

E K S P E R T Y Z A T E C H N I C Z N A B U D O W L A N A

**dotycząca stanu technicznego i elementów konstrukcji poddasza
budynku siedziby Ośrodka Pomocy Społecznej — Rokietnica, ul. Pocztowa 8
dla ustalenia możliwości ocieplenia dachu i ścian zewnętrznych**

1. Podstawa opracowania i materiały pomocnicze

- zlecenie inwestora (właściciela): Gmina Rokietnica ■ adres: 62-090 Rokietnica, ul. Gołęcińska 1
- informacje inwestora o budynku
- rysunki architektoniczne inwentaryzacyjne budynku wykonane w październiku 2008r: rzut piwnic, parteru, piętra (jako poddasza dolnego), dachu, przekrój poprzeczny (z podaniem ogólnego układu warstw dachu i stropów), elewacje
- ustalenia z inwestorem i architektem zakresu modernizacji budynku
- oględziny budynku z zewnątrz i dostępnej części poddasza dolnego w październiku 2023r
- wymogi prawa budowlanego i warunków zabudowy
- wymogi warunków technicznych dla budynków
- normy w zakresie projektowania konstrukcji:
 - PN-82/B-02000 Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
 - PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
 - PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
 - PN-80/B-02010:Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie śniegiem.
 - PN-80/B-02011:Az1 Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.
 - PN-90/B-03000 Projekty budowlane. Obliczenia statyczne.
 - PN-B-03002:2007 Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie.
 - PN-B-03150:2000 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
 - PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- literatura pomocnicza – m.in.:
 - (1) J. Żurański: Obciążenia wiatrem budowli i konstrukcji, Arkady – Warszawa 1978
 - (2) W. Żenczykowski: Budownictwo ogólne: tom I – IV, Arkady – Warszawa 1967
 - (3) J. Kotwica Konstrukcje drewniane w budownictwie tradycyjnym, Arkady – Warszawa 2009
 - (4) E. Trocka-Leszczyńska Stropy drewniane – remonty i naprawa, C.B.B.W. BISPROL – Warszawa 1987
 - (5) E. Motak: Fundamenty bezpośrednie (wzory, tablice, przykłady), Arkady – Warszawa 1988

2. Zamierzenia budowlane inwestora (właściciela)

Inwestor zamierza ocieplić dach (połacie dachowe) i ściany zewnętrzne budynku. Dach ma być także pokryty nową dachówką ceramiczną karpiówką. Na ścianach na ociepleniu będzie położony tynk cienkowarstwowy.

3. Rodzaj i zakres opracowania

Opracowanie jest ekspertyzą budowlaną dotyczącą stanu ogólnego i konstrukcji poddasza budynku wykonaną dla określenia możliwości jego modernizacji: docieplenia dachu i ścian.

4. Dane obciążeniowe i statyczne

Dla potrzeb opracowania przyjęto następujące obciążenia według obecnych norm konstrukcyjnych:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| ■ ciężar własny materiałów budowlanych | ► według normy obciążeń statycznych |
| ■ śnieg: 2 strefa wg zmiany Az 1 | ► 0,90 kN/m ² |
| ■ wiatr: I strefa wg zmiany Az 1 | ► 0,30 kN/m ² |
| ■ pomieszczenia mieszkalne: pokoje | ► 1,50 kN/m ² |
| ■ pomieszczenia mieszkalne: komunikacja | ► 2,00 kN/m ² |
| ■ pomieszczenia użytkowe: poddasze | ► 2,00 kN/m ² . |

5. Warunki gruntowe

Warunki gruntowo-wodne nie zostały określone, bo nie zachodziła taka potrzeba ich ustalania.

Teren działki przy budynku jest równy: deniwelacja wynosi do 20 cm. Dom nad teren wystaje na około 80 cm. Według oglądu domu i terenu warunki gruntowe pozwoliły na płytkie posadowienie istniejących fundamentów umożliwiające powstanie piwnicy o wysokości do stropu około 180 cm. Głębokość położenia fundamentów od powierzchni terenu wg pobieżnego rozliczenia z danych inwentaryzacyjnych w stosunku do wymiarów piwnicy wynosi nie mniej niż 170 cm i jest większa od 0,80 m dla wymaganej I strefy przemarzania gruntu.

Na skutek długotrwałego obciążenia gruntu budynkiem można będzie przyjąć ewentualną kompresję gruntu w wielkości do 15 %.

6. Opis istniejącego budynku

Jest to wolnostojący jednokondygnacyjny budynek użyteczności publicznej mający na parterze biura Ośrodka Pomocy Społecznej. Dom jest częściowo podpiwniczony i ma poddasze dwupoziomowe o użytkowym dolnym poziomie częściowo mieszkalnym i częściowo użytkowanym jako magazyn. Dach jest dwuspadowy o dużym pochyleniu połąci w konstrukcji drewnianej więźby. Z inwentaryzacji wynika pochylenie połąci dachowej 53°. Połąc dachowa nie ma ocieplenia i jest pokryta podwójną dachówką karpiówką.

