

DOI: 10.37105/enex.2021.1.04

ENGINEERING EXPERT RZECZOZNAWCA



Analiza przyczynowo–skutkowa nietypowych dźwięków słyszalnych w konstrukcji więźby dachowej budynku mieszkalnego wielorodzinnego – studium przypadku

Kamil SOBCZYK ¹ (ORCID ID: 0000-0002-5929-757X)

Marcin ANDRUSZCZAK ²

¹ Wojskowa Akademia Techniczna, Zakład Inżynierii i Infrastruktury Wojskowej, ul. Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa, Polska

² MARBUD, ul. Zamkowa 8 lok. 40, 03 – 890 Warszawa, Polska

Autor do korespondencji: kamil.sobczyk@wat.edu.pl

Streszczenie: W pracy wykonano analizę przyczynowo-skutkową konstrukcji więźby dachowej budynku mieszkalnego wielorodzinnego w zakresie słyszalnych dźwięków opisywanych jako trzaski nasilające się podczas intensywnych wiatrów. Przedstawiono metodykę działań rzeczoznawcy budowlanego m.in. analizę dokumentacji powykonawczej budynku oraz przeprowadzenie wizji lokalnej wraz z odkrywkami warstw pokrycia połaci dachu. Wskazano i omówiono nieprawidłowości wykonawcze dachu powodujące zgłoszone negatywne skutki. W rezultacie przeprowadzonej analizy opracowano propozycje działań naprawczych, które wyeliminują słyszalne dźwięki w pracy konstrukcji więźby dachowej.

Słowa kluczowe: więźba dachowa, połączenie drewno - stal, studium przypadku.

Oficjalną wersją publikacji jest wersja anglojęzyczna – posiada DOI. Niniejszy plik jest polskojęzyczną wersją.

Zacytuj ten artykuł w następujący sposób:

Sobczyk, K., Andruszczak, M., Cause-and-effect analysis of unusual audible sounds in a roof truss structure of a multi-family residential building. A case study., *Engineering Expert*, p. 28-34, No. 1, 2021, DOI: 10.37105/enex.2021.1.04

1. Wprowadzenie

Aktualnie w ostatnich latach widoczny jest nieustanny rozwój w zakresie budowy nowych domów (zarówno jednorodzinnych, jak i wielorodzinnych) [1]. Istotnym etapem w cyklu życia [2-3] takiego budynku jest faza budowy – w tej fazie zostają wykonane lub wbudowane wszystkie elementy budynku o różnej charakterystyce, materiałach i właściwościach, np. ściany zewnętrzne, ściany wewnętrzne, strop, schody. Do jednych z najważniejszych elementów wykonanych w fazie budowy jest dach. Do podstawowych zadań dachu należy ochrona budynku przed oddziaływaniem atmosferycznym (m.in. opady deszczu i śniegu) oraz kształtowanie bryły architektonicznej budynku – w rozumieniu [4] dach składa się z konstrukcji nośnej i pokrycia oraz stanowi część konstrukcji budynku ograniczająca go od góry, zabezpieczająca przed opadami atmosferycznymi, wiatrem, promieniowaniem ultrafioletowym, hałasem oraz zmniejszająca straty ciepła. Podczas fazy budowy istnieje zawsze prawdopodobieństwo wystąpienia różnych błędów wykonawczych i wad fizycznych. W przypadku wystąpienia lub podejrzenia zaistnienia uszkodzeń elementów składowych konstrukcji lub ich nienależytego wykonania należy wykonać ekspertyzę budowlaną dotyczącą stanu techniki w celu określenia istoty problemu oraz zastosowania procedury naprawczej gotowej do wdrożenia i zminimalizowania negatywnych skutków [5-6].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie analizy przyczynowo–skutkowej nietypowych dźwięków słyszalnych w konstrukcji więźby dachowej budynku mieszkalnego wielorodzinnego w

postaci studium przypadku jako rezultat przeprowadzonej ekspertyzy technicznej przez rzeczoznawcę budowlanego. Poszczególne rozdziały stanowią kolejne etapy prac rzeczoznawcy budowlanego [7].

