

Krzysztof Ałtkow*

orcid.org/0000-0002-5526-4551

Magdalena Napiórkowska-Ałtkow**

orcid.org/0000-0003-0360-876X

Łukasz Bednarz***1

orcid.org/0000-0002-1245-6027

Diagnostyka konstrukcji drewnianych na przykładzie architektury Górnych Łużyc

Diagnostics of Timber Structures on the Example of Upper Lusatian Architecture

Słowa kluczowe: dziedzictwo architektoniczne, zmiana funkcji, problemy techniczne

Keywords: architectural heritage, change of function, technical problems

Wstęp

W artykule przedstawiono wady stosowanych obecnie technik rozpoznawania stanu technicznego konstrukcji ciesielskich oraz zaproponowano alternatywne sposoby ich właściwego badania [Ałtkow, Napiórkowska-Ałtkow 2008]. Wskazano wady tradycyjnego podejścia do oceny stanu technicznego konstrukcji oraz wynikające z nich możliwe błędne interpretacje, mające wpływ na wyciągane w tym zakresie wnioski dotyczące ingerencji w elementy historycznych konstrukcji ciesielskich na etapie ich wzmacniania. Podkreślono, że tradycyjne metody ciesielskiej oceny stanu technicznego elementów konstrukcji prowadzą zwykle do błędnych wniosków, głównie z tego powodu, że nie jest badana kondycja techniczna struktury wewnętrznej drewna.

Poniżej wskazano sposób właściwej analizy i rozpoznawania symptomów destrukcji konstrukcji ciesielskich oraz usystematyzowano podejście do oceny stanu technicznego pod kątem właściwego doboru podstawowych technik diagnostycznych.

Tradycyjna konstrukcja przysłupowa

Górne Łużyce to historyczna kraina zlokalizowana we wschodniej części Saksonii, granicząca od wschodu ze Śląskiem, a od południa z Czechami (ryc. 1).

Introduction

This article highlights the shortcomings of the techniques currently used to assess the technical condition of timber structures and proposes alternative methods for their proper inspection [Ałtkow, Napiórkowska-Ałtkow 2008]. It highlights the shortcomings of the traditional approach to assessing the technical condition of structures and the resulting potential misinterpretations, which influence the conclusions drawn regarding interventions in elements of historic timber structures during the reinforcement phase. It was emphasized that traditional carpentry methods for assessing the technical condition of structural elements usually lead to erroneous conclusions, mainly because the technical condition of the wood's internal structure is not examined.

The following section outlines the correct method for analyzing and identifying signs of deterioration in timber structures and systematizes the approach to assessing their technical condition with a view to the appropriate selection of basic diagnostic techniques.

Traditional half-timbered construction

Upper Lusatia is a historical region situated in the eastern part of Saxony, bordering Silesia to the east and the Czech Republic to the south (Fig. 1).

* dr inż., Zespół Inżynierów Ałtkow, Lubań

** dr inż., Zespół Inżynierów Ałtkow, Lubań

*** dr inż., Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Katedra Konstrukcji Budowlanych

* Ph.D. Eng., Zespół Inżynierów Ałtkow, Lubań

** Ph.D. Eng., Zespół Inżynierów Ałtkow, Lubań

*** Ph.D. Eng., Wrocław University of Science and Technology, Faculty of Civil Engineering, Department of Building Structures