Budynek znajduje się w strefie ochrony konserwatorskiej.

Jest rozplanowany na rzucie prostokąta o zwartej zabudowie z wykuszem parterowym balkonowym i dużą lukarną na poddaszu. Budynek według informacji inwestora został wybudowany mniej-więcej 100 lat temu (w latach dwudziestych XX wieku). Dom był i jest użytkowany przez ten czas.

Nie jest wiadome, czy konstrukcja dachu jest od powstania domu. Ze stanu drewna można wnioskować, że być może została odbudowana po wojnie w latach czterdziestych ubiegłego wieku – miałyby około 70 lat.

Budynek architektonicznie ma kształt prostopadłościanu z wysokim skośnym dwuspadowym dachem. Budynek ma wymiary zewnętrzne: długość 16,09 m, szerokość 9,04 m i powierzchnię zabudowy ~155 m². Wysokość budynku od terenu wynosi w kalenicy 10,25 cm. Dokładne dane wymiarowe są w projekcie inwentaryzacji.

Poziom parteru ±0,00 jest wyniesiony od strony wejścia nad teren na około 80 cm. Wejście główne jest od frontu budynku na parter zewnętrznymi betonowymi odremontowanymi schodami. Wysokość pomieszczeń parteru w świetle wynosi 315 cm, a poddasza dolnego ~335 cm.

Ma wewnętrzną klatkę schodową w trakcie przednim zapewniającą z holu komunikację do piwnicy i piętro (użytkowe poddasze) stromymi schodami drewnianymi. Piwnica o małej wysokości wystająca w około 1/3 swej wysokości nad teren występuje pod częścią budynku.

Budynek był na bieżąco konserwowany. Stan techniczny domu użytkowanego od 100 lat określono na średni.

7. Stan techniczny budynku

Dokonano stosownego oglądu zewnętrznego domu i wewnętrznego części poddasza. Na dolnym poziomie poddasza w dwóch miejscach (na obu połąciach) były odsłonięte krokwie (bez podsufitki), co umożliwiło ich pomiar i ocenę ich stanu. Określa się obecny stan techniczny budynku dla zakresu i potrzeb przewidywanej modernizacji: ocieplenie połąci dachowej i ocieplenie ścian zewnętrznych.

a) opis konstrukcyjny budynku

Budynek jest murowany z cegły pełnej ceramicznej. Układ konstrukcyjny domu jest prosty: ma dwa trakty podłużne (trakt frontowy od ulicy – węższy i trakt tylny – szerszy z wykuszem parterowym dającym na piętrze balkon). Budynek nie ma izolacji termicznej i przeciwwodnej ścian piwnicznych. Jest otynkowany i ma wokół przy gruncie murowany cokół ze spoinowanej cegły sięgający poziomu parteru.

Dach jest dwuspadowy z jedną dużą lukarną piętrową od strony tylnej. Pokrycie dachu jest z podwójnej dachówki ceramicznej karpiówki. Konstrukcja nośna drewnianej więźby dachowej jest krokwiowo-płatwiowa. Stanowią ją krokwie dwuprzęsłowe, płatwie, kleszcze, zastrzały, słupy i murlaty.

Strop nad parterem (pod poddaszem) jest drewniany belkowy. Stropy nad piwnicą są stalowo-ceramiczne typu Kleina w rozwiązaniu kolebkowym.

Posadowienie budynku jest płytkie. Z rozliczenia wymiarów piwnicy i poziomu posadzki parteru wychodzi, że spód fundamentów jest na głębokości nie mniej niż 170 cm od terenu.

b) obecny stan techniczny elementów budynku

Większość danych o budynku uzyskano z projektu inwentaryzacji. Przy wyżej wymienionym zakresie oglądu budynku stwierdzono następujący stan techniczny:

→ **zewnętrzne ściany piwnic, parteru i lukarny na poddaszu:** są to ściany wymurowane z cegły ceramicznej pełnej grubości 42 cm z obu stronnym tynkiem. Nie widać na elewacjach dużych wykruszeń tynku zewnętrznego, ale są miejscowe drobne rysy i spękania tynku.

Od zewnątrz zaleca się wykonać przeciwwodną izolację pionową dookoła budynku zabezpieczającą ściany piwnic przed penetracją wody opadowej. Stan techniczny ścian jest w miarę dobry.

