

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

1. Opis techniczny
2. Informacja BIOZ
3. Obliczenia statyczne sprawdzające
4. Rysunki:
 - 4.1. Rzut więźby dachowej – rys. nr 1
 - 4.2. Przekroje A - A, B - B(B1- B1) i C - C(C1- C1) – rys. nr 2
 - 4.3. Przekroje D - D i E - E – rys. nr 3

OPIS TECHNICZNY

dotyczący zabezpieczenia na poddaszu budynku Delegatury Kuj.-Pom. U.W. we Włocławku przy ul. Brzeskiej 8 nie osłoniętych drewnianych elementów dachu środkiem ogniochronnym

1. Podstawa opracowania

- 1.1. Zlecenie Inwestora
- 1.2. Inwentaryzacja więźby dachowej - oględziny, pomiary i odkrywki drewnianych elementów konstrukcji dachu wykonane w lipcu 2019 r.
- 1.3. Ekspertyza p.poż dotycząca budynku przy ul. Brzeskiej 8
- 1.4. Obowiązujące normy PN i przepisy budowlane oraz literatura techniczna, a w tym:
 - Z. Stramski „Uwagi i wytyczne dotyczące ekspertyz mykologiczno-budowlanych” Wrocław 1997 r.
 - Instrukcja ITB nr 355/98 „Ochrona drewna budowlanego przed korozją biologiczną środkami chemicznymi. Wymagania i badania.”

2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest:

- zbadanie stanu technicznego więźby dachowej i pokrycia dachu,
- ustalenie stopnia odporności ogniowej elementów konstrukcji drewnianej więźby dachowej,
- podanie wniosków i zaleceń dotyczących zabezpieczenia przed destrukcją biologiczną oraz zabezpieczenia p.poż. elementów drewnianych więźby dachowej.

W ramach niniejszego opracowania wykonano następujące prace:

- zapoznano się z inwentaryzacją budowlano-architektoniczną obiektu,
- dokonano ogólnego przeglądu budynku,
- przeprowadzono oględziny poddasza,
- dokonano pomiarów oraz zbadano stopień zużycia elementów więźby dachowej,
- wykonano sprawdzające obliczenia statyczno-wytrzyma. elementów więźby dachowej.

3. Opis ogólny poddasza i dachu

Poddasze w budynku przy ul. Brzeskiej 8 nie jest użytkowane. Dostęp na poddasze jest możliwy z 2 klatek schodowych.

Dach w części frontowej jest dwuspadowy, a w oficynach jednospadowy kryty papą na deskowaniu. Dach nie posiada izolacji cieplnej.

Nachylenie połaci dachowej wynosi ok. 18° (ok. 32 %).

Konstrukcja więźby dachowej wykonana została jako drewniana typu płatwiowo - kleszczowego.

4. Opis szczegółowy dachu

Więzbę dachową wykonano jako drewnianą typu płatwiowo – kleszczowego.

Elementy więźby dachowej to:

- krokwie o wym. 9/13 cm i 7/13 cm w rozstawie co 100-110 cm
- płatwie o wym. 13/14 cm i 11/13 cm
- miecze o wym. 7/13 cm i 9/12 cm
- słupy o wym. 14/14 cm i 11/13 cm
- kleszcze o wym. 2*6/14 cm

Konstrukcję dachu w kierunku poprzecznym usztywniają kleszcze, a w kierunku podłużnym miecze. Dach pokryty jest papą na deskach gr.24 mm

5. Ocena stanu technicznego więźby dachowej

Przeprowadzone w ramach niniejszego opracowania badania, pomiary, odkrywki oraz obliczenia statyczne sprawdzające dotyczące elementów konstrukcyjnych więźby dachowej pozwalają na dokonanie oceny ich stopnia zużycia oraz nośności w warunkach pożarowych, a zatem przydatności do dalszego użytkowania.

Elementy więźby dachowej – krokwie, płatwie, miecze, kleszcze i słupy są w stanie dość zadowalającym. Niektóre krokwie przy kominach oraz niektóre płatwie w narożnikach budynku wykazują ślady dawnego zawilgocenia, które zostały spowodowane prawdopodobnie nieszczelnymi obróbkami dachowymi.

Krokiew w oficynie (zaznaczona na rzucie więźby dachowej – rys. nr 1) wykazuje ślady żerowania owadów – technicznych szkodników drewna (wielkość otworów wskazuje na występowanie spuszczela pospolitego – *Hylotrupes bajulus* L.).

Krokwie narożnikowe w oficynach o wym. 9/15 cm (Poz.1.2. na rzucie więźby dachowej – rys. nr 1) wykazują niewystarczającą nośność ze względu na obciążenie normowe.

Krokwie w części frontowej budynku (Poz.1.1. o wym. 9/13 cm), niektóre krokwie w oficynach (Poz.1.2. o wym. 9/15 cm i Poz.1.4. o wym.7/13 cm), niektóre płatwie (Poz.2.1. i Poz.2.2. o wym. 13/14 cm) oraz miecze (Poz.3. o wym.7/13 cm) nie spełniają warunku nośności z uwagi na warunki pożarowe.

6. **Wnioski i zalecenia**

Na podstawie przeprowadzonych oględzin, analizy technicznej elementów konstrukcji więźby dachowej budynku oraz obliczeń statycznych sprawdzających, a mając na uwadze bezpieczeństwo i żywotność obiektu stwierdza się, że omawiana więźba dachowa nadaje się do dalszego użytkowania.

W celu spełnienia powyższych zadań należy:

- wymienić krokiew w oficynie o wym. 9/13 cm ze śladami żerowania owadów - technicznych szkodników drewna (krokiew oznaczona na rys. nr 1);
- podeprzeć słupami drewnianymi o wym.12/12 cm krokwie narożnikowe w oficynach (Poz.1.2.);
- oczyścić mechanicznie szczotkami stalowymi powierzchnie zewnętrzne elementów więźby dachowej do uzyskania powierzchni czystego drewna, a następnie jako środka zwalczającego i zapobiegającego korozji biologicznej i jednocześnie środka ognioochronnego zastosować preparat Fobos M-4;
- w trakcie oczyszczania elementów konstrukcji więźby dachowej należy zwrócić uwagę na stan techniczny każdego elementu i w przypadku znaczącej korozji biologicznej element wymienić na nowy lub wzmocnić;
- Elementy więźby dachowej, które nie spełniają warunku nośności z uwagi na warunki pożarowe, tj. krokwie w części frontowej budynku (Poz.1.1.), część krokwi w oficynach (Poz.1.2. i Poz.1.4.), niektóre płatwie (Poz.2.1. i Poz.2.2.) oraz miecze (Poz.3.) należy zabezpieczyć przeciwpożarowo poprzez obudowanie ich płytami gipsowo-kartonowymi GKF ognioochronnymi gr.12,5 mm.

Planowany sposób realizacji projektowanego remontu budynku przy ul. Brzeskiej 8 we Włocławku nie stanowi zagrożenia dla bezpieczeństwa konstrukcji istniejących budynków sąsiednich.

Ze względu na charakter zabudowy szeregowej wzdłuż ulicy zalecane jest powiadomienie sąsiadów o terminach, charakterze i zakresie planowanych i prowadzonych robót budowlanych.

W przypadku powstania wątpliwości czy niejasności na etapie przygotowania lub wykonywania robót remontowych więźby dachowej, należy zwrócić się do autora opracowania o dodatkowe informacje lub wyjaśnienia.

7. **Zabiegi zabezpieczające konstrukcję drewnianą więźby dachowej**

Powierzchnie elementów więźby dachowej należy oczyścić mechanicznie szczotkami drucianymi. Jako środka zwalczającego i zapobiegającego korozji biologicznej i jednocześnie środka ognioochronnego dla powierzchni drewnianych wewnątrz budynku można zastosować preparat Fobos M-4.

Sposób stosowania preparatu Fobos M-4

Preparatem tym należy zabezpieczyć drewno w stanie czystym. Należy stosować 30% roztwór preparatu, tj. rozpuścić 1 kg preparatu w 2,3 l wody. Preparat należy stopniowo wsypywać do wody (w temp. +50°C), mieszając aż do jego całkowitego rozpuszczenia. Preparat należy nanosić przy użyciu pędzla lub metodą natrysku. Całkowita ilość roztworu Fobos M-4 naniesionego na 1 m² drewna powinna wynosić 0,6 l, co oznacza zużycie 200 g suchego preparatu na 1 m².

Zabiegi należy powtarzać kilkakrotnie, aż do naniesienia wymaganej ilości preparatu. Kolejne malowanie lub natryski należy wykonać po wyschnięciu uprzednio naniesionej warstwy.

W czasie impregnacji preparatem należy pracować w ubraniu roboczym i rękawicach ochronnych oraz unikać bez pośredniego kontaktu ze skórą.

Opracowała:

INFORMACJA BIOZ DLA ROBÓT BUDOWLANYCH

do projektu robót budowlanych polegających na zabezpieczeniu na poddaszu budynku Delegatury Kuj.-Pom. U.W. we Włocławku przy ul. Brzeskiej 8 nie osłoniętych drewnianych elementów dachu środkiem ogniochronnym

1. Podstawa opracowania

- Ustawa z dn. 7.07.1994 r. „Prawo budowlane” dotycząca podstawowych obowiązków projektanta przy opracowywaniu projektu w zakresie informacji dla planu BIOZ;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 6.02.2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. z dn.19.III.2003 r. nr 47, poz. 401);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 23.06.2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz.U. z dn.10.07.2003 r. nr 120, poz.1126).

2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia podczas robót budowlanych polegających na zabezpieczeniu na poddaszu budynku Delegatury Kuj.-Pom. U.W. we Włocławku przy ul. Brzeskiej 8 nie osłoniętych drewnianych elementów dachu środkiem ogniochronnym.

3. Wykaz zakresu robót

- Roboty demontażowe instalacji elektrycznej
- Roboty ciesielskie elementów konstrukcji drewnianej więźby dachowej
- Roboty impregnacyjne i odgrzybieniuowe elementów drewnianych więźby dachowej
- Roboty montażowe obudowy dolnej połaci dachu płytami gipsowo-kartonowym

4. Warunki bezpiecznego prowadzenia robót

- Przeszkolić pracowników z przepisów BHP ze wpisem do dziennika budowy;
- Zapewnić podstawowy sprzęt do udzielania pierwszej pomocy (apteczka pierwszej pomocy);
- Sprzęt do robót ciesielskich i montażowych płyt g-k musi być sprawny technicznie – posiadać odpowiednie osłony i być zabezpieczone przed porażeniem prądem;
- Roboty impregnacyjne powinny być prowadzone z uwzględnieniem instrukcji producenta stosowanego środka;
- Pracownicy wykonujący roboty związane z przygotowaniem podłoża pod impregnację (narażenie na pylenie) oraz w trakcie robót impregnacyjnych powinni być wyposażeni w środki ochrony indywidualnej (okulary, maseczki);
- Przed demontażem instalacji elektrycznej należy odłączyć prąd;
- Przestrzegać właściwą organizację pracy;
- Montaż instalacji elektrycznej powinien wykonywać pracownik posiadający uprawnienia do wykonywania instalacji elektrycznej.

5. Zagrożenia występujące podczas wykonywania robót

- Zatrucia organizmu lub podrażnienia i alergie w trakcie robót impregnacyjnych;
- Brak kontroli izolacji przewodów energetycznych sprzętu do robót ciesielskich i montażowych płyt gipsowo-kartonowych;
- Nie zachowanie warunków bezpiecznego transportu i składowania elementów kontr. drewnianej oraz płyt g-k do obudowy dolnej połaci dachu;
- Nieprzestrzeganie instrukcji obsługi urządzeń;
- Stosowanie niesprawnego sprzętu;
- Możliwość poślizgnięcia i urazów przez brak porządku na stanowisku pracy.

Opracowała:

OBLICZENIA STATYCZNE SPRAWDZAJĄCE

dotycząca zabezpieczenia na poddaszu budynku Delegatury Kuj.- Pom. U.W. we Włocławku przy ul. Brzeskiej 8 nie osłoniętych drewnianych elementów dachu środkiem ognioochronnym

Poz.1. **Krokwie**

Nachylenie połaci dachu:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{160 - 60}{320} = 0,313 \Rightarrow \alpha \approx 18^\circ - \cos \alpha = 0,951; \sin \alpha = 0,309$$

Obciążenie stałe na m2 połaci dachu :	„K” [kN/m2]	w	„O” [kN/m2]
- papa zgrzewalna (przyjęto)	0,05	1,2	0,06
- 2*papa na lepiku	0,10	1,2	0,12
- deski gr.24 mm	0,024*6,0	1,1	0,16
- krokwie o wym. 9/13 cm co ok.1,0 m	0,09*0,13*6,0/1,0	1,1	0,08
Obciążenie stałe	0,36		0,42

Obciążenie śniegiem (2 strefa):

Wg PN-80/B-02010/Az1 – $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$

Wg Z1-1 dla $\alpha = 18^\circ$ – $C_1 = 0,8$; $C_2 = 0,88$

$S_{k1} = 0,9 * 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2$

$S_{k2} = 0,9 * 0,88 = 0,79 \text{ kN/m}^2$

Współczynnik obciążenia $\gamma_f = 1,5$

Obciążenie wiatrem (I strefa):

Wg PN-B-02011/1977/Az1 – $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$

Wg Z1-3 dla $\alpha = 20^\circ$ – $C_{z1} = -0,9$; $C_{z2} = -0,4$

Przyjęto teren B - wg tabl.4: dla $z_1 = 11,0 \text{ m} < 20 \text{ m}$ – $C_{e1} = 0,55 + 0,02 * 11,0 = 0,77$

dla $z_2 = 13,0 \text{ m} < 20 \text{ m}$ – $C_{e2} = 0,55 + 0,02 * 13,0 = 0,81$

Przyjęto $C_{esr} = 0,5 * (0,77 + 0,81) = 0,79$

Przyjęto $\beta = 1,8$

$p_{k1} = 0,30 * (-0,9) * 0,79 * 1,8 = -0,38 \text{ kN/m}^2$ – ssanie

$p_{k2} = 0,30 * (-0,4) * 0,79 * 1,8 = -0,17 \text{ kN/m}^2$ – ssanie

Współczynnik obciążenia $\gamma_f = 1,5$

Przyjęto do obliczeń drewno kl.C22 – parametry wg tabl. Z-2.2.3-1 – PN-B-03150/2000/Az2:

$f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$; $f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}$; $f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}$

$E_{0,05} = 6,7 * 10^3 \text{ MPa}$; $E_{0,mean} = 10 * 10^3 \text{ MPa}$

Przyjęto klasę użytkowania 2 – wg tabl.3.2.5. – PN:

– $k_{mod1} = 0,60$ – jak dla obciążenia stałego

– $k_{mod2} = 0,90$ – jak dla obciążenia krótkotrwałego

Wg tabl.3.2.2. – PN – $\gamma_m = 1,3$

$$k_{mod\acute{s}r.} = \frac{0,6 * 0,36 + 0,9 * 0,79}{0,36 + 0,79} = 0,81$$

Wg tabl.3.2.2. – PN – $\gamma_m = 1,3$

$$f_{m,d} = \frac{0,81 * 22}{1,3} = 13,7 \text{ MPa}; \quad f_{c,0,d} = \frac{0,81 * 20}{1,3} = 12,5 \text{ MPa}; \quad f_{v,d} = \frac{0,81 * 2,4}{1,3} = 1,50 \text{ MPa}$$

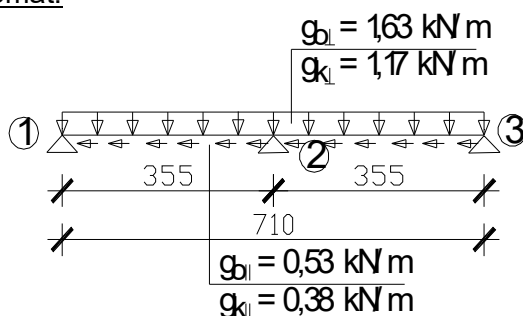
Poz.1.1. **Krokwie 2-przęsłowe nad częścią frontową**

Krokwie w rozstawie co $a = 100 - 110 \text{ cm}$

Obciążenie prostopadłe do połaci na m krokwi:		„K” [kN/m]	w	„O” [kN/m]
- obciążenie stałe	$0,36 \cdot 1,10 \cdot 0,951$ $0,42 \cdot 1,10 \cdot 0,951$	0,38		0,44
- obciążenie śniegiem	$0,79 \cdot 1,10 \cdot 0,951^2$	0,79	1,5	1,19
- obciążenie wiatrem – pominięto (ssanie)				
Obciążenie całkowite		1,17		1,63

Obciążenie równoległe do połaci na m krokwi:		„K” [kN/m]	w	„O” [kN/m]
- obciążenie stałe	$0,36 \cdot 1,10 \cdot 0,309$ $0,42 \cdot 1,10 \cdot 0,309$	0,12		0,14
- obciążenie śniegiem	$0,79 \cdot 1,10 \cdot 0,951 \cdot 0,309$	0,26	1,5	0,39
Obciążenie całkowite		0,38		0,53

Schemat:



$$V_1 = V_3 = 0,375 \cdot 1,63 \cdot 3,55 = 2,17 \text{ kN}; \quad V_2 = 1,25 \cdot 1,63 \cdot 3,55 = 7,23 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = M_2 = -0,125 \cdot 1,63 \cdot 3,55^2 = -2,57 \text{ kN}$$

$$M_{1-2} = M_{2-3} = 0,07 \cdot 1,63 \cdot 3,55^2 = 1,44 \text{ kN}$$

$$N_{1-2} = 0,53 \cdot 3,55 = 1,88 \text{ kN}$$

Krokwie o wym. 9/13 cm o parametrach przekroju:

$$W_x = \frac{9 \cdot 13^2}{6} = 253 \text{ cm}^3; \quad I_x = \frac{9 \cdot 13^3}{12} = 1647 \text{ cm}^4; \quad A = 9 \cdot 13 = 117 \text{ cm}^2; \quad i_x = \frac{13}{\sqrt{12}} = 3,75 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{355}{3,75} = 95 \quad - \quad \sigma_{c, \text{crit.}} = \frac{\pi^2 \cdot 6,7 \cdot 10^3}{95^2} = 7,32 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{\text{rel}} = \sqrt{\frac{20}{7,32}} = 1,653 \quad - \quad k = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,653 - 0,5) + 1,653^2] = 1,982$$

$$k_c = \frac{1}{1,982 + \sqrt{1,982^2 - 1,653^2}} = 0,325$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{1,88}{117 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 0,16 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{2,57}{253 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 10,16 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,16}{0,325 \cdot 12,5} + \frac{10,16}{13,7} = 0,04 + 0,74 = 0,78 < 1$$

Ugięcie:

$$u = \frac{5}{48} \cdot \frac{(1,44 : \sim 1,3) \cdot 3,55^2}{10 \cdot 10^6 \cdot 1647 \cdot 10^{-8}} \cdot 10^2 = 0,88 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = \frac{355}{200} = 1,78 \text{ cm}$$

Sprawdzenie nośności krokwi z uwagi na warunki pożarowe

Nośność elementów więzby dachowej niezabezpieczonych przez czas trwania pożaru, obliczono wg PN-EN 1995-1-2/2008 Eurokod5: „Projektowanie konstrukcji drewnianych. Część 1-2: Postanowienia ogólne. Projektowanie konstrukcji z uwagi na warunki pożarowe” Przyjęto czas oddziaływania pożaru $t = 15 \text{ min}$.

Obliczenie nośności elementów drewnianych z uwagi na warunki pożarowe obliczono wg p. 4.2.2. PN- EN, tj. metodą zredukowanego przekroju.

Obliczenie efektywnego przekroju poprzecznego:

Hipotetyczna obliczeniowa głębokość zwęglenia: $d_{char,n} = \beta_n \cdot t$

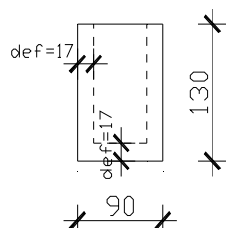
Wg tabl. 3.1 dla drewna litego $\beta_n = 0,8 \text{ mm/min}$

$d_{char,n} = 0,8 \cdot 15 = 12 \text{ mm}$

Efektywna głębokość zwęglenia: $d_{ef} = d_{char,n} + d_o \cdot k_o$

Wg tabl. 4.1 dla $t < 20 \text{ min}$ – $k_o = t/20 = 15/20 = 0,75$; $d_o = 7 \text{ mm}$

$d_{ef} = 12 + 7 \cdot 0,75 = 17 \text{ mm}$



$$W_x = \frac{(9 - 2 \cdot 1,7) \cdot (13 - 1,7)^2}{6} = 119 \text{ cm}^3; \quad A = (9 - 2 \cdot 1,7) \cdot (13 - 1,7) = 63 \text{ cm}^2$$

$$i_x = \frac{13 - 1,7}{\sqrt{12}} = 3,26 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{355}{3,26} = 109 \quad - \quad \sigma_{c,crit} = \frac{\pi^2 \cdot 6,7 \cdot 10^3}{109^2} = 5,57 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{5,57}} = 1,895 \quad - \quad k = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,895 - 0,5) + 1,895^2] = 2,435$$

$$k_c = \frac{1}{2,435 + \sqrt{2,435^2 - 1,895^2}} = 0,252$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{1,88}{63 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 0,30 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{2,57}{119 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 21,6 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,30}{0,252 \cdot 12,5} + \frac{21,6}{13,7} = 0,10 + 1,58 = 1,68 > 1$$

Krokwie nie spełniają warunków nośności ze względu na warunki pożarowe.

Przyjęto zabezpieczenie krokwi płytami gipsowo-kartonowymi GKF ognioochronnymi o grubości 12,5 mm.

Obciążenie prostopadłe do połaci na m krokwi:	„K” [kN/m]	w	„O” [kN/m]
- obciążenie stałe j.w. $0,36 \cdot 1,10 \cdot 0,951$ $0,42 \cdot 1,10 \cdot 0,951$	0,38		0,44
- ciężar płyt g-k gr,12,5 mm $0,0125 \cdot 8,0 \cdot 1,10 \cdot 0,951$	0,10	1,2	0,12
- obciążenie śniegiem $0,79 \cdot 1,10 \cdot 0,951^2$	0,79	1,5	1,19
- obciążenie wiatrem – pominięto (ssanie)			
Obciążenie całkowite	1,27		1,75

Obciążenie równoległe do połaci na m krokwi:	„K” [kN/m]	w	„O” [kN/m]
- obciążenie stałe $0,36 \cdot 1,10 \cdot 0,309$ $0,42 \cdot 1,10 \cdot 0,309$	0,12		0,14
- ciężar płyt g-k gr,12,5 mm $0,0125 \cdot 8,0 \cdot 1,10 \cdot 0,309$	0,03	1,2	0,04
- obciążenie śniegiem $0,79 \cdot 1,10 \cdot 0,951 \cdot 0,309$	0,26	1,5	0,39
Obciążenie całkowite	0,41		0,57

$$V_1 = V_3 = 0,375 \cdot 1,75 \cdot 3,55 = 2,33 \text{ kN}; \quad V_2 = 1,25 \cdot 1,75 \cdot 3,55 = 7,77 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = M_2 = -0,125 \cdot 1,75 \cdot 3,55^2 = -2,76 \text{ kN}$$

$$M_{1-2} = M_{2-3} = 0,07 \cdot 1,75 \cdot 3,55^2 = 1,54 \text{ kN}$$

$$N_{1-2} = 0,57 \cdot 3,55 = 2,02 \text{ kN}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{2,02}{117 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 0,17 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{2,76}{253 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 10,91 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,17}{0,325 \cdot 12,5} + \frac{10,91}{13,7} = 0,04 + 0,80 = 0,84 < 1$$

Ugięcie:

$$u = \frac{5}{48} \cdot \frac{(1,54 : \sim 1,3) \cdot 3,55^2}{10 \cdot 10^6 \cdot 1647 \cdot 10^{-8}} \cdot 10^2 = 0,94 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = \frac{355}{200} = 1,78 \text{ cm}$$

Alternatywa

Przyjęto nowe krokwie o wym. 8/18 cm z drewna kl.C27 – parametry wg tabl. Z-2.2.3-1 PN-B-03150/2000/Az2:

$$f_{m,k} = 27 \text{ MPa}; \quad f_{c,0,k} = 22 \text{ MPa}; \quad f_{v,k} = 2,8 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 8,0 \cdot 10^3 \text{ MPa}; \quad E_{0,\text{mean}} = 12 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

Przyjęto klasę użytkowania 2 – wg tabl.3.2.5. – PN:

– $k_{\text{mod}1} = 0,60$ – jak dla obciążenia stałego

– $k_{\text{mod}2} = 0,90$ – jak dla obciążenia krótkotrwałego

Wg tabl.3.2.2. – PN – $\gamma_m = 1,3$

$$k_{\text{mod} \text{śr.}} = \frac{0,6 \cdot 0,36 + 0,9 \cdot 0,79}{0,36 + 0,79} = 0,81$$

Wg tabl.3.2.2. – PN – $\gamma_m = 1,3$

$$f_{m,d} = \frac{0,81 \cdot 27}{1,3} = 16,8 \text{ MPa}; \quad f_{c,0,d} = \frac{0,81 \cdot 22}{1,3} = 13,7 \text{ MPa}; \quad f_{v,d} = \frac{0,81 \cdot 2,8}{1,3} = 1,74 \text{ MPa}$$

$$W_x = \frac{(8 - 2 \cdot 1,7) \cdot (18 - 1,7)^2}{6} = 204 \text{ cm}^3; \quad A = (8 - 2 \cdot 1,7) \cdot (18 - 1,7) = 75 \text{ cm}^2$$

$$i_x = \frac{18 - 1,7}{\sqrt{12}} = 4,70 \text{ cm}; \quad \lambda = \frac{355}{4,70} = 75,5 \quad - \quad \sigma_{c,\text{crit.}} = \frac{\pi^2 \cdot 8,0 \cdot 10^3}{75,5^2} = 13,84 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{\text{rel}} = \sqrt{\frac{22}{13,84}} = 1,261 \quad - \quad k = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,261 - 0,5) + 1,261^2] = 1,371$$

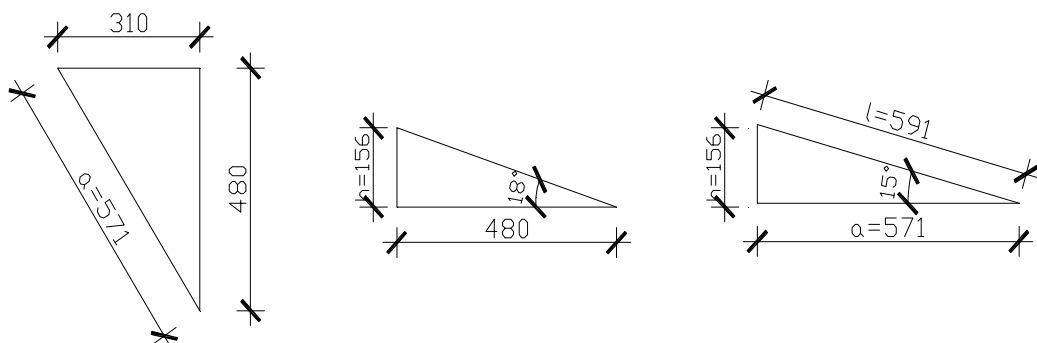
$$k_c = \frac{1}{1,371 + \sqrt{1,371^2 - 1,261^2}} = 0,524$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{1,88}{75 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 0,25 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{2,57}{204 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 12,6 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,25}{0,524 \cdot 13,7} + \frac{12,6}{16,8} = 0,03 + 0,75 = 0,78 < 1$$

Poz.1.2. Krokwie 1-przęsłowe narożnikowe w oficynach

Schemat krokwi:



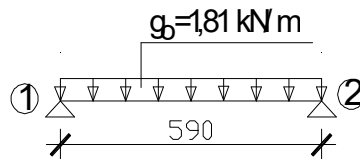
Nachylenie krokwi:

$$h = 480 \cdot \tan 18^\circ = 156 \text{ cm}; \quad a = \sqrt{310^2 + 480^2} = 571 \text{ cm}$$

$$\tan \beta = \frac{156}{571} = 0,273 \Rightarrow \beta \approx 15^\circ - \cos \beta = 0,966$$

Obciążenie prostopadłe do połaci na m krokwi:	„K” [kN/m]	w	„O” [kN/m]
- obciążenie stałe $0,36 \cdot 0,5 \cdot (1,60 + 0,40) \cdot \sim 1,2 \cdot 0,966$ $0,42 \cdot 0,5 \cdot (1,60 + 0,40) \cdot \sim 1,2 \cdot 0,966$	0,42		0,49
- obciążenie śniegiem $0,79 \cdot 0,5 \cdot (1,60 + 0,40) \cdot \sim 1,2 \cdot 0,966^2$	0,88	1,5	1,32
- obciążenie wiatrem – pominięto (ssanie)			
Obciążenie całkowite	1,30		1,81

Schemat:



$$R_1 = R_2 = 0,5 \cdot 1,81 \cdot 5,90 = 5,34 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = 0,125 \cdot 1,81 \cdot 5,90^2 = 7,88 \text{ kNm}$$

Krokwie o wym. 9/15 cm o parametrach przekroju:

$$W_x = \frac{9 \cdot 15^2}{6} = 337 \text{ cm}^3; \quad I_x = \frac{9 \cdot 15^3}{12} = 2531 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{7,88}{337 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 23,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{23,38}{13,7} = 1,71 > 1$$

Należy wymienić krokiew – przyjęto krokiew o wym. 12/20 cm z drewna kl.C27 (parametry wg Poz.1.1.)

Parametry przekroju:

$$W_x = \frac{12 \cdot 20^2}{6} = 800 \text{ cm}^3; \quad I_x = \frac{12 \cdot 20^3}{12} = 8000 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{7,88}{800 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 9,85 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{9,85}{16,8} = 0,59 < 1$$

Ugięcie:

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{1,30 \cdot 5,90^4}{12 \cdot 10^6 \cdot 8000 \cdot 10^{-8}} \cdot 10^2 = 2,14 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = \frac{590}{200} = 2,95 \text{ cm}$$

Alternatywa

Przyjęto podparcie istniejącej krokwi w połowie rozpiętości słupkiem o wym. 12/12 cm z drewna kl.C27

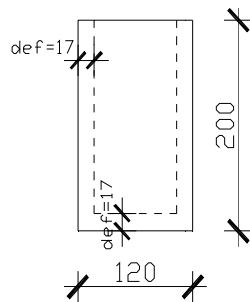
$$R_{\max} = 1,25 \cdot 1,81 \cdot 2,95 = 6,67 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = -0,125 \cdot 1,81 \cdot 2,95^2 = 1,96 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{1,96}{337 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 5,82 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{5,82}{13,7} = 0,42 < 1$$

Sprawdzenie nośności krokwi z uwagi na warunki pożarowe



$$W_x = \frac{(12 - 2 \cdot 1,7) \cdot (20 - 1,7)^2}{6} = 480 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{7,88}{480 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 16,42 \text{ MPa} \Rightarrow \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{16,42}{16,8} = 0,98 < 1$$

Nowe krokwie spełniają warunki nośności ze względu na warunki pożarowe.

Alternatywa

Istniejąca krokiew podparta w połowie rozpiętości słupkiem o wym. 12/12 cm

$$W_x = \frac{(9 - 2 \cdot 1,7) \cdot (15 - 1,7)^2}{6} = 165 \text{ cm}^3$$

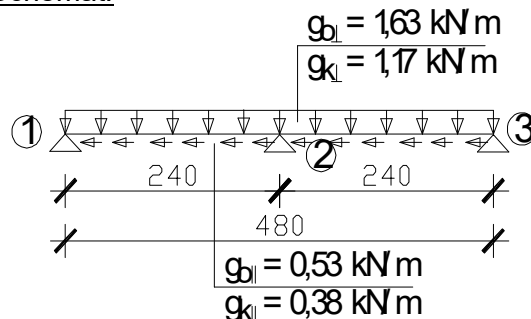
$$\sigma_{m,d} = \frac{1,96}{165 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 11,88 \text{ MPa} \Rightarrow \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{11,88}{13,7} = 0,87 < 1$$

Krokiew podparta słupkiem spełnia warunki nośności ze względu na warunki pożarowe.

Poz.1.3. Krokwie 2-przęsłowe w oficynie

Krokwie w rozstawie co $a = 100 - 110$ cm obciążone jak w Poz.1.1.

Schemat:



$$V_1 = V_3 = 0,375 \cdot 1,63 \cdot 2,40 = 1,47 \text{ kN}; \quad V_2 = 1,25 \cdot 1,63 \cdot 2,40 = 4,89 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = M_2 = -0,125 \cdot 1,63 \cdot 2,40^2 = -1,17 \text{ kN}$$

$$M_{1-2} = M_{2-3} = 0,07 \cdot 1,63 \cdot 2,40^2 = 0,66 \text{ kN}$$

$$N_{1-2} = 0,53 \cdot 2,40 = 1,27 \text{ kN}$$

Krokwie o wym. 9/13 cm o parametrach przekroju jak w Poz.1.1.

$$\lambda = \frac{240}{3,75} = 64 \quad - \quad \sigma_{c,crit} = \frac{\pi^2 \cdot 6,7 \cdot 10^3}{64^2} = 16,13 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{16,13}} = 1,114 \quad - \quad k = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,114 - 0,5) + 1,114^2] = 1,182$$

$$k_c = \frac{1}{1,182 + \sqrt{1,182^2 - 1,114^2}} = 0,634$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{1,27}{117 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{1,17}{253 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 4,62 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,11}{0,634 * 12,5} + \frac{4,62}{13,7} = 0,01 + 0,34 = 0,35 < 1$$

Ugięcie:

$$u = \frac{5}{48} * \frac{(0,66 : \sim 1,3) * 2,40^2}{10 * 10^6 * 1647 * 10^{-8}} * 10^2 = 0,19 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = \frac{240}{200} = 1,20 \text{ cm}$$

Sprawdzenie nośności krokwi z uwagi na warunki pożarowe

Krokwie o wym. 9/13 cm o parametrach efektywnego przekroju poprzecznego – wg Poz.1.1.

$$\lambda = \frac{240}{3,26} = 73 \quad - \quad \sigma_{c,crit.} = \frac{\pi^2 * 6,7 * 10^3}{73^2} = 12,40 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{12,40}} = 1,270 \quad - \quad k = 0,5 * [1 + 0,2 * (1,270 - 0,5) + 1,270^2] = 1,384$$

$$k_c = \frac{1}{1,384 + \sqrt{1,384^2 - 1,270^2}} = 0,517$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{1,27}{63 * 10^{-4}} * 10^{-3} = 0,20 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{1,17}{119 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 9,83 \text{ MPa}$$

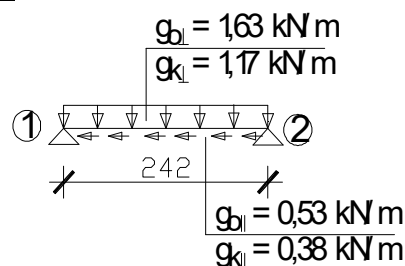
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,20}{0,517 * 12,5} + \frac{9,83}{13,7} = 0,03 + 0,71 = 0,74 < 1$$

Krokwie spełniają warunki nośności ze względu na warunki pożarowe

Poz.1.4. Krokwie 1-przęsłowe w oficynie

Krokwie w rozstawie co $a = 100 - 110 \text{ cm}$ obciążone jak w Poz.1.1.

Schemat:



$$l_0 = 230 / 0,951 = 242 \text{ cm}$$

$$R_1 = R_2 = 0,5 * 1,63 * 2,42 = 1,97 \text{ kN}$$

$$M_{max} = 0,125 * 1,63 * 2,42^2 = 1,19 \text{ kNm}$$

$$N = 0,52 * 2,42 * 0,5 = 0,63 \text{ kN}$$

Krokwie o wym 7/13 cm o parametrach przekroju:

$$W_x = \frac{7 * 13^2}{6} = 197 \text{ cm}^3; \quad I_x = \frac{7 * 13^3}{12} = 1282 \text{ cm}^4; \quad A = 7 * 13 = 91 \text{ cm}^2; \quad i_x = \frac{13}{\sqrt{12}} = 3,75 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{242}{3,75} = 65 \quad - \quad \sigma_{c,crit.} = \frac{\pi^2 * 6,7 * 10^3}{65^2} = 15,64 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{15,64}} = 1,131 \quad - \quad k = 0,5 * [1 + 0,2 * (1,131 - 0,5) + 1,131^2] = 1,203$$

$$k_c = \frac{1}{1,203 + \sqrt{1,203^2 - 1,131^2}} = 0,620$$

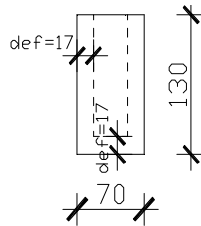
$$\sigma_{c,0,d} = \frac{0,63}{91 * 10^{-4}} * 10^{-3} = 0,07 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{1,19}{197 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 6,04 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,07}{0,620 * 12,5} + \frac{6,04}{13,7} = 0,01 + 0,44 = 0,45 < 1$$

Ugięcie:

$$u = \frac{5}{384} * \frac{1,17 * 2,42^4}{10 * 10^6 * 1282 * 10^{-8}} * 10^2 = 0,41 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = \frac{242}{200} = 1,21 \text{ cm}$$

Sprawdzenie nośności krokwi z uwagi na warunki pożarowe



$$W_x = \frac{(7 - 2 * 1,7) * (13 - 1,7)^2}{6} = 77 \text{ cm}^3; \quad A = (7 - 2 * 1,7) * (13 - 1,7) = 40 \text{ cm}^2$$

$$i_x = \frac{13 - 1,7}{\sqrt{12}} = 3,26 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{242}{3,26} = 74 \quad - \quad \sigma_{c,crit} = \frac{\pi^2 * 6,7 * 10^3}{74^2} = 12,06 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{12,06}} = 1,288 \quad - \quad k = 0,5 * [1 + 0,2 * (1,288 - 0,5) + 1,288^2] = 1,408$$

$$k_c = \frac{1}{1,408 + \sqrt{1,408^2 - 1,288^2}} = 0,506$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{0,63}{40 * 10^{-4}} * 10^{-3} = 0,16 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{1,19}{77 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 15,45 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,16}{0,506 * 12,5} + \frac{15,45}{13,7} = 0,03 + 1,13 = 1,16 > 1$$

Krokwie nie spełniają warunków nośności ze względu na warunki pożarowe.

Przyjęto zabezpieczenie krokwi płytami gipsowo-kartonowymi GKF ognioochronnymi o grubości 12,5 mm.

Alternatywa

Przyjęto nowe krokwie o wym. 8/14 cm z drewna kl.C27 – parametry drewna wg Poz.1.1.

$$W_x = \frac{(8 - 2 * 1,7) * (14 - 1,7)^2}{6} = 116 \text{ cm}^3; \quad A = (8 - 2 * 1,7) * (14 - 1,7) = 57 \text{ cm}^2$$

$$i_x = \frac{14 - 1,7}{\sqrt{12}} = 3,55 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{242}{3,55} = 68 \quad - \quad \sigma_{c,crit} = \frac{\pi^2 * 8,0 * 10^3}{68^2} = 17,06 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{22}{17,06}} = 1,136 \quad - \quad k = 0,5 * [1 + 0,2 * (1,136 - 0,5) + 1,136^2] = 1,209$$

$$k_c = \frac{1}{1,209 + \sqrt{1,209^2 - 1,136^2}} = 0,616$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{0,63}{57 * 10^{-4}} * 10^{-3} = 0,11 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{1,19}{116 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 10,26 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,11}{0,616 * 13,7} + \frac{10,26}{16,8} = 0,01 + 0,61 = 0,62 < 1$$

Poz.2. Płatwie

Poz.2.1. Płatew o rozp.3,7 m w części frontowej

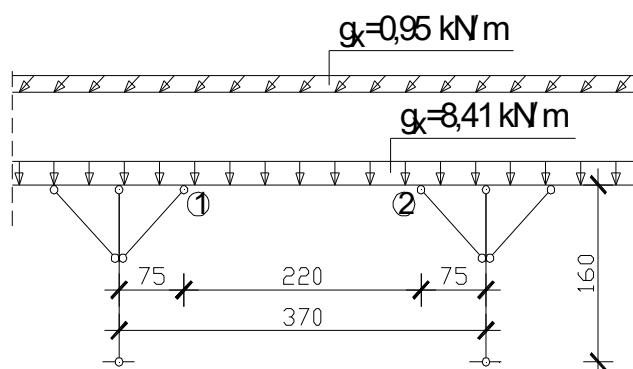
Obciążenie pionowe na m:		„K” [kN/m]	w	„O” [kN/m]
- stałe z Poz.1.	$0,36 \cdot (0,5 \cdot 3,40 + 3,40) / 0,951$ $0,42 \cdot (0,5 \cdot 3,40 + 3,40) / 0,951$	1,93		2,25
- ciężar własny	$0,13 \cdot 0,14 \cdot 6,0$	0,11	1,1	0,12
- obciążenie śniegiem	$0,79 \cdot (0,5 \cdot 3,40 + 3,40)$	4,03	1,5	6,04
Obciążenie całkowite	$g_x =$	6,07		8,41

Obciążenie poziome od parcia wiatru:

$$g_{ky} = 0,38 \cdot [(0,5 \cdot 3,4 + 3,4) / 0,951] \cdot 0,309 = 0,63 \text{ kN/m}$$

$$g_y = 0,63 \cdot 1,5 = 0,95 \text{ kN/m}$$

Schemat:



Wielkości statyczne od obciążenia pionowego:

$$R_{1x} = R_{2x} = 8,41 \cdot 0,5 \cdot 3,70 = 15,56 \text{ kN}$$

$$M_{x,max} = \sim 0,100 \cdot 8,41 \cdot 2,20^2 = 4,07 \text{ kNm}$$

Wielkości statyczne od obciążenia poziomego:

$$R_{1y} = R_{2y} = 0,95 \cdot 0,5 \cdot 3,70 = 1,76 \text{ kN}$$

$$M_{y,max} = 0,125 \cdot 0,95 \cdot 3,70^2 = 1,63 \text{ kNm}$$

Płatwie o wym. 13/14 cm o parametrach przekroju:

$$W_x = \frac{13 \cdot 14^2}{6} = 425 \text{ cm}^3; \quad I_x = \frac{13 \cdot 14^3}{12} = 2973 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{14 \cdot 13^2}{6} = 394 \text{ cm}^3; \quad I_y = \frac{14 \cdot 13^3}{12} = 2563 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{m,dx} = \frac{4,07}{424 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 9,60 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,dy} = \frac{1,63}{394 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 4,13 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} = \frac{9,60}{13,7} + 0,7 \cdot \frac{4,13}{13,7} = 0,70 + 0,21 = 0,91 < 1$$

Ścinanie

$$\tau_v = 1,5 \cdot \frac{15,56}{13 \cdot 14} \cdot 10^3 = 1,28 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,50 \text{ MPa}$$

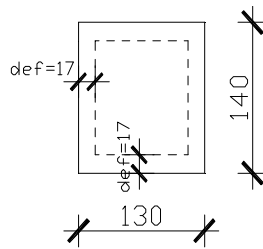
Ugięcie:

$$u_x = \frac{5}{48} \cdot \frac{(4,07 : \sim 1,3) \cdot 2,2^2}{10 \cdot 10^6 \cdot 2973 \cdot 10^{-8}} \cdot 10^2 = 0,53 \text{ cm} < u_{net,fin} = \frac{220}{200} = 1,1 \text{ cm}$$

$$u_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,63 \cdot 3,7^4}{10 \cdot 10^6 \cdot 2563 \cdot 10^{-8}} \cdot 10^2 = 0,60 \text{ cm} < u_{net,fin} = \frac{370}{200} = 1,85 \text{ cm}$$

$$u = \sqrt{0,53^2 + 0,60^2} = 0,81 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = 1,1 \text{ cm}$$

Sprawdzenie nośności płatwi z uwagi na warunki pożarowe



$$W_x = \frac{(13 - 2 \cdot 1,7)(14 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 180 \text{ cm}^3; \quad W_y = \frac{(14 - 2 \cdot 1,7) \cdot (13 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 178 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{m,dx} = \frac{4,07}{180 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 22,61 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,dy} = \frac{1,63}{178 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 9,16 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} = \frac{22,61}{13,7} + 0,7 \cdot \frac{9,16}{13,7} = 1,65 + 0,47 = 2,12 > 1$$

Płatew nie spełnia warunków nośności ze względu na warunki pożarowe.

Przyjęto zabezpieczenie płatwi płytami gipsowo-kartonowymi GKF ognioochronnymi o grubości 12,5 mm.

Alternatywa

Przyjęto nową płatew o wym. 14/20 cm z drewna kl.C27 – parametry drewna wg Poz.1.1.

$$W_x = \frac{(14 - 2 \cdot 1,7)(20 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 487 \text{ cm}^3; \quad W_y = \frac{(20 - 2 \cdot 1,7) \cdot (14 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 311 \text{ cm}^3$$

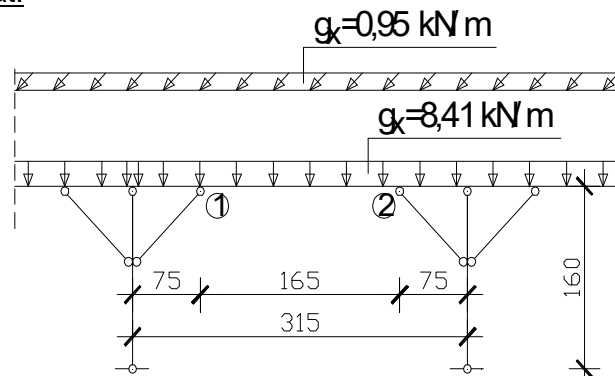
$$\sigma_{m,dx} = \frac{4,07}{487 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 8,36 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,dy} = \frac{1,63}{311 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 5,24 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} = \frac{8,36}{16,8} + 0,7 \cdot \frac{5,24}{16,8} = 0,50 + 0,22 = 0,72 < 1$$

Nowa płatew spełnia warunki nośności ze względu na warunki pożarowe.

Poz.2.2. Płatwie o rozp.3,15 – 3,0 m w części frontowej

Schemat:



Wielkości statyczne od obciążenia pionowego:

$$R_{1x} = R_{2x} = 8,41 \cdot 0,5 \cdot 3,15 = 13,25 \text{ kN}$$

$$M_{x,\max} = \sim 0,100 \cdot 8,41 \cdot 1,65^2 = 2,29 \text{ kNm}$$

Wielkości statyczne od obciążenia poziomego:

$$R_{1y} = R_{2y} = 0,95 \cdot 0,5 \cdot 3,15 = 1,50 \text{ kN}$$

$$M_{x,\max} = 0,125 \cdot 0,95 \cdot 3,15^2 = 1,18 \text{ kNm}$$

Płatwie o wym. 13/14 cm o parametrach przekroju jak w Poz.2.1.:

$$\sigma_{m,dx} = \frac{2,29}{424 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 5,40 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,dy} = \frac{1,18}{394 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 3,00 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} + 0,7 * \frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} = \frac{5,40}{13,7} + 0,7 * \frac{3,00}{13,7} = 0,39 + 0,15 = 0,54 < 1$$

Ścinanie

$$\tau_v = 1,5 * \frac{13,25}{13 * 14} * 10^3 = 1,09 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,50 \text{ MPa}$$

Ugięcie:

$$u_x = \frac{5}{48} * \frac{(2,29 : \sim 1,3) * 1,65^2}{10 * 10^6 * 2973 * 10^{-8}} * 10^2 = 0,17 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = \frac{165}{200} = 0,83 \text{ cm}$$

$$u_y = \frac{5}{384} * \frac{0,63 * 3,15^4}{10 * 10^6 * 2563 * 10^{-8}} * 10^2 = 0,31 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = \frac{315}{200} = 1,57 \text{ cm}$$

$$u = \sqrt{0,17^2 + 0,31^2} = 0,35 \text{ cm} < u_{\text{net,fin}} = 0,83 \text{ cm}$$

Sprawdzenie nośności płatwi z uwagi na warunki pożarowe

Płatwie o wym. 13/14 cm o parametrach efektywnego przekroju poprzecznego – wg Poz.2.1.

$$\sigma_{m,dx} = \frac{2,29}{180 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 12,72 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,dy} = \frac{1,18}{178 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 6,63 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} + 0,7 * \frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} = \frac{12,27}{13,7} + 0,7 * \frac{6,63}{13,7} = 0,90 + 0,34 = 1,24 > 1$$

Płatew nie spełnia warunków nośności ze względu na warunki pożarowe.

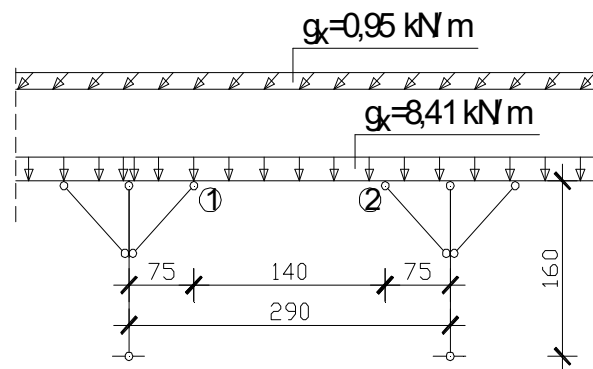
Przyjęto zabezpieczenie płatwi płytami gipsowo-kartonowymi GKF ognioochronnymi o grubości 12,5 mm.

Alternatywa

Przyjęto nową płatew o wym. 14/20 cm z drewna kl.C27.

Poz.2.3. Płatwie o rozp.2,90 – 2,0 m w części frontowej

Schemat:



Wielkości statyczne od obciążenia pionowego:

$$R_{1x} = R_{2x} = 8,41 * 0,5 * 2,90 = 12,19 \text{ kN}$$

$$M_{x,\max} = \sim 0,100 * 8,41 * 1,40^2 = 1,65 \text{ kNm}$$

Wielkości statyczne od obciążenia poziomego:

$$R_{1y} = R_{2y} = 0,95 * 0,5 * 2,90 = 1,38 \text{ kN}$$

$$M_{x,\max} = 0,125 * 0,95 * 2,90^2 = 1,00 \text{ kNm}$$

Sprawdzenie nośności płatwi z uwagi na warunki pożarowe

Płatwie o wym. 13/14 cm o parametrach efektywnego przekroju poprzecznego – wg Poz.2.1.

$$\sigma_{m,dx} = \frac{1,65}{180 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 9,17 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,dy} = \frac{1,00}{178 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 5,61 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} + 0,7 * \frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} = \frac{9,17}{13,7} + 0,7 * \frac{5,61}{13,7} = 0,67 + 0,29 = 0,96 < 1$$

Płatwie spełniają warunki nośności ze względu na warunki pożarowe.

Poz.2.4. Platew o rozp.3,50 m w oficynie

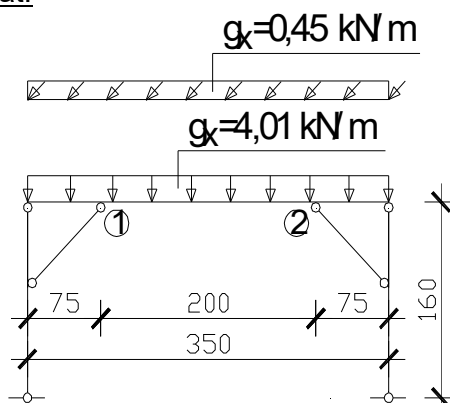
Obciążenie pionowe na m:		„K” [kN/m]	w	„O” [kN/m]
- stałe z Poz.1.	0,36*0,5*4,80 / 0,951 0,42*0,5*4,80 / 0,951	0,91		1,06
- ciężar własny	0,11*0,13*6,0	0,09	1,1	0,10
- obciążenie śniegiem	0,79*0,5*4,80	1,90	1,5	2,85
Obciążenie całkowite	$g_x =$	2,90		4,01

Obciążenie poziome od parcia wiatru:

$$g_{ky} = 0,38 * (0,5 * 4,80 / 0,951) * 0,309 = 0,30 \text{ kN/m}$$

$$g_y = 0,30 * 1,5 = 0,45 \text{ kN/m}$$

Schemat:



Wielkości statyczne od obciążenia pionowego:

$$R_{1x} = R_{2x} = 4,01 * 0,5 * 3,50 = 7,01 \text{ kN}$$

$$M_{x,max} = \sim 0,100 * 4,01 * 2,00^2 = 1,60 \text{ kNm}$$

Wielkości statyczne od obciążenia poziomego:

$$R_{1y} = R_{2y} = 0,45 * 0,5 * 3,50 = 0,79 \text{ kN}$$

$$M_{y,max} = 0,125 * 0,45 * 3,50^2 = 0,69 \text{ kNm}$$

Platwie o wym. 11/13 cm o parametrach przekroju:

$$W_x = \frac{11 * 13^2}{6} = 310 \text{ cm}^3; \quad I_x = \frac{11 * 13^3}{12} = 2014 \text{ cm}^4$$

$$W_y = \frac{13 * 11^2}{6} = 262 \text{ cm}^3; \quad I_y = \frac{13 * 11^3}{12} = 1442 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_{m,dx} = \frac{1,60}{310 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 5,16 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,dy} = \frac{0,69}{262 * 10^{-6}} * 10^{-3} = 2,63 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} + 0,7 * \frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} = \frac{5,16}{13,7} + 0,7 * \frac{2,63}{13,7} = 0,38 + 0,13 = 0,51 < 1$$

Ścinanie

$$\tau_v = 1,5 * \frac{7,01}{11 * 13} * 10^3 = 0,74 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,50 \text{ MPa}$$

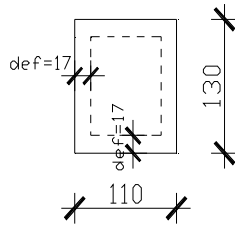
Ugięcie:

$$u_x = \frac{5}{48} * \frac{(1,60 : \sim 1,3) * 2,00^2}{10 * 10^6 * 2014 * 10^{-8}} * 10^2 = 0,25 \text{ cm} < u_{net,fin} = \frac{200}{200} = 1,00 \text{ cm}$$

$$u_y = \frac{5}{384} * \frac{0,30 * 3,50^4}{10 * 10^6 * 1442 * 10^{-8}} * 10^2 = 0,41 \text{ cm} < u_{net,fin} = \frac{350}{200} = 1,75 \text{ cm}$$

$$u = \sqrt{0,25^2 + 0,41^2} = 0,48 \text{ cm} < u_{net,fin} = 1,00 \text{ cm}$$

Sprawdzenie nośności płatwi z uwagi na warunki pożarowe



$$W_x = \frac{(11 - 2 \cdot 1,7)(13 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 117 \text{ cm}^3; \quad W_y = \frac{(13 - 2 \cdot 1,7) \cdot (11 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 92 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{m,dx} = \frac{1,60}{117 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 13,68 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,dy} = \frac{0,69}{92 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 7,50 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} = \frac{13,68}{13,7} + 0,7 \cdot \frac{7,50}{13,7} = 1,00 + 0,38 = 1,38 > 1$$

Płatew nie spełnia warunków nośności ze względu na warunki pożarowe.

Przyjęto zabezpieczenie płatwi płytami gipsowo-kartonowymi GKF ognioochronnymi o grubości 12,5 mm.

Alternatywa

Przyjęto nową płatew o wym. 12 / 16 cm z drewna kl.C27 – parametry drewna wg Poz.1.1.

$$W_x = \frac{(12 - 2 \cdot 1,7)(16 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 228 \text{ cm}^3; \quad W_y = \frac{(16 - 2 \cdot 1,7) \cdot (12 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 194 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{m,dx} = \frac{1,60}{228 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 7,02 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,dy} = \frac{0,69}{194 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 3,56 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} + 0,7 \cdot \frac{\sigma_{m,dx}}{f_{m,d}} = \frac{7,02}{16,8} + 0,7 \cdot \frac{3,56}{16,8} = 0,42 + 0,15 = 0,57 < 1$$

Nowa płatew spełnia warunki nośności ze względu na warunki pożarowe.

Poz.3. Miecze

Miecze drewniane o wym. 7/13 cm – nachylenie $\alpha \approx 45^\circ$

Reakcja z płatwi wg Poz.2.1: $R = 15,56 \text{ kN}$

$$\text{Siła osiowa w mieczu: } N = \frac{R}{\sin \alpha} = \frac{15,56}{0,707} = 22,0 \text{ kN}$$

Przyjęto działanie siły N na mimośrodku $e \approx 2 \text{ cm}$ – $M = 22,0 \cdot 0,02 = 0,44 \text{ kNm}$

Przyjęto miecze z drewna kl.22 – parametry j.w.

Długość miecza $l_0 = 70 \cdot \sqrt{2} \approx 100 \text{ cm}$

$$W_x = \frac{7 \cdot 13^2}{6} = 197 \text{ cm}^3; \quad A = 7 \cdot 13 = 91 \text{ cm}^2; \quad i_x = \frac{7}{\sqrt{12}} = 2,02 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{100}{2,02} = 49,5 \quad - \quad \sigma_{c,crit.} = \frac{\pi^2 \cdot 6,7 \cdot 10^3}{49,5^2} = 27,0 \text{ MPa}$$

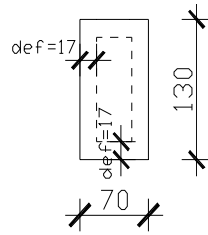
$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{27,0}} = 0,861 \quad - \quad k = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,861 - 0,5) + 0,861^2] = 0,907$$

$$k_c = \frac{1}{0,907 + \sqrt{0,907^2 - 0,861^2}} = 0,839$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{22,0}{91 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 2,42 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{0,44}{197 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 2,23 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{2,42}{0,839 \cdot 12,5} + \frac{2,23}{13,7} = 0,23 + 0,16 = 0,39 < 1$$

Sprawdzenie nośności miecza z uwagi na warunki pożarowe



$$W_x = \frac{(7 - 2 \cdot 1,7) \cdot (13 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 55 \text{ cm}^3; \quad A = (7 - 2 \cdot 1,7) \cdot (13 - 2 \cdot 1,7) = 35 \text{ cm}^2$$

$$i_x = \frac{7 - 2 \cdot 1,7}{\sqrt{12}} = 1,04 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{100}{1,04} = 96 \quad - \quad \sigma_{c,crit.} = \frac{\pi^2 \cdot 6,7 \cdot 10^3}{96^2} = 7,17 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{7,17}} = 1,670 \quad - \quad k = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,670 - 0,5) + 1,670^2] = 2,011$$

$$k_c = \frac{1}{2,011 + \sqrt{2,011^2 - 1,670^2}} = 0,319$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{22,0}{35 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 6,29 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{0,44}{55 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 8,00 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{6,29}{0,319 \cdot 12,5} + \frac{8,00}{13,7} = 1,58 + 0,58 = 2,16 > 1$$

Miecze nie spełniają warunków nośności ze względu na warunki pożarowe.
Przyjęto zabezpieczenie krokwi płytami gipsowo-kartonowymi GKF ognioochronnymi o grubości 12,5 mm.

Alternatywa

Przyjęto nowe miecze o wym. 12/12 cm z drewna kl.C27 – parametry drewna wg Poz.1.1.

$$W_x = \frac{(12 - 2 \cdot 1,7) \cdot (12 - 2 \cdot 1,7)^2}{6} = 106 \text{ cm}^3; \quad A = (12 - 2 \cdot 1,7) \cdot (12 - 2 \cdot 1,7) = 77 \text{ cm}^2$$

$$i_x = \frac{12 - 2 \cdot 1,7}{\sqrt{12}} = 2,48 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{100}{2,48} = 40 \quad - \quad \sigma_{c,crit.} = \frac{\pi^2 \cdot 8,0 \cdot 10^3}{40^2} = 49,3 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{22}{49,3}} = 0,446 < 0,5 \quad \Rightarrow \quad k_c = 1,00$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{22,0}{77 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 2,86 \text{ MPa}; \quad \sigma_{m,d} = \frac{0,44}{106 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3} = 4,15 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{3,14}{1,0 \cdot 13,7} + \frac{4,15}{16,8} = 0,23 + 0,25 = 0,48 < 1$$

Nowe miecze spełniają warunki nośności ze względu na warunki pożarowe

Poz.4. Słupy

Poz.4.1. Słupy w budynku frontowym

Obciążenie pionowe:	„K” [kN]	w	„O” [kN]
- stałe z dachu wg Poz.2.1. $1,93 \cdot 0,5 \cdot (3,70 + 2,90)$	6,37		
$2,25 \cdot 0,5 \cdot (3,70 + 2,90)$			7,43
- ciężar własny płatwi $0,13 \cdot 0,14 \cdot 6,0 \cdot 0,5 \cdot (3,70 + 2,90)$	0,36	1,1	0,40
- ciężar mieczy $2 \cdot 0,07 \cdot 0,13 \cdot 6,0 \cdot 1,0$	0,11	1,1	0,12
- ciężar własny słupa $0,14 \cdot 0,14 \cdot 1,6 \cdot 6,0$	0,19	1,1	0,21
- obciążenie śniegiem $0,79 \cdot (0,5 \cdot 3,40 + 3,40) \cdot 0,5 \cdot (3,70 + 2,90)$	13,30	1,5	19,95
Obciążenie całkowite	20,33		28,11

Słupy drewniane o wym. 14/14 cm o wysokość $l_0 = 160$ cm

$$A = 14 \cdot 14 = 196 \text{ cm}^2; \quad i_x = \frac{14}{\sqrt{12}} = 4,04 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{160}{4,04} = 39,6 \quad - \quad \sigma_{c,crit.} = \frac{\pi^2 \cdot 6,7 \cdot 10^3}{39,6^2} = 42,1 \text{ MPa}$$

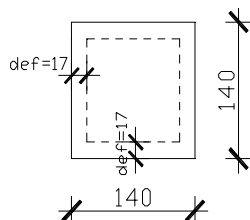
$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{42,1}} = 0,689 \quad - \quad k = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,689 - 0,5) + 0,689^2] = 0,756$$

$$k_c = \frac{1}{0,756 + \sqrt{0,756^2 - 0,689^2}} = 0,937$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{28,1}{196 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 1,43 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} = \frac{1,43}{0,937 \cdot 12,5} = 0,12 < 1$$

Sprawdzenie nośności słupa z uwagi na warunki pożarowe



$$A = (14 - 2 \cdot 1,7) \cdot (14 - 2 \cdot 1,7) = 112 \text{ cm}^2; \quad i_x = \frac{14 - 2 \cdot 1,7}{\sqrt{12}} = 3,06 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{160}{3,06} = 52 \Rightarrow \sigma_{c,crit.} = \frac{\pi^2 \cdot 6,7 \cdot 10^3}{52^2} = 24,4 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{24,4}} = 0,905 \Rightarrow k = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,905 - 0,5) + 0,905^2] = 0,950$$

$$k_c = \frac{1}{0,950 + \sqrt{0,950^2 - 0,905^2}} = 0,807$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{28,1}{112 \cdot 10^{-4}} \cdot 10^{-3} = 2,51 \text{ MPa} \Rightarrow \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} = \frac{2,51}{0,807 \cdot 12,5} = 0,25 < 1$$

Słupy spełniają warunki nośności ze względu na warunki pożarowe.

Poz.4.2. Słupy w oficynie

Obciążenie pionowe:		„K” [kN]	w	„O” [kN]
- stałe z dachu wg Poz.2.1.	0,91*0,5*3,50	1,59		
	1,06*0,5*3,50			1,86
- ciężar własny płatwi	0,11*0,13*6,0*0,5*3,50	0,15	1,1	0,17
- ciężar miecza	0,09*0,12*6,0*1,0	0,06	1,1	0,07
- ciężar własny słupa	0,11*0,13*1,6*6,0	0,14	1,1	0,15
- obciążenie śniegiem	0,79*0,5*4,80*0,5*3,50	3,32	1,5	4,98
Obciążenie całkowite		5,26		7,23

Słupy drewniane o wym.11/13 cm o wysokość $l_0 = 160$ cm

$$A = 11 \cdot 13 = 143 \text{ cm}^2; \quad i_x = \frac{11}{\sqrt{12}} = 3,18 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{160}{3,18} = 50 \quad - \quad \sigma_{c,crit.} = \frac{\pi^2 * 6,7 * 10^3}{50^2} = 26,42 \text{ MPa}$$

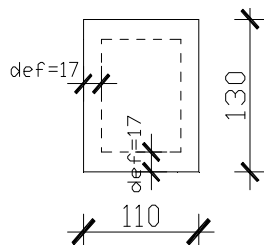
$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{26,42}} = 0,870 \quad - \quad k = 0,5 * [1 + 0,2 * (0,870 - 0,5) + 0,870^2] = 0,916$$

$$k_c = \frac{1}{0,916 + \sqrt{0,916^2 - 0,870^2}} = 0,832$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{7,23}{143 * 10^{-4}} * 10^{-3} = 0,51 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} = \frac{0,51}{0,832 * 12,5} = 0,05 < 1$$

Sprawdzenie nośności słupa z uwagi na warunki pożarowe



$$A = (11 - 2 * 1,7) * (13 - 2 * 1,7) = 73 \text{ cm}^2; \quad i_x = \frac{11 - 2 * 1,7}{\sqrt{12}} = 2,19 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{160}{2,19} = 73 \Rightarrow \sigma_{c,crit.} = \frac{\pi^2 * 6,7 * 10^3}{73^2} = 12,4 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{20}{12,4}} = 1,270 \Rightarrow k = 0,5 * [1 + 0,2 * (1,270 - 0,5) + 1,270^2] = 1,384$$

$$k_c = \frac{1}{1,384 + \sqrt{1,384^2 - 1,270^2}} = 0,517$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{7,23}{73 * 10^{-4}} * 10^{-3} = 1,00 \text{ MPa} \Rightarrow \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} = \frac{1,00}{0,517 * 12,5} = 0,15 < 1$$

Słupy spełniają warunki nośności ze względu na warunki pożarowe.

Obliczyła: