

OPIS TECHNICZNY DO PROJEKTU ZAMIENNEGO „KOMPLETNY REMONT DACHU BUDYNKU MIESZKALNEGO POŁOŻONEGO W TOSZKU PRZY UL. STRZELECKIEJ 23”

I DANE OGÓLNE

1 Inwestor

Gmina Toszek
44-180 Toszek;
ul. Bolesława Chrobrego 2

2 Obiekt

Przedmiotem opracowania jest istniejący budynek mieszkalny, wielorodzinny położony w Toszku przy ul. Strzeleckiej 23.

Budynek dwukondygnacyjny, podpiwniczony z poddaszem nieużytkowym.

Przedmiotowy budynek objęty jest indywidualną ochroną konserwatorską wynikającą z wpisu do rejestru zabytków Decyzją Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków nr A/337/60 z dnia 10.03.1960 r. Datowany na 1 poł. XIX wieku, pierwotnie funkcjonował jako dwór dolny.

3 Adres

Toszek ul. Strzelecka 23 dz.nr 191/11 obr. 0014.Toszek Jedn. ew.: 240507_4, Toszek – Miasto.

4 Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje zmiany do projektu budowlanego remontu dachu budynku przy ul. Strzeleckiej 23 w Toszku (Pozwolenie na budowę z dnia 05.11.2015r nr 884/15 WAB.6740.7.51.2015 Wydane przez Starostę Gliwickiego, Pozwolenie konserwatorskie z dnia 20.10.2015r nr 2235/2015 wydane przez Śląskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Katowicach).

Zmiany będą polegały na:

- zmianie konstrukcji dachu – wymianie całej konstrukcji na nową z nowym rozkładem sił.
- wykonaniu wieńca żelbetowego obwodowego na ścianach zewnętrznych nośnych
- zmianie pokrycia dachowego z dachówki karpiówki układanej na rąbek na płytki dachowe włóknocementowe o strukturze imitującej łupek, o wymiarach 30x60cm w kolorze grafitowym do krycia podwójnego.

5 Podstawa opracowania

- Umowa z Inwestorem
- Wypis i wyrys z Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego
- Wizja lokalna przeprowadzona we sierpniu 2017r

- Dokumentacja fotograficzna własna
- Ekspertyza techniczna
- Przepisy i normy właściwe dla tematu opracowania

6 Zagospodarowanie terenu

Budynek usytuowany jest na działce nr 191/11, stanowiącej własność gminy Toszek.

Wjazd na działkę bezpośrednio z ul. Strzeleckiej istniejącym zjazdem.

Działka sąsiaduje z działkami na których zlokalizowane są budynki wielorodzinne oraz zabudowania usługowe.

Teren działki jest zagospodarowany.

Projektowany remont nie spowoduje żadnych zmian w zagospodarowaniu działki.

7 Uwarunkowania planistyczne

Teren, na którym zlokalizowany jest przedmiotowy budynek został oznaczony w Miejscowym Planie Zagospodarowania Przestrzennego symbolem 2-Pw – tereny działalności wytwórczych, usługi i działalność produkcyjna. Działka leży w strefie A3 ochrony konserwatorskiej.

II. OPIS TECHNICZNY

Na podstawie Ekspertyzy Technicznej ET VIII / 2017 Ocena stanu technicznego więźby dachowej budynku położonego w Toszku przy ul. Strzeleckiej 23 opracowanej w sierpniu 2017 r. przez prof. Pol. Śl. dr hab. inż. Łukasz Drobiec, dr inż. Tomasz Steidl, dr inż. Paweł Krause, mgr inż. Antonina Gałczyńska-Żogała.

Stan techniczny drewnianej konstrukcji dachu w wybranych jej fragmentach kwalifikuje się jako awaryjny. Stwierdzono elementy konstrukcji drewnianej dachu w zaawansowanym stopniu korozji biologicznej, która spowodowała częściowe lub całkowite ich uszkodzenie (lokalna utrata wymaganych parametrów mechanicznych). W trakcie prowadzonych badań stwierdzono znaczną ilość elementów konstrukcji drewnianej dachu uszkodzoną przez owady. Analiza obliczeniowa wykazała brak spełnienia stanów granicznych nośności i użytkowości dla tak uszkodzonych elementów, kwalifikując ich stan techniczny jako przedawaryjny.

Mając na względzie powyższe należy stwierdzić, iż koniecznym jest wykonanie nowej konstrukcji dachowej spełniającej wymagania aktualnie obowiązujących normatywów. Uwzględniając zabytkowy charakter więźby dachowej, w szczególności najstarsze jej elementy, zaleca się pozostawienie fragmentów aktualnej więźby dachowej, jako „świadka historii”, z zastrzeżeniem – stara konstrukcja więźby dachowej nie może przenosić żadnych obciążeń. Należy wybrać elementy niezawilgocone oraz nieuszkodzone przez owady. W przypadku podjęcia decyzji o pozostawieniu większej ilości fragmentów aktualnej więźby dachowej, konieczne będzie wykonanie zabiegu usuwającego istniejące szkodniki więźby dachowej np. przy pomocy fumigacji, metod chemicznych lub mechanicznych. Ilość, rodzaj i miejsce lokalizacji „świadka historii”, należy uzgodnić z konserwatorem zabytków.

Nową konstrukcję wykonać w sposób niezmieniający istniejącej geometrii dachu. Ze względu na budowę istniejącej konstrukcji więźby dachowej, konieczne będzie rozkucie i usunięcie fragmentu ścian zewnętrznych (ze względu na obmurowanie spróchniałych fragmentów drewnianej więźby dachowej). Przed zrealizowaniem nowej więźby dachowej, należy wykonać żelbetowy wieniec obwodowy (niewidoczny od strony zewnętrznej), zwiększający stateczność całej konstrukcji. Wszystkie prace projektowe powinny być uzgodnione z Wojewódzkim Konserwatorem Zabytków. Ewentualne pozostawienie istniejącej konstrukcji dachu wraz z wykonaniem jedynie nowego pokrycia dachowego spowoduje dalszą destrukcję elementów konstrukcyjnych oraz związane z tym zagrożenie bezpieczeństwa konstrukcji i użytkowania budynku.

Opis planowanych prac:

Planuje się przeprowadzenie następujących prac remontowych:

- demontaż istniejącego pokrycia i dachu;
- wykonanie zabezpieczenia dachu przed opadami na czas prowadzenia robót;
- demontaż istniejącej konstrukcji dachu;
- odcięcie i zabezpieczenie części konstrukcji dachu planowanych do pozostawienia jako świadków historii;
- oczyszczenie mechaniczne elementów drewnianych; impregnacja więźby środkiem przeciwgrzybicznym i przeciwpalnym, np. OGNIOCHRON zgodnie z instrukcją fabryczną;
- wykonanie wieńcy żelbetowych na ścianach zewnętrznych nośnych;
- wykonanie nowej konstrukcji dachu;
- wykonanie pokrycia dachu z płytek dachowych włóknocementowych o strukturze imitującej łupkę, o wymiarach 30x60cm w kolorze grafitowym do krycia podwójnego;
- wykonanie obróbek blacharskich z blachy tytanowo - cynkowanej; obróbki wykonać na wzór istniejących z zachowaniem szerokości itp.;
- montaż rynien o średnicy 180mm i rur spustowych o średnicy 120mm z blachy tytanowo - cynkowanej
- na poddaszu kominy do przemurowania od poziomu posadzki stropu nad piętrem,
- wymiana istniejących wyłazów dachowych na nowe. Do wyłazów dostosować stabilną drabinę.
- przewiduje się wymianę 5 istniejących świetlików na nowe w ramach tego samego otworu.
- wymiana instalacji odgromowej. Wykonanie nowych pomiarów.

Prace prowadzić etapami wg technologii wykonawcy. Podczas prowadzenia prac zwracać szczególną uwagę na fakt iż budynek podczas prowadzenia prac będzie cały czas zamieszkały. Na czas prowadzenia robót należy zabezpieczyć dach przed ewentualnym zalaniem!

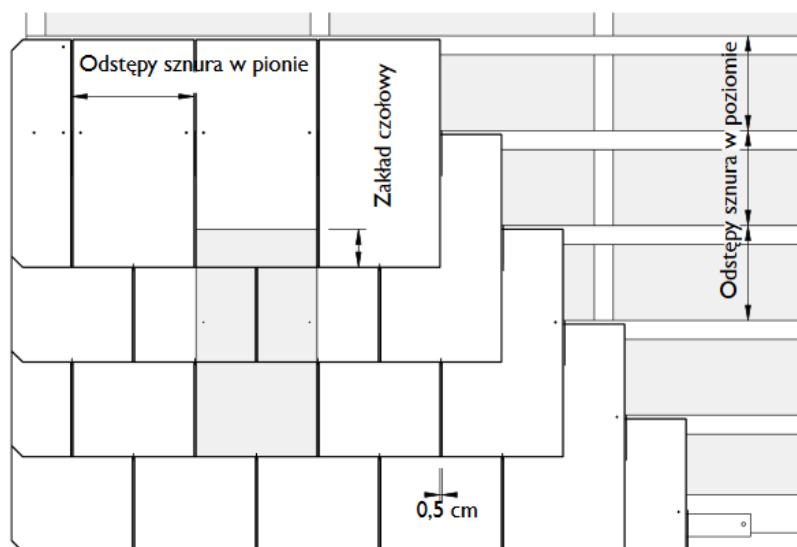
Podczas oględzin dachu przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków odkryto resztki łupka, który był pierwotnym pokryciem dachu udokumentowane jest to także na odnalezionej starej fotografii.



Fot. 1 Stara fotografia z widocznym na dachu pokryciem z łupka.

W zawiązku z powyższym projektuje się pokrycie dachu płytkami dachowymi włóknocementowymi o strukturze imitującej łupkę, o wymiarach 30x60cm w kolorze grafitowym do krycia podwójnego np. firmy Kreaton Struktonit.

Ze względu na mały kąt dachu tzn. 27° należy pokryć dach membraną wstępnego krycia lub papą wg. zaleceń producenta płytek.



Fot. 2 Krycie podwójne płytami o strukturze imitującej łupkę format 30/60cm

Krycie podwójne można układać na pełnym deskowaniu z izolacją dachową lub na łątach. Krycie to należy wykonywać poziomymi rzędami układanymi w odstępach co pół płytki z pionową szczeliną wielkości 5 mm między płytkami. Mocowanie za pomocą 2 gwoździ. Wymagany jest dodatkowo 1 hak do płytek na każdą płytkę.

Membrana:

Należy zastosować membranę systemową zależną od parametrów płytek, a w szczególności charakterystycznego dla wybranego producenta płytek nachylenia dopuszczalnego. Wybór typu membrany, izolacji powinien być potwierdzony danymi od wybranego producenta w zakresie dopuszczalnego kąta nachylenia połaci. Wybór membrany ma istotny wpływ na ostateczną szczelność dachu.

Łaty:

Rozstaw osiowy mak. 30 cm i wymiar łąt należy dostosować do wybranej płytki.

Łaty należy zaimpregnować preparatem przeciw grzybiczym i owadobójczym oraz ognioochronnym., w celu zabezpieczenia

Kontrłaty:

Rozstaw osiowy dostosować do rozstawu krokwi, wymiar należy dostosować do wybranej płytki.

Kontrłaty należy zaimpregnować preparatem przeciw grzybiczym i owadobójczym oraz ognioochronnym., w celu zabezpieczenia

Uwaga!! Należy stosować pełne rozwiązania systemowe i stosować się ściśle do wytycznych montażowych danego producenta płyt dachowych.

Uwaga!! Na czas prowadzenia robót należy zabezpieczyć dach przed ewentualnym zalaniem!

PROJEKTOWANA NOWA KONSTRUKCJA DACHU.

Projektuje się nową konstrukcję dachu z zachowaniem obecnej wysokości i kształtu zewnętrznego dachu.

Nowa konstrukcja dachu oparta zostanie na wieńcu żelbetowym o wymiarach 30x35cm zbrojonym prętami 6 \varnothing 12mm, wykonanym obwodowo na ścianach zewnętrznych budynku (niewidoczny od strony zewnętrznej) w celu zwiększenia stateczności budynku.

W przypadku uszkodzenia podczas prowadzonych prac istniejącego gzymsu należy wykonać nowy i otynkować go jak ściany zewnętrzne budynku.

Nowa konstrukcja dachu o układzie jętkowym zgodnie z rys. K-01*, K-02*-1, K-02*-2. Krokiew w rozstawie co 0,8m o przekroju 10x18cm, murłata o przekroju 20x20cm. Jętki 6x18cm po dwie sztuki na każdą krokiew z czterema przewiązkami. Płatew o przekroju 16x22cm. Płatew oparta na drewnianych słupach S1 16x16cm z zastrzałami opartych na ścianach nośnych. W miejscach gdzie brakuje ścian nośnych do oparcia słupów słupy oprzeć na belkach podwalinowych o przekroju 20x20cm mocowanych kotwami wklejanymi do ścian nośnych. Krokiew narożna 16x20cm.

Belka kalenicowa 14x14cm oparta na słupach S2 16x16cm wspartych na belkach podwalinowych 20x20cm lub na ścianie nośnej. Grzęda 6x16cm.

Wszystkie elementy drewniane dachu należy zabezpieczyć środkiem ogniotrwałym i grzybobójczym np. „PYROCHRON”, „FOBOS – M2” lub „DREWNOSOL” smarując drewno 5 krotnie. Drewno na elementy konstrukcyjne więźby kl. C27.

Wszystkie wymiary i rozstaw słupów na ścianach nośnych sprawdzić na budowie po dokonaniu odkrywek.

Uwzględniając zabytkowy charakter więźby dachowej, w szczególności najstarsze jej elementy, projektuje się pozostawienie fragmentów aktualnej więźby dachowej, jako „świadka historii”, z zastrzeżeniem – stara konstrukcja więźby dachowej nie może przenosić żadnych obciążeń.

Wybrano cztery najlepiej zachowane połączenia słupów z mieczami i jętkami.

Należy zwrócić szczególną ostrożność podczas prowadzenia prac przy zabytkowej wewnętrznej ścianie szczytowej. Należy zabezpieczyć ścianę przed ewentualnym uszkodzeniem.



Fot. 3 Widok jednej części konstrukcji proponowanej do pozostawienia jako „świadka historii”.

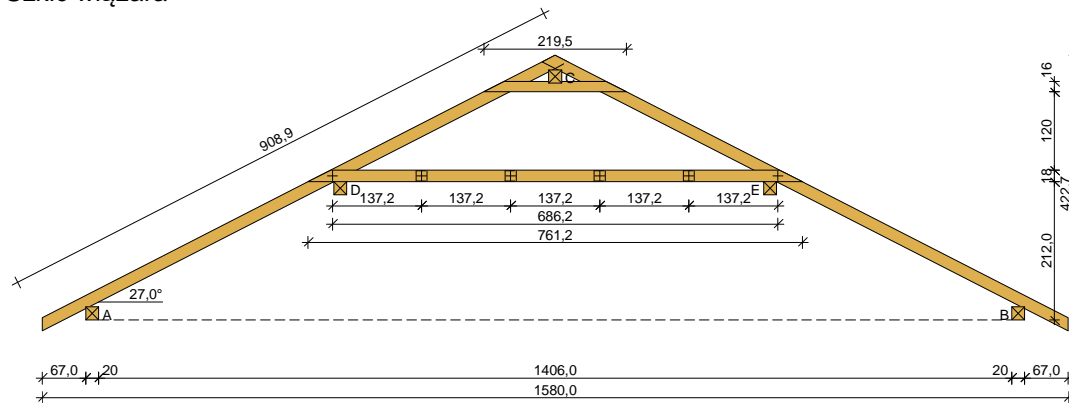


Fot. 4 Widok jednej części konstrukcji proponowanej do pozostawienia jako „świadka historii”.

Pozostałe parametry budynku nie ulegają zmianie.

DANE:

Szkic więzara

**Geometria ustroju:**Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 27,0^\circ$ Rozpiętość więzara $l = 15,80$ mRozstaw murłat w świetle $l_s = 14,06$ mPoziom jętka $h = 2,12$ mPoziom grzęda $h_g = 1,20$ mRozstaw wiązarów $a = 0,80$ mOdległość między usztywnieniami bocznymi krokwi $= 1,00$ m

Dodatkowe usztywnienia boczne jętki - brak

Konstrukcja stropu w poziomie jętki tworzy tarczę zdolną przejść obciążenia poziome

Dodatkowe usztywnienia boczne grzędy - brak

Rozstaw podparć poziomych murłaty $l_{mo} = 1,50$ mWysięg wspornika murłaty $l_{mw} = 0,50$ m**Dane materiałowe:**

- krokiew 10/18 cm (zaciosy: murłata - 3 cm, jętka - $2 \cdot 2,7 = 5,4$ cm, grzęda - 3 cm) z drewna C27
- jętka $2 \times 6/18$ cm z drewna C27 z przewiązkami co 118 cm,
- grzęda 6/16 cm z drewna C27,
- murłata 20/20 cm z drewna C27

Obciążenia (wartości charakterystyczne):

- pokrycie dachu (wg PN-82/B-02001:):

$$g_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

- uwzględniono ciężar własny więzara

- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 1, $A=300$ m n.p.m., nachylenie połaci $30,0$ st.):

$$\text{- na połaci lewej} \quad s_{kl} = 0,84 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- na połaci prawej} \quad s_{kp} = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie śniegiem traktuje się jako obciążenie średniotwałe

- obciążenie wiatrem (wg PN-B-02011:1977/Az1:2009/Z1-3: strefa I, teren A, wys. budynku $z = 5,9$ m):

$$\text{- na połaci nawietrznej} \quad p_{kl I} = -0,19 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- na połaci nawietrznej} \quad p_{kl II} = 0,11 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- na połaci zawietrznej} \quad p_{kp} = -0,17 \text{ kN/m}^2$$

- 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 :

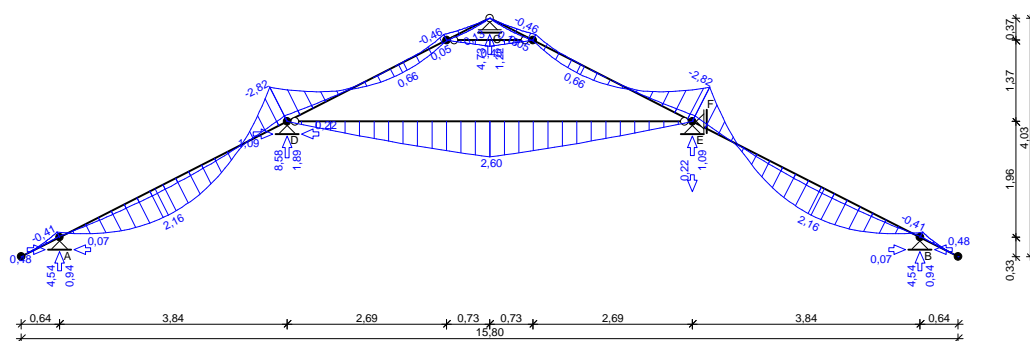
$$p_{gk} = 0,00 \text{ kN/m}^2$$

- obciążenie montażowe jętki i grzędy $F_k = 1,0$ kN**Założenia obliczeniowe:**

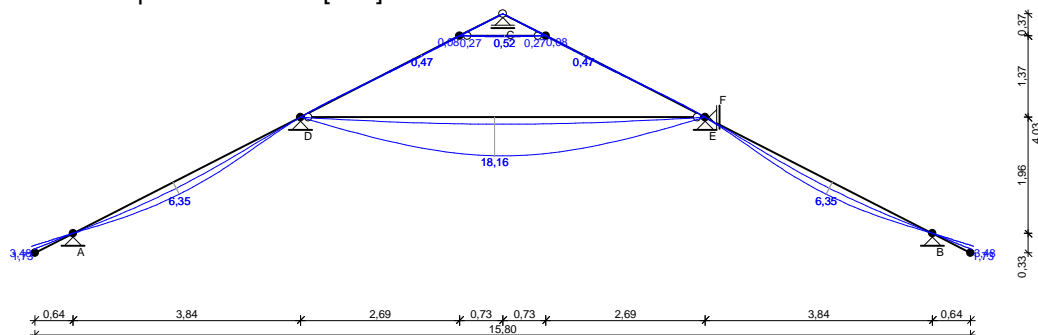
- klasa użytkowania konstrukcji: 2

WYNIKI:

Obwiednia momentów [kNm]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



Ekstremalne reakcje podporowe:

węzeł (podpora)	V [kN]	H [kN]	kombinacja SGN
2 (A)	4,54 3,53 1,75	0,10 0,48 -0,07	K4: stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej-wariant II K13: stałe-max+wiatr z lewej+0,90·śnieg K28: stałe-min+wiatr z lewej-wariant II
3 (D)	8,58 5,50 3,42	0,14 1,09 -0,22	K4: stałe-max+śnieg+0,90·wiatr z lewej-wariant II K23: stałe-max+wiatr z prawej-wariant II+0,90·śnieg-wariant II K28: stałe-min+wiatr z lewej-wariant II
5 (C)	4,73	--	K2: stałe-max+śnieg
7 (E)	1,09 -0,22	0,00 0,00	K16: stałe-max+wiatr z lewej-wariant II+0,90·śnieg K30: stałe-min+wiatr z prawej-wariant II
8 (B)	4,54 1,75 3,53	-0,10 0,07 -0,48	K11: stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z prawej-wariant II K30: stałe-min+wiatr z prawej-wariant II K20: stałe-max+wiatr z prawej+0,90·śnieg-wariant II

WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości C27

$$\rightarrow f_{m,k} = 27 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 16 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 22 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,8 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11,5 \text{ GPa}, \rho_k = 370 \text{ kg/m}^3$$

Krokiew 10/18 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - $2 \cdot 2,7 = 5,4$ cm, grzęda - 3 cm)

Smukłość

$$\lambda_y = 82,9 < 150$$

$$\lambda_z = 34,6 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w prześle

decyduje kombinacja: **K9** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z lewej-wariant II

$$M = -2,28 \text{ kNm}, N = 1,93 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa}, f_{c,0,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,22 \text{ MPa}, \sigma_{c,0,d} = 0,11 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,432, k_{c,z} = 0,974$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,363 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,350 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

decyduje kombinacja: **K9** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90·wiatr z lewej-wariant II

$$M = -0,34 \text{ kNm}, N = 1,32 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,91 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,09 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,073 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M = -2,28 \text{ kNm}, \quad N = -1,32 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,18 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = -0,16 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,758 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - grzędzie

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

$$M = -0,46 \text{ kNm}, \quad N = 0,30 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,46 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,22 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,02 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,098 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a jętką)

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

$$u_{fin} = 6,35 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 4310 / 200 = 21,55 \text{ mm} \quad (29,5\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

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

$$u_{fin} = 3,48 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 721 / 200 = 7,21 \text{ mm} \quad (48,2\%)$$

Jętka 2x 6/18 cm z przewiązkami co 118 cm z drewna C27

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$M = 2,60 \text{ kNm}, \quad N = 0,00 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,54 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,01 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,00 \text{ MPa}$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 18,16 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 6835 / 200 = 34,17 \text{ mm} \quad (53,1\%)$$

Grzęda 6/16 cm

Smukłość

$$\lambda_y = 32,1 < 150$$

$$\lambda_z = 85,7 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M = 0,45 \text{ kNm}, \quad N = 3,56 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,54 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,75 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,37 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,987, \quad k_{c,z} = 0,408$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,152 < 1$$

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

Maksymalne ugięcie

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

$$u_{fin} = 0,42 \text{ mm} < u_{net,fin} = l / 200 = 1457 / 200 = 7,29 \text{ mm} \quad (5,7\%)$$

Murlata 20/20 cm

Część murlaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 5,68 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 0,61 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K13** stałe-max+wiatr z lewej+0,90-śnieg

$$M_z = 0,15 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 18,69 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,110 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,006 < 1$$

Część wspornikowa murłaty

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,\max} = 5,68 \text{ kN/m}, \quad q_{y,\max} = 0,61 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

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

$$M_y = 0,71 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,06 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 16,62 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,53 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,05 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,034 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,025 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

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

$$u_{\text{fin}} = 0,03 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 2 \cdot l / 200 = 2 \cdot 500 / 200 = 5,00 \text{ mm} \quad (0,6\%)$$