- ➔ **poddasze:** jest dwupoziomowe – poziom dolny użytkowany o wysokości około 340 cm, a górny nieużywany. Konstrukcję nośną drewnianej więźby dachowej stanowią: krokwie pośrednie o przekroju $b/h = 12,5/14$ cm w rozstawie 85 – 95 cm i krokwie koszarowe o przekroju $b/h = 14/16$ cm, płatwie, kleszcze obustronne, zastrzały i miecze oraz słupy. Dach na ścianach zewnętrznych opiera się w poziomie stropu poprzez murlaty. Od spodu krokwi i kleszczy występuje podsufitka deskowa, do której podbito trzcinę i dano tynk. Dach nie ma zapadnięć (wkłębnieć połaci – nadmiernych ugięć). Przy załamaniach dachu (w koszarach) na skutek nieszczelności pokrycia i zacieków wody opadowej niektóre elementy drewniane są zmurowane i będą wymagać wymiany na nowe. Więźba jako całość mimo małej korozji biologicznej jest w miarę dobrym stanie – wymagać będzie dobrego oczyszczenia, wygładzenia i zabezpieczenia biologicznego i przeciwogniowego.
- ➔ **elewacja:** otynkowana, bez ocieplenia – należy dać (po skuciu tynku) odpowiedniej grubości izolację termiczną z nowym tynkiem cienkowarstwowym. Cokół dookoła budynku jest murowany z ceglami spoinowanymi: jeśli zostanie ocieplony to należy dać dla zachowania obecnego wyglądu nowy cokół z płytek ceramicznych imitujących warstwę cegły.

Nie stwierdzono odkształceń i znacznych uszkodzeń budynku wskazujących na złą pracę konstrukcji lub gruntu. Ogólny stan techniczny budynku po około 100 latach użytkowania (przy stałej jego konserwacji) pod względem architektonicznym i konstrukcyjnym jest średni.

Techniczne ogólne zużycie domu można oszacować na obecny czas na około 35%. Dom z punktu widzenia konstrukcji w obecnym stanie nadaje się do dalszego wykorzystania. Jest możliwa zamierzona modernizacja.

c) określenie nośności więźby po dociepleniu

Od dodanej warstwy ocieplenia wystąpi na połaci dachowej mały przyrost obciążenia. Przy założeniu uzyskania wymaganego współczynnika termoizolacyjnego będzie to warstwa grubości 20-25 cm izolacji termicznej w zależności od zastosowanego materiału termoizolacyjnego. Wymagać to będzie zwiększenia grubości połaci o około 12 cm z zastosowaniem nadbitki krokwiowej (wymagana będzie zgoda konserwatora zabytków na zmianę gabarytu dachu) lub dobitki krokwiowej (wymagane będą prace wewnątrz pomieszczeń). Gdy nie będzie zgody konserwatora, to można pozostawić obecną grubość połaci i zastosować wtenczas między krokwiemi materiał ocieplający o wysokich parametrach izolacyjności cieplnej, ale jest wówczas możliwe, że nie uzyska się wymaganego współczynnika termoizolacyjnego.

Przy zastosowaniu wełny mineralnej będzie przyrost obciążeń w wielkości $\sim 0,20 \text{ kN/m}^2$ (20 kg/m^2) tj. o około parę procent. Przy daniu na ocieplenie styropianu lub poliuretanu spienianego na miejscu będzie to o połowę mniej. Ostateczna grubość izolacji wyniknie z uzgodnień z konserwatorem zabytków o możliwości zmian gabarytów dachu budynku.

Obciążenie sumaryczne połaci dachowej po dociepleniu (tj. od podwójnej dachówki ceramicznej karpiówki, konstrukcji więźby z łątami i kontrłatami, warstwy ocieplającej, podsufitki z desek i tynku na trzcinie) szacuje się na około $3,10 \text{ kN/m}^2$. Dla istniejącego maksymalnego rozstawu krokwi $d = 0,95 \text{ m}$ i jej wymiarów przekroju uwzględniając zużycie techniczne drewna na 15 % wystąpią w krokwi dwuprzęsłowej naprężenia od zginania i ściskania w wielkości równej w przybliżeniu nośności elementu dla konstrukcyjnej klasy drewna C18 – czyli wystąpi wyężenie w notacji jako naprężenie / nośności: $n \cong 0,90 < 1$.

Należy zatem połać dachową odciążyć:

dać pojedynczo dachówkę i ewentualnie usunąć tynk na trzcinie i zastąpić go cienką płytą gipsowo-kartonową GK.

Należy to wziąć pod uwagę, by móc przedłużyć na dłuższy czas dalsze użytkowanie więźby dachowej.

d) analiza i wynik modernizacji dachu

Dom po zmianie pokrycia dachówkowego i dociepleniu będzie dalej użytkowany przy bieżącej konserwacji i remontach przez kilkadziesiąt lat. Konstrukcja drewniana nośna dachu będzie się jednak zużywała technicznie (starzała), czyli będzie się zmniejszać jej nośność.

Zaleca się zatem dla przedłużenia użytkowania dachu odciążenie jego konstrukcji !