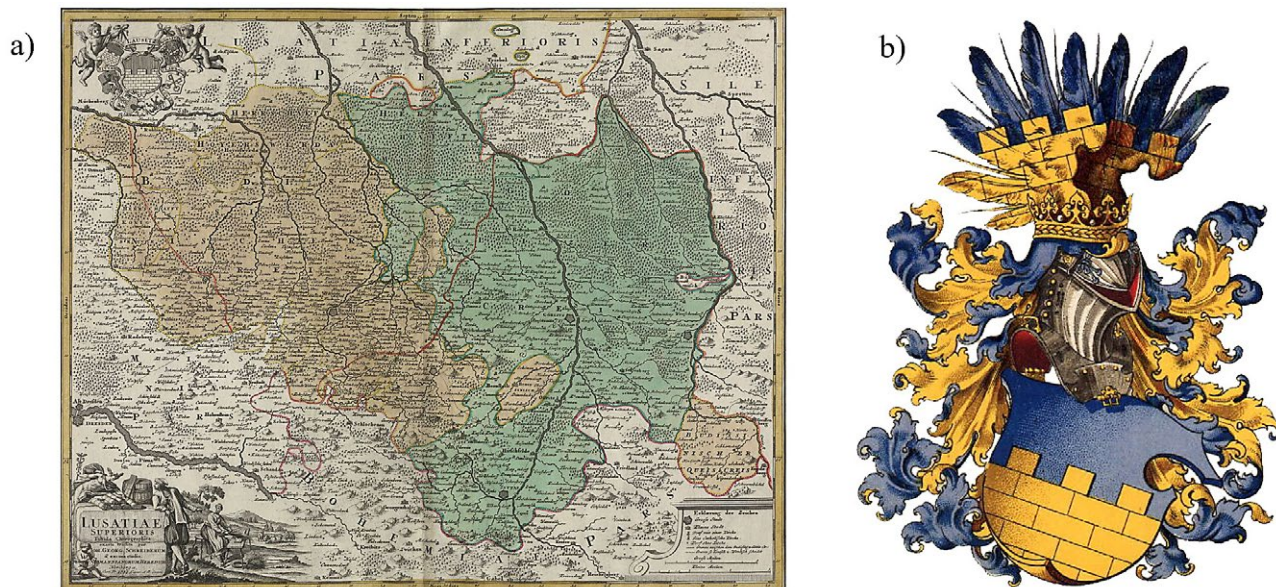
Cytowanie / Citation: Ałtkow K., Napiórkowska-Ałtkow M., Bednarz Ł. Diagnostics of Timber Structures on the Example of Upper Lusatian Architecture. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation* 2026, 86S:189–199

Otrzymano / Received: 20.03.2025 • **Zaakceptowano / Accepted:** 23.03.2026

doi: 10.48234/WK86SLUSATIAN

Praca dopuszczona do druku po recenzjach

Article accepted for publishing after reviews



Ryc. 1. Mapa Górnych Łużyc oraz herb, <https://bibliotekacyfrowa.pl/en/dlibra/publication/19273/edition/27046/lusatiae-superioris-tabula-chorographica-schreiber-johann-georg-1676-1750>, <https://dolneluzyce.pl/de/lausitz/nationale-symbolik/> (dostęp: 1.07.2026)

Fig. 1. Map of Upper Lusatia and coat of arms, <https://bibliotekacyfrowa.pl/en/dlibra/publication/19273/edition/27046/lusatiae-superioris-tabula-chorographica-schreiber-johann-georg-1676-1750>, <https://dolneluzyce.pl/de/lausitz/nationale-symbolik/> (accessed: 1.07.2026)

Tradycyjne górnołużyckie domy przysłupowe są dobrym przykładem do pokazania problemów z utrzymaniem i diagnostyką konstrukcji ciesielskich, ponieważ łączą w sobie dwa ich podstawowe tradycyjne typy, jakimi są konstrukcja szachulcowa i izba zrębowa. Początkowo konstrukcja domów przysłupowych była efektem rozwiązania technicznego wynikającego z powszechnego na Górnych Łużycach systemu pracy nakładczej tkaczy wełny, by od połowy XIX w., w okresie rewolucji przemysłowej i rozwoju manufaktur, pozostać reliktem architektonicznym utożsamianym z cechą charakterystyczną tożsamości narodowej i kulturowej regionu.

Obszar występowania domów przysłupowych, większy niż same Górne Łużyce, ukazano na rycinie 2. Kreskowaniem zaznaczono największy stwierdzony historyczny obszar ich występowania, kratkowaniem zaś – występowanie zachowanych obecnie budynków.

