dr inż. Piotr Berkowski[1)*)]
ORCID: 0000-0002-8285-6480
dr inż. Grzegorz Dmochowski[1)]
ORCID: 0000-0002-0044-3499

Wpływ nietypowych rozwiązań konstrukcyjno-wykończeniowych panelowego dachu drewnianego na powstanie uszkodzeń ścian działowych poddasza

Influence of untypical structural and finishing solutions of a wooden panel roof on damages of attic partition walls

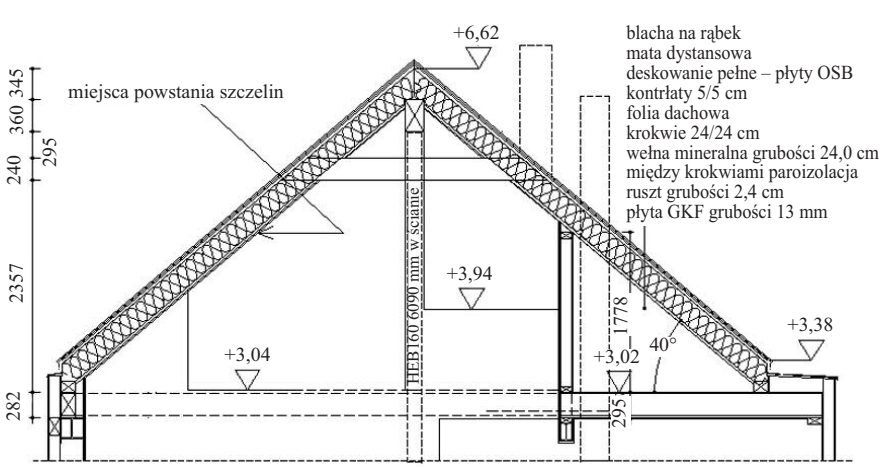
DOI: 10.15199/33.2022.11.41

Streszczenie. W artykule przedstawiono analizę stanu technicznego oraz przyczyny powstania uszkodzeń obudowy połaci dachowej, z płyt gipsowo-kartonowych o zwiększonej odporności na ogień (GKF), w budynku jednorodzinnym o drewnianej konstrukcji szkieletowej z dachem panelowym. Pokrycie dachu stanowiła blacha na macie dystansowej, z izolacją z wełny mineralnej pokrytej folią dachową i paroizolacją. W trakcie eksploatacji budynku zaczęły pojawiać się liczne spękania na styku obudowy połaci dachowej i ścian, osiągające rozwartość do 1,5 cm. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że przyczyną powstania uszkodzeń były wahania wilgotności drewnianych elementów dachu, wynikające z braku właściwej wentylacji warstw połaci dachowej.
Słowa kluczowe: panelowy dach drewniany; okładzina GKF; zarysowania; wpływ zmian wilgotności.

Abstract. The article presents an analysis of the technical condition and the causes of damages of the plasterboards (with increased fire resistance) casing of the roof in a single-family building with a wooden frame structure with panel roof. The roof was covered with a metal sheet on a spacer mat with mineral wool insulation, covered with a roof foil and a vapor barrier. During the operation of the building, numerous cracks began to appear at the junction of the roof covering and walls, reaching a width of up to 1.5 cm. Based on the conducted analyzes, it was found that the cause of the damage was fluctuations in the humidity of wooden roof elements, resulting from the lack of proper ventilation of the roof layers.

Keywords: wooden panel roof; plasterboard cladding; cracks; influence of humidity changes.

Konstrukcja wolnostojącego budynku jednorodzinnego jest w całości drewniana, szkieletowa, prefabrykowana z drewna klejonego BSH, a układ więźby dachowej płatwiowo-krokwiowy, z jedną płatwią kalenicową. Krokwie opierają się na murłatach, usytuowanych bezpośrednio na belkach stropowych oraz na płatwi kalenicowej, podpartej słupami drewnianymi i stalowymi. Konstrukcja panelowej połaci dachowej (rysunek 1, fotografie 2 i 3) nie opiera się na ściankach poprzecznych, lecz jest usytuowana nad nimi. Układ warstw dachowych jest następujący: blacha na rąbek; mata dystansowa; deskowanie pełne z płyt OSB; kontrłaty; folia dachowa; krokwie 6 x 24 cm; wełna mineralna grubości 24 cm między krokwiami; paroizolacja; ruszt z desek; płyty GKF grubości 13 mm.



Rys. 1. Przekrój dachu
Fig. 1. Roof section

Diagnostyka stanu uszkodzeń

Podczas eksploatacji budynku (fotografie 3 i 4) zaczęły się pojawiać zarysowania (szczeliny) na styku obudowy połaci dachowej i ścianek poprzecznych i podłużnych (fotografia 5), przy obudowie okien połaciowych (fotografia 6) oraz na stykach płyt GKF. Największe zarysowania pojawiły się na styku ścian poprzecznych poddasza

[1)] Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
[*)] Adres do korespondencji: piotr.berkowski@pwr.edu.pl

Fot. 1. Panelowa konstrukcja dachu w trakcie wykonywania
Photo 1. Panel roof structure under construction

Fot. 2. Panelowa konstrukcja dachu po montażu
Photo 3. Panel roof structure after erection

Fot. 3. Wykonywanie pokrycia dachu
Photo 3. Roof covering

z połacią dachową (fotografia 5). Wraz z upływem czasu zarysowania te zaczęły się pogłębiać i ostatecznie przybrały postać szczelin o rozwartości nawet do 1,5 cm pomiędzy krawędziami płyt obudowy połaci dachowej i ścian poprzecznych poddasza (fotografia 7). Prezentowane przykładowe zdjęcia zostały wykonane podczas wizji lokalnych w styczniu i lutym 2020 r.

Fot. 4. Fragment dachu w zimie
Photo 4. Fragment of the roof in winter

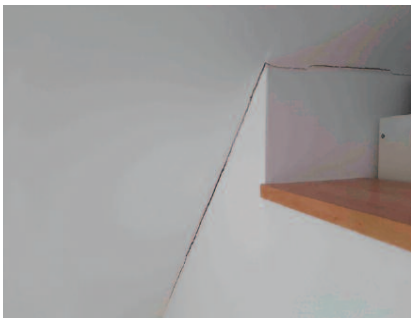
Fot. 5. Szczelina między płytami GKF na styku połaci dachowej i ściany
Photo 5. Fissure between the plasterboards at the junction of the roof slope and the wall

w okresie występowania temperatury od -10 do -15°. Największa rozwartość spękań występuje na styku połaci dachowej ze ściankami poprzecznymi poddasza mniej więcej w środku rozpiętości krokwi. Najbardziej charakterystyczną ich cechą jest to, że wg użytkowników budynku pojawiają się w okresie jesienno-zimowym, pogłębia-

Fot. 6. Uszkodzenia styków płyt GKF przy oknie połaciowym
Photo 6. Damage in the joints of the plasterboards at the roof window

Fot. 7. Pomiar rozwartości szczeliny między płytami GKF
Photo 7. Measurement of the gap between the plasterboards

ją w trakcie tego okresu, a następnie stopniowo zanikają. Jednocześnie z upływem każdego roku eksploatacji budynku rozwartość tych spękań jest coraz większa.



Analiza przyczyn powstania uszkodzeń

Występowanie maksymalnych spękań w połowie rozpiętości krokwi, na styku z niezależnymi od więźby dachowej ściankami poprzecznymi poddasza sugeruje, że uszkodzenia powstają na skutek nadmiernego ugięcia konstrukcji więźby dachowej. Wykonane, sprawdzające obliczenia statyczno-wytrzymałościowe więźby dachowej wykazały jednak, że jest ona dość sztywna i maksymalne, całkowite jej przemieszczenia, spowodowane obciążeniami atmosferycznymi, nie powinny przekraczać ok. 4 mm. Zmienność wartości obciążeń atmosferycznych nie może być więc przyczyną tak dużych uszkodzeń. Wobec tego należało przyjąć, że uszkodzenia spowodowane są właściwościami połaci dachowej związanymi z fizyką budowli. Podczas kolejnych analiz zwrócono uwagę, że usytuowanie ocieplenia połaci dachowej wyłącznie mię-

dzy krokwiami powoduje powstanie mostków cieplnych na obszarze krokwi, ale nawet przy uwzględnieniu dużego gradientu temperatury na dolnej i górnej krawędzi krokwi nie stwierdzono obliczeniowo znacznego przyrostu odkształceń. W związku z tym wykonano pomiar wilgotności elementów więźby dachowej na jej grubości po kilku dniach ciepłych, nawet o wysokiej temperaturze. W dniu, gdy był wykonywany pomiar, temperatura wynosiła ok. +20°. Pomiaru wilgotności elementów więźby dachowej dokonano w dwóch miejscach przy ściance poprzecznej między garażem a salonem – od strony garażu i od strony salonu. W przypadku dolnej krawędzi krokwi (od strony garażu i salonu) pomierzona wilgotność wynosiła ok. 11%, a w przypadku górnej krawędzi krokwi oraz elementów zabudowy połaci od strony zewnętrznej ok. 27%. Jednocześnie zauważono, że po kilku dniach ciepłych zmniejszyło się znacznie maksymalne rozwarcie spękań pomiędzy płytami z ok. 1,5 cm do ok. 0,5 cm.

Z literatury technicznej [1, 2, 3, 4, 5] wynika, że wilgotność drewna suchego w pomieszczeniach ogrzewanych, zależnie od pory roku, wynosi 4 – 13%. Należy zatem stwierdzić, że górna część połaci dachowej musiała być nadmiernie zawilgacana. Pod uwagę wzięto fakt, że pomiar został wykonany po upływie kilku dni ciepłych, kiedy nastąpiło już wysychanie połaci dachowej. Wobec tego w okresie utrzymywania się temperatury ujemnej i zwiększonej wilgotności powietrza, zawilgocenie połaci dachowej musiało być znacznie większe.

Nadmierne zawilgocenie drewna powoduje jego pęcznienie. Względny przyrost długości drewna na skutek jego pęcznienia szacuje się na 0,1 – 0,3%. W przypadku występujących w połaci krokwi o długości ok. 5 m ich całkowite wydłużenie spowodowane zawilgoceniem może zatem wynieść 1,0 – 1,5 cm. Odpowiada to dokładnie pomierzonym wartościom ugięcia krokwi, odzwierciedlającym się w szerokości rozwarcia spękań pomiędzy płytami obudowy połaci dachowej i ścian poprzecznych poddasza. Wynika to z tego, że ponieważ krokwie nie mogą się przemieszczać na sztywnych podporach, dochodzi do kompensacji wydłużenia krokwi w postaci równoważnego ich ugięcia.

Po stwierdzeniu nadmiernego zawilgocenia połaci dachowej ponownie przeanalizowano układ jej warstw oraz dokonano oględzin dachu od zewnątrz. Z projektu technicznego wynika, że pokrycie z blachy ułożono na pełnym deskowaniu z płyt OSB z przekładką pomiędzy nimi z maty dystansowej. Mata ta miała pełnić funkcję warstwy wentylacyjnej pomiędzy blachą pokrycia a poszyciem z płyt OSB. Oględziny połaci dachowej wykazały, że przy kalenicy dachu usytuowana jest wywiewna szczelina wentylacyjna, natomiast nie ma szczeliny nawiewnej przy okapie dachu przy rynnie. Prawdopodobnie zastosowana mata dystansowa też nie w pełni spełniła rolę warstwy wentylacyjnej. Dochodziło wobec tego do zawilgacania i skraplania wilgoci na warstwie poszycia z płyt OSB, a przy zastosowanym systemie przewietrzania połaci nie było możliwości sprawnego usuwania tego zawilgocenia.

Po przeprowadzonej analizie wytworzono na części dachu szczelinę nawiewną przy okapie dachu oraz wykonano dodatkowe wywietrzniki w połaci dachowej (autorzy artykułu nie posiadali informacji o tym, jakie było pole przekroju otworów wentylacyjnych i czy było wobec tego zgodne z wymaganiami normowymi). Prace te spowodowały znaczne ograniczenie rozwarstwienia obudowy w następnym sezonie zimowym, co potwierdziło słuszność stawianych hipotez. Obecnie planuje się jeszcze zwiększenie liczby dodatkowych punktów wywiewnych w połaci dachowej do całkowitego wyeliminowania uszkodzeń.

Podsumowanie

W omawianym obiekcie stwierdzono występowanie zarysowań i spękań w obudowie połaci dachowej z płyt GKF na obszarze całego obiektu. Maksymalne uszkodzenia występowały na styku połaci dachowej ze ścianami poprzecznymi poddasza, a ich przyrost następował w okresie jesienno-zimowym i zanikał w okresach ciepłych. Pomiary zawilgocenia drewnianych elementów połaci dachowej, wykonanych w okresie zimowym, ale po kilku dniach ciepłych, wykazały zawilgocenie dolnych elementów połaci na poziomie ok. 11%, co odpowiada stanowi suchemu i górnych elementów połaci na poziomie ok. 27%, co odpowiada stanowi mokremu.

Wykonane analizy, pomiary i obliczenia wykazały, że jedyną realną przyczyną powstawania opisanych uszkodzeń było nadmierne zawilgacanie połaci dachowej w okresie jesienno-zimowym oraz spowodowane nim pęcznienie i wydłużanie krokwi, a w efekcie nadmierne odkształcenia. Przyczyną dużego zawilgacania połaci dachowej był brak właściwej wentylacji warstw połaci dachowej. Niewątpliwie do zmiany wilgotności drewna przyczynić się także mogło wykonanie termoizolacji wyłącznie między krokwiami, co sprzyjało kondensacji wilgoci w górnych warstwach przekroju krokwi.

Przedstawiony przypadek powstania uszkodzeń eksploatacyjnych elementów wykończeniowych w systemowym, prefabrykowanym, drewnianym domu jednorodzinnym wskazuje na konieczność przeprowadzania dokładnych analiz cieplno-wilgotnościowych w procesie projektowania tego typu obiektów i uwzględniania wpływu zjawisk wywoływanych zmianami klimatycznymi zarówno na stan odkształcenia elementów konstrukcji dachowych, jak i na projektowanie skutecznych systemów wentylacyjnych, zapobiegających powstawaniu dużych wahań wilgotności elementów drewnianych.

Literatura

[1] Krzysik F. Nauka o drewnie. 1975. Warszawa. PWN.

[2] Mielczarek Z. Budownictwo drewniane. 1994. Warszawa. Arkady.

[3] Kotwica J. Konstrukcje drewniane w budownictwie tradycyjnym. 2021. Warszawa. Arkady.

[4] Kokociński W. Drewno pomiary właściwości fizycznych i mechanicznych. 2004. Poznań. Prodruk.

[5] PN-EN 338:2011. Drewno konstrukcyjne. Klasy wytrzymałości.

Podziękowania

Autorzy artykułu dziękują Panu Michałowi Pająkowi za udostępnienie zdjęć z procesu wznoszenia budynku (fotografie 1, 2, 3, 4, 5).

Przyjęto do druku: 04.10.2022 r.