Jedyną możliwością dla znacznego zmniejszenia obciążeń dachu w uzgodnieniu z konserwatorem zabytków jest wykonanie pokrycia dachu z pojedynczej dachówki ceramicznej karpiówki lub z marsylki albo z zakładkowej (które dają dobrą szczelność pokrycia): dla nowego rodzaju dachówki zajdzie potrzeba położenia nowych łąt do niej dostosowanych z zachowaniem obecnego ich przekroju.

Można jeszcze dotatkowo umniejszyć obciążenie zamieniając tynk na trzcinie na płyty gipsowo-kartonowe GK9,5 mm z zatarciem gipsem spoin płyty.

e) oddziaływanie na grunt

Przy zamierzonym zakresie modernizacji budynku jaki planuje inwestor nie zmieniają się wyraźnie (znacznie) obciążenia na grunt: będą to wartości porównywalne z obecnymi – nie zmieniają się obciążenia użytkowe, bo funkcja mieszkalna pozostaje bez zmian. Ewentualny przyrost obciążeń na fundamenty wystąpi do około 2% i będzie się mieścił w ramach kompensacji gruntu w wielkości parunastu procent, powstałego od długotrwałego jego obciążenia budynkiem.

8. Podsumowanie, wnioski i uwagi wykonawcze

Inwestor decyduje się na modernizację budynku, który nie zmienia swojej funkcji użytkowej. Przewiduje się wykonanie ocieplenia połaci dachowej i ścian zewnętrznych z materiałów termoizolacyjnych o małym ciężarze i o dobrych parametrach termicznych oraz wymianę dachówki.

Od zewnątrz zaleca się wykonać przeciwwodną izolację pionową dookoła budynku zabezpieczającą ściany piwnicy przed penetracją wody opadowej. Należy zabezpieczyć ścianę nadziemną od zewnątrz powyżej terenu przed wpływem wody opadowej płytkami cokołowymi imitującymi cegłę.

Dach i ściany zewnętrzne budynku dla obecnego stanu technicznego można docieplić.

UWAGI WYKONAWCZE:

① Po odkryciu dachu (po zdjęciu dachówek) należy elementy uszkodzone więźby (zmurszałe, zużyte biologicznie, popękane, nadmiernie wygięte) wymienić na nowe o tych samych przekrojach - zakłada się 15% ich wymiany.

② Całą konstrukcję drewnianą dachu trzeba dokładnie oczyścić i zaimpregnować przeciw korozji biologicznej preparatami dopuszczonymi do kontaktu z ludźmi oraz przeciwogniowo.

Należy dla uzyskania przedłużenia użytkowania obecnej konstrukcji dachu na następne lata jego odciążenie.

Modernizacja dachu wymaga zabezpieczenia jego przed opadami, staranności i dokładności wykonania robót !

Opracował: _____



mgr inż. Krzysztof Petrykowski

Poznań, październik 2023r

mgr inż. Krzysztof Petrykowski
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewid. 146/76/PW

ANALIZA STATYCZNA WIĘŻBY PODDASZA budynek siedziby Ośrodka Pomocy Społecznej Rokietnica, ul. Poczтова 8

Dachowa więźba drewniana istniejąca

drewno lite sosnowe	klasa C 18	PN-B-03150:2000
wytrzymałość charakterystyczna w [kPa] na:	zginanie	$f_{m,k} = 18\ 000$
	ściskanie	$f_{c,o,k} = 15\ 000$
moduł sprężystości [kPa]	$E_m = 9\ 000\ 000$	
	$E_{0,05} = 6\ 000\ 000$	
	$G_m = 560\ 000$	$\eta_{eg} = (E_m/G_m)^{0,5} = 4,0$
klasa użytkowania 1 / klasa trwania obciążenia:	stałe	$k_{mod,s} = 0,6$
	zmienne krótkotrwale - śnieg	$k_{mod,k} = 0,9$
		$k_{mod} = \max(k_{mod,s}; k_{mod,k}) = 0,9$
współczynnik bezpieczeństwa dla kombinacji podstawowych		$\gamma_m = 1,3$
współczynnik korekcyjny dla zginania przekroju prostokątnego		$k_m = 0,7$
wytrzymałość obliczeniowa [kPa]:	zginanie	$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot k_{mod} / \gamma_m = 12\ 500$
	ściskanie	$f_{c,o,d} = f_{c,o,k} \cdot k_{mod} / \gamma_m = 10\ 400$

Dach krokwiowy dwuspadowy

Występuje rozwiązanie więźby ciesielskiej krokwiowo-kleszczowej opartej na murłacie i belce płatwiowej: krokwie są dwuprzęsłowe. Na krokwiach i kleszczach jest usztywnienie podłużne z desek sufitowych.

skłon połaci dachowej	$\alpha [^\circ] = 53$	$\tan \alpha = 1,327$	$\sin \alpha = 0,799$	$\cos \alpha = 0,602$
rozpiętość więźby [m]	$B = 8,65$	rozstaw więźby [m]	$r = 0,950$	

Zebranie obciążeń dla obecnego układu warstw [kN/m²]