Charakterystyczną cechą domów przysłupowych jest to, że zlokalizowana na parterze izba zrębowa stanowi konstrukcję samonośną i nie przenosi obciążeń od wyższych kondygnacji, które są od niej konstrukcyjnie odseparowane [Trocka-Leszczyńska 1995; Vařeka 1995]. Izba zrębowa często ma strop odseparowany od konstrukcji ciesielskiej ścian parteru, będący częścią konstrukcji szachulcowej pierwszego piętra, opierającej się na usytuowanych na zewnątrz tzw. przysłupach. Może także mieć własny strop, niezależny od belek będących konstrukcją podłogi piętra (ryc. 3).

Traditional Upper Lusatian half-timbered houses are a good example for illustrating the problems associated with the maintenance and assessment of timber-framed structures, as they combine two of their basic traditional types: half-timbered construction and log-cabin construction. Initially, the construction of half-timbered houses was the result of a technical solution stemming from the piecework system common among wool weavers in Upper Lusatia; however, from the mid-nineteenth century, during the Industrial Revolution and the development of manufacturing, they have remained an architectural relic identified as a defining feature of the region's national and cultural identity. The area where half-timbered houses are found, which extends beyond Upper Lusatia itself, is shown in Figure 2. The hatched area indicates the largest historically documented area of their occurrence, whilst the chequered area indicates the distribution of buildings that have survived to the present day.

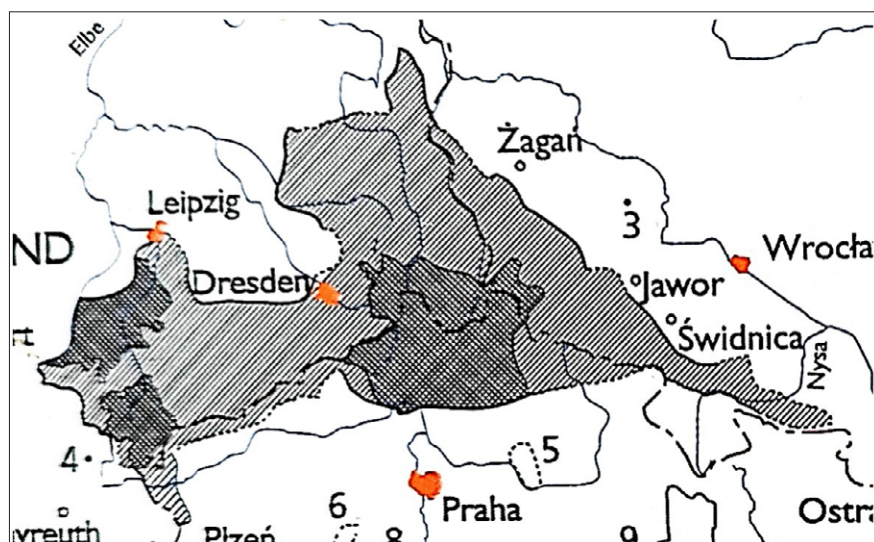
A characteristic feature of half-timbered houses is that the log-walled room on the ground floor is a self-supporting structure and does not bear any loads from the upper stories, which are structurally separated from it [Trocka-Leszczyńska 1995; Vařeka 1995]. The log room often has a ceiling separated from the timber-framed structure of the ground floor walls; this forms part of the half-timbered structure of the first floor, which rests on the so-called *przysłupy* (support posts) situated on the outside. It may also have its own ceiling, independent of the beams forming the first-floor floor structure (Fig. 3).

Tradycyjne sposoby określenia stanu technicznego elementów konstrukcji drewnianej

Tradycyjne ciesielskie metody badania elementów drewnianych wbudowanych w istniejące konstrukcje to:

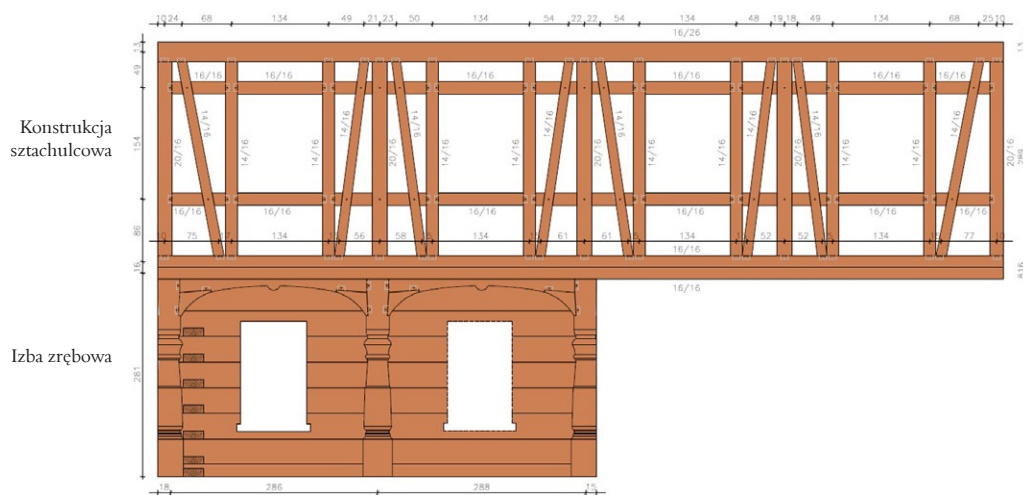
Traditional methods for assessing the technical condition of timber structure components

Traditional carpentry methods for inspecting timber elements incorporated into existing structures include:



Ryc. 2. Obszar występowania domów przysłupowych; źródło: Umgebinde 2006

Ryc. 2. The area where half-timbered houses are found; źródło: Umgebinde 2006



Ryc. 3. Schemat typowego rozwiązania konstrukcji ciesielskiej parteru i piętra w obrębie izby zrębowej; oprac. M. Napiórkowska-Ałykow

Fig. 3. A diagram of a typical timber-framed construction for the ground floor and first floor within a log cabin; by M. Napiórkowska-Ałykow

- ociosywanie powierzchni elementów drewnianych w celu określenia ich stanu wewnętrznego,
- nasłuchiwanie echa podczas młotkowania powierzchni elementów drewnianych.

Pierwsza metoda prowadzi do zniszczenia fragmentów elementów w badanych obszarach, szczególnie wrażliwych w miejscach występowania największych naprężeń w konstrukcji. Paradoksalnie tego typu badanie prowadzone jest w miejscach najbardziej istotnych dla wytrzymałości elementu, które podczas badania są dodatkowo osłabiane. Poza tym nie daje ono żadnej informacji dotyczącej struktury wewnętrznej elementu.

Druga metoda daje pozorną informację jedynie do ok. 8 cm w głąb badanego elementu i w dużej mierze zależy od wilgotności drewna w czasie badania. Przy grubości elementu 16 cm jego połowa może być cał-

- sanding the surfaces of wooden components to assess their internal condition,
- listening for an echo whilst tapping the surface of wooden components.

The first method destroys parts of the components in the areas under investigation, which are particularly vulnerable where the highest stresses occur within the structure. Paradoxically, this type of test is carried out in the areas most critical to the component's strength, which are further weakened during the test. Furthermore, it provides no information regarding the internal structure of the component.

The second method provides only an approximate reading to a depth of about 8 cm into the element being tested and depends largely on the timber's moisture content at the time of testing. With an element thickness of 16 cm, half of it may be completely technically

kowiec zdegradowana technicznie. Aby uzyskać pozytywny wynik potwierdzający dobre parametry techniczne, wystarczy, że badanie będzie prowadzone w warunkach zapewniających wystarczającą wilgotność i miąższość danego fragmentu elementu.

Tradycyjne metody ciesielskie badania stanu technicznego elementów konstrukcji dają zwykle błędne informacje, a kondycja techniczna wewnętrznej struktury elementów konstrukcji ciesielskiej nie jest z ich użyciem badana.

Przyczyny zniszczeń

Można wyróżnić następujące podstawowe przyczyny zniszczeń konstrukcji ciesielskich:

- długoterminowe (często niewłaściwe) użytkowanie,
- niefachowe naprawy,
- zła konserwacja,
- brak bieżących napraw.

Podobnie jak na innych terenach należących do 1945 r. do Niemiec, również na Górnych Łużycach wskazane przyczyny miały przede wszystkim podłoże polityczne i socjologiczne. Główną był brak uregulowania kwestii własnościowych. Osoby zamieszkujące ulokowane tam budynki nie miały aktów własności (budynki formalnie należały do państwa polskiego), a jedynie dokumenty potwierdzające tzw. użytkowanie wieczyste, czyli gwarancję dysponowania nieruchomością wydaną na okres 100 lat. Siłą rzeczy osoby je zamieszkujące nie były zainteresowane właściwą dbałością o nieruchomość, która *de facto* do nich nie należała.

Problem ten został rozwiązany dopiero po podpisaniu 14 listopada 1990 r. przez premiera Mazowieckiego i kanclerza Kohla traktatu granicznego polsko-niemieckiego, który potwierdził nienaruszalność granicy polsko-niemieckiej na Odrze i Nysie Łużyckiej. Od tego czasu dokumenty potwierdzające „użytkowanie wieczyste” były stopniowo zastępowane aktami notarialnymi potwierdzającymi prawo własności.

W okresie powojennym względy ideologiczne i propagandowe, zarówno narodowościowe, jak i ustrojowe, dodatkowo intensyfikowały proces degradacji budynków nieobjętych pieczą służb ochrony zabytków jako widocznego śladu braku polskości tych terenów. W odróżnieniu od miast oraz najstarszych budowli we wsiach, głównie kościołów i dworów, przeważająca większość budynków wiejskich była traktowana bez należytej uwagi.

Innym uwarunkowaniem była o wiele niższa kultura techniczna osób przesiedlonych po zakończeniu II wojny światowej na tereny zachodniej Polski z obszarów leżących na wschód od obecnej granicy Rzeczypospolitej Polskiej. Dla większości osadników kultura techniczna, którą zastali, była obca i przeważnie nie do końca zrozumiała. Brak ciągłości tradycji ciesielskich, których z jednej strony nie było komu przekazać, z drugiej – nie było komu przyjąć, ponieważ zarówno wywłaszczeni siłą właściciele, jak i ludzie przejmujący

degradowane. To obtain a positive result confirming good technical parameters, it is sufficient for the test to be carried out under conditions that ensure sufficient moisture content and thickness of the relevant section of the element.

Traditional carpentry methods for assessing the technical condition of structural elements usually provide inaccurate information, and the technical condition of the internal structure of carpentry elements is not assessed using these methods.

Causes of damage

The following main causes of damage to timber structures can be identified:

- long-term (often improper) use,
- unprofessional repairs,
- poor maintenance,
- failure to carry out routine repairs.

As in other areas that belonged to Germany until 1945, the reasons cited in Upper Lusatia were primarily political and sociological. The main factor was the lack of a clear resolution to property issues. The people living in the buildings there did not hold title deeds (the buildings formally belonged to the Polish state), but only documents confirming so-called ‘perpetual usufruct’, that is, a guarantee of the right to use the property issued for a period of 100 years. Inevitably, the residents were not interested in taking proper care of the property, which *de facto* did not belong to them.

This issue was resolved only after the signing, on November 14, 1990, of the Polish–German border treaty by Prime Minister Mazowiecki and Chancellor Kohl, which confirmed the inviolability of the Polish–German border along the Oder and the Lusatian Neisse. Since then, documents confirming ‘perpetual usufruct’ have been gradually replaced by notarial deeds confirming ownership.

In the post-war period, ideological and propaganda considerations—relating to both nationality and the political system—further accelerated the deterioration of buildings not under the protection of the heritage conservation authorities, which were seen as a visible sign of the lack of Polish identity in these areas. Unlike in towns and in the oldest buildings in villages—mainly churches and manor houses—the vast majority of rural buildings were treated without due care.

Another factor was the much lower level of technical expertise among those resettled after the end of the Second World War to western Poland from areas lying to the east of the current border of the Republic of Poland. For most of the settlers, the technical knowledge they encountered was unfamiliar and, for the most part, not fully understood. The lack of continuity in carpentry traditions—which, on the one hand, there was no one to pass on and, on the other, no one to receive them, as neither the owners who had been forcibly dispossessed nor the people taking

ich nieruchomości, nie byli tym zainteresowani, skutkowało w najlepszym razie doraźnymi działaniami naprawczymi, realizowanymi zwykle w sposób odmienny i często niezgodny z właściwym dla wzmocnianych konstrukcji. Proces ten nasiliły względy użytkowe, które powodowały potrzebę dostosowywania istniejących budynków do zmieniających się potrzeb właścicieli, szczególnie od końca lat 60. XX w., co często realizowano w chaotyczny sposób.

Punkty istotne w diagnostyce konstrukcji ciesielskiej

Do podstawowych widocznych symptomów uszkodzenia konstrukcji ciesielskiej należą:

- ślady bytności drewnojadów,
- nadmierne deformacje elementów konstrukcji,
- uszkodzenia połączeń ciesielskich,
- zniszczenia tynku i wypełnienia ścian,
- nadmierne zawilgocenie elementów,
- zniszczenia elementów konstrukcji.

Punktem wyjścia przy wyborze miejsc do dalszych badań konstrukcji jest określenie stanu technicznego widocznej powierzchni elementów drewnianych na podstawie oględzin konstrukcji.

Widoczne symptomy degradacji elementów konstrukcji wymagające szczegółowego rozpoznania są następujące:

Obmurowanie lub otynkowanie elementów izby zrębowej

Obmurowanie izby zrębowej może wynikać zarówno z uszkodzenia powierzchni drewna, chęci poprawy warunków użytkowych, głównie termicznych, jak i z wykonania podparcia konstrukcji podtrzymującej ściany piętra. W zależności od przyczyny postępowanie naprawcze jest diametralnie różne.

Wtórne otynkowanie izby zrębowej zazwyczaj wykonywano w celu ochrony powierzchni drewna tak zewnątrz, jak i wewnątrz pomieszczeń. Oprócz prawdopodobnej wcześniejszej degradacji powierzchni otynkowanie, podobnie jak obmurowanie, intensyfikuje proces korozji biologicznej w obrębie wewnętrznej struktury drewna (ryc. 4).

Zniszczenie tynku na wypełnieniu ściany szachulcowej

Zniszczenie tynku na wypełnieniu ściany szachulcowej z jednej strony odsłania wypełnienie i umożliwia penetrację wód opadowych w jego głąb, z drugiej zaś utrudnia jej odparowanie, doprowadzając do intensyfikacji procesów gnilnych na niedostępnych powierzchniach drewna. Przyspieszonej degradacji ulega również samo wypełnienie, szczególnie gliniane (ryc. 5).

Zmiazdzenie podwaliny w wyniku degradacji jej struktury wewnętrznej

Zmiazdzenie podwaliny w wyniku degradacji jej struktury wewnętrznej jest często spowodowane brakiem

over their properties were interested in them—resulted, at best, in ad hoc repair work, usually carried out in a manner that differed from—and was often incompatible with—the methods appropriate for the structures being reinforced. This process was exacerbated by practical considerations, which created a need to adapt existing buildings to the changing requirements of their owners, particularly from the late 1960s onwards, a process that was often carried out in a haphazard manner.

Key points in the assessment of timber structures

The main visible signs of damage to a timber structure include:

- traces of wood-boring insects,
- excessive deformation of structural elements,
- damage to timber joints,
- damage to plaster and nogging,
- excessive moisture in structural elements,
- damage to structural elements.

The starting point when selecting areas for further structural investigation is to determine the technical condition of the visible surfaces of the timber elements on the basis of a visual inspection of the structure. The visible signs of deterioration in structural elements requiring detailed assessment are as follows:

Brickwork or plastering of the log cabin's structural elements

Cladding a log chamber may be necessitated by damage to the timber surface, a desire to improve its functional properties—primarily thermal insulation—or the need to provide support for the structure bearing the upper-story walls. Depending on the cause, the repair procedure varies considerably. Secondary plastering of a log-built room was usually carried out to protect the timber surface both externally and internally. In addition to likely prior surface degradation, plastering—much like brick cladding—intensifies the process of biological decay within the internal structure of the timber (Fig. 4).

Damage to the plaster on the nogging of a half-timbered wall

The deterioration of the plaster on the infill of a half-timbered wall, on the one hand, exposes the infill and allows rainwater to penetrate deep into it; on the other hand, it hinders the evaporation of this water, leading to an intensification of decay processes on inaccessible surfaces of the timber. The infill itself is also subject to accelerated degradation, particularly when made of clay (Fig. 5).

Crushing of the foundation sill as a result of the degradation of its internal structure

The crushing of the foundation sill as a result of the degradation of its internal structure is often caused by



Ryc. 4. Przykład: a) obmurowania, b) otynkowania izby zrębowej; autorem wszystkich zdjęć jest K. Ałykow
 Fig. 4. Example: a) brickwork, b) plastering of log cabins; all photos by K. Ałykow



Ryc. 5. Przykład zniszczenia tynku na wypełnieniu ściany szachulcowej
 Fig. 5. An example of plaster damage on the infill of a half-timbered wall

właściwego zabezpieczenia przed wodą z opadów atmosferycznych w miejscu oparcia na murze. Jest to zarazem wskazanie, że najprawdopodobniej uszkodzeniu uległy zarówno dolne fragmenty słupów konstrukcji szachulcowej, jak i końcówki belek stropowych (ryc. 6). Ma to wpływ na globalną stateczność konstrukcji całego budynku, nie tylko w kierunku pionowym, lecz również poziomym.

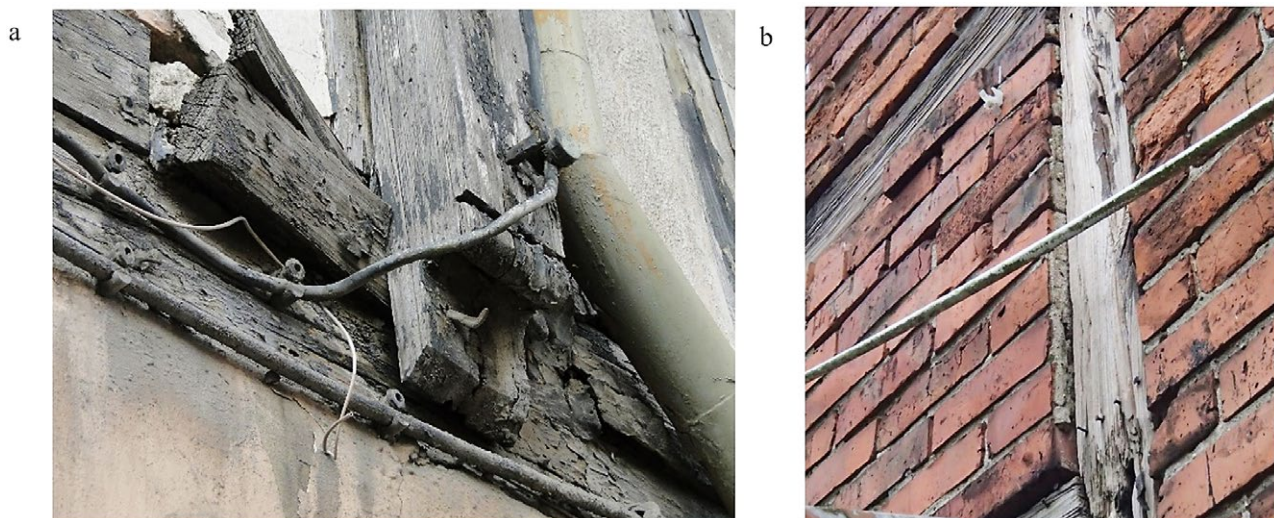
Zmiażdżenie podwalin i rygli jako efekt degradacji struktury wewnętrznej słupów

Częstym błędem w interpretacji stanu technicznego na podstawie oględzin konstrukcji jest uznanie deformacji wypełnienia przestrzeni międzykonstrukcyjnej za efekt oddziaływań poziomych, podczas gdy faktyczną przyczyną jest zmiażdżenie podwaliny w wyniku degradacji jej struktury wewnętrznej i niemożności przenoszenia obciążeń pionowych. Jest to szczególnie widoczne w wypadku wypełnienia z cegły, mającego w założeniu jedynie funkcję osłonową, które zaczyna pracować jako

a lack of adequate protection against rainwater at the point where it rests against the wall. This also indicates that both the lