000	1,356
173	0,0	0,0	0,0	-2,384	1,344	0,673	0,000	0,000	0,683
174	0,0	0,0	0,0	-5,137	-0,184	20,302	0,000	0,000	0,923
175	0,0	0,0	0,0	-2,935	0,219	21,747	0,000	0,000	1,116
176	0,0	0,0	0,0	-0,868	-1,252	21,654	0,000	0,000	0,192
181	0,0	0,0	0,0	6,335	-0,051	43,397	0,000	0,000	-0,946
184	0,0	0,0	0,0	6,502	-0,058	43,383	0,000	0,000	-1,078
186	0,0	0,0	0,0	5,827	-0,059	43,396	0,000	0,000	-1,044

Wyniki obliczeń wytrzymałościowych elementów więźby

Pręt nr 121

Zadanie: miszewo.rm3

Przekrój: 2 zastrzał

Sprawdzenie nośności pręta nr 121

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=3,570$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 9,183 / 224,00 \times 10 = \mathbf{0,410 < 6,462} = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=3,570$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,916 / 597,33 \times 10^3 = \mathbf{1,534 < 11,077} = 1,000 \times 11,077 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,000$ m; $x_b=3,570$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,399}{6,462} + \frac{1,534}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,011}{11,077} = \mathbf{0,201 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,399}{6,462} + 0,7 \times \frac{1,534}{11,077} + \frac{0,011}{11,077} = \mathbf{0,160 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=3,570$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,042^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,042 < 1,154} = 1,000 \times 1,154 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=3,570$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{3 M_{tor}}{b^2 h} \eta = \frac{3 \times -0,003}{14,0^2 \times 16,0 / 1,574} \times 10^3 = \mathbf{0,004 < 1,154} = f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0,004}{1,154} + \frac{0,042^2}{1,154^2} = \mathbf{0,005 < 1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,785$ m; $x_b=1,785$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm” liczone od ciężaru pręta.

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,8 + 0,0 = \mathbf{0,8 < 23,8} = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = 0,0 + 0,0 = \mathbf{0,0 < 23,8} = u_{net,fin}$$

Pręt nr 112

Zadanie: miszewo.rm3

Przekrój: 1 „rozpora 16x18”

Sprawdzenie nośności pręta nr 112

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,600$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 8,237 / 288,00 \times 10 = \mathbf{0,286 < 7,258} = 0,749 \times 9,692 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,600$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,286}{1,049 \times 9,692} + 0,7 \times \frac{0,027}{11,077} + \frac{0,767}{11,077} = \mathbf{0,099 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,286}{0,749 \times 9,692} + \frac{0,027}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,767}{11,077} = \mathbf{0,090 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,600$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 0,663 / 864,00 \times 10^3 = \mathbf{0,767 < 11,077} = 1,000 \times 11,077 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,600$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,767}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,027}{11,077} = \mathbf{0,071 < 1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{0,767}{11,077} + \frac{0,027}{11,077} = \mathbf{0,051 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,600$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,286^2}{9,692^2} + \frac{0,767}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,027}{11,077} = \mathbf{0,072 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,286^2}{9,692^2} + 0,7 \times \frac{0,767}{11,077} + \frac{0,027}{11,077} = \mathbf{0,052 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,600$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,031^2 + 0,000^2} = \mathbf{0,031 < 1,154} = 1,000 \times 1,154 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=1,600$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{3 M_{tor}}{b^2 h} \eta = \frac{3 \times 0,005}{16,0^2 \times 18,0 / 1,579} \times 10^3 = \mathbf{0,005 < 1,154} = f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0,005}{1,154} + \frac{0,031^2}{1,154^2} = \mathbf{0,005 < 1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,800$ m; $x_b=0,800$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm” liczone od ciężuwy pręta.

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,2 + 0,0 = \mathbf{0,2 < 10,7} = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = 0,0 + 0,0 = \mathbf{0,0 < 10,7} = u_{net,fin}$$

Pręt nr 126

Zadanie: miszewo.rm3

Przekrój: 8 „słup 20x20”

Sprawdzenie nośności pręta nr 126

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=0,466$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 7,541 / 400,00 \times 10 = \mathbf{0,189 < 6,462} = f_{t,0,d}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=0,466$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 3,104 / 1333,33 \times 10^3 = \mathbf{2,328 < 11,077} = 1,000 \times 11,077 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=0,466$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,186}{6,462} + \frac{2,328}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,079}{11,077} = \mathbf{0,244 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,186}{6,462} + 0,7 \times \frac{2,328}{11,077} + \frac{0,079}{11,077} = \mathbf{0,183 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=0,466$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,459^2 + 0,009^2} = 0,459 < 1,154 = 1,000 \times 1,154 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=0,466$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{3 M_{tor}}{b^2 h} \eta = \frac{3 \times -0,001}{20,0^2 \times 20,0 / 1,610} \times 10^3 = 0,000 < 1,154 = f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0,000}{1,154} + \frac{0,459^2}{1,154^2} = 0,159 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,233$ m; $x_b=0,233$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm” liczone od ciężuwy pręta.

Ugięcia całkowite:

$$u_{z,fin} = 0,0 + 0,0 = 0,0 < 3,1 = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = 0,0 + 0,0 = 0,0 < 3,1 = u_{net,fin}$$

Pręt nr 192

Zadanie: miszewo.rm3

Przekrój: 5 „płatew 19x21”

Sprawdzenie nośności pręta nr 192

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 1,672 / 399,00 \times 10 = 0,042 < 10,333 = 1,066 \times 9,692 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,042}{1,070 \times 9,692} + 0,7 \times \frac{0,789}{11,077} + \frac{1,198}{11,077} = 0,162 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,042}{1,066 \times 9,692} + \frac{0,789}{11,077} + 0,7 \times \frac{1,198}{11,077} = 0,151 < 1$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 1,673 / 1396,50 \times 10^3 = 1,198 < 11,077 = 1,000 \times 11,077 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,198}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,789}{11,077} = 0,158 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{1,198}{11,077} + \frac{0,789}{11,077} = 0,147 < 1$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,042^2}{9,692^2} + \frac{1,198}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,789}{11,077} = \mathbf{0,158 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,042^2}{9,692^2} + 0,7 \times \frac{1,198}{11,077} + \frac{0,789}{11,077} = \mathbf{0,147 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,100$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,051^2 + 0,013^2} = \mathbf{0,053 < 1,154} = 1,000 \times 1,154 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,100$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{3 M_{tor}}{b^2 h} \eta = \frac{3 \times 0,094}{19,0^2 \times 21,0 / 1,584} \times 10^3 = \mathbf{0,059 < 1,154} = f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0,059}{1,154} + \frac{0,053^2}{1,154^2} = \mathbf{0,053 < 1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm” liczone od cięciwy pręta.

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -0,2 + 0,0 = \mathbf{0,2 < 7,3} = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = 0,1 + 0,0 = \mathbf{0,1 < 7,3} = u_{net,fin}$$

Pręt nr 269

Zadanie: miszewo.rm3

Przekrój: 3 „podciąg stropu nad I piętrem

Sprawdzenie nośności pręta nr 269

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-B-03150:2000. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,038 / 576,00 \times 10 = \mathbf{0,001 < 9,841} = 1,015 \times 9,692 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,001}{1,015 \times 9,692} + 0,7 \times \frac{0,103}{11,077} + \frac{7,152}{11,077} = \mathbf{0,652 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,001}{1,077 \times 9,692} + \frac{0,103}{11,077} + 0,7 \times \frac{7,152}{11,077} = \mathbf{0,461 < 1}$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 16,479 / 2304,00 \times 10^3 = \mathbf{7,152 < 11,077} = 1,000 \times 11,077 = k_{crit} f_{m,d}$$

Nośność dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{7,152}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,103}{11,077} = \mathbf{0,652 < 1}$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{7,152}{11,077} + \frac{0,103}{11,077} = \mathbf{0,461 < 1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,100$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,001^2}{9,692^2} + \frac{7,152}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,103}{11,077} = \mathbf{0,652 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,001^2}{9,692^2} + 0,7 \times \frac{7,152}{11,077} + \frac{0,103}{11,077} = \mathbf{0,461 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,100$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,152^2 + 0,005^2} = \mathbf{0,153 < 1,154} = 1,000 \times 1,154 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=1,100$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{3 M_{tor}}{b^2 h} \eta = \frac{3 \times 0,314}{24,0^2 \times 24,0 / 1,610} \times 10^3 = \mathbf{0,110 < 1,154} = f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie ze ścinaniem:

$$\frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \right)^2 = \frac{0,110}{1,154} + \frac{0,153^2}{1,154^2} = \mathbf{0,113 < 1}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,550$ m; $x_b=0,550$ m, przy obciążeniach „CW SnSt(g2)WZm” liczone od cięciwy pręta.

Ugięcie całkowite:

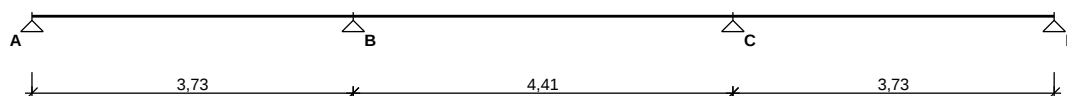
$$u_{z,fin} = -0,8 + 0,0 = \mathbf{0,8 < 7,3} = u_{net,fin}$$

$$u_{y,fin} = 0,0 + 0,0 = \mathbf{0,0 < 7,3} = u_{net,fin}$$

5.2. Strop na parterem

5.2.1. Żebro stropu

SCHEMAT BELKI



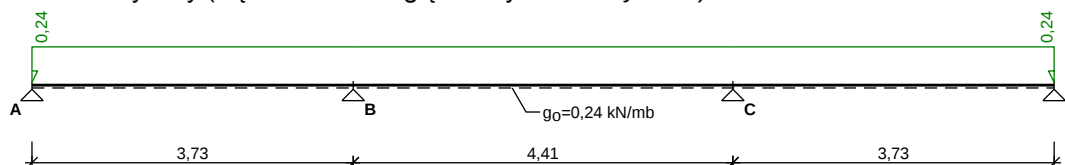
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

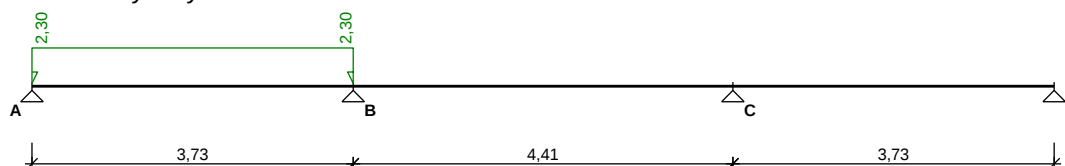
Przypadek **P1: obc.stałe** ($\gamma_f = 1,10$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



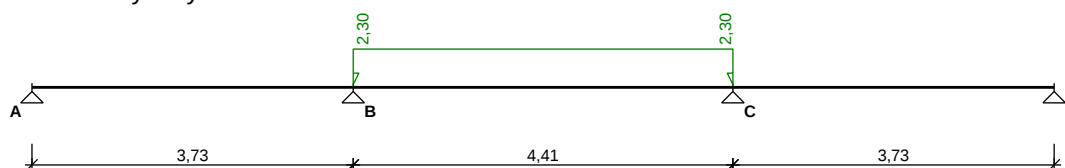
Przypadek **P2: obc.zmienne przęsło A - B** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

Schemat statyczny:



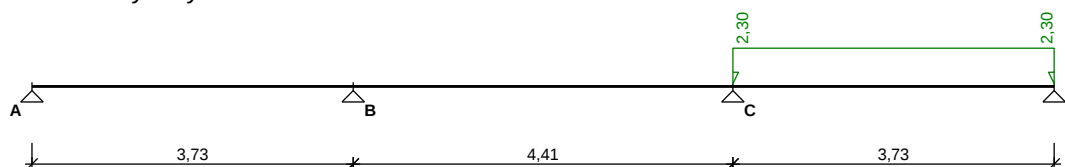
Przypadek **P3: obc.zmienne przęsło B - C** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

Schemat statyczny:



Przypadek **P4: obc.zmienne przęsło C - D** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

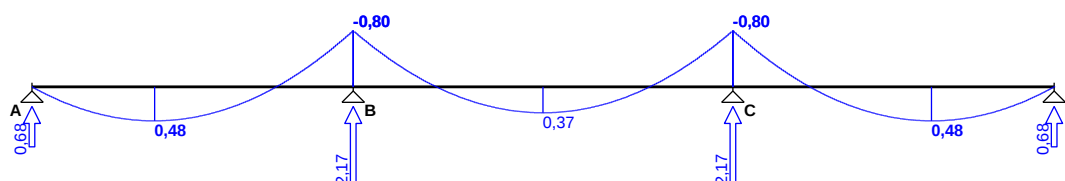
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

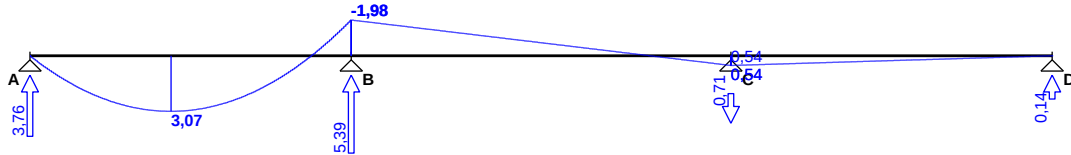
Przypadek **P1: obc.stałe**

Momenty zginające [kNm]:



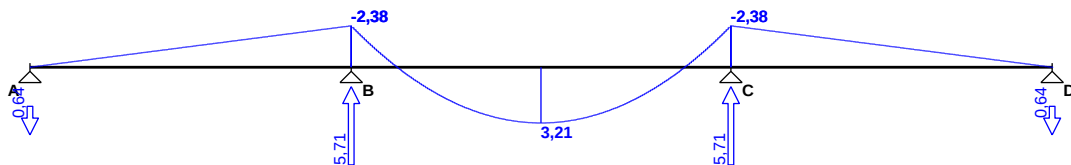
Przypadek P2: obc.zmienne przęsło A - B

Momenty zginające [kNm]:



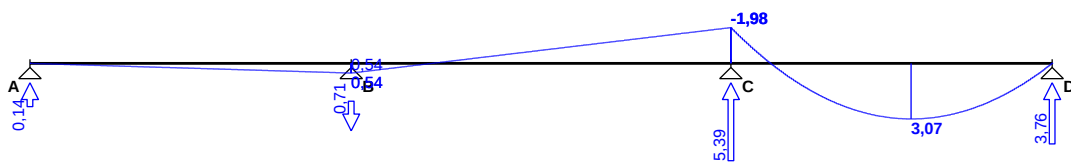
Przypadek P3: obc.zmienne przęsło B - C

Momenty zginające [kNm]:



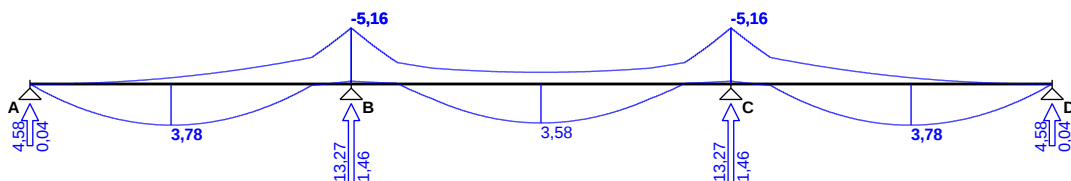
Przypadek P4: obc.zmienne przęsło C - D

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

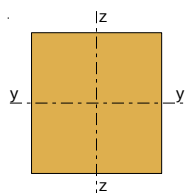
Parametry analizy zwirzenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek $I_d/I = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_0 / 300$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **24 / 26 cm**

$$W_y = 2704 \text{ cm}^3, J_y = 35152 \text{ cm}^4, m = 21,8 \text{ kg/m}$$

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

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

Belka

Zginanie

Przekrój $x = 3,73 \text{ m}$ (**K3**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Moment maksymalny $M_{\text{max}} = -5,16 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,91 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,15 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 1,91 \text{ MPa} < k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d} = 12,92 \text{ MPa} \quad (14,8\%)$$

Ścinanie

Przekrój $x = 3,73 \text{ m}$ (**K3**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\text{max}} = 6,70 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,16 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,35 \text{ MPa} \quad (12,0\%)$$

Docisk na podporze

Reakcja podporowa $R_B = 13,27 \text{ kN}$ (**K3**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$)

$$a_p = 15,0 \text{ cm}, k_{c,90} = 1,00$$

$$\sigma_{c,90,y,d} = 0,37 \text{ MPa} < k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 1,35 \text{ MPa} \quad (27,4\%)$$

Stan graniczny użytkowości

Przekrój $x = 10,11 \text{ m}$ (**K5**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P4$)

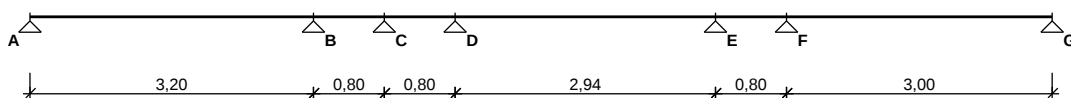
Ugięcie maksymalne $u_{\text{fin}} = u_M + u_T = 1,57 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = l_0 / 300 = 12,43 \text{ mm}$

$$u_{\text{fin}} = 1,57 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 12,43 \text{ mm} \quad (12,6\%)$$

5.2.2. Podciąg stropu nad parterem

SCHEMAT BELKI



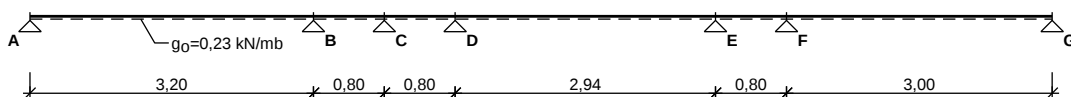
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

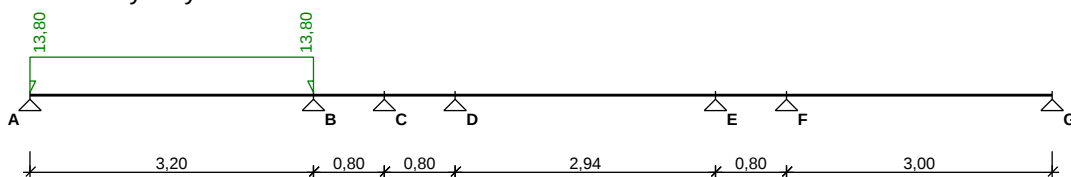
Przypadek **P1: obc.stałe** ($\gamma_f = 1,10$, klasa trwania - stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



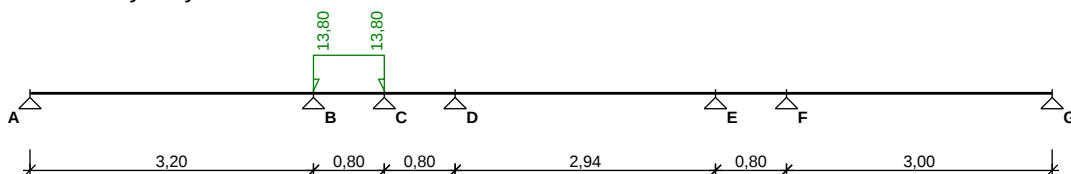
Przypadek **P2: obc.zmienne przęsło A - B** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

Schemat statyczny:



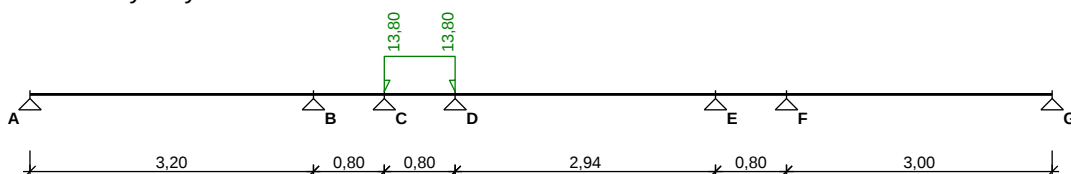
Przypadek **P3: obc.zmienne przęsło B - C** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

Schemat statyczny:



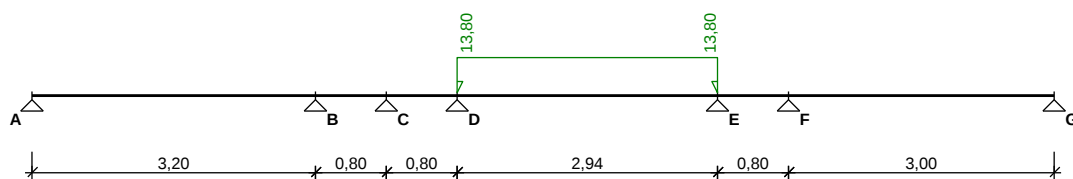
Przypadek **P4: obc.zmienne przęsło C - D** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

Schemat statyczny:



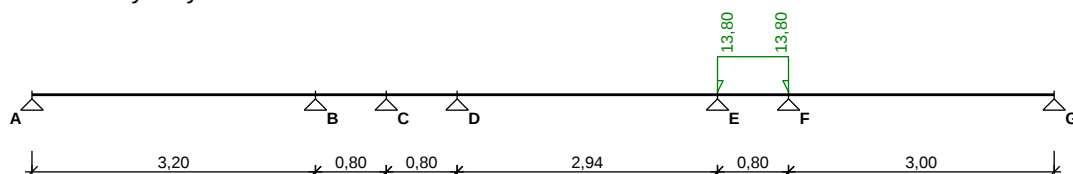
Przypadek **P5: obc.zmienne przęsło D - E** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

Schemat statyczny:



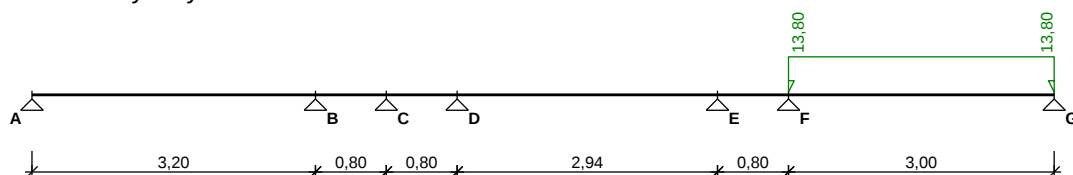
Przypadek **P6: obc.zmienne przęsło E - F** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

Schemat statyczny:



Przypadek **P7: obc.zmienne przęsło F - G** ($\gamma_f = 1,40$, klasa trwania - długotrwałe)

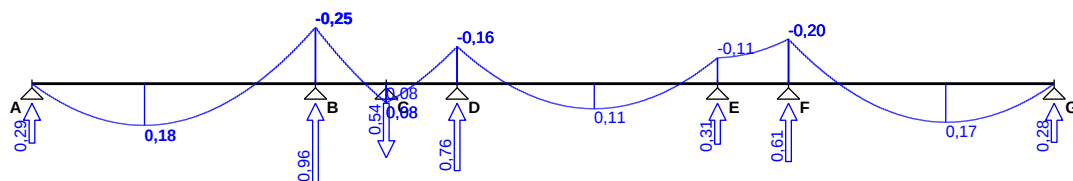
Schemat statyczny:



WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

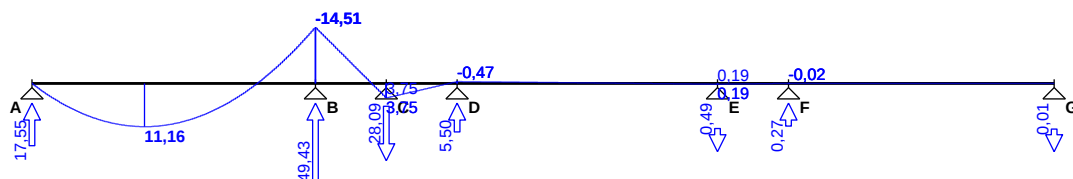
Przypadek **P1: obc.stałe**

Momenty zginające [kNm]:



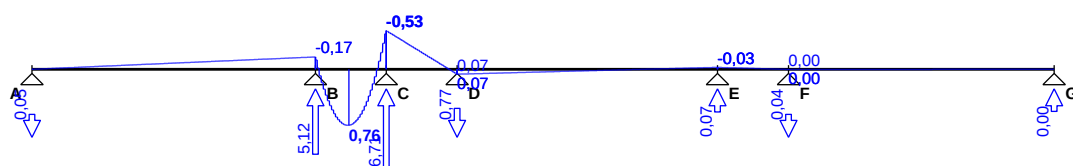
Przypadek **P2: obc.zmienne przęsło A - B**

Momenty zginające [kNm]:



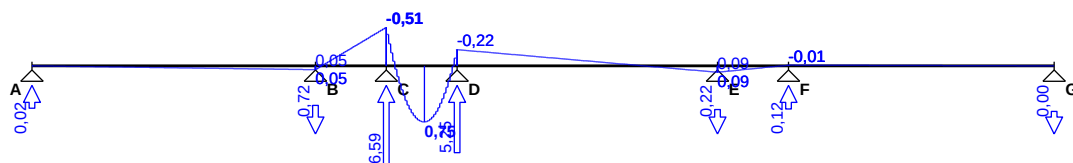
Przypadek **P3: obc.zmienne przęsło B - C**

Momenty zginające [kNm]:



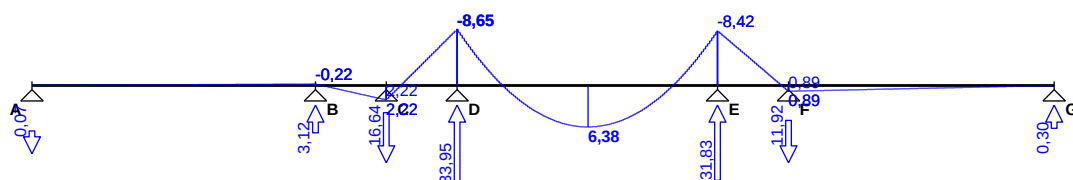
Przypadek **P4: obc.zmienne przęsło C - D**

Momenty zginające [kNm]:



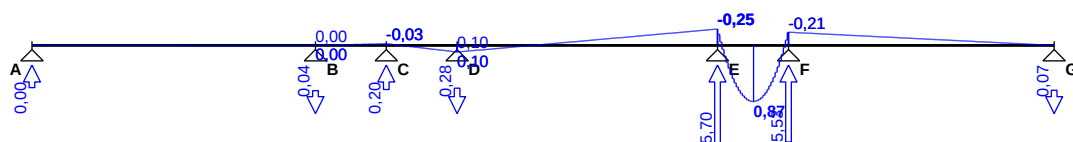
Przypadek **P5: obc.zmienne przęsło D - E**

Momenty zginające [kNm]:



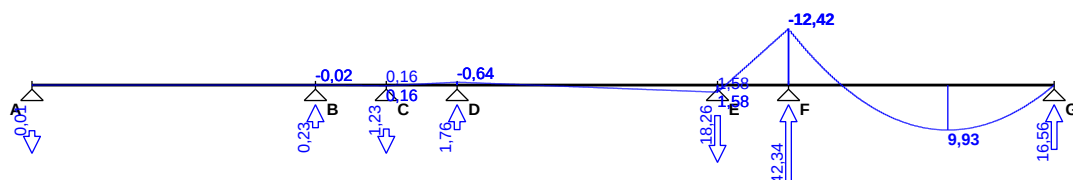
Przypadek **P6: obc.zmienne przęsło E - F**

Momenty zginające [kNm]:



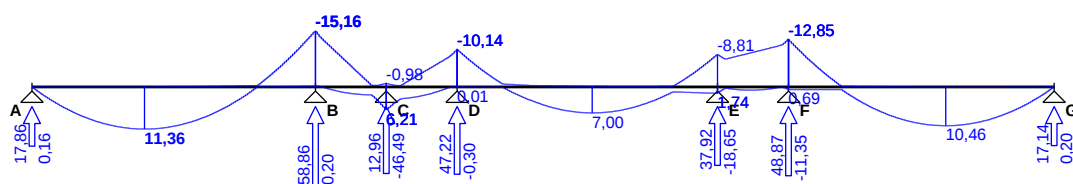
Przypadek **P7: obc.zmienne przęsło F - G**

Momenty zginające [kNm]:



Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Klasa użytkowania konstrukcji - 2

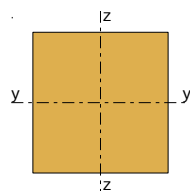
Parametry analizy zwichrzenia:

- brak stężeń bocznych na długości belki
- stosunek $I_d/I = 1,00$
- obciążenie przyłożone na pasie ściskanym (górnym) belki

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l_0 / 300$

WYNIKI OBLICZEŃ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

WYMIAROWANIE WG PN-B-03150:2000



Przekrój prostokątny **24 / 25 cm**

$$W_y = 2500 \text{ cm}^3, J_y = 31250 \text{ cm}^4, m = 21,0 \text{ kg/m}$$

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

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

Belka

Zginanie

Przekrój x = 3,20 m (**K15**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P5 + 1,0 \cdot P7$)

Moment maksymalny $M_{max} = -15,16 \text{ kNm}$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,06 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0,47 < 1$$

Warunek stateczności:

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

$$\sigma_{m,y,d} = 6,06 \text{ MPa} < k_{crit} \cdot f_{m,y,d} = 12,92 \text{ MPa} \quad (46,9\%)$$

Ścinanie

Przekrój x = 3,20 m (**K15**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3 + 1,0 \cdot P5 + 1,0 \cdot P7$)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{max} = 31,67 \text{ kN}$

$$\tau_d = 0,79 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,35 \text{ MPa} \quad (58,8\%)$$

5.2.3. Słup

DANE:

Wymiary przekroju: przekrój podwójny prostokątny z przewiązkami

Szerokość $b = 27,0 \text{ cm}$

Wysokość $h = 27,0 \text{ cm}$

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

Rozstaw przewiązek $l_1 = 50,0 \text{ cm}$

Łączniki: gwoździe gładkie (bez nawiercania otworów)

Średnica łączników $d = 4,0 \text{ mm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Wysokość słupa $l_{col} = 2,45 \text{ m}$

Współczynniki długości wyboczeniowej:

- względem osi y $\mu_y = 1,00$

- względem osi z $\mu_z = 1,00$

Obciążenia:

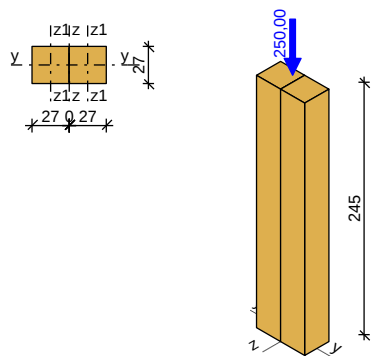
Siła ściskająca $N_c = 250,00 \text{ kN}$

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

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

Klasa trwania obciążenia: stałe

WYNIKI:



Ściskanie równoległe:

$N_c = 250,00 \text{ kN}$

Warunek smukłości:

$\lambda_y = 31,43 < \lambda_c = 150 \quad (21,0\%)$

$\lambda_z = 62,02 < \lambda_c = 150 \quad (41,3\%)$

Warunek nośności:

$k_{c,y} = 0,991$; $k_{c,z} = 0,686$

$\sigma_{c,y,d} = 1,73 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa} \quad (17,9\%)$

$\sigma_{c,z,d} = 2,50 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 9,69 \text{ MPa} \quad (25,8\%)$

Stan graniczny użytkowalności

Przekrój $x = 1,43 \text{ m}$ (**K24**: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P4 + 1,0 \cdot P6$)

Ugięcie maksymalne $u_{fin} = u_M + u_T = 3,45 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = l_0 / 300 = 10,67 \text{ mm}$

$u_{\text{fin}} = 3,45 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 10,67 \text{ mm} \quad (32,3\%)$

6. ANALIZA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU

Spichlerz w Nowym Miszewie, po przeszło 100 latach eksploatacji, został wyłączony z użytkowania jako magazyn zbożowy w latach 80 XX wieku i od około 25 lat pełni funkcję obiektu pomocniczego dla Domu Pomocy Społecznej w Nowym Miszewie.

Ostatnią ekspertyzę techniczną obiektu wykonał w czerwcu 1992 roku Instytut Budownictwa Politechniki Warszawskiej w Płocku. Większość zaleceń ww. ekspertyzy nie została wykonana. Usztywniono jedynie konstrukcję więźby dachowej przez zastosowanie stalowych ściąгов umieszczonych w pobliżu rozpór poziomych. Nie wykonano bardzo istotnego zalecenia dotyczącego mocowania murlat do ścian podłużnych.

Przedmiotowa analiza dotyczy głównie drewnianej konstrukcji więźby dachowej wraz z podpierającym ją stropem nad I-szym piętrem. W wyniku dokonanych oględzin technicznych stwierdzono, że stan stropu nad I-szym piętrem jest w stanie niezadawalającym ze względu na uszkodzenia kilkunastu przęseł belek spowodowanych przez czynniki korozji biologicznej. Ze względu jednak na zmianę przeznaczenia i znaczne zmniejszenie obciążeń użytkowych, nośność zarówno belek, jak i podciągów stropu nad I-szym piętrem jest wystarczająca. Po zmianie pokrycia dachowego na blachę powlekaną kładzioną „na rąbek stojący” ulegną zmniejszeniu obciążenia ciężaru własnego więźby dachowej o około 20kg/m². Przy obciążeniu użytkowym na poddaszu nieprzekraczającym 1,5kN/m² konstrukcja stropu nad I-szym piętrem, nawet z uwzględnieniem istniejących ubytków, nie wymaga wzmocnienia.

Stan drewnianej konstrukcji więźby dachowej uległ pogorszeniu od czasu wykonania ostatniej ekspertyzy. Postępuje proces trwałego odkształcania konstrukcji związany przede wszystkim z niewłaściwym zamocowaniem murlat dokonany w trakcie remontu i wymiany pokrycia dachowego z dachówki ceramicznej na płyty azbestocementowe, faliste. Przez nieszczelne istniejące pokrycie z płyt azbestocementowych wody opadowe dostają się do wnętrza obiektu zawilgacając konstrukcję i stwarzając korzystne warunki do rozwoju grzybów i owadów. Wprawdzie w trakcie oględzin wykonanych w lipcu 2015 roku nie stwierdzono nigdzie aktywnych śladów żerowania owadów, to jednak w kilku miejscach, a szczególnie w pobliżu krokwi w osiach 8-11 na połaci południowej, stwierdzono aktywny rozwój grzybów. Stan kilkunastu krokwi jest niemożliwy do określenia ze względu na ich zasłonięcie deskami przyczepionymi obustronnie. W trakcie planowania remontu należy liczyć się z koniecznością wymiany 6 – 9 krokwi dachowych. Stan płatwi dachowych uległ istotnemu pogorszeniu w pobliżu słupa B/1, B/9, B/25, C/17 i C/9 oraz na odcinku C/21-25. Brak poprawnego przejmowania siły poziomej przez murlatę na odcinku A/1-9 spowodował ugięcie całej konstrukcji i przekazanie znacznie większych sił niż pierwotnie projektowane na płatwie na odcinku B/1-9. Podobna sytuacja ma miejsce w pobliżu ściany wschodniej pomiędzy osiami 21 i 25. W osi 25 konstrukcja uległa tak znacznemu odkształceniu (pomimo wykonania stalowego ściągu), że oparła się na występie ściany

szczytowej wschodniej. Silnie przeciążona i nadmiernie ugięta jest platew C/21-25. Szacowane ubytki przekroju dochodzą do 60-70%. Podobnie w złym stanie znajduje się platew C/5-9, gdzie w skutek korozji biologicznej ubytki przekroju dochodzą do 40%. Bardzo ważnym elementem wpływającym na nośność więźby jest zwornik wypierający dwa zastrzały. Największe uszkodzenia stwierdzono w zworniku 5/B-C, gdzie ubytki korozyjne dochodzą do 50% przekroju. Jeśli przy okazji najbliższego remontu murlaty zostaną wykonane prawidłowo, to istniejąca konstrukcja dźwigarów wieszarowych, w tym również zworników, nie będzie wymagała wzmocnienia. Bardzo istotnym elementem decydującym o bezpiecznej pracy stropu podpierającego więźbę są podwaliny słupków. Zostały one niestety zakryte, co świadczy prawdopodobnie o bardzo złym stanie technicznym. Należy liczyć się z koniecznością wymiany wszystkich podwalin w trakcie planowanego remontu. Stan łąt drewnianych pod płytami pokrycia można było ocenić jedynie w dolnych partiach. Można go jednak uznać za dostateczny, umożliwiający ich wtórne wykorzystanie.

Stan stropu nad parterem nie uległ istotnemu pogorszeniu od ostatniej ekspertyzy technicznej, wykonanej w 1992 roku. Około 80% drewnianych elementów stropu nosi ślady korozji biologicznej, miejscami dochodzące do 25% powierzchni przekroju poprzecznego. Biorąc pod uwagę zmianę przeznaczenia, wykonano analizę obliczeniową, sprawdzającą. Przy obciążeniu użytkowym do $1,5\text{kN/m}^2$ nośność stropu jest jednak wystarczająca w obecnym stanie i nie wymaga on wykonywania żadnych wzmocnień.

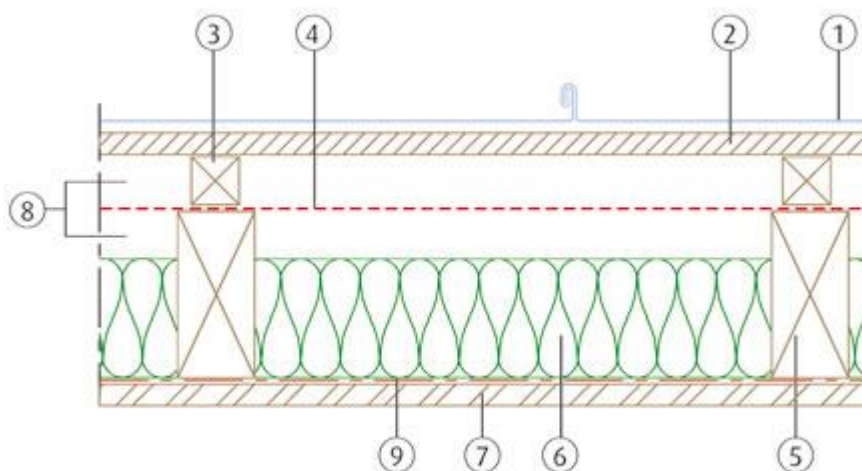
Ze względu na fakt objęcia przedmiotowego obiektu ochroną konserwatorską, należy w jak największym stopniu zachować oryginalną substancję dość dobrze zachowanego zabytku, a wszelkie niezbędne naprawy, bądź wymiany elementów wykonywać wykorzystując materiał zdemontowany. Nie zaleca się ociosywania elementów, a jedynie silne nasączenie miejsc porażonych preparatami owado- i grzybobójczymi.

7. WNIOSKI I ZALECENIA REMONTOWE

- 7.1. Przedmiotem opracowania jest spichlerz w Nowym Miszewie zlokalizowany na terenie otoczenia zespołu dworskiego wpisanego do rejestru zabytków (numer rejestru zabytków dawnego woj. płockiego: 578, data wpisania 23.02.1988). Niniejsza ekspertyza została wykonana w związku z planowanym remontem dachu, polegającym na wymianie pokrycia. Ogólny stan techniczny budynku, aczkolwiek niezadowolający, umożliwia dokonanie wymiany pokrycia dachowego na lepsze, w postaci blachy arkuszowej kładzonej na tzw. „rąbek”.
- 7.2. Stan drewnianej konstrukcji stropów i więźby dachowej pod względem mykologiczno-korozyjnym jest w chwili obecnej niezadowolający. Wprawdzie nie stwierdzono występowania aktywnych procesów żerowania owadów, ale za to w wielu miejscach występuje rozwój grzybów – szkodników drewna.
- 7.3. Na podstawie wykonanych obliczeń i analiz należy stwierdzić, że nośność istniejącej konstrukcji budynku umożliwia jego bezpieczna eksploatację przy dopuszczalnych obciążeniach stropów nad parterem i I-szym piętrzem nieprzekraczających $1,5\text{kN/m}^2$. Strop nad I-szym piętrzem może również stanowić w chwili obecnej wystarczające i bezpieczne wobec współczesnych wymagań normowych, podparcie więźby dachowej z nowym, lepszym pokryciem.
- 7.4. Przed założeniem nowego pokrycia dachowego konieczny jest demontaż płyt azbestocementowych z zachowaniem odpowiednich zasad BHP dla materiału szkodliwego dla zdrowia, demontaż łat oraz naprawa, bądź wymiana na nowe o tym samym przekroju 9 dolnych odcinków krokwi, 5 przęseł płatwi, belek podwalinowych oraz murlat. Zastosowanie nowego lekkiego pokrycia dachowego stwarza nowe zagrożenie z jakim może zetknąć się użytkownik budynku: poderwanie połaci przy silnych huraganowych wiatrach. Z tego względu należy zamocować nowe zaimpregnowane murlaty o przekroju $12 \times 12\text{cm}$ śrubami kotwionymi w ścianach podłużnych w rozstawie nie większym niż 2m. Śruby M12 powinny być zakotwione w ścianach na głębokość nie mniejszą niż 30cm przy użyciu specjalnej zaprawy klejowej. Wszystkie elementy drewnianej konstrukcji więźby, łącznie z łatami i kontrłatami, powinny być zabezpieczone przez podwójne smarowanie środkiem grzybobójczym np. V33.
- 7.5. Wykonanie pokrycia:
 - a. System pokrycia dachowego na rąbek stojący polega na łączeniu wyprofilowanych paneli przez odpowiednie zaginanie blachy na całej długości. Szczelność między panelami uzyskuje się dzięki podwójnemu zagięciu bocznych krawędzi. Przy wykonaniu pokrycia w systemie rąbka stojącego sprawą kluczową jest

przestrzeganie wymogów technologicznych, a co za tym idzie kolejności wykonania warstw pokrycia:

- b. Montaż membrany paroprzepuszczalnej. Naciągniętą membranę mocuje się do krokwi za pomocą gwoździ lub zszywaczy.
- c. Montaż kontrłat. Kontrłaty kładzie się wzdłuż krokwi. Ich podstawową rolą jest zapewnienie pustki wentylacyjnej między membraną a spodnią stroną pokrycia dachowego z blachy cynkowo-tytanowej.
- d. Zasadniczo pokrycie z blachy układa się deskowaniu. Deskowanie mocuje się na kontrłatach, z dopuszczalnymi odstępami od 5 do 10 mm. Możliwe jest jednak wykorzystanie istniejących łąt dachowych pod warunkiem uzgodnienia ich rozstawu z producentem blachy, która zostanie zastosowana w obiekcie.
- e. Wyprofilowane panele blachy mocuje się do podłoża za pomocą standardowych klipsów stałych i ruchomych produkcji. W celu poprawienia szczelności systemu można użyć preparatu uszczelniającego np. Runotex. Rąbki można profilować i zaginać mechanicznie lub ręcznie.
- f. Należy bezwzględnie wykonać orynnowanie dachu



Rys.1 Przykładowy układ warstw pokrycia dachowego z blachą „na rąbek”

- 1 – Pokrycie dachowe z blachy, 2 – kompatybilne deskowanie (łąty rys.2),
3 – kontrłata, 4 – membrana paroprzepuszczalna, 5 – krokiew,
6 – 9 warstwy tylko dla dachów ocieplanych (nie dotyczy planowanego remontu)



Rys. 2 Układanie blachy na łątach

7.6. Na prowadzenie prac konserwatorskich, restauratorskich czy robót budowlanych przy zabytku i w jego otoczeniu oraz podejmowanie innych działań, które mogłyby prowadzić do naruszenia substancji lub zmiany wyglądu zabytku, należy uzyskać pozwolenie właściwego konserwatora zabytków.

7.7. Wszystkie prace remontowe należy wykonać pod nadzorem doświadczonego rzeczoznawcy budowlanego.

7.8. Niniejsza ekspertyza jest ważna do 30.07.2017 roku.

Płock, lipiec 2015 roku.

Dr inż. Krzysztof Kamiński