Warstwy dachowe przyjęto z projektu inwentaryzacji.

obciążenie stałe

dachówka ceramiczna karpiówka w koronkę: 2 warstwy			0,90	1,2	1,08
łaty i kontrłaty drewniane			0,05	1,2	0,06
konstrukcja nośna (krokwie + kleszcze + przekładki)		$g_w = B/(65 \cdot r) =$	0,14	1,1	0,15
folia paroizolacyjna – 1x			0,04	1,2	0,05
podsufitka: deski	$t [m] = 0,025$	$\gamma = 5,5$	0,14	1,1	0,15
tynek wapienny na trzcinie	$t [m] = 0,025$	$\gamma = 15,0$	0,38	1,3	0,49
		$g_d =$	1,66	1,20	2,00

Sprawdzenie konstrukcji po dociepleniu

Przyjęto wymaganą grubość ocieplenia wynikającą z przepisów spełniającą współczynnik termoizolacji.

Zebranie obciążeń dla proponowanej modernizacji dachu [kN/m²]

obciążenie stałe

dachówka ceramiczna karpiówka w koronkę: 2 warstwy			0,90	1,2	1,08
łaty (podwójnie) i kontrłaty drewniane			0,05	1,2	0,06
konstrukcja nośna (krokwie + kleszcze + przekładki)		$g_w = B/(65 \cdot r) =$	0,14	1,1	0,15
folia paroizolacyjna – 1x			0,04	1,2	0,05
ocieplenie: wełna mineralna miękka	$t [m] = 0,250$	$\gamma = 0,6$	0,15	1,2	0,18
podsufitka: deski	$t [m] = 0,025$	$\gamma = 5,5$	0,14	1,1	0,15
tynek wapienny na trzcinie	$t [m] = 0,025$	$\gamma = 15,0$	0,38	1,3	0,49
		$g_d =$	1,81	1,20	2,18

Wystąpiło dociążenie konstrukcji dachu.

obciążenie zmienne klimatyczne

* śnieg	strefa 2	$q_k [kPa] = 0,90$							
współczynnik kształtu dachu		$C_s = 0,28$							
poddasze izolowane		$t_p = 1,00$							
		obciążenie śniegiem			$s = q_k \cdot C_s \cdot t_p =$	0,30	1,5	0,45	
* wiatr	strefa I	$q_k [kPa] = 0,30$	teren A						
wysokość budynku nad teren		$H [m] = 10,50$	$z = 10$		$C_e = 1,01$				
współczynniki opływu		$C_{xp} = 0,60$	$C_{xs} = 0,00$		$C_{xz} = -0,4$				
współczynnik porywów		$\beta = 1,8$							
współczynnik jednoczesności		$\psi_p = 0,90$							
		obciążenie wiatrem			$w_p = q_k \cdot C_e \cdot C_{xp} \cdot \beta =$	0,33	1,5	0,49	
					$w_s = q_k \cdot C_e \cdot C_{xs} \cdot \beta =$	0,00	1,5	0,00	
					$w_z = q_k \cdot C_e \cdot C_{xz} \cdot \beta =$	-0,22	1,5	-0,33	

Kombinacja obciążeń (połąć nawietrzna)

stałe + śnieg + ψ * wiatr	całkowite:	$q_{np} = g_d + s + \psi \cdot w_p =$	2,40	1,28	3,07
	prostopadłe:	$q_{zp} = (g_d + s \cdot \cos \alpha) \cdot \cos \alpha + \psi \cdot w_p =$	1,49		1,91
	równoległe:	$q_{yp} = (g_d + s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha =$	1,59		1,96

Sprawdzenie więźby

a) krokwie dachowe

szerokość połowy połaci dachu	$d [m] = B/2 = 4,33$	(między murlatą a kalenicą po osi)	
długość całkowita krokwi [m]	$L = d / \cos \alpha = 7,19$	wysokość w kalenicy [m]	$f = 5,700$
rozstaw podparć krokwi – część dolna	$dd [m] = 3,57$	(między murlatą a płatwią)	
długość odcinka dolnego krokwi	$ld [m] = dd / \sin \alpha = 4,47$		
rozstaw podparć krokwi – część górna	$dg [m] = 2,17$	(między płatwią a kalenicą)	
długość odcinka górnego krokwi	$lg [m] = dg / \sin \alpha = 2,72$	współczynnik wyboczenia	$\mu = 1,3$
długość wyboczeniowa	$lc [m] = \mu \cdot ld = 5,81$		
pasmo obciążenia płatwi [m]	$c = L/2 = 3,59$		
wymiary krokwi:			
szerokość	$b [m] = 0,125$	$W_z [m^3] = b \cdot h^2 / 6 = 0,000408$	
wysokość	$h [m] = 0,140$	$i_z [m] = h / 12^{0,5} = 0,0404$	
		$A [m^2] = b \cdot h = 0,017500$	

oszacowany współczynnik zużycia technicznego krokwi	$u = 0,850$		
rozstaw osiowy krokwi – średni	$r_k [m] = 0,950$		
obciążenie krokwi	$p_n [kN/m] = q_{np} \cdot r_k = 2,92$		
prostopadłe	$p_z [kN/m] = q_{zp} \cdot r_k = 1,82$		
równoległe	$p_y [kN/m] = q_{yp} \cdot r_k = 1,86$		
moment zginający podporowy [kNm]	$M_B = p_z \cdot (ld^3 + lg^3) / 8 / L = 3,46$		
moment zginający przęsłowy [kNm]	$M_{AB} = p_z \cdot ld^2 / 11 = 3,03$		
reakcja podporowa [kN]	$V_A = q_z \cdot ld / 2 - M_B / ld = 3,29$		
siły [kN]	$N_A = p_y \cdot L = 8,31$		
	$T_A = p_z \cdot ld = 8,13$		
	$\lambda_z = lc / i_z = 144$	$< = 150$	
	$\sigma_{c,crit} [kPa] = \pi^2 \cdot E_{0,05} / \lambda_z^2 = 2864$	$\lambda_{rel,z} = (f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit})^{0,5} = 2,288$	
$\beta_c = 0,2$	$k_z = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 3,297$	$k_{c,z} = 1 / [k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{0,5}] = 0,176$	
* nośność na ściskanie	$\sigma_{c,0,d} [kPa] = N_A / k_{c,z} \cdot A / u = 3\ 169$	$< = 10\ 400$	
* nośność na zginanie	$\sigma_{m,z,d} [kPa] = M_B / W_z / u = 9\ 970$	$< = 12\ 500$	
* nośność na zginanie ze ściskaniem	$\lambda_{rel} = (lc \cdot h \cdot f_{m,k} \cdot \pi^2 \cdot E_m)^{0,5} = 0,365$	$k_{crit} = 1,000$	
	$n = (\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,z,d} / k_{crit} \cdot f_{m,d} = 0,890$	$< = 1$	warunek spełniony

Występuje znaczne wykorzystanie nośności konstrukcji dachu
ograniczające przy stałym starzeniu się drewna jego dalsze długotrwałe użytkowanie.

Należy w ramach modernizacji dach odciążyć.

* ugięcie $U_{dop} [m] = 1,5 \cdot l_d / 200 = 0,034$
współczynnik dla belki dwuprzęsłowej $v = 0,50$
współczynnik przytrzymania na podporach $m = 1,00$
współczynnik ugięcia od obciążeń stałych $k_{def,g} = 0,60$ zmiennych $k_{def,p} = 0,25$
 $k_{def} = (g \cdot k_{def,g} + s \cdot k_{def,p}) / q = 0,48$
 $q_k [kN/m] = q_{zp} \cdot r_k = 1,42$
 $u_{fin} [m] = v \cdot m \cdot 5 \cdot q_k \cdot l_d^4 \cdot (1 + k_{def}) / (384 \cdot E_m \cdot b \cdot h^3 / 6) = 0,011 < = 0,034$ warunek spełniony

WNIOSKI

Proponuje się odciążenie konstrukcji dachu poprzez zmianę pokrycia dachu z podwójnej dachówki karpiówki na pojedynczą lub dla lepszego jego uszczelnienia danie pokrycia z dachówki zakładkowej lub marsylki. Dla dalszego odciążenia dachu sugeruje się usunięcie tynku na trzcinie i danie płyty gipsowo-kartonowej GK.

projektant:  _____

Poznań, październik 2023r

mgr inż. Krzysztof Petrykowski
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewid. 146/76/PW

ANALIZA STATYCZNA KONSTRUKCJI WIĘŻBY PODDASZA DLA PROPONOWANEJ MODERNIZACJI budynek siedziby Ośrodka Pomocy Społecznej Rokietnica, ul. Pocztowa 8

Dachowa więźba drewniana istniejąca

drewno lite sosnowe	klasa C 18	PN-B-03150:2000
wytrzymałość charakterystyczna w [kPa] na:	zginanie	$f_{m,k} = 18\ 000$
	ściskanie	$f_{c,o,k} = 15\ 000$
moduł sprężystości [kPa]	$E_m = 9\ 000\ 000$	
	$E_{0,05} = 6\ 000\ 000$	
	$G_m = 560\ 000$	$\eta_{eg} = (E_m/G_m)^{0,5} = 4,0$
klasa użytkowania 1 / klasa trwania obciążenia:	stałe	$k_{mod,s} = 0,6$
	zmiennie krótkotrwale - śnieg	$k_{mod,k} = 0,9$
		$k_{mod} = \max(k_{mod,s}; k_{mod,k}) = 0,9$
współczynnik bezpieczeństwa dla kombinacji podstawowych		$\gamma_m = 1,3$
współczynnik korekcyjny dla zginania przekroju prostokątnego		$k_m = 0,7$
wytrzymałość obliczeniowa [kPa]:	zginanie	$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot k_{mod} / \gamma_m = 12\ 500$
	ściskanie	$f_{c,o,d} = f_{c,o,k} \cdot k_{mod} / \gamma_m = 10\ 400$

Dach krokwiowy dwuspadowy

Występuje rozwiązanie więźby ciesielskiej krokwiowo-kleszczowej opartej na murłacie i belce płatwiowej: krokwie są dwuprzęsłowe. Na krokwiach i kleszczach jest usztywnienie podłużne z desek sufitowych.

skłon połaci dachowej	$\alpha [^\circ] = 53$	$\tan \alpha = 1,327$	$\sin \alpha = 0,799$	$\cos \alpha = 0,602$
rozpiętość więźby [m]	$B = 8,65$	rozstaw więźby [m]	$r = 0,950$	

Sprawdzenie konstrukcji dachu według proponowanego rozwiązania architektonicznego

Architektura przyjmuje pokrycie dachu z dachówki karpiówki pojedynczej w łuskę dające odciążenie dachu i zastosowanie docieplenia dachu w ramach wysokości krokwi pozostawiając obecne rozwiązanie sufitu.

Zebranie obciążeń dla proponowanej modernizacji dachu [kN/m²]

obciążenie stałe

			k	γ_f	d
dachówka ceramiczna karpiówka w łuskę: jedna warstwa			0,55	1,2	0,66
łaty (podwójnie) i kontrłaty drewniane			0,11	1,2	0,13
konstrukcja nośna (krokwie + kleszcze + przekładki)		$g_w = B/(65 \cdot r) =$	0,14	1,1	0,15
folia paroizolacyjna - 1x			0,04	1,2	0,05
ocieplenie: wełna mineralna miękka	$t [m] = 0,150$	$\gamma = 0,6$	0,09	1,2	0,11
podsufitka: deski	$t [m] = 0,025$	$\gamma = 5,5$	0,14	1,1	0,15
tynek wapienny na trzcinie	$t [m] = 0,025$	$\gamma = 15,0$	0,38	1,3	0,49
			gd =	1,46	1,21
					1,76

obciążenie zmienne klimatyczne

* śnieg	strefa 2	$q_k [kPa] = 0,90$			
współczynnik kształtu dachu		$C_s = 0,28$			
poddasze izolowane		$t_p = 1,00$			
		obciążenie śniegiem	$s = q_k \cdot C_s \cdot t_p =$	0,30	1,5
* wiatr	strefa I	$q_k [kPa] = 0,30$	teren A		0,45
wysokość budynku nad teren		$H [m] = 10,50$	$z = 10$	$C_e = 1,01$	
współczynniki opływu		$C_{xp} = 0,60$	$C_{xs} = 0,00$	$C_{xz} = -0,4$	
współczynnik porywów		$\beta = 1,8$			
współczynnik jednoczesności		$\psi = 0,90$			

obciążenie wiatrem	$w_p = q_k \cdot C_e \cdot C_{xp} \cdot \beta =$	0,33	1,5	0,49
	$w_s = q_k \cdot C_e \cdot C_{xs} \cdot \beta =$	0,00	1,5	0,00
	$w_z = q_k \cdot C_e \cdot C_{xz} \cdot \beta =$	-0,22	1,5	-0,33

Kombinacja obciążeń (połączenie nawietrzna)

stałe + śnieg + ψ * wiatr	całkowite:	$q_{np} = g_d + s + \psi \cdot w_p =$	2,05	1,29	2,65
	prostopadłe:	$q_{zp} = (g_d + s \cdot \cos \alpha) \cdot \cos \alpha + \psi \cdot w_p =$	1,28		1,66
	równoległe:	$q_{yp} = (g_d + s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha =$	1,31		1,62

Sprawdzenie więźby

a) krokwie dachowe

szerokość połowy połaci dachu	$d [m] = B/2 = 4,33$	(między murlatą a kalenicą po osi)
długość całkowita krokwi [m]	$L = d / \cos \alpha = 7,19$	wysokość w kalenicy [m] $f = 5,700$
rozstaw podparć krokwi – część dolna	$d_d [m] = 3,57$	(między murlatą a płatwią)
długość odcinka dolnego krokwi	$l_d [m] = d_d / \sin \alpha = 4,47$	
rozstaw podparć krokwi – część górna	$d_g [m] = 2,17$	(między płatwią a kalenicą)
długość odcinka górnego krokwi	$l_g [m] = d_g / \sin \alpha = 2,72$	współczynnik wyboczenia $\mu = 1,3$
długość wyboczeniowa	$l_c [m] = \mu \cdot l_d = 5,81$	
pasmo obciążenia płatwi [m]	$c = L/2 = 3,59$	
wymiary krokwi: szerokość	$b [m] = 0,125$	$W_z [m^3] = b \cdot h^2 / 6 = 0,000408$
wysokość	$h [m] = 0,140$	$i_z [m] = h / 12^{0,5} = 0,0404$
		$A [m^2] = b \cdot h = 0,017500$

współczynnik zużycia technicznego krokwi	$u = 0,85$	
rozstaw osiowy krokwi – średni	$r_k [m] = 0,950$	
obciążenie krokwi	$p_n [kN/m] = q_{np} \cdot r_k = 2,52$	
prostopadłe	$p_z [kN/m] = q_{zp} \cdot r_k = 1,58$	
równoległe	$p_y [kN/m] = q_{yp} \cdot r_k = 1,54$	
moment zginający podporowy [kNm]	$M_B = p_z \cdot (l_d^3 + l_g^3) / 8 / L = 3,00$	
moment zginający przęsłowy [kNm]	$M_{AB} = p_z \cdot l_d^2 / 11 = 2,63$	
reakcja podporowa [kN]	$V_A = q_z \cdot l_d / 2 - M_B / l_d = 2,86$	
siły [kN] równoległe	$N_A = p_y \cdot L = 6,89$	
prostopadłe	$T_A = p_z \cdot l_d = 7,06$	
	$\lambda_z = l_c / i_z = 144 \leq 150$	
	$\sigma_{c,crit} [kPa] = \pi^2 \cdot E_{0,05} / \lambda_z^2 = 2864$	$\lambda_{rel,z} = (f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit})^{0,5} = 2,288$
$\beta_c = 0,2$	$k_z = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 3,297$	$k_{c,z} = 1 / [k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{0,5}] = 0,176$
* nośność na ściskanie	$\sigma_{c,0,d} [kPa] = N_A / k_{c,z} \cdot A / u = 2\ 626$	$\leq 10\ 400$
* nośność na zginanie	$\sigma_{m,z,d} [kPa] = M_B / W_z / u = 8\ 654$	$\leq 12\ 500$
* nośność na zginanie ze ściskaniem	$\lambda_{rel} = (l_c \cdot h \cdot f_{m,k} \cdot n_{neg} / \pi \cdot b^2 \cdot E_m)^{0,5} = 0,365$	$k_{crit} = 1,000$
	$n = (\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,z,d} / k_{crit} \cdot f_{m,d} = 0,756 \leq 1$	warunek spełniony

* ugięcie	$u_{dop} [m] = 1,5 \cdot l_d / 200 = 0,034$	
współczynnik dla belki dwuprzęsłowej	$v = 0,50$	
współczynnik przytrzymania na podporach	$m = 1,00$	
współczynnik ugięcia od obciążeń	stałych $k_{def,g} = 0,60$	zmiennych $k_{def,p} = 0,25$
	$k_{def} = (g \cdot k_{def,g} + s \cdot k_{def,p}) / q = 0,46$	
	$q_k [kN/m] = q_{zp} \cdot r_k = 1,22$	
	$u_{fin} [m] = v \cdot m \cdot 5 \cdot q_k \cdot l_d^4 \cdot (1 + k_{def}) / (384 \cdot E_m \cdot b \cdot h^3 / 6) = 0,009 \leq 0,034$	warunek spełniony

Uzyskano odciążenie konstrukcji dachu przedłużając czas jego użytkowania.

U W A G A

Proponuje się dla lepszego uszczelnienia dachu zmianę dachówki karpiówki pojedynczej na szczelniejsze pokrycie z dachówki zakładkowej lub marsylki i dalsze odciążenie dachu przez usunięcie tynku na trzcinie dając zamiast niego płytę gipsowo-kartonową cienką GK9,5 mm.

Zebranie obciążeń dla zmienionego pokrycia dachu [kN/m²]

obciążenie stałe

			k	γ _f	d
dachówka ceramiczna zakładkowa / marsylka: 1 warstwa			0,70	1,2	0,84
łaty i kontrłaty drewniane			0,05	1,2	0,06
konstrukcja nośna (krokwie + kleszcze + przekładki)		gw = B/(65*r) =	0,14	1,1	0,15
folia paroizolacyjna – 1x			0,04	1,2	0,05
ocieplenie: wełna mineralna miękka	t [m] = 0,150	γ = 0,6	0,09	1,2	0,11
podsufitka: deski	t [m] = 0,025	γ = 5,5	0,14	1,1	0,15
płyta GK z zatarciem gipsowym	t [m] = 0,0095	γ = 9,0	0,09	1,2	0,11
		gd =	1,26	1,17	1,48

$$n = (\sigma_{c,o,d}/f_{c,o,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/k_{crit} \cdot f_{m,d} = 0,690 \leq 1$$

Uzyska się dalsze odciążenie konstrukcji dachu przedłużając czas jego użytkowania.

projektant: _____



Poznań, październik 2023r

mgr inż. Krzysztof Petrykowski
Uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
nr ewid. 146/76/PW