2. Analiza udostępnionej dokumentacji użytkowania (w tym eksploatacyjnej)

Na potrzeby opracowania ekspertyzy technicznej udostępniono protokół z ostatniej kontroli okresowej rocznej budynku. W wyniku przeprowadzonej kontroli stwierdzono, że „budynek eksploatowany zgodnie z przeznaczeniem, nadaje się do dalszej eksploatacji”. W zakresie objętym kontrolą okresową stan techniczny elementu budynku opisany jako „dach konstrukcja i pokrycie” został oceniony jako „zadowolający”. W trakcie kontroli nie zaobserwowano nietypowych dźwięków słyszalnych w konstrukcji więźby dachowej. Zgłoszenie dotyczyło w szczególności dni wietrznych – w udostępnionym protokole z ostatniej kontroli okresowej rocznej budynku nie ma informacji na temat panujących warunków atmosferycznych.

3. Analiza dokumentacji powykonawczej budynku

Na potrzeby opracowania ekspertyzy technicznej również udostępniono Dokumentację powykonawczą wraz z odręcznymi zapisami potwierdzonymi podpisami Kierownika budowy. Zmiany naniesione przez Kierownika budowy na Dokumentacji Wykonawczej [7] dotyczące pokrycia dachu budynku mieszkalnego wielorodzinnego – pokrycie składa się z następujących warstw:

- blacha stalowa powlekana, na rąbek stojący np. Ruukki – zgodnie z zapisem Kierownika budowy (Rys. 1) została wbudowana blacha DTC4;
- deskowanie (deski 10-15 cm, przerwa/szczelina 5 cm), gr. 2,5 cm;
- kontrłaty / pustka wentylacyjna, gr. 5 cm;
- folia wiatroizolacyjna o paroprzepuszczalności $S_d > 0,03$ m mocowana do wierzchu krokwi, gr. 0,5 cm
- maty z wełny mineralnej w grubości krokwi (3 cm poniżej wierzchu krokwi) np. MEGAROCK Rockwool – zgodnie z zapisem Kierownika budowy (Rys. 1) została wbudowana wełna Isover Uni – Mata;
- pustka wentylacyjna, gr. 3 cm;
- płyta z wełny mineralnej mocowane do spodu krokwi na firmowych profilach np. ROCKMIN Rockwool, gr. 8 cm – zgodnie z zapisem Kierownika budowy (Rys. 1) została wbudowana wełna Isover Uni – Mata;
- folia paroizolacyjna aktywna PST na bazie włókien polipropylenowych, gr. 0,5 cm;
- poszycie z płyt g-k o odporności ogniowej 30 min. np. Nida Ogień F, gr. 1,25 cm – zgodnie z zapisem Kierownika budowy (Rys. 1) została wbudowana płyta g-k TYP 15 Nida Ogień Plus.

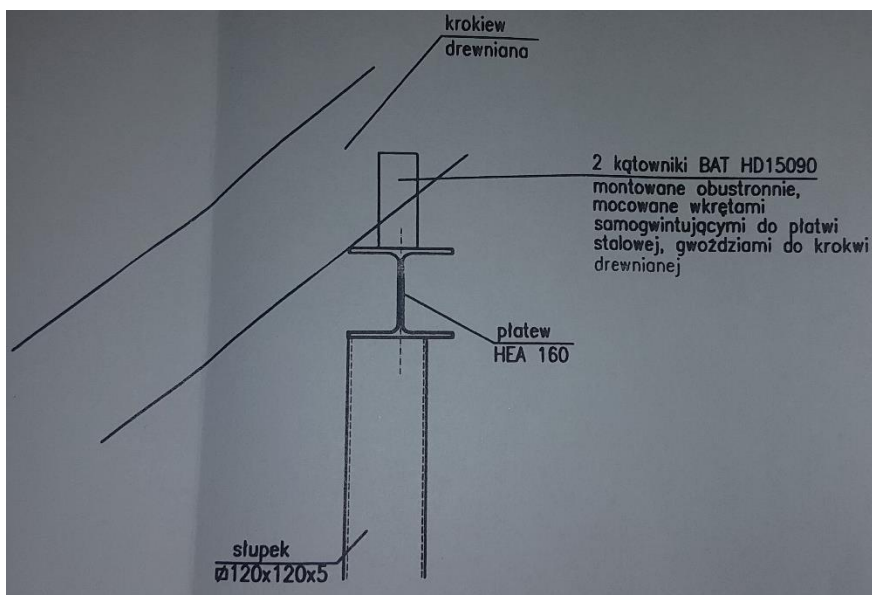
5.1	DACH NAD MIESZKANIEM	
2,5	blacha stalowa powlekana, na rąbek stojący	DTC4 -np.Rukki
5,0	deskowanie (deski 10-15cm, przerwa 5cm)	
0,5	kontryaty / pustka wentylacyjna	
0,5	folia wiatroizolacyjna o paroprzepuszczalności $S_d > 0,03m$ mocowana do wierzchu krokwi	
16,0	maty z wełny mineralnej w grubości krokwi (3cm poniżej wierzchu krokwi) np. MEGAROCK Rockwool	
3,0	pustka wentylacyjna	
8,0	plyty z wełny mineralnej mocowane do spodu krokwi na firmowych profilach np. ROCKMIN Rockwool	
0,5	folia paroizolacyjna aktywna PST na bazie włókien polipropylenowych	
1,25	poszycie z płyt g-k o odporności ogniowej 30min. np. Nida Ogień F-	

TYP 15 Nida Ogień Plus

150ve
Uni-

Rys. 1. Opis warstw przekrojowych dachu budynku zgodnie z Dokumentacją powykonawczą [7].

W ramach udostępnienia Dokumentacji powykonawczej przekazano również dokumentację dotyczącą wykonania konstrukcji stalowej więźby dachowej budynku. W tej części Dokumentacji powykonawczej zamieszczono rysunek warsztatowy „Detale montażu konstrukcji stalowej więźby dachowej”. Na Rys. 2 przedstawiono wybrany detal połączenia pomiędzy krokwią drewnianą i płatwią HEA 160 z wykorzystaniem dwóch kątowników BAT HD15090.



Rys. 2. Detal połączenia pomiędzy krokwią drewnianą i płatwią HEA 160 z zastosowaniem dwóch kątowników BAT HD15090 zgodnie z Dokumentacją powykonawczą [7].

4. Wizja lokalna

Przeprowadzono wizję lokalną dachu budynku nad lokalami mieszkalnymi, w których właściciele zgłosili słyszalne dźwięki opisywane jako trzaski sugerujące uszkodzenia lub nieprawidłowe wykonanie konstrukcji nośnej więźby dachowej.

Odsłonięte warstwy dachu budynku mieszkalnego wielorodzinnego zostały udokumentowane fotograficznie [7]:

- pokrycie połączy dachu – panel dachowy z blachy stalowej powlekanej, na rąbek stojący (Rys. 3a);
- łaty drewniane pod panel dachowy z blachy stalowej powlekanej (Rys. 3b);

- c) kontrłaty i folia wiatroizolacyjna (Rys. 3c);
- d) wełna mineralna (Rys. 3d);
- e) drewniana krokiew dachowa (Rys. 3e);
- f) węzeł konstrukcyjny elementów drewnianego i stalowego (Rys. 3f).



Rys. 3a. Pokrycie połaci dachu – panel dachowy z blachy stalowej powlekanej, na rąbek stojący [7].



Rys. 3b. Łaty drewniane pod panel dachowy z blachy stalowej powlekanej (oznaczone kolorem czerwonym) [7].



Rys. 3c. Kontrłaty (kontrłata obwiedziona kolorem czerwonym) i folia wiatroizolacyjna koloru czarnego, pod kontrłatami [7].



Rys. 3d. Wełna mineralna (obwiedziona kolorem czerwonym) [7].



Rys. 3e. Drewniana krokiew dachowa (obwiedziona kolorem czerwonym) [7].



Rys. 3f. Węzeł konstrukcyjny elementów drewnianego i stalowego (obwiedziony kolorem czerwonym) więźby dachowej. Widoczna tłumiąca folia pomiędzy drewnem a stalą w tym węźle [7].

5. Opis nieprawidłowości – ustalenie przyczyn negatywnego zjawiska

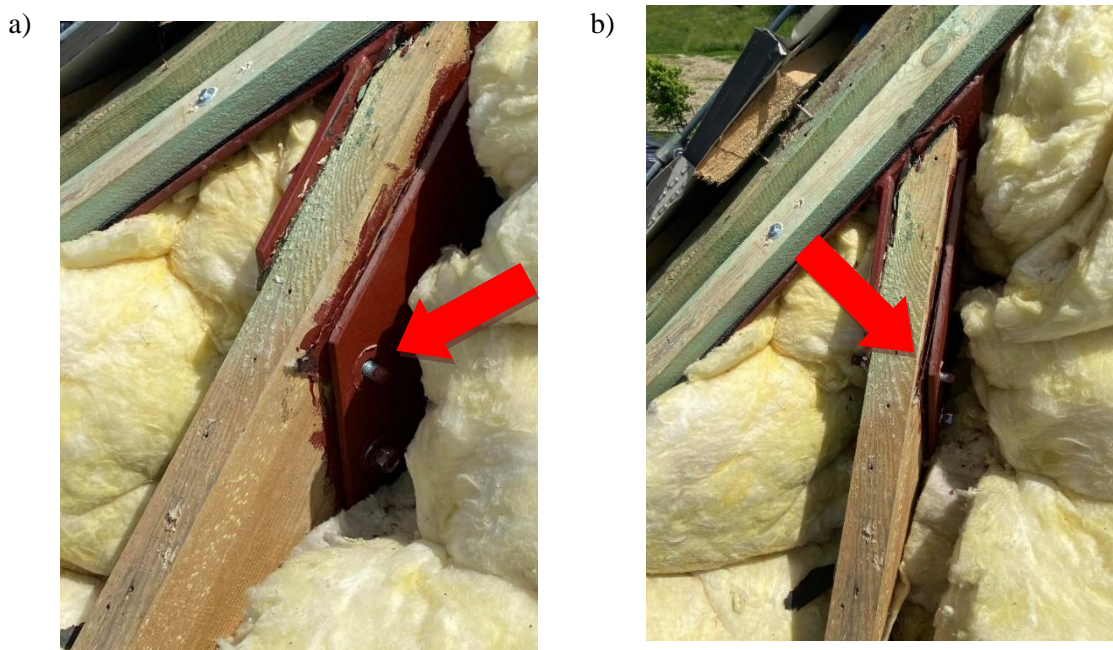
W wyniku analizy udostępnionej dokumentacji użytkowej (w tym eksploatacyjnej) i dokumentacji powykonawczej oraz stanu faktycznego wykonania warstw połączy i konstrukcji więźby dachowej ujawnionego w czasie prowadzenia wizji lokalnej stwierdzono nieprawidłowości polegające zarówno na bezpośrednim (bez przekładek) i niestarannym połączeniu dwóch materiałów konstrukcyjnych drewna i stali w węzłach konstrukcyjnych, jak i na zastosowaniu łąt drewnianych zamiast niepełnego deskowania.

- I) Należy w tym miejscu podkreślić istotne kwestie deskowania i łączenia pod blaszane pokrycia dachowe. Do blach z metali kolorowych należy bezwzględnie zastosować pełne deskowanie z powodu rozszerzalnych właściwości tych materiałów. Dotyczy to blach z aluminium, tytanocynku i miedzi. W przypadku zastosowania dachowych systemów panelowych z blachy na rąbek, które zawierają głównie żelazo, można zastosować niepełne deskowanie. Na Rys. 4 pokazano łątę z desek pod panelami dachowymi z blachy stalowej zamiast zastosowania deskowania niepełnego.



Rys. 4. Zastosowanie łąt drewnianych zamiast deskowania niepełnego [7].

II) W Dokumentacji powykonawczej dotyczącej wykonania konstrukcji stalowej więźby dachowej budynku zawarto rysunek przedstawiający detale montażu konstrukcji więźby dachowej (Rys. 2). Na tym detalu wskazano połączenie pomiędzy krokwią drewnianą i stalową płytą HEA 160 z wykorzystaniem dwóch kątowników BAT HD15090 montowane obustronnie mocowane wkrętami samogwintującymi do płyty stalowej, gwoździami do krokwi drewnianej. W Dokumentacji powykonawczej wskazano zatem wykonanie połączeń elementów konstrukcji wykonanych z różnych materiałów budowlanych tj. stali i drewna. Podczas wizji lokalnej również potwierdzono wykonanie bezpośredniego połączenia tych elementów w węzłach konstrukcji więźby dachowej (Rys. 5a-b). Takie bezpośrednie „sztywne” połączenie (bez zastosowania np. przekładek elastomerowych) w węzłach elementów konstrukcyjnych wykonanych z materiałów budowlanych charakteryzujących się różną rozszerzalnością termiczną może prowadzić do niedogodności w użytkowaniu więźby dachowej opisywanych jako słyszalne „trzaski”.



Rys. 5a-b. Brak zastosowania rozwiązania, które zapobiegłoby uniknięciu bezpośredniego styku drewna i stali w węzle. Widoczny brak nakrętek śrub mocujących (oznaczono czerwonymi strzałkami) powoduje powstanie luzu w tym węzle konstrukcyjnym [7].

6. Wnioski

W pracy dokonano analizy przyczynowo–skutkowa nietypowych dźwięków słyszalnych w konstrukcji więźby dachowej budynku mieszkalnego wielorodzinnego w postaci trzasków nasilających się podczas intensywnych wiatrów. Analizę przeprowadzono w oparciu o sprawdzenie Dokumentacji użytkownika i Dokumentacji powykonawczej (w szczególności Detal połączenia pomiędzy krokwią drewnianą i płytą) oraz wizji lokalnej (wraz z odkrywkami warstw pokrycia połaci dachu). Poszczególne rozdziały odpowiadały kolejności etapów opracowania ekspertyzy technicznej przez rzeczoznawcę budowlanego.

Przyczyną występowania negatywnego zjawiska dźwiękowego przy określonych warunkach atmosferycznych (silnym wietrze) było bezpośrednie (bez przekładek) i niestaranne połączenie dwóch materiałów konstrukcyjnych drewna i stali w węzłach konstrukcyjnych oraz zastosowanie łąt drewnianych zamiast niepełnego deskowania.

Do zalecanych czynności w ramach technologii robót naprawczych zaproponowano kolejno:

- demontaż pokrycia dachowego z paneli z blachy stalowej powlekanej do złomowania;
- zapewnienie tłumiących połączeń w węzłach konstrukcji więźby dachowej to jest pomiędzy elementami konstrukcyjnymi wykonanymi z różnych materiałów budowlanych tj. stali i drewna np. poprzez zastosowanie przekładek elastomerowych w celu wyeliminowanie bezpośredniego styku drewna i stali;
- uzupełnienie istniejącego łączenia płaci dachowej dodatkowymi wąskimi deskami w celu uzyskania niepełnego deskowania;
- ponowny montaż pokrycia dachowego z nowych paneli z blachy stalowej powlekanej z rąbkami stojącym;
- dodatkowe zastosowanie taśm (folii) wygłuszających mocowanych do desek pod środkiem każdego panela dachowego z blachy stalowej w celu zmniejszenia hałasu.

Literatura

- [1] GUS. Budownictwo w I kwartale 2021 roku. Online access: 21.01.2022, https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5478/13/10/1/budownictwo_w_pierwszym_kwartale_2021.pdf
- [2] Hromada, E.; Vitasek, S.; Holcman, J.; Schneiderova Heralova, R.; Krulicky, T. Residential Construction with a Focus on Evaluation of the Life Cycle of Buildings. *Buildings*, 2021, 11, 524. <https://doi.org/10.3390/buildings11110524>
- [3] Rivero-Camacho C., Martín-Del-Río J.J., Solís-Guzmán J., Marrero M. Ecological Footprint of the Life Cycle of Buildings. In: Muthu S.S. (eds) *Assessment of Ecological Footprints. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes*. Springer, 2021, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0096-8_1
- [4] Encyklopedia PWN (Państwowe Wydawnictwo Naukowe), hasło wyszukiwania: dach. Online access: 21.01.2022, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/dach;3890194.html>
- [5] Chmielewski, R.; Bąk, A. Analysis of the safety of residential buildings under gas explosion loads. *Journal of Building Engineering*, 2021, 43, 102815. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.102815>
- [6] Chmielewski, R.; Kruszka, L.; Muzolf, P. The selection of methods for strengthening of the reinforced-concrete structure of the open tank. *Case Studies in Construction Materials*, 2020, 12, e00343. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00343>
- [7] Kruszka, L.; Andruszczak, M.; Sobczyk, K. Ekspertyza techniczna na okoliczność zgłaszanych, przez właścicieli lokali mieszkalnych, słyszalnych dźwięków opisywanych jako trzaski sugerujących uszkodzenia lub nieprawidłowe wykonanie konstrukcji więźby dachowej budynku mieszkalnego wielorodzinnego. MARBUD Marcin Andruszczak, 2020.