

Dworzec w Czerwonaku

OPINIA TECHNICZA STANU WSKAZANYCH PRZEZ ZAMAWIAJĄCEGO ELEMENTÓW BUDYNKU

A U T O R :
MGR INŻ. SZYMON CZYŻAK
upr. bud. 7131/185/P/2002
w specjalności konstrukcyjno - budowlanej

I N W E S T O R :
GMINA CZERWONAK
ul. Źródłana 39
62-004 Czerwonak

BUGAJ
KWIECIEŃ 2014

Spis treści

Dane wstępne.....	4
Akty prawne i dokumenty.....	4
Normy.....	4
Programy obliczeniowe.....	4
Lokalizacja obiektu.....	4
Charakterystyka obiektu.....	4
Analiza stanu elementów konstrukcji budynku głównego.....	5
Zawilgocenie i izolacje ścian piwnic.....	5
Strop nad piwnicą.....	5
Opis stropu.....	5
Obciążenia.....	6
Schemat statyczny płyty stropu.....	6
Wytyczenie przekroju płyty dla obciążenia użytkowego $q_k=2,0\text{kN/m}^2$	6
Wytyczenie przekroju płyty dla obciążenia użytkowego $q_k=5,0\text{kN/m}^2$	7
Stal belek stropowych.....	7
Przekrój belki.....	7
Wytyczenie belek dla obciążenia użytkowego $q_k=2,0\text{kN/m}^2$	7
Wytyczenie belek dla obciążenia użytkowego $q_k=5,0\text{kN/m}^2$	8
Wnioski.....	8
Strop nad parterem.....	9
Opis stropu.....	9
Stan obecny.....	9
Weryfikacja wytyczenia przekroju belek: obciążenie użytkowe.....	10
Weryfikacja wytyczenia przekroju belek: obciążenie ścianą.....	10
Wnioski.....	11
Wieżba dachowa.....	12
Opis.....	12
Stan konstrukcji.....	12
Obciążenia.....	12
Nośność krokwi.....	13
Nośność płatwi i słupów.....	13
Nośność zastrzałów.....	14
Nośność stropowych belek wiązarowych.....	14
Nośność belek stropowych.....	15
Wnioski.....	16
Schody wewnętrzne.....	16
Opis.....	16
Odstępstwa od przepisów.....	16
Wnioski.....	17
Analiza stanu elementów konstrukcji budynku magazynu.....	17
Wieżba dachowa.....	17
Opis.....	17
Stan konstrukcji.....	18
Obciążenia.....	18
Nośność krokwi wiażara pustego – stan po dociepleniu.....	18
Nośność płatwi – stan po dociepleniu.....	19
Nośność wiażara pełnego – stan po dociepleniu.....	19
Wnioski.....	22
Ściany parteru.....	22
Rysunki inwentaryzacyjne z opracowania [A2].....	nr rysunku
Rzut piwnic – inwentaryzacja, 1:100.....	1
Rzut parteru – inwentaryzacja, 1:100.....	2
Rzut piętra – inwentaryzacja, 1:100.....	3
Rzut poddasza – inwentaryzacja, 1:100.....	4

Dane wstępne

Akty prawne i dokumenty

W niniejszym opracowaniu opierano się na następujących dokumentach źródłowych:

[A1] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

[A2] „Inwentaryzacja budowlana budynku dworca kolejowego w Czerwonaku”, Biuro Obsługi Budownictwa Marian Wojciechowski, październik 2013 r.

Wszędzie gdzie w opracowaniu mowa jest o rzutach budynku, numerach pomieszczeń czy oznaczeniach osi konstrukcyjnych należy to odnosić do rysunków z opracowania [A2].

Opracowanie wykonano na podstawie umowy nr WI.272.2.17.14 z dnia 22.04.2014 r. zawartej z Gminą Czerwonak z siedzibą w Czerwonaku, ul. Źródłana 39.

Normy

W obliczeniach korzystano z norm:

[N1] PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.

[N2] PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.

[N3] PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.

[N4] PN-B-02010:1980 (wraz ze zmianą Az1:2006) Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.

[N5] PN-B-02011:1977 (wraz ze zmianą Az1:2009) Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.

[N6] PN-B-03002:2007 Konstrukcje murowe. Projektowanie i obliczanie.

[N7] PN-B-03150:2000 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.

[N8] PN-B-03200:1990 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Programy obliczeniowe

Obliczenia przeprowadzane są z użyciem pakietu programów RM:

- RM-Win (9.26) Program do analizy statycznej płaskich konstrukcji prętowych
- RM-Stal (3.19) Wymiarowanie elementów konstrukcji stalowych wg PN-90/B-03200
- RM-Drew (3.6) Wymiarowanie elementów konstrukcji drewnianych wg PN-B-03150:2000

Lokalizacja obiektu

Budynek zlokalizowany jest w 2 strefie śniegowej wg [N4] (charakterystyczne obciążenie śniegiem gruntu $q_k=0,90\text{kPa}$), w I strefie wiatrowej wg [N5] (charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k=0,30\text{kPa}$).

Charakterystyka obiektu

Budynek główny dworca w Czerwonaku wraz z sąsiednim, parterowym obiektem magazynowym powstały prawdopodobnie na przełomie XIX i XX wieku w jednolitym stylu budynków dworcowych.

Budynek główny ma zwartą bryłę na planie zbliżonym do prostokąta. Budynek jest w pełni podpiwniczony (piwnica jest całkowicie zagłębiona w ziemi), ma dwie kondygnacje nadziemne oraz poddasze. Parter budynku głównego to pomieszczenia obsługi podróżnych, piętro przeznaczono na mieszkanie, piwnica i poddasze to pomieszczenia użytkowe.

Układ ścian nośnych jest regularny, zasadniczy kierunek rozpięcia stropów nad piwnicą i parterem to kierunek podłużny (nośne ściany poprzeczne), nad piętrem – kierunek prostopadły.

Całe elewacje licowane są cegłą klinkierową, cokół obejmujący wysokością piwnicę wysunięty jest przed lico każdej z elewacji.

Dach budynku stromy, dwuspadowy z naczółkami i pulpitowymi lukarnami ma połaci nachylone pod kątem 40°, kryty jest dachówka ceramiczną – zakładkową.

Wysokości pomieszczeń na kondygnacjach wynoszą: piwnica 2,18m, parter 3,23m, piętro 2,85m.

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne nośne wykonano z cegły pełnej murowanej na zaprawie wapiennej. Grubość ścian wynosi od 25cm (1 cegła), poprzez 42cm (1,5 cegły - najczęściej) do 55cm (2 cegły - w piwnicy).

Ściany działowe wykonano jako murowane z cegły pełnej układanej na płasko, lub cegły dziurawki grub. 5.5cm (na poddaszu) murowanych na zaprawie wapiennej.

W ścianach wewnętrznych rozmieszczono przewody murowanych przewodów dymowych.

Zasadniczo w budynku dominują nadproża murowane, sklepienie (łukowe). Lokalnie (na piętrze) stwierdzono występowanie w roli nadproży belek stalowych dwuteowych. Nadproża okienne z węgarkami o grubości 12cm.

Schody wewnętrzne z piwnicy na parter, schody z parteru na piętro i z piętra na poddasze to konstrukcja drewniana, od spodu tynkowana, stopnie i balustrady drewniane.

W piwnicach występuje posadzka ceglana.

Budynek magazynowy wykonano w technologii tradycyjnej jako obiekt jednokondygnacyjny, niepodpiwniczony, na planie prostokąta. Ściany wykonano jako murowane z cegły na zaprawie wapiennej. Drewniana konstrukcja dwuspadowego dachu ma połaci nachylone pod kątem 30°, opiera się na ścianach podłużnych, tworzy ją więzary płatwiowo-kleszczowy. Sufit podwieszany zamocowano bezpośrednio do konstrukcji drewnianej stropu.

Analiza stanu elementów konstrukcji budynku głównego

Zawilgocenie i izolacje ścian piwnic

W ścianach nie stwierdzono występowania poziomej izolacji przeciwwilgociowej. Z racji wyraźnych oznak wysolenia oraz zawilgocenia ścian zewnętrznych piwnic, obserwowanego na całej ich długości, należy przyjąć iż izolacja pionowa ścian zewnętrznych nie występuje lub jej stan jest niedostateczny.

Woda deszczowa z dachu budynku odprowadzana jest na teren bezpośrednio przy ścianach zewnętrznych co powoduje jej przenikanie do części podziemnej budynku.

Strop nad piwnicą

Opis stropu

Strop typu odcinkowego z trójprzęstowym sklepieniem murowanym z cegieł pełnych układanych na wozówce w wiązanie w jodełkę skrzynkową, oparto w pomieszczeniach -1.02, -1.03, -1.04 na dwuteowych belkach stalowych INP260 (rozstaw do 230cm), w pomieszczeniu -1.01 na belce INP200, o kierunku rozpięcia pokazanym na rzucie kondygnacji. Stopek belek stalowych nie osiatkowano, cały strop pokryto od spodu tynkiem wapiennym. Na sklepieniu stropu ułożono warstwę gliny/piasku grubości 4...28cm, cegieł pełnych na płask oraz płytek kamionkowych grub. 2cm układanych na zaprawie grubości 2cm. Łączna maksymalna grubość stropu łącznie z wysokością belki nośnej to 53cm.

W czasie oględzin stwierdzono, że murowana płyta odcinkowa nie wykazuje zarysowań. Stwierdzono natomiast silne skorodowanie dolnego pasa belki w pomieszczeniu -1.01 oraz (w mniejszym zakresie) w pomieszczeniu -1.04 w rejonie podparcia belek na ścianach zewnętrznych, zanikające na długości około 1.0m od podpory. Ocenia się, że w pomieszczeniu -1.01 pas dolny belki skorodował na grubość ponad 50%, w pomieszczeniu -1.04 korozja objęła ok. 25% grubości pasa dolnego.

Pomierzono ugięcia pionowe belek stropowych, odpowiednio w pomieszczeniach:

- -1.01 ugięcie wynosi 3mm
- -1.02 ugięcie wynosi 3mm
- -1.03 ugięcie wynosi 3mm
- -1.04 ugięcie wynosi 5mm

Pomierzone ugięcia nie przekraczają dopuszczalnych wartości normowych.



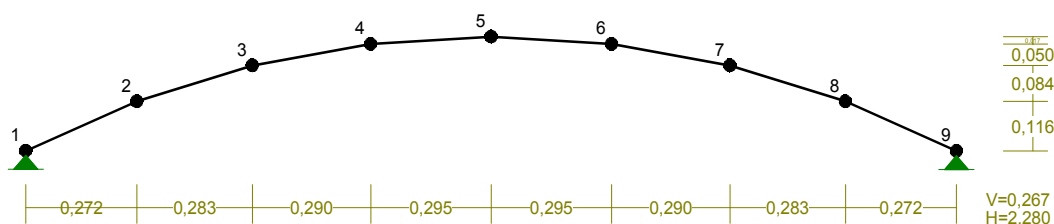
Belka stropowa w pom. -1.01 – stan w rejonie oparcia na ścianie

Obciążenia

OBCIĄŻENIA STROPÓW ODCINKOWYCH:	wartości charakterystyczne [kN/m ²]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m ²]
Płytki kamionkowe: 0,02x21,0=	0,42	1,20	0,50
Zaprawa: 0,02x18,0=	0,36	1,30	0,47
Cegła pełna: 0,065x18,0=	1,17	1,20	1,40
Polepa, piasek: 0,16x13,0=	2,08	1,30	2,70
Ciężar płyty stropu odcinkowego: 0,12x18,0=	2,16	1,10	2,38
Tynk wapienny; 0,02*15,0=	0,30	1,30	0,39
RAZEM	6,49	1,21	7,84

Schemat statyczny płyty stropu

Płyta łukowa o rozpiętości 218cm w świetle belek nośnych jest wypiętrzona na wysokość $f=25\text{cm}$.



Z uwagi na wiek obiektu i aktualny stan sklepienia przyjęto parametry wytrzymałościowe:

- cegła ceramiczna pełna kl. 5MPa
- zaprawa cem.-wap. marki 2MPa.
- kategoria B wykonania robót murowych, zaprawa murarska przepisana

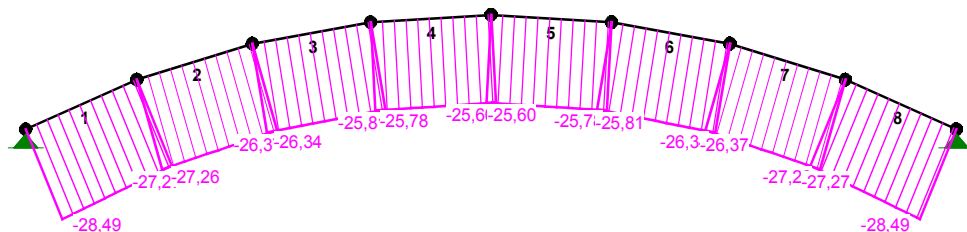
Grupa 1 elementów murowych, $f_k = K \cdot f_b^{0,70} \cdot f_m^{0,30} = 0,45 \cdot 5^{0,70} \cdot 2^{0,30} = 1,71\text{MPa}$

$f_d = f_k / \gamma_m \cdot \eta_A = 1,71 / 2,2 \cdot 1,43 = 0,54\text{MPa} = 540\text{kPa}$

$N_{rd} = A \cdot f_d = 0,12\text{m}^2 \cdot 540\text{kPa} = 64,8\text{kN}$

Wytyczenie przekroju płyty dla obciążenia użytkowego $q_k=2,0\text{kN/m}^2$

Dla przedstawionego schematu statycznego i obciążenia ciężarem własnym oraz obciążeniem użytkowym $q_k=2,0\text{kN/m}^2$ obliczeniowe wartości sił przekrojowych – normalnych kształtują się następująco [kN/m]:



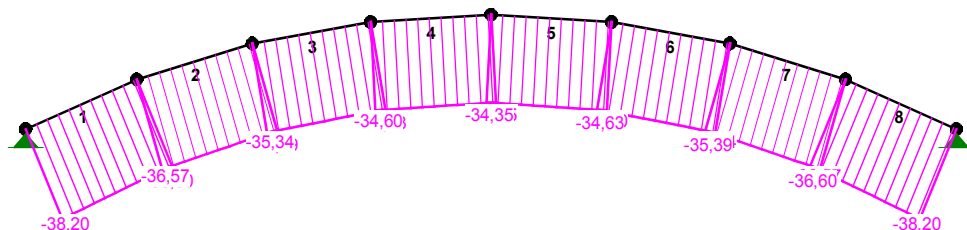
Maksymalne naprężenie ściskające w przekroju to 28,5kN

$$N_{sd} = 28,5\text{kN} < N_{rd} = 64,8\text{kN}$$

Istniejące sklepienie spełnia warunki nośności i użytkowania dla obciążenia użytkowego $q_k = 2,0\text{kN/m}^2$.

Wytyczenie przekroju płyty dla obciążenia użytkowego $q_k = 5,0\text{kN/m}^2$

Dla przedstawionego schematu statycznego i obciążenia ciężarem własnym oraz obciążeniem użytkowym $q_k = 5,0\text{kN/m}^2$ obliczeniowe wartości sił przekrojowych – normalnych kształtują się następująco [kN/m]:



Maksymalne naprężenie ściskające w przekroju to 38,2kN.

$$N_{sd} = 38,2\text{kN} < N_{rd} = 64,8\text{kN}$$

Istniejące sklepienie spełnia warunki nośności i użytkowania dla obciążenia użytkowego $q_k = 5,0\text{kN/m}^2$.

Stal belek stropowych

W stropach istniejących, gdy nie wykonuje się badań wytrzymałościowych stali przyjmuje się stal St0S o wytrzymałości obliczeniowej $f_d = 175\text{ MPa}$.

Przekrój belki

Belka nośna – dwuteownik INP260 ma rozpiętość $l_n = 3,88\text{m}$, $l_{eff} = 4,14\text{m}$ w świetle ścian nośnych.

Wymiary przekroju:

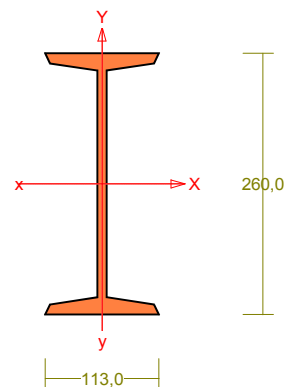
$$I\ 260\ h=260,0\ g=9,4\ s=113,0\ t=14,0\ r=9,4.$$

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$$J_{xg}=5740,0\ J_{yg}=288,0\ A=53,40\ i_x=10,4\ i_y=2,3$$

$$J_w=43401,0\ J_t=31,4\ i_s=10,6.$$

Materiał: St0S. Wytrzymałość $f_d = 175\text{ MPa}$ dla $g=14,0$.



Wytyczenie belek dla obciążenia użytkowego $q_k = 2,0\text{kN/m}^2$

OBCIĄŻENIA STROPÓW ODCINKOWYCH:	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Płyta stropu: 2,30x6,50=	14,95	1,21	18,09
Obciążenie użytkowe stropu - pom. biurowe: 2,30x2,0	4,60	1,40	6,44

Nośność przekroju na zginanie:

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 441,5 \times 175 \times 10^{-3} = 77,27\text{ kNm}$$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{53,54}{1,000 \times 77,27} = 0,693 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 24,4 \times 175 \times 10^{-1} = 248,07 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 148,84 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y: $V = 51,73 < 248,07 = V_R$

Stan graniczny użytkowania

Ugięcia względem osi Y wynoszą

$$a_{\max} = 6,5 \text{ mm}$$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 4140 / 250 = 16,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 6,5 < 16,6 = a_{\text{gr}}$$

Wyteżenie pasów dwuteownika wynosi 69% w środku rozpiętości belki, w odległości 0.5m od podpory spada do 36% co przy ubytkach korozyjnych sięgających 25% grubości pasa daje bezpieczny zapas nośności.

Korozja prawdopodobnie nie objęła środnika (jest omurowany) - części przekroju przejmującego siłę ścinającą, wyteżonego nad podporą na poziomie 21%.

Wyteżenie belek dla obciążenia użytkowego $q_k=5,0\text{kN/m}^2$

OBCIĄŻENIA STROPÓW ODCINKOWYCH:	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Płyta stropu: 2,30x6,50=	14,95	1,21	18,09
Obciążenie użytkowe stropu – np. pom. biblioteki: 2,30x5,0	11,5	1,30	14,95

Nośność przekroju na zginanie:

$$M_R = \alpha_p W f_d = 1,000 \times 441,5 \times 175 \times 10^{-3} = 77,27 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{71,77}{1,000 \times 77,27} = 0,929 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie (nad podporą):

$$V_R = 0,58 A_v f_d = 0,58 \times 24,4 \times 175 \times 10^{-1} = 248,07 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 148,84 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y: $V = 69,35 < 248,07 = V_R$

Stan graniczny użytkowania

Ugięcia względem osi Y wynoszą $a_{\max} = 8,7 \text{ mm}$

$$a_{\text{gr}} = l / 250 = 4140 / 250 = 16,6 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 8,7 < 16,6 = a_{\text{gr}}$$

Wyteżenie pasów dwuteownika w pom. -1.04 wynosi 93% w środku rozpiętości belki, co daje niewielki zapas nośności. W odległości 0.5m od podpory wyteżenie pasów spada do 48% przy ubytkach korozyjnych w tym rejonie sięgających 25% grubości pasa.

Korozja w tak znacznym stopniu prawdopodobnie nie objęła omurowanego środnika - części przekroju przejmującego siłę ścinającą, wyteżonego nad podporą na poziomie 28%.

Wnioski

- Pomierzone ugięcia belek stropowych, mieszczą się w zakresie wartości obliczonych. Stan płyty murowanej oraz belek stropu określa się jako średni.
- Istniejące sklepienie oraz stalowe belki nośne stropu spełniają warunki nośności i użytkowania dla obciążenia użytkowego do $q_k=5,0\text{kN/m}^2$ (wg [N3] mieszkania, biura,

gabinety lekarskie, sale lekcyjne, sale dworcowe, poczekalnie, sklepy, kawiarnie, biblioteki – tu przy ograniczeniu obciążenia ponad wyżej podaną wartość), jednak bez znaczącego zapasu nośności.

- Z uwagi na brak możliwości szczegółowej weryfikacji zakresu korozji przekroju belki osłabione podparcie belki stropowej w pomieszczeniu nr -1.01 (pod klatką schodową) oraz w pomieszczeniu nr -1.04 (pod holem kasowym) należy wzmocnić.
- Wszystkie skorodowane belki stropowe należy zabezpieczyć przed dalszą degradacją.
- Zaleca się wymianę istniejącej podbudowy posadzki na lżejszą, np. z keramzytobetonu.

Strop nad parterem

Opis stropu

Stropy nad parterem to stropy na belkach drewnianych, określane w literaturze jako „zwykłe, ze ślepym pułapem”. Oparte są na belkach jednoprzęsłowych, rozstawionych co ok. 80cm. Płytę stropu tworzą:

- deskowanie podłogi grub. 34mm na pióro - wpust
- belki nośne szerokości 18cm i wysokości 22cm
- wypełnienie polepą glinianą i piaskiem
- między belkami deskowanie ślepego pułapu
- deskowanie grub. 20mm
- tynk wapienny na trzcinie

OBCIĄŻENIA STROPU	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Deskowanie: $0,034 \times 5,5 \times 0,80 =$	0,15	1,20	0,18
Ciężar własny belki stropowej: $0,18 \times 0,22 \times 5,5 =$	0,22	1,10	0,24
Polepa, piasek: $0,08 \times 0,62 \times 13,0 =$	0,64	1,30	0,84
Deskowanie: $0,022 \times 5,5 \times 0,62 =$	0,08	1,20	0,08
Deskowanie: $0,022 \times 5,5 \times 0,80 =$	0,10	1,20	0,12
Tynk wapienny: $0,02 \times 15,0 \times 0,8 =$	0,24	1,30	0,31
RAZEM	1,43	1,24	1,77
Obciążenie użytkowe stropu: $2,0 \times 0,8 =$	1,60	1,40	2,24



Przekrój konstrukcji stropu, rysunek poglądowy

Stan obecny

Strop wykazuje znaczne ugięcia. Pomierzone maksymalne ugięcia stropu odpowiednio w pomieszczeniach:

- 1.03 ugięcie wynosi $13\text{mm} < 21\text{mm} = L/200 = 4200\text{mm}/200$
- 1.04 ugięcie wynosi $31\text{mm} > 21\text{mm}$
- 1.05 ugięcie wynosi $35\text{mm} > 21\text{mm}$

Pomierzone ugięcia w pomieszczeniach 1.04 i 1.05 przekraczają wartość 21mm czyli dopuszczalną wartość normową dla stropów budynków remontowanych ($1/300$ rozpiętości z powiększeniem o 50% dla budynków remontowanych). Przekroczenie wartości dopuszczalnych ugięć wiąże się z obciążeniem jednej z drewnianych belek stropowych

ustawioną bezpośrednio na niej murowaną ścianą działową o grubości 16cm (1/2 cegły + obustronny tynk) i wysokości 2,85m oraz (w mniejszym stopniu) piecem kaflowym. Ściana działowa jest zarysowana w okolicy nadproża otworu drzwiowego zlokalizowanego w połowie jej długości.

Nie stwierdzono korozji biologicznej belek stropowych nad parterem.

Weryfikacja wytrzymałości przekroju belek: obciążenie użytkowe

Drewniana belka nośna o przekroju 18,0x22,0cm ma rozpiętość w świetle ścian nośnych $l_n=3,99m$, $l_{eff}=4,20m$, rozstaw ok. 80cm. Sprawdzeniu podlega wytrzymałość przekroju belek dla obciążenia użytkowego o wartości charakterystycznej $q_k=2,0kN/m^2$. Wobec braku możliwości weryfikacji klasy użytego drewna do obliczeń przyjęto drewno klasy C24.

OBCIĄŻENIA STROPÓW DREWNIANYCH:	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Płyta stropu (A):	1,43	1,24	1,77
Obciążenie użytkowe stropu (U): 2,0x0,80m=	1,60	1,40	2,24

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: stałe.

$$K_{mod} = 0,70 \quad \gamma_M = 1,3$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=2,10m$; $x_b=2,10m$, przy obciążeniach „AU”.

Długość obliczeniowa dla pręta swobodnie podpartego, obciążonego równomiernie lub momentami na końcach, przy obciążeniu przyłożonym do powierzchni górnej, wynosi:

$$l_d = 1,00 \times 4200 + 220 + 220 = 4640 \text{ mm}$$

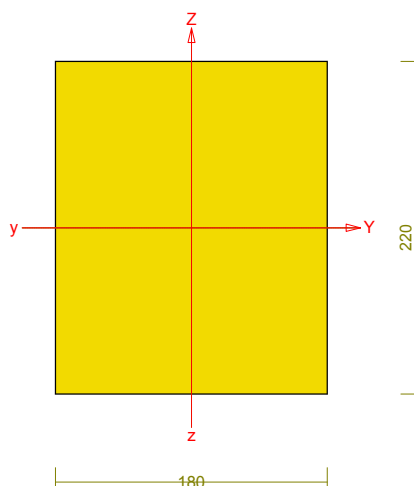
$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{l_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = \sqrt{\frac{4640 \times 220 \times 10,15}{3,142 \times 180^2 \times 6700}} \times \sqrt{\frac{10000}{630}} = 0,246$$

0,246

Nośność dla $x_a=2,10m$; $x_b=2,10m$, przy obciążeniach „AU”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{6,09}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} = 0,472 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{6,09}{12,92} + \frac{0,00}{12,92} = 0,330 < 1$$



Stan graniczny użytkowania:

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l / 300 = 14,0 \text{ mm}$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{net,fin} = 21,0 \text{ mm}$.

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -5,6 + -4,9 = 10,4 < 21,0 = u_{net,fin}$$

Weryfikacja wytrzymałości przekroju belek: obciążenie ścianą

Drewniana belka nośna o przekroju 18,0x22,0cm ma rozpiętość w świetle ścian nośnych $l_n=3,99m$, $l_{eff}=4,20m$, rozstaw ok. 80cm. Sprawdzeniu podlega wytrzymałość przekroju belki dla obciążenia stałego ścianą działową i obciążenia użytkowego o wartości charakterystycznej $q_k=2,0kN/m^2$. Wobec braku możliwości weryfikacji klasy użytego drewna do obliczeń przyjęto drewno klasy C24.

OBCIĄŻENIA:	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Mur z cegły pełnej: 0,12x18,0x2,85=	6,16	1,1	6,77
2x tynk cementowo – wapienny: 2x0,02x19,00x2,85=	2,17	1,3	2,82
RAZEM (S)	8,33	1,15	9,59

Własności techniczne drewna

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *długotrwałe*.

$$K_{mod} = 0,70$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Nośność na zginanie

Nośność dla $x_a = 2,10$ m; $x_b = 2,10$ m, przy obciążeniach „AS”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{15,34}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} = 1,187 > 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{15,34}{12,92} + \frac{0,00}{12,92} = 0,831 < 1$$

Stan graniczny użytkowania

$$u_{z,fin} = -37,9 + 0,0 = 37,9 > 21,0 = u_{net,fin}$$

Dla przyjętej klasy drewna obciążenie ścianą i ciężarem własnym płyty stropowej przekracza nośność przekroju, obliczone ugięcia przekraczają wartości pomierzone.

Ponowne sprawdzenie przeprowadza się dla podwyższonej klasy drewna.

Cechy drewna: drewno C30

Nośność na zginanie

Nośność dla $x_a = 2,10$ m; $x_b = 2,10$ m, przy obciążeniach „AS”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{15,34}{16,15} + 0,7 \times \frac{0,00}{16,15} = 0,950 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{15,34}{16,15} + \frac{0,00}{16,15} = 0,665 < 1$$

Stan graniczny użytkowania

$$u_{z,fin} = -34,8 + 0,0 = 34,8 > 21,0 = u_{net,fin}$$

Nośność przekroju jest wykorzystana w 95%, wielkość obliczonych ugięć odpowiada wartościom pomierzonym.

Wnioski

1. Ugięcie belek stropowych tylko od obciążenia użytkowego o wartości charakterystycznej 2.0kN/m² (mieszkania, biura) nie powoduje przekroczenia stanów granicznych nośności ani użytkowania. Można zatem pomieszczenia 1 piętra użytkować w sposób zapewniający nieprzekroczenie podanej wartości obciążenia pod warunkiem przeprowadzenia prac opisanych w kolejnym punkcie.
2. Weryfikacja nośności belki stropowej obciążonej ścianą działową (oraz prawdopodobnie reakcją opartych na niej belek stropu nad piętrem) bez udziału obciążenia użytkowego wykazuje na osiągnięcie stanu granicznego nośności przekroju. Wartość ugięcia belki, znacznie przekraczająca wartość dopuszczalną, potwierdza przeciążenie belki.

Ścianę działową między pomieszczeniami 1.04 i 1.05 należy usunąć, monitorując w trakcie prac stan ugięcia drewnianych belek stropu powyżej ściany. Prace prowadzić pod nadzorem osoby uprawnionej. Przeciążoną belkę stropową w zależności od wartości jej ugięcia po usunięciu ściany działowej należy wzmocnić lub wymienić.

Więźba dachowa

Opis

Dach symetryczny, dwuspadowy, ma połaci nachylone pod kątem 40°, z naczółkami, z dwoma pulpitowymi lukarnami na każdej połaci. Ściany szczytowe i kolankowe murowane. Konstrukcja dachu płatwiowo-kleszczowa, z ramą dwustolcową, przy ścianie kolankowej rama stolcowo-kolankowa z płatwią kolankową, zastrzały między belkami



Stan oparcia krokwi na płatwi kolankowej

wiązawymi (belkami stropowymi) a krokwiami wiązara pełnego, powiązane razem półkleszczami. Wiązary pełne: 4 sztuki, między nimi po 2 wiązary puste.

Krokwie 12x16cm co 94cm, kleszcze 2x8x20cm, zastrzały 12x14cm. W kalenicy krokwie łączone są na styk, bez płatwi kalenicowej. Płatwie ramy stolcowej 16x16cm, trójprzęsłowe, podparte mieczami 12x16cm, ze wspornikami wystawionymi poza ściany szczytowe. Słupy ramy stolcowej 16x16cm oparto na belkach wiązawowych (stropowych) opartych na ścianach podłużnych budynku.

Stan konstrukcji

Wiele elementów konstrukcji: słupy u podstawy, krokwie przy oparciu na płatwi kolankowej, kleszcze i zastrzały noszą ślady wcześniejszych zawilgoceń i silnej korozji biologicznej w postaci działania owadów – technicznych szkodników drewna. Obecnie nie stwierdzono aktywności w/w szkodników.



Słup ramy stolcowej

Obciążenia

Obciążenie śniegiem połaci dachu na m² rzutu dla 2 strefy obciążeniowej:

$$S_k = Q_k \times C = 0,9 \times 0,8 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{oraz } S_k = 0,9 \times 0,53 = 0,48 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie prostopadłe wiatrem połaci dachu dla I strefy obciążeniowej, terenu A

$$p_k = q_k \times C_e \times C_{\beta} = 0,30 \times 1,0 \times 0,4 \times 1,8 = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{oraz } p_k = q_k \times C_e \times C_{\beta} = 0,30 \times 1,0 \times -0,4 \times 1,8 = -0,22 \text{ kN/m}^2$$

OBCIĄŻENIA	OBCIĄŻENIA STAŁE I ZMIENNE	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Pokrycie dachu (bez krokwi):	0,50x0,94m=	0,47	1,2	0,56
Wełna mineralna	0,40kN/m ³ x0,3m x0,94m	0,11	1,2	0,14
Płyty gipsowe podwójne na ruszcie:		0,28	1,2	0,34
	RAZEM (A)	0,86	1,20	1,04
Śnieg połaci I (w rzucie)	0,72kN/m ² x0,94m=	0,68	1,5	1,02
Śnieg połaci II (w rzucie)	0,48kN/m ² x0,94m=	0,45	1,5	0,68
Wiatr (prostopadle)	0,22kN/m ² x0,94m=	0,21	1,5	0,31
Wiatr (prostopadle)	-0,22kN/m ² x0,94m=	-0,21	1,5	-0,31
Skupione		1,00kN	1,20	1,20kN

Nośność krokwi

Własności techniczne drewna

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *długotrwałe*.

$$K_{mod} = 0,70$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: drewno C22.

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg [N7]. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na zginanie

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,77$ m, przy obciążeniach „ASW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,18}{0,862 \times 10,77} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,85} + \frac{6,02}{11,85} = 0,527 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,18}{0,444 \times 10,77} + \frac{0,00}{11,85} + 0,7 \times \frac{6,02}{11,85} = 0,393 < 1$$

Stan graniczny użytkowania

Ugięcie graniczne: $u_{net,fin} = l / 250 = 11,1$ mm

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{net,fin} = 16,6$ mm.

Ugięcie całkowite: $u_{z,fin} = 0,2 + 0,7 = 1,0 < 16,6 = u_{net,fin}$

Wniosek: nośność nieuszkodzonych krokwi po ewentualnym dociepleniu poddasza jest wykorzystana w 53%, decydującym parametrem jest ściskanie ze zginaniem.

Nośność płatwi i słupów

Trójpłaszczyznowa płatek ze wspornikami ma przekrój 16x16cm, obciążona jest reakcją krokwi. Płatwie wspierane są przez 4 słupy 16x16cm oraz miecze 12x16cm.

OBCIĄŻENIA STAŁE	wartości charakterystyczne [kN]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN]
Reakcja – obciążenie stałe (A)	1,86	1,19	2,22
Reakcja – obciążenie zmienne (S)	1,07	1,50	1,60

Własności techniczne drewna

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *długotrwałe*.

$$K_{mod} = 0,70$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: drewno C22.

Nośność płatwi na zginanie:

Nośność dla $x_a=0,00$ m; $x_b=0,80$ m, przy obciążeniach „AS”:

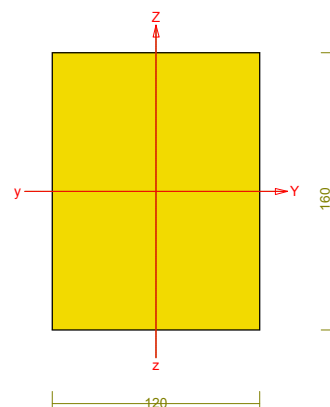
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02}{7,00} + \frac{3,38}{11,85} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,85} = 0,288 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,02}{7,00} + 0,7 \times \frac{3,38}{11,85} + \frac{0,00}{11,85} = 0,202 < 1$$

Stan graniczny użytkowania płatwi

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l / 150 = 5,3$ mm

Ugięcie całkowite: $u_{z,fin} = 0,0 + 0,2 = 0,2 < 5,3 = u_{net,fin}$



Nośność słupów na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=2,93$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ABRSUW”.

Pole powierzchni przekroju netto $A_n = 256,00$ cm².

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 10,25 / 256,00 \times 10 = 0,40 < 6,00 = f_{t,0,d}$$

Wnioski:

- nośność nieuszkodzonych płatwi po ewentualnym dociepleniu poddasza jest wykorzystana w 29%, decydującym parametrem jest zginanie.
- nośność nieuszkodzonych słupów po ewentualnym dociepleniu poddasza jest wykorzystana w 7%, decydującym parametrem jest rozciąganie.

Nośność zastrzałów

Zastrzały więzów pełnych mają przekrój 12x14cm, przejmują obciążenie z krokwi i płatwi ramy stolcowej.

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *długotrwałe*.

$$K_{mod} = 0,70 \quad \gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: drewno C22.

Nośność ściskanie ze zginaniem:

Nośność dla $x_a=2,20$ m; $x_b=0,00$ m, przy obciążeniach „ABRSUW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,19}{0,898 \times 10,77} + 0,7 \times \frac{0,00}{11,85} + \frac{0,72}{11,85} = 0,287 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{2,19}{0,643 \times 10,77} + \frac{0,00}{11,85} + 0,7 \times \frac{0,72}{11,85} = 0,359 < 1$$

Stan graniczny użytkowania:

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l / 200 = 3617/200 = 18,1$ mm

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{net,fin} = 27,1$ mm.

Ugięcie całkowite: $u_{z,fin} = -0,2 + 0,5 = 0,3 < 27,1 = u_{net,fin}$

Wniosek: nośność nieuszkodzonych zastrzałów po ewentualnym dociepleniu poddasza jest wykorzystana w 36%, decydującym parametrem jest ściskanie ze zginaniem.

Nośność stropowych belek więzów

Jednoprzęsłowe belki o rozpiętości $l_n=6,86$ m oraz $l_n=4,16$ m i przekroju 18x22cm w osi więzów pełnych obciążone są reakcją słupów oraz ciężarem stropu nad 1 piętrem wraz z jego obciążeniem użytkowym.

OBCIĄŻENIA STAŁE I ZMIENNE STROPU	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Deskowanie: 0,034x5,5x0,94=	0,18	1,20	0,21
Polepa, piasek: 0,08x0,76x13,0=	0,79	1,30	1,03
Deskowanie: 0,022x5,5x0,76=	0,09	1,20	0,11
Deskowanie: 0,022x5,5x0,94=	0,11	1,20	0,14
Tynk wapienny: 0,02x15,0x0,94=	0,28	1,30	0,37
RAZEM (B)	1,45	1,28	1,86
Obciążenie użytkowe stropu (U): 1,2x0,94=	1,13	1,40	1,58

Schemat pracy więzara pełnego ze ścianką kolankową i zastrzałami charakteryzuje przenoszenie sił pionowych na ściany murowane, belka więzowa jest podtrzymywana słupami jak wieszakami.

Własności techniczne drewna

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *stałe*.

$$K_{mod} = 0,70 \quad \gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: drewno C24.

Nośność na zginanie

Nośność dla $x_a=0,00$ m; $x_b=2,12$ m, przy obciążeniach „ABRSUW”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,03}{7,54} + \frac{4,32}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} = 0,338 < 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,03}{7,54} + 0,7 \times \frac{4,32}{12,92} + \frac{0,00}{12,92} = 0,238 < 1$$

Stan graniczny użytkowania

Ugięcie graniczne: $u_{net,fin} = l / 300 = 6860/300 = 22,9$ mm

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{net,fin} = 34,3$ mm.

Ugięcie całkowite: $u_{z,fin} = -1,6 + -1,9 = 3,5 < 34,3 = u_{net,fin}$

Nośność belek stropowych

Jednoprzęsłowe belki o rozpiętości $l_n=6,64$ m (pole między osiami 1 i 2) oraz $l_n=4,16$ m (pole między osiami 2 i 3) i przekroju 18x22cm poza osiami wiązarów pełnych obciążone są ciężarem własnym stropu wraz z jego obciążeniem użytkowym. Drewno C24.

OBCIĄŻENIA ZMIENNE STROPU	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Obciążenie użytkowe stropu (U): 1,2x0,94=	1,13	1,40	1,58
Obciążenie użytkowe stropu (W): 2,0x0,94=	1,88	1,40	2,63

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *długotrwałe*.

$$K_{mod} = 0,70 \quad \gamma_M = 1,3$$

Nośność na zginanie belki $l_n=6,64$ m:

Nośność dla $x_a=3,24$ m; $x_b=3,24$ m, przy obciążeniach „BU” ($q_k=1,2$ kN/m²):

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{14,67}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} = 1,135 > 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{14,67}{12,92} + \frac{0,00}{12,92} = 0,795 < 1$$

Stan graniczny użytkowania belki $l_n=6,64$ m

Wyniki dla $x_a=3,24$ m; $x_b=3,24$ m, przy obciążeniach „BU” ($q_k=1,2$ kN/m²):

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l / 300 = 6860/300 = 22,9$ mm

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{net,fin} = 34,3$ mm.

Ugięcie całkowite: $u_{z,fin} = -42,4 + -23,2 = 65,6 > 34,3 = u_{net,fin}$

Nośność na zginanie belki $l_n=4,16$ m:

Nośność dla $x_a=2,20$ m; $x_b=2,20$ m, przy obciążeniach „BW” ($q_k=2,0$ kN/m²):

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{7,78}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} = 0,602 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \times \frac{7,78}{12,92} + \frac{0,00}{12,92} = 0,422 < 1$$

Stan graniczny użytkowania belki $l_n=4,16\text{m}$:

Wyniki dla $x_a=2,20\text{ m}$; $x_b=2,20\text{ m}$, przy obciążeniach „BW” ($q_k=2,0\text{ kN/m}^2$):

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = l / 300 = 14,7\text{ mm}$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 22,0\text{ mm}$.

Ugięcie całkowite: $u_{z,\text{fin}} = -7,2 + -6,5 = 13,7 < 22,0 = u_{\text{net,fin}}$

Wnioski

1. Zgodnie z wymogami §322 ust. 3. rozporządzenia [A1] przed podjęciem przebudowy, rozbudowy lub zmiany przeznaczenia budynku, w przypadku stwierdzenia występowania zawilgocenia i oznak korozji biologicznej, należy wykonać ekspertyzę mykologiczną i na podstawie jej wyników - odpowiednie roboty zabezpieczające.
2. Uszkodzone korozją biologiczną elementy należy wymienić bądź naprawić.
3. Po naprawie konstrukcja dachu może zostać dociążona izolacją termiczną i maks. 2 warstwami obudowy z płyt GKB grub. 12.5mm.
4. Obciążenie użytkowe stropu nad 1 piętrem między osiami 1 i 2 nie może przekroczyć wartości charakterystycznej $q_k=0,8\text{ kN/m}^2$ z uwagi na przekroczenie stanu granicznego nośności oraz użytkowania – ugięcia belek stropowych.
5. Obciążenie użytkowe stropu nad 1 piętrem między osiami 2 i 3 nie może przekroczyć wartości charakterystycznej $q_k=2,0\text{ kN/m}^2$ (odpowiadającej obciążeniu mieszkań i biur wg normy [N3]).

Schody wewnętrzne

Opis

Schody wewnętrzne z parteru na piętro mają układ dwubiegowy, biegi są niesymetryczne. Bieg dolny wykonano z 8 stopniami zabiegowymi (patrz fotografia obok) i 6 prostymi, łącznie 14 stopni, krótszy bieg górny – z 6 stopniami prostymi. Spocznik jest prostokątny. Schody mają konstrukcję drewnianą, od spodu tynkowaną, stopnie i balustrady drewniane.



Bieg dolny schodów, część dolna

- szerokość stopni: 95cm,
- szerokość biegu mierzona ponad cokolikiem: 104cm
- średnia wysokość stopni 17,7cm, maksymalna do 18cm
- długość stopni prostych: 25cm ($2h+s=0,61\text{m}$, spełniony jest warunek $2h+s=0,6\dots0,65$)
- wysokość balustrady: 79cm mierzona na krawędzi stopni
- szerokość spocznika: 98cm

Schody wykazują znaczny stopień zużycia (starcia) krawędzi stopni.

Odstępstwa od przepisów

Dla budynków użyteczności publicznej przepisy rozporządzenia [A1] stawiają wymagania, których schody nie spełniają w zakresie opisanym w tabeli:

parametr	stan aktualny	stan wymagany
wysokość stopnia	0,18m	0,175m
minimalna szerokość biegu	0,95m	min. 1,2m
minimalna szerokość spocznika	0,98m	min. 1,5m
stopnie zabiegowe na drodze ewakuacyjnej	8 stopni zabiegowych	niedopuszczalne
szerokość stopni wachlarzowych	<0,25m w odległości 0,4m od balustrady wewnętrznej lub słupa	≥0,25m w odległości 0,4m od balustrady wewnętrznej lub słupa
poręcze	jednostronne	obustronne
wysokość balustrady	0,79m	1,1m
prześwit między elementami wypełnienia balustrady	0,25m	0,12m lub 0,2m*
materiał biegów i spocznika	palny	niepalny
klasa odporności ogniowej	-	R 30
rozdzielenie wizualne spocznika i biegu dla budynku użyteczności publicznej	brak	wymagane

* w zależności od sposobu użytkowania budynku: 0,12m dla budynków wielorodzinnych i zamieszkania zbiorowego, oświaty, wychowania, zakładów opieki zdrowotnej, 0,2m dla innych budynków.

Wnioski

W przypadku planowanej zmiany sposobu użytkowania całego budynku bądź jego części podany wyżej zakres niezgodności istniejących schodów z przepisami rozporządzenia [A1] wymaga zgłoszenia do powiatowego konserwatora zabytków celem uzyskania opinii w trybie art. 9 ust. 3 pkt. 4 Prawa Budowlanego, dotyczącej zachowania schodów w niezmienionej formie oraz sankcjonującej niespełnienie wspomnianych wymogów technicznych w tym dotyczących przepisów ochrony przeciwpożarowej w zakresie dróg ewakuacyjnych.

Analiza stanu elementów konstrukcji budynku magazynu

Więźba dachowa

Opis

Dach symetryczny, dwuspadowy, ma połaci nachylone pod kątem 30°. Budynek powstawał dwuetapowo. Część pierwsza: od budynku głównego do osi 6 oraz dobudowana część druga jako przedłużenie budynku o 3,4m.

Ściana szczytowa i ściany podłużne o grubości 38cm murywane z cegły pełnej. Konstrukcja dachu w części pierwszej wieszarowa, o stolcu pojedynczym. Jako ściąg zastosowano parę kleszczy



Więźba dachowa budynku niskiego

(2x8x20cm). Na murowanej ścianie kolankowej oparto murłatę, na niej krokwie (10x14cm) wiązarów pustych oraz kleszcze i krokwie wiązarów pełnych. Płatew stolcowa (kalenicowa) o przekroju 12x18cm, trójprzęsłowa, rozcięta nad każdym wiązarem pełnym, podparta mieczami 11x14cm. Wieszak o przekroju 12x12cm, zastrzały 11,5x16cm. Wiaźary pełne: 3 sztuki, między nimi po 3 wiaźary puste rozstawione co 82...120cm. W kalenicy krokwie łączone są na styk.

Konstrukcja dachu w części drugiej płatwiowo-kleszczowa ze stolcem pojedynczym. Płatew kalenicową (16x16cm) oparto na ścianie szczytowej części pierwszej budynku oraz słupie przy ścianie szczytowej części drugiej, bez mieczy. Krokwie o przekroju 10x14cm.

Stan konstrukcji

Nie stwierdzono śladów zawilgoceń czy korozji biologicznej. W wiązarze pełnym najbliższym budynku głównego połączenie śrubowe wieszaka z kleszczami obluzowane, kleszcze ugięte; w pozostałych wiązarach głównych ugięcie kleszczy nieznaczne (kilka mm). Połączenia śrubowe zastrzałów z kleszczami obluzowane.



Obluzowane połączenie kleszczy i wieszaka

Obciążenia

Obciążenie śniegiem połaci dachu na m^2 rzutu dla 2 strefy obciążeniowej:

$$S_k = Q_k \times C = 0,9 \times 1,0 = 0,90 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{oraz } S_k = 0,9 \times 0,67 = 0,60 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie prostopadłe wiatrem połaci dachu dla I strefy obciążeniowej, terenu A

$$p_k = q_k \times C_e \times C_{\beta} = 0,30 \times 1,0 \times 0,325 \times 1,8 = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{oraz } p_k = q_k \times C_e \times C_{\beta} = 0,30 \times 1,0 \times -0,4 \times 1,8 = -0,22 \text{ kN/m}^2$$

OBCIĄŻENIA STAŁE I ZMIENNE	wartości charakterystyczne [kN/m]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN/m]
Dachówka zakładkowa z łatami (A): $0,50 \times 1,15 \text{ m} =$	0,58	1,2	0,69
Wełna mineralna (B): $0,40 \text{ kN/m}^3 \times 0,3 \text{ m} \times 1,15 \text{ m}$	0,14	1,2	0,17
Płyty gipsowe podwójne na ruszcie (B): $0,25 \times 1,15 \text{ m} =$	0,29	1,2	0,35
RAZEM (A+B)	1,01	1,20	1,21
Śnieg połaci I (w rzucie) $0,90 \text{ kN/m}^2 \times 1,15 \text{ m} =$	1,04	1,5	1,55
Śnieg połaci II (w rzucie) $0,60 \text{ kN/m}^2 \times 1,15 \text{ m} =$	0,69	1,5	1,04
Wiatr (prostopadle) $0,18 \text{ kN/m}^2 \times 1,15 \text{ m} =$	0,21	1,5	0,31
Wiatr (prostopadle) $-0,22 \text{ kN/m}^2 \times 1,15 \text{ m} =$	-0,25	1,5	-0,38
Skupione	1,00 kN	1,20	1,20 kN

Nośność krokwi wiązara pustego – stan po dociepleniu

Własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *długotrwałe*.

$$K_{mod} = 0,70$$

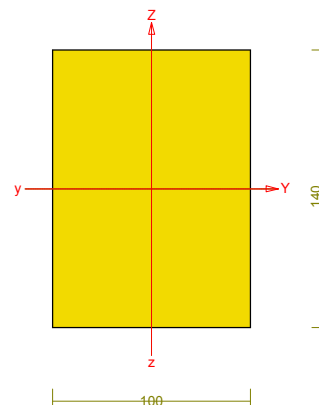
$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: drewno C24.

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg [N7].

Nośność na ściskanie ze zginaniem:

Nośność dla $x_a = 0,00 \text{ m}$; $x_b = 4,01 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABSW”:



$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,05}{0,317 \times 11,31} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} + \frac{12,22}{12,92} = 0,960 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,05}{0,167 \times 11,31} + \frac{0,00}{12,92} + 0,7 \times \frac{12,22}{12,92} = 0,689 < 1$$

Stan graniczny użytkowania

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 20,0 \text{ mm}$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 30,1 \text{ mm}$.

Ugięcie całkowite: $u_{z,\text{fin}} = -16,2 + -9,6 = 25,9 < 30,1 = u_{\text{net,fin}}$

Wniosek: nośność nieuszkodzonych krokwi po dociążeniu dociepleniem jest wykorzystana w 96%, decydującym parametrem jest ściskanie ze zginaniem.

Nośność płatwi – stan po dociepleniu

Trójprzęsłowa płatwa ma przekrój 12x18cm, obciążona jest reakcją krokwi. Płatwie wspierane są przez 4 słupy 12x12cm oraz miecze 11x14cm.

OBCIĄŻENIA STAŁE	wartości charakterystyczne [kN]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN]
Reakcja – obciążenie pokryciem dachu (A)	2,13	1,19	2,53
Reakcja – obciążenie dociepleniem (B)	1,72	1,20	2,07
Reakcja – obciążenie śniegiem i wiatrem (S)	1,83	1,50	2,75

Własności techniczne drewna

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *długotrwałe*.

$$K_{\text{mod}} = 0,70 \quad \gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: Drewno C24.

Nośność płatwi na zginanie:

Nośność dla $x_a = 1,01 \text{ m}$; $x_b = 1,41 \text{ m}$, przy obciążeniach „ABS”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{7,54} + \frac{9,01}{12,92} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} = 0,697 < 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,00}{7,54} + 0,7 \times \frac{9,01}{12,92} + \frac{0,00}{12,92} = 0,488 < 1$$

Stan graniczny użytkowania płatwi

Ugięcie graniczne $u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 12,1 \text{ mm}$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 18,1 \text{ mm}$.

Ugięcie całkowite: $u_{z,\text{fin}} = -5,7 + -2,1 = 7,8 < 18,1 = u_{\text{net,fin}}$

Wniosek: nośność nieuszkodzonych płatwi po dociążeniu ociepleniem jest wykorzystana w 70%, decydującym parametrem jest zginanie.

Nośność wiązara pełnego – stan po dociepleniu

OBCIĄŻENIA STAŁE	wartości charakterystyczne [kN]	γ_f	wartości obliczeniowe [kN]
Reakcja płatwi – obciążenie pokryciem dachu (A)	7,37	1,18	8,71
Reakcja płatwi – obciążenie dociepleniem (B)	5,35	1,20	6,42
Reakcja płatwi – obciążenie śniegiem i wiatrem (S)	5,69	1,50	8,54

Krokwie - własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *długotrwałe*.

$$K_{mod} = 0,70$$

$$\gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: drewno C24.

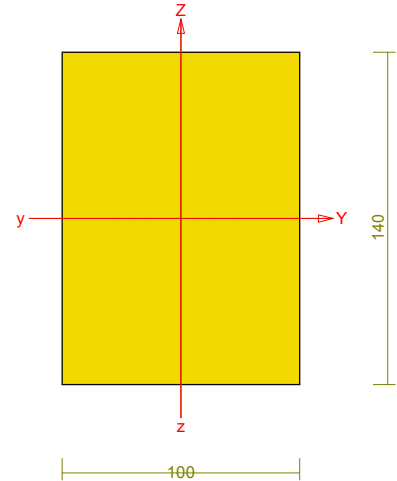
Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg [N7].

Krokwie - nośność na ściskanie ze zginaniem:

Nośność dla $x_a = 0,00$ m; $x_b = 4,01$ m, przy obciążeniach „ABSW”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,05}{0,317 \times 11,31} + 0,7 \times \frac{0,00}{12,92} + \frac{12,22}{12,92} = 0,960 < 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,05}{0,167 \times 11,31} + \frac{0,00}{12,92} + 0,7 \times \frac{12,22}{12,92} = 0,689 < 1$$



Krokwie - stan graniczny użytkowania

Ugięcie graniczne

$$u_{net,fin} = l / 200 = 20,0 \text{ mm}$$

w obiektach remontowanym może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{net,fin} = 30,1$ mm.

Ugięcie całkowite:

$$u_{z,fin} = -17,4 + -10,2 = 27,6 < 30,1 = u_{net,fin}$$

Wniosek: nośność nieuszkodzonych krokwi więzara pełnego po dociążeniu ociepleniem jest wykorzystana 96%, decydującym parametrem jest nośność na ściskanie zginaniem.

Kleszcze - własności techniczne drewna:

Przyjęto 1 klasę użytkowania konstrukcji (*temperatura powietrza 20° i wilgotności powyżej 65% tylko przez kilka tygodni w roku*) oraz klasę trwania obciążenia: *długotrwałe*.

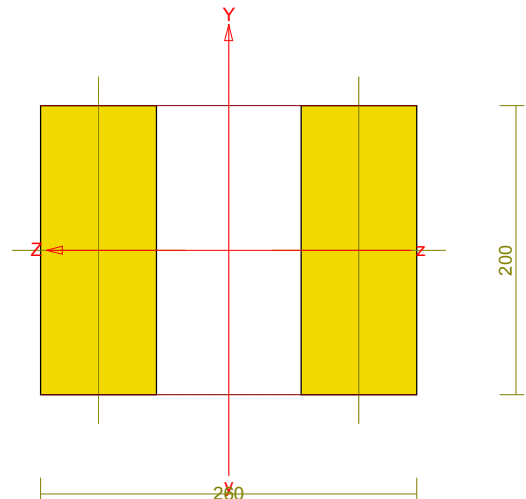
$$K_{mod} = 0,70 \quad \gamma_M = 1,3$$

Cechy drewna: drewno C27.

Kleszcze - nośność na zginanie:

Nośność dla $x_a = 0,00$ m; $x_b = 2,73$ m, przy obciążeniach „ABSW”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{1,55}{8,62} + \frac{0,00}{14,54} + 1,0 \times \frac{11,73}{14,54} = 0,986 < 1$$



Kleszcze - stan graniczny użytkowania:

Ugięcie graniczne $u_{net,fin} = l / 200 = 7060 / 200 = 35,3$ mm

w obiektach remontowanych może zostać powiększone o 50%, wówczas $u_{\text{net,fin}} = 53,0 \text{ mm}$.

Ugięcie całkowite:

$$u_{y,\text{fin}} = -11,3 + -3,6 = 14,9 < 53,0 = u_{\text{net,fin}}$$

Wniosek: nośność nieuszkodzonych kleszczy wiązara pełnego po dociążeniu ociepleniem jest wykorzystana 99%, decydującym parametrem jest nośność na zginanie.

Połączenie wieszaka i kleszczy

Połączenie wykonano na dwuciętą śrubę M12.

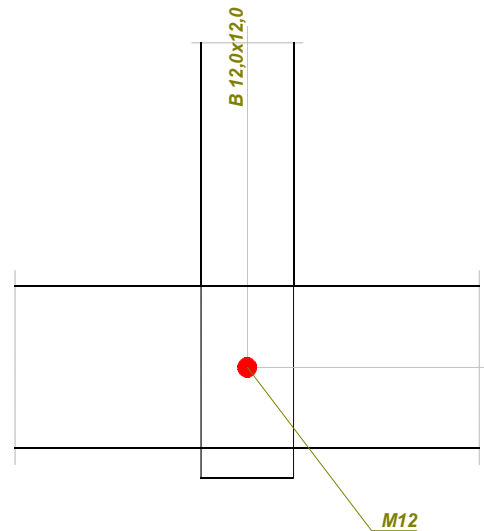
Siła osiowa: $N = 12,81 \text{ kN}$, obciążenia „ABSW”.

Nośność łącznika na jedno cięcie: $R_d = 3485,6 \text{ N}$.

Warunek nośności połączenia:

Liczba płaszczyzn ścinania łączników $n_c = 2$.

$$F = \sqrt{(F_{xM} + F_N)^2 + (F_{yM} + F_Q)^2} / n_c = \sqrt{(0,00 + 12813,26)^2 + (0,00 + -1930,01)^2} / 2 = 6478,90 > 3485,6 = R_d$$



Wniosek: nośność połączenia kleszczy i wieszaka jest przekroczona.

Warunek nośności połączenia po dodaniu drugiej śruby M12 kl. 4.8.:

$$F = \sqrt{(F_{xM} + F_N)^2 + (F_{yM} + F_Q)^2} / n_c = \sqrt{(0,00 + 6406,63)^2 + (0,00 + -965,00)^2} / 2 = 3239,45 < 3485,6 = R_d$$

Wniosek: nośność połączenia kleszczy i wieszaka jest wykorzystana w 93%.

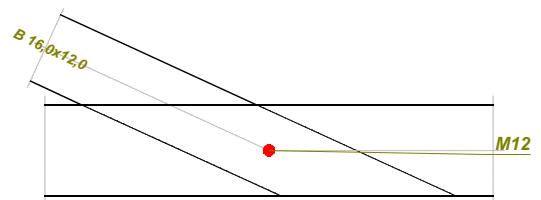
Połączenie zastrzałów i kleszczy

Połączenie wykonano na dwuciętą śrubę M12.

Siła osiowa: $N = -48,23 \text{ kN}$, obciążenia „ABSW”.

Warunek nośności połączenia:

$$F = \sqrt{(F_{xM} + F_N)^2 + (F_{yM} + F_Q)^2} / n_c = \sqrt{(0,00 + -48228,73)^2 + (0,00 + 121,08)^2} / 2 = 24114,44 > 3940,1 = R_d$$



Wniosek: nośność połączenia jest przekroczona.

Połączenie zamienne na dwuciętą śrubę M16.

Przyjęte rozstawy łączników: $s_1 = 124,0 \text{ mm}$, $s_2 = 64,0 \text{ mm}$,

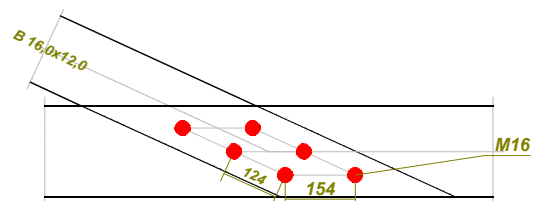
Nośność łącznika na jedno cięcie: $R_d = 5225,1 \text{ N}$.

Siły działające na najbardziej obciążony łącznik:

$$F_N = N / n = 48,23 / 6 \times 10^3 = -8038,12 \text{ N}$$

Warunek nośności połączenia:

Liczba płaszczyzn ścinania łączników $n_c = 2$.



$$F = \sqrt{(F_{xM} + F_N)^2 + (F_{yM} + F_Q)^2} / n_c = \sqrt{(0,00 + -8038,12)^2 + (0,00 + 20,18)^2} / 2 = 4019,07 < 5225,1$$

$$= R_d$$

Wniosek: nośność połączenia kleszczy i zastrzałów jest wykorzystana w 77%.

Wnioski

1. Nośność elementów drewnianych konstrukcji dachu pozwala na dociążenie izolacją termiczną i maks. 2 warstwami obudowy z płyt GKB grub. 12.5mm.
2. Połączenia wieszaka z kleszczami oraz zastrzału i kleszczy należy wzmocnić.

Ściany parteru

Poprzeczne ściany parteru budynku niskiego w osiach 4 i 5 to oryginalne ściany z cegły pełnej murowane na zaprawie wapiennej. Pierwotnie pełniły rolę nośną dla stropu poddasza oraz rolę usztywniającą dla ścian podłużnych. Obecnie strop poddasza zachował się częściowo.

Usunięcie ścian poprzecznych w osiach nr 4 i 5 przy likwidacji stropu poddasza jest możliwe pod warunkiem

- zachowania pilastrów usztywniających ściany podłużne
- zapewnienia stateczności komina przy osi nr 4.

Długość pilastrów usztywniających musi być zweryfikowana obliczeniowo.

Ściana poprzeczna w osi 6 to dawna ściana szczytowa budynku niskiego. Oprócz podparcia belkowania stropu poddasza pełni rolę nośną dla konstrukcji dachu między osiami 6 i 7 i z tej racji nie może być usunięta.

mgr inż. Szymon Czyżak
w kwietniu 2014 r.