

# **EKSPERTYZA TECHNICZNA BUDOWLANA**

## **STAN TECHNICZNY ISTNIEJĄCEGO DACHU**

**nazwa zamierzenia budowlanego :**

**MODERNIZACJA OBIEKTU ZABYTKOWEGO PRZY UL. SZKOLNEJ 2 W MROWINIE, SIEDZIBY GMINNEJ JEDNOSTKI OŚWIATOWEJ ORAZ PRZEDSZKOLA PUBLICZNEGO – DZ. NR GEOD. 145/4 ( GM. ROKIETNICA )**

**adres i kategoria obiektu budowlanego :**

**MROWINO GM. ROKIETNICA KATEGORIA : XVII**

**nazwa jednostki ewidencyjnej :**

**MROWINO, GM. ROKIETNICA – DZ. NR GEOD. 145/4**

**nazwa i nr obrębu ewidencyjnego :**

**MROWINO, GM. ROKIETNICA**

**nr działek na których obiekt jest usytuowany :**

**DZ. NR 145/4**

**imię i nazwisko lub nazwa inwestora i jego adres :**

**GMINA ROKIETNICA , 62-090 ROKIETNICA, UL.GOLECІŃSKA 1**

**Jednostka projektowa / projektant :**

**MACIEJ ORGANISTA ARCHITEKT / 61-616 POZNAŃ / OS.W.ŁOKIETKA 10E/51**

**NIP 972 006 62 10 / REGON 634494505 / [www.architekt.poznan.pl](http://www.architekt.poznan.pl)**

**imiona i nazwiska projektantów**

**uprawnienia**

**podpisy**

**EKSPERTYZA TECHNICZNA BUDOWLANA**

**opracowanie :**

**mgr inż. Krzysztof Petrykowski**

**146/76/Pw**



**ZAKRES OPRACOWANIA ZGODNY Z UMOWĄ NR 273/2023 R. Z DN. 23.10.2023**

**Data opracowania ekspertyzy**

**GRUDZIEŃ 2023-STYCZEŃ 2024**

# **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 dachu i elementów konstrukcji poddasza budynku przedszkola publicznego — Mrowino, ul. Szkolna 2 dla ustalenia możliwości ocieplenia dachu**

### **1. Podstawa opracowania i materiały pomocnicze**

- zlecenie inwestora (właściciela obiektu): Gmina Rokietnica ■ adres: 62 – 090 Rokietnica, ul. Gołęcińska 1 dotyczące budynku przedszkola w ramach zadania “Modernizacja obiektu zabytkowego przy ulicy Szkolnej 2 w Mrowinie – siedziby gminnej jednostki oświatowej oraz przedszkola publicznego”
- informacje inwestora o budynku przedszkola
- oględziny budynku przedszkola z zewnątrz i dostępnej części poddasza w grudniu 2023r
- rysunki architektoniczne inwentaryzacyjne poddasza budynku przedszkola wykonane w grudniu 2023r: rzut poddasza, przekrój poprzeczny, elewacje – nie ma całościowej inwentaryzacji budynku
- ustalenia z inwestorem i architektem zakresu modernizacji budynku
- 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.
- 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

### **2. Zamierzenia budowlane inwestora**

Inwestor zamierza ocieplić dach z poddaszem przedszkola i pokryć go całościowo nową dachówką ceramiczną oraz odnowić (odświeżyć) elewacje ścian.

### **3. Rodzaj i zakres opracowania**

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

### **4. Dane obciążeniowe i statyczne**

Dla potrzeb opracowania przyjęto następujące obciążenia według obecnych norm konstrukcyjnych:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| ■ ciężar własny materiałów budowlanych      | ► według normy obciążeń stałych |
| ■ śnieg: 2 strefa wg zmiany Az 1            | ► 0,90 kN/m <sup>2</sup>        |
| ■ wiatr: I strefa wg zmiany Az 1            | ► 0,30 kN/m <sup>2</sup>        |
| ■ pomieszczenia mieszkalne: pokoje          | ► 1,50 kN/m <sup>2</sup>        |
| ■ pomieszczenia użytkowe: sale przedszkolne | ► 2,00 kN/m <sup>2</sup>        |
| ■ pomieszczenia użytkowe: klatka schodowa   | ► 3,00 kN/m <sup>2</sup> .      |

### **5. Warunki gruntowe**

Teren z chodnikami przy budynku jest równy – deniwelacja nie przekracza parunastu centymetrów. Warunki gruntowe nie zostały określone, bo nie zachodziła potrzeba ich ustalania.

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

## 6. Opis istniejącego budynku

Budynek został wybudowany jako szkoła podstawowa w latach 1903 – 1905, co uwidoczniło na frontonie ściany od ulicy i na tablicy okolicznościowej na bocznej ścianie z okazji jego stulecia. Stosowna informacja jest także podana w internecie. Ma więc budynek dzisiaj 118 lat. Dom był i jest użytkowany przez ten czas.

### Budynek znajduje się w strefie gminnej ochrony konserwatorskiej.

Jest to obecnie stojący w zabudowie ulicy Szkolnej pod numerem 2 budynek przedszkola dwukondygnacyjny z poddaszem dwupoziomowym o użytkowym jego dolnym poziomie mieszkalnym i górnym nieużywanym. Jest rozplanowany na rzucie litery "L". Dom jest częściowo podpiwniczony. Wysokość budynku od terenu wynosi w kalenicy około 13,0 m. W czasie znacznie późniejszym dobudowano do niego od szczytu budynek szkoły.

Dach jest dwuspadowy w konstrukcji drewnianej więźby o dużym pochyleniu połaci. Z inwentaryzacji poddasza (pomiaru) wynika pochylenie połaci w wielkości  $45^{\circ}$ . Nie jest wiadome, czy konstrukcja dachu jest od powstania domu: ze stanu drewna można by tak domniemywać, ale może była odbudowana w połowie zeszłego wieku po uszkodzeniach wojennych – nie jest to wiadome. Z informacji długoletniego mieszkańca budynku wynika, że w ciągu ostatnich 50 lat więźba dachowa nie była przebudowywana. Nowe pokrycie dachu pojedynczą ceramiczną dachówką zakładkową wykonano pod koniec minionego wieku. W połaci dachu zrobiono własnym sumptem prowizoryczne "okna dachowe" jako doświetlenia pomieszczeń. Dach nie posiada ocieplenia: fragmentami zalega nad mieszkaniami wełna mineralna pofałdowana i bardzo zbrylona o nieznanym grubości.

Wejście główne do budynku podniesione nad chodnik na dwa stopnie jest od frontu budynku (od ulicy) na poziom parteru  $\pm 0,00$  wywyższony wewnątrz w korytarzu betonowymi schodami.

Budynek ma wewnętrzną klatkę schodową zapewniającą komunikację do piwnicy oraz na piętra i na dolne poddasze schodami drewnianymi. Na górne poddasze jest w mieszkaniu wejście drabinowe poprzez wyłaz.

### Proponuje się przenieść wyłaz na górny poziom poddasza z mieszkania do klatki schodowej.

Budynek był na bieżąco konserwowany i remontowany. Stan techniczny budynku użytkowanego od ponad 100 lat określono na średni.

## 7. Stan techniczny budynku

Dokonano stosownego oglądu zewnętrznego budynku i wewnętrznego dwupoziomowego poddasza: poziomu dolnego mieszkalnego (o obudowanej więźbie ścianami i podbitym sufitem) bez możliwości jego zobaczenia oraz górnego nieużywanego, który umożliwił pomiary więźby dachowej i ocenę jej stanu.

Określa się na tej podstawie obecny stan techniczny poddasza budynku dla zakresu i potrzeb przewidywanej modernizacji: ocieplenia dachu z wymianą dachówki i ewentualnego remontu konstrukcji poddasza.

### a) opis konstrukcyjny budynku

Budynek jest murowany z cegły ceramicznej. Nie posiada izolacji termicznej ścian zewnętrznych i nie jest otynkowany: ma elewacje ze spoinowanej cegły sięgającą do poziomu chodnika (terenu).

Dach jest dwuspadowy symetryczny. Pokrycie dachu jest z dachówki ceramicznej zakładkowej. Konstrukcja drewnianej więźby dachowej jest krokwiowo-płatwiowa wychodząca poza obrys budynku. Ponad dolnym poziomem poddasza (nad sufitami mieszkań) zalega pomiędzy kleszczami warstwa polepy z gliny.

Ponad dachem przy kalenicy występują 2 kominy murowane nadwyřżone technicznie: jeden mały do naprawy (uzupełnienie cegieł i spoin, zrobienie nowej czapy betonowej), drugi duży do rozbiórki obejmującej poziom górnego poddasza i wykonania nowego murowanego spoinowanego z czapą betonową.

### b) obecny stan techniczny elementów budynku

Przy wyżej wymienionym zakresie oglądu budynku stwierdzono następujący stan techniczny:

- ➔ **zewnętrzne ściany parteru, piętra i poddasza:** są to ściany wymurowane z cegły ceramicznej pełnej z tynkiem tylko wewnętrznym. Nie widać na elewacjach znacznych wykruszeń cegły, choć są miejscowe spękania i odłamania cegieł oraz ubytki spoin – niekiedy znacznej głębokości zwłaszcza w cokołach przy terenie. Stan techniczny ścian jest w miarę dobry.
- ➔ **poddasze:** jest dwupoziomowe – wysokość poziomu dolnego do spodu kleszczy umożliwiała powstanie mieszkania. Konstrukcję drewnianej więźby dachowej stanowią: krokwie pośrednie dwuprzęsłowe o przekroju  $b/h = 12,5/16$  cm w rozstawie 80 – 90 cm, w załamaniach krokwie koszarowe o przekroju  $b/h = 16/20$  cm, kleszcze grubości 8–12 cm, płatwie, zastrzały, miecze oraz słupy o przekroju  $16/16$  cm. Dach na ścianach zewnętrznych opiera się poprzez murlaty, które na górnej powierzchni są zmuszały. Więźba dachowa wystaje przed ścianę budynku w trzech miejscach: w dwóch szczytach są zniszczone końce płatwi od warunków atmosferycznych i część tych elementów uszkodzonych została wycięta (jętka i słupek podkalenicowy). Proponuje się te elementy odtworzyć: naprawić wystające końce płatwi, dać jętkę spinającą płatwie i słupek podkalenicowy według rozwiązania istniejącego szczytu – decyzję pozostawia się architektowi i inwestorowi.

Dach nie ma widocznych zapadnięć i załamania połaci (wkłęśnięć – nadmiernych ugięć). W lukarnie nad klatką schodową sufit ma zacieki i jest lekko wygięty, a krokwie uszkodzone – całość tego stropu nadaje się do gruntownego remontu.

W części mieszkaniowej od spodu krokwi jest podsufitka z desek, do której podbito supremę i dano na niej osłonę z paneli plastikowych lub z kaset styropianowych. W mieszkaniach od spodu kleszczy jest sufit o układzie warstw: okładzina sufitowa styropianowa przymocowana do podsufitki deskowej, na której leży polepa gliniana o zmiennej grubości około 12-15 cm. W części górnej nieużywanej poddasza oprócz dachówki nie ma żadnych warstw dachowych – jest tylko folia przeciwwodna.

W załamaniach dachu (w koszach) na skutek nieszczelności i zacieków od opadów niektóre drewniane elementy są zmuszałe i będą wymagać wymiany na nowe – zakres do ustalenia podczas remontu.

Więźba jako całość mimo miejscowej korozji biologicznej jest w miarę dobrym stanie – wymagać będzie oczyszczenia, wygładzenia i zabezpieczenia biologicznego i przeciwogniowego.

Dla dokładnego określenia stanu więźby należy wykonać opinie mykologiczną pozwalającą na ocenienie wielkości korozji i podanie właściwego zabezpieczenia drewna i zakresu remontu.

- ➔ **elewacja:** jest z cegły ceramicznej spoinowanej. Cegła jest miejscami wyszczerbiona (odłupana), a spoiny są wykruszone. Cokół wystający nad teren na około 80-90cm i nieco wysunięty przed lico ściany jest znacznie zniszczony, a spoiny są głęboko wykruszone – wymaga gruntownej i dokładnej renowacji. Nadproża okienne są ceglane łukowe. Elewacje należy dokładnie oczyścić z wieloletnich nalotów brudu i wykonać spoinę płaską. Przy zastosowaniu do spoin zaprawy cementowej będzie to kolor szary (mniej brudzący), ale można spoiny rozjaśnić dodając do zaprawy białej farby lub użyć gotowych mieszanek spoinowych – decyzję pozostawia się architektowi i inwestorowi.

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

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

## **8. Uwarunkowania przebudowy i sposób modernizacja dachu**

Dach drewniany zostanie ocieplony i pokryty nową dachówką, a konstrukcja więźby będzie wyremontowana i zabezpieczona przeciwwodniowo i przeciw korozji biologicznej.

### **a) określenie nośności więźby po dociepleniu**

Od dodanej warstwy ocieplenia wystąpi na połaci dachowej mały przyrost obciążenia. Przy założeniu uzyskania wymaganego współczynnika termoizolacyjnego będzie potrzebna warstwa grubości 20-25 cm izolacji cieplnej w zależności od zastosowanego materiału termoizolacyjnego. Zajdzie więc potrzeba zwiększenia wysokości krokwi o ~10 cm: przy daniu nadbitki krokwiowej (wymagana będzie zgoda konserwatora zabytków na zmianę gabarytu dachu) lub dobitki krokwiowej (wystąpią prace wewnętrzne na poddaszu – także w mieszkaniach pod warunkiem zachowania wymaganych warunkami technicznymi wymiarów pomieszczeń). Gdy nie będzie takich możliwości, to można pozostawić obecną grubość połaci i zastosować wtenczas między krokwiami materiał ocieplający o wysokich parametrach izolacyjności, ale jest wówczas możliwe, że nie uzyska się wymaganego współczynnika termoizolacyjnego.

Sprawdzające analizy statyczne dla możliwych wariantów modernizacji dachu podano w załączniku nr 1:  
wariant 1 – wariant 2 – wariant 3.

Istniejący układ warstw dachowych daje teraz na połaci (na krokwi) obciążenia stałe w wielkości ~1,75 kN/m<sup>2</sup>.

- **Wariant (1):** Przy istniejących warstwach dachowych i ich minimalnych zmianach [nowa pojedyncza dachówka ceramiczna zakładkowa, konstrukcja więźby z łątami i kontrłątami, folia, podsufitka z desek istniejących, okładzina z supremy i paneli plastikowych] i ociepleniu wełną mineralną o wymaganej grubości 25 cm nastąpi przyrost obciążeń stałych o ~0,25 kN/m<sup>2</sup> (25 kg/m<sup>2</sup>) do wielkości ~2,00 kN/m<sup>2</sup>: czyli przyrost obciążenia wyniesie o około +14(15)%.

***Drewno w czasie użytkowania zużywa się: starzeje się technicznie, więc traci na nośności.***

***Należy zatem dach odciążyć, by przedłużyć jego czas użytkowania na dalsze lata:***

***usunąć panele plastikowe ze supremy i zastąpić to cienką płytą gipsowo-kartonową GK***

- **Wariant (2):** Przy proponowanej zmianie warstw dachowych [nowa pojedyncza dachówka ceramiczna zakładkowa, konstrukcja więźby z łątami i kontrłątami, warstwa ocieplająca, nowa folia, istniejąca podsufitka z desek, płyty GK] i takiej samej grubości docieplenia wystąpi sumaryczne obciążenie stałe o wielkości około 1,75 kN/m<sup>2</sup>: przyrost obciążenia wyniesie około +1%.
- **Wariant (3):** Przy całkowitej wymianie warstw dachowych [nowa pojedyncza dachówka ceramiczna karpiówka, konstrukcja więźby z łątami i kontrłątami, warstwa ocieplająca, nowa folia, podsufitka z płyt OSB i płyty GK] i takiej samej grubości docieplenia nastąpi odciążenie i sumaryczne obciążenie stałe szacuje się na około 1,55 kN/m<sup>2</sup>: zmniejszenie obciążenia wyniesie około -11%.

**INFORMACJA:** na górnym poddaszu nieużytkowanym i nieposiadającym podsufitki wystarczy wykonać od spodu krokwi jedynie podbitkę z ogniochronnej płyty OSB 12 mm dla umożliwienia położenia ocieplenia.

**Ostateczna grubość izolacji termicznej wyniknie po rozważeniu możliwych rozwiązań, po uzgodnieniach i po decyzji inwestora i architekta.**



**b) skutek i analiza modernizacji dachu**

Budynek po naprawie więźby dachowej i po wymianie pokrycia dachówkowego na nowe oraz dociepleniu dachu będzie dalej użytkowany: przy bieżącej konserwacji i remontach przez dalsze kilkadziesiąt lat.

**INFORMACJA:**

- Proponuje się zachowanie rodzaju dachówki: danie na nowe pokrycie dachu ceramicznej zakładkowej (dającej dobrą szczelność pokrycia), przy której nie trzeba dawać nowych łąt, a jedynie uzupełnić około 15-20% uszkodzonych łąt. Zaleca się wymianę obecnej podsufitki na płytę OSB i GK.
- Sugerowana zmiana pokrycia na pojedynczą dachówkę ceramiczną karpiówkę kładzioną w łuskę daje dalsze lekkie odciążenie dachu: wymaga jednak całkowicie nowego łączenia, bo dla łuski potrzebny jest zmniejszony rozstaw łąt do około 13/14 cm w zależności od producenta dachówek i zajdzie potrzeba położenia podwójnej ilości nowych łąt – dojdzie od nich małe dociążenie.

***Decyzję o zastosowaniu rodzaju dachówki pozostawia się inwestorowi w porozumieniu z architektem.***

Konstrukcja drewniana nośna dachu będzie się zużywała technicznie (starzała), czyli będzie się zmniejszać jej nośność. Należy zatem co maksimum 10 lat wykonywać przegląd dachu i jego konstrukcji dla określenia jego stanu, zakresu jego napraw i możliwości dalszego użytkowania.

**Zaleca się dla prawidłowego użytkowania dachu przez następne lata odciążenie jego konstrukcji:**

- ➔ ① Jedną z możliwości zmniejszenia obciążeń dachu jest usunięcie z krokwi obecnej podsufitki z desek i danie w zamian na podsufitkę zgodnie z wymogami pożarowymi: płyty wiórowej OSB ogniochronnej grubości 12 mm oraz dodanie ogniochronnej osłonowej płyty gipsowo-kartonowej GK grubości 9,5 mm z zatarciem gipsem jej spoin.
- ➔ ② Drugą możliwością zmniejszenia obciążeń dachu jest **bezwzględne usunięcie polepy glinianej** i danie ocieplenia stropu nad mieszkaniami i klatką schodową z wełny mineralnej o grubości minimum 15 cm i dla umożliwienia poruszania się na górnym poddaszu położenie w osi pod kalenicą na poziomie kleszczy alejki do chodzenia z ogniochronnych płyt wiórowych OSB grubości minimum 12 mm.

**9. Podsumowanie, wnioski i uwagi**

Inwestor decyduje się na częściową modernizację budynku (tylko jego poddasza), który nie zmienia swojej funkcji użytkowej. Przewiduje się wymianę zużytej dachówki na nową i wykonanie ocieplenia połaci dachowej z materiałów termoizolacyjnych o małym ciężarze i o dobrych parametrach termicznych oraz naprawę więźby drewnianej dachu z uzupełnieniem łąt lub daniem nowych łąt dopasowanych do przyjętej dachówki. Będzie także oczyszczona, wyremontowana i odnowiona elewacja spoinowa.

**Dach budynku po naprawie więźby oraz dla obecnego stanu technicznego można docieplić.**

**UWAGI PROJEKTOWE i WYKONAWCZE:**

- (1) **Dla uzyskania przedłużenia czasu użytkowania dachu budynku na następne lata należy odciążyć jego obecną konstrukcję !!!**
- (2) **Konieczne jest zmodernizowanie warstw dachowych: usunięcie w mieszkaniach ze sufitu na krokwiach obecnej podsufitki i wykonanie jej lekkiej dla odciążenia konstrukcji dachu !!!**
- (3) **Bezwzględnie należy usunąć polepę glinianą ze stropu mieszkaniowego dla odciążenia płatwi i w sumie dachu !!!**
- (4) **Na górnym poziomie poddasza nieużytkowanego wystarczy dać na krokwiach jedynie podbitkę (podsufitkę) z płyty OSB umożliwiającą położenie ocieplenia.**
- (5) **Należy wykonać ocenę mykologiczną dla dokładnego określenia obecnego stanu drewna !!!**
- (6) **Po odkryciu dachu (po zdjęciu dachówek) elementy uszkodzone więźby (zużyte biologicznie, zmuśnięte, zawilgocone, popękane, nadmiernie wygięte) należy wymienić na nowe z drewna klasy C24 o tych samych przekrojach – zakłada się około 15% ich wymiany.**
- (7) **Całą konstrukcję drewnianą dachu trzeba wg wskazań opinii mykologicznej dokładnie oczyścić i zaimpregnować przeciw korozji biologicznej preparatami dopuszczonymi do kontaktu z ludźmi oraz przeciwogniowo.**
- (8) **Prowizorycznie wykonane "okna dachowe" należy wymienić na okna firmowe połaciowe dające dobrą szczelność na opady.**
- (9) **Modernizacja dachu wymaga w czasie robót zabezpieczenia jego przed opadami, staranności i dokładności wykonania prac !!!**

Opracował: \_\_\_\_\_  
mgr inż. Krzysztof Petrykowski

## ANALIZA STATYCZNA WIĘŻBY PODDASZA budynek przedszkola publicznego – Mrowino, ul. Szkolna 2

### Dachowa więźba drewniana istniejąca

#### Dach dwuspadowy

Występuje więźba dachowa krokwiowo-kleszczowa oparta na murłacie i belce płatwiowej: krokwie są więc dwuprzęsłowe. Na krokwiach i kleszczach jest usztywnienie podłużne z desek sufitowych.

skłon połaci dachowej  $\alpha [^\circ] = 45$   $\operatorname{tg} \alpha = 1,000$   $\sin \alpha = 0,707$   $\cos \alpha = 0,707$   
rozpiętość więźby [m]  $B = 9,40$  (z pomiarów i rozliczenia inwentaryzacyjnego)  
rozstaw więźby [m]  $r = 0,900$  (z pomiarów – maksymalny)

#### Zebranie obciążeń dla istniejącego układu warstw dachowych [kN/m<sup>2</sup>]

#	obciążenie stałe		k	$\gamma_f$	d
	dachówka ceramiczna zakładkowa – pojedynczo		0,70	1,2	0,84
	łaty i kontrłaty drewniane		0,05	1,2	0,06
	konstrukcja nośna (krokwie + przekładki)	$g_w = B/(60 \cdot r) =$	0,17	1,1	0,19
	folia paroizolacyjna – 1x		0,04	1,2	0,05
	podsufitka: deski sosnowe	$t [m] = 0,025$ $\gamma = 5,5$	0,14	1,2	0,17
	plyty wiórowo-cementowe: suprema	$t [m] = 0,030$ $\gamma = 7,0$	0,21	1,3	0,27
	okładzina: panele plastyczne	$t [m] = 0,006$ $\gamma = 19,0$	0,11	1,2	0,14
			<b>gd = 1,43</b>	<b>1,20</b>	<b>1,72</b>

#### Zestawienia i analiza układów obciążeń stałych dla możliwych wariantów warstw dachowych

(obciążenia podano w kN/m<sup>2</sup>)

#### ① WARIANT: Zebranie obciążeń dla wstępnie proponowanej minimalnej modernizacji dachu

Przyjęto wymaganą grubość ocieplenia wynikającą z przepisów spełniającą współczynnik termoisolacji przy obecnym układzie warstw dachowych z nową dachówką zakładkową.

#	obciążenie stałe		k	$\gamma_f$	d
	nowa dachówka ceramiczna zakładkowa – pojedynczo		0,70	1,2	0,84
	łaty, kontrłaty, nadbitka dystansowa – drewno		0,10	1,2	0,12
	konstrukcja nośna (krokwie + przekładki)	$g_w = B/(60 \cdot r) =$	0,17	1,1	0,19
	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 sosnowe	$t [m] = 0,025$ $\gamma = 5,5$	0,14	1,2	0,17
	plyty wiórowo-cementowe: suprema	$t [m] = 0,030$ $\gamma = 7,0$	0,21	1,3	0,27
	okładzina: panele plastyczne	$t [m] = 0,006$ $\gamma = 19,0$	0,11	1,2	0,14
			<b>gd = 1,63</b>	<b>1,20</b>	<b>1,96</b>

Obciążenia dla proponowanej modernizacji dachu: **gd = 1,96** > od obecnych = 1,72

Jest docieplenie dachu o: **14%**

#### ② WARIANT: Zebranie obciążeń dla szerzej zmodernizowanych warstw i dociepleniu dachu

Jest proponowany skorygowany układ warstw dachowych z przyjęciem dachówki zakładkowej.

#	obciążenie stałe		k	$\gamma_f$	d
	nowa dachówka ceramiczna zakładkowa – pojedynczo		0,70	1,2	0,84
	łaty, kontrłaty, dobitka dystansowa – drewno		0,10	1,2	0,12
	konstrukcja nośna (krokwie + przekładki)	$g_w = B/(60 \cdot r) =$	0,17	1,1	0,19
	folia paroizolacyjna – 1x (nowa)		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 sosnowe	$t [m] = 0,025$ $\gamma = 5,5$	0,14	1,2	0,17
	podbitka: płyta gipsowo-kartonowa GK	$t [m] = 0,0095$ $\gamma = 9,0$	0,09	1,2	0,11
	tynek gipsowy – zatarcie	$t [m] = 0,005$ $\gamma = 12,0$	0,06	1,3	0,08
			<b>gd = 1,46</b>	<b>1,19</b>	<b>1,74</b>

Obciążenia dla proponowanej modernizacji dachu:  $g_d = 1,74$  > od obecnych = 1,72

Jest dociążenie dachu o: 1%

Przy daniu podsufitki z płyty wiórowej OSB grubości 12 mm zamiast istniejącej podsufitki z desek – wystąpią obciążenia dachu:  $g_d = 1,66$  < od obecnych = 1,72

Wystąpi odciążenie dachu o: -3%

### ③ WARIANT: Zebranie obciążeń po zmianie wszystkich warstw i dociepleniu dachu

Jest proponowany skorygowany układ warstw dachowych z przyjęciem dachówki karpiówki w łuskę.

#	obciążenie stałe		k	γf	d
	nowa dachówka ceramiczna karpiówka – pojedynczo		0,55	1,2	0,66
	łaty zdwojone, kontrłaty, dobitka dystansowa		0,14	1,2	0,17
	konstrukcja nośna (krokwie + przekładki)	$g_w = B/(60 \cdot r) =$	0,17	1,1	0,19
	folia paroizolacyjna – 1x (nowa)		0,04	1,2	0,05
	ocieplenie: wełna mineralna miękka	t [m] = 0,250      γ = 0,6	0,15	1,2	0,18
	podsufitka: płyta wiórowa OSB	t [m] = 0,012      γ = 6,5	0,08	1,2	0,10
	podbitka: płyta gipsowo-kartonowa GK	t [m] = 0,0095      γ = 9,0	0,09	1,2	0,11
	tynek gipsowy – zatarcie	t [m] = 0,005      γ = 12,0	0,06	1,3	0,08
			<b>g<sub>d</sub> = 1,29</b>	<b>1,19</b>	<b>1,53</b>

Obciążenia po proponowanej modernizacji dachu:  $g_d = 1,53$  < od obecnych = 1,72

Wystąpi odciążenie dachu o: -11%

### Sprawdzenie konstrukcji po modernizacji warstw i dociepleniu dachu: maksymalny ① WARIANT

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]	$E_m = 9\,000\,000$	
	$E_{0,05} = 6\,000\,000$	
	$G_m = 560\,000$	$n_{eq} = (E_m/G_m)^{0,5} = 4,0$
klasa użytkowania 1 / klasa trwania obciążenia:	stałe	$k_{mod,s} = 0,6$
	zmienne krótkotrwałe - 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	$f_{c,o,d} = f_{c,o,k} \cdot k_{mod} / \gamma_m = 10\,400$

### Zebranie obciążeń zmiennych klimatycznych [kN/m<sup>2</sup>]

* śnieg	strefa 2	$q_k$ [kPa] = 0,90			
współczynnik kształtu dachu		$C_s = 0,60$			
poddasze izolowane		$t_p = 1,00$			
		<b>obciążenie śniegiem</b>	$s = q_k \cdot C_s \cdot t_p =$	0,60	1,5      0,90
* wiatr	strefa I	$q_k$ [kPa] = 0,30	teren <b>A</b>		
wysokość budynku nad teren		$H$ [m] = 13,00	$z = 10$	$C_e = 1,08$	
współczynniki opływu		$C_{xp} = 0,48$	$C_{xs} = 0,00$	$C_{xz} = -0,40$	
współczynnik porywów		$\beta = 1,8$			
współczynnik jednoczesności		$\psi = 0,90$			
		<b>obciążenie wiatrem</b>	$w_p = q_k \cdot C_e \cdot C_{xp} \cdot \beta =$	0,28	1,5      0,41
			$w_s = q_k \cdot C_e \cdot C_{xs} \cdot \beta =$	0,00	1,5      0,00
			$w_z = q_k \cdot C_e \cdot C_{xz} \cdot \beta =$	-0,23	1,5      -0,35

### Kombinacja obciążeń (połąc nawietrzna)

stałe + śnieg + ψ * wiatr	całkowite:	$q_{np} = g_d + s + \psi \cdot w_p =$	2,48	1,30	3,23
	prostopadle:	$q_{zp} = (g_d + s \cdot \cos \alpha) \cdot \cos \alpha + \psi \cdot w_p =$	1,70		2,21
	równolegle:	$q_{yp} = (g_d + s \cdot \cos \alpha) \cdot \sin \alpha =$	1,45		1,84

### Krokwie dachowe – sprawdzenie

szerokość połowy połaci dachu	$d [m] = B/2 = 4,70$	(między murlatą a kalenicą po osi)	
długość całkowita krokwi [m]	$L = d/\cos \alpha = 6,65$	wysokość w kalenicy [m]	$f = 4,700$
rozstaw podparć krokwi – część dolna	$dd [m] = 2,60$	(między murlatą a płatwią)	
długość odcinka dolnego krokwi	$ld [m] = dd/\sin \alpha = 3,68$		
rozstaw podparć krokwi – część górna	$dg [m] = 2,10$	(między płatwią a kalenicą)	
długość odcinka górnego krokwi	$lg [m] = dg/\sin \alpha = 2,97$	współczynnik wybożenia	$\mu = 1,3$
długość wybożeniowa	$lc [m] = \mu * ld = 4,78$		
pasmo obciążenia płatwi [m]	$c = L/2 = 3,32$		
krokwie: szerokość	$b [m] = 0,125$	przy zużyciu dla:	$b [m] = 0,110$
wysokość	$h [m] = 0,160$		$h [m] = 0,145$
oszacowany współczynnik zużycia technicznego krokwi		$u = 80\%$	$Wz [m3] = b * h^2/6 = 0,000385$
rozstaw osiowy krokwi – średni	$rk [m] = 0,900$		$iz [m] = h/12^{0,5} = 0,0419$
obciążenie krokwi	$pn [kN/m] = qnp * rk = 2,91$		$A [m2] = b * h = 0,015950$
prostopadłe	$pz [kN/m] = qzp * rk = 1,99$		
równoległe	$py [kN/m] = qyp * rk = 1,65$		
moment zginający podporowy [kNm]	$MB = pz * (ld^3 + lg^3)/8/L = 2,84$		
moment zginający przęsłowy [kNm]	$MAB = pz * ld^2/11 = 2,24$		
reakcja podporowa [kN]	$VA = qz * ld/2 - MB/ld = 2,88$		
siły [kN] równoległe	$NA = py * L = 6,08$		
prostopadłe	$TA = pz * ld = 7,31$		
	$\lambda_z = lc/iz = 114$	$\leq$	150
	$\sigma_{c,crit} [kPa] = \pi^2 * E_{0,05}/\lambda_z^2 = 4541$		$\lambda_{rel,z} = (f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit})^{0,5} = 1,818$
$\beta_c = 0,2$	$k_z = 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 2,283$		$k_{c,z} = 1/[k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{0,5}] = 0,273$
* nośność na ściskanie	$\sigma_{c,0,d} [kPa] = NA/k_{c,z} * A/u = 1\ 751$	$\leq$	10 400
* nośność na zginanie	$\sigma_{m,z,d} [kPa] = MB/W_z/u = 9\ 231$	$\leq$	12 500
* nośność na zginanie ze ściskaniem	$\lambda_{rel} = (lc * h * f_{m,k} * \pi^2 * E_m)^{0,5} = 0,382$		$k_{crit} = 1,000$
	$n = (\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,z,d}/k_{crit} * f_{m,d} = 0,767$	$\leq$	1
* ugięcie	$u_{dop} [m] = 1,5 * ld/200 = 0,028$		warunek spełniony
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 $k_{def,p} = 0,25$
	$k_{def} = (g * k_{def,g} + s * k_{def,p})/q = 0,46$		
	$q_k [kN/m] = qzp * rk = 1,53$		
	$u_{fin} [m] = 5 * v * m * q_k * ld^4 * (1 + k_{def}) / (384 * E_m * b * h^3/6) = 0,005$	$\leq$	0,028
			warunek spełniony

### WNIOSKI Z ANALIZY

	① WARIANT	② WARIANT	③ WARIANT	
Nośność na zginanie ze ściskaniem:	$n = 0,767$	$n = 0,715$	$n = 0,665$	$\leq 1$

Występuje dość znaczne wykorzystanie nośności konstrukcji dachu ograniczające przy stałym technicznym starzeniu się drewna jego dalsze długotrwałe użytkowanie.  
Należy w ramach modernizacji dach maksymalnie odciążyć dla uzyskania zapasu nośności.

Opracował: \_\_\_\_\_

Poznań, styczeń 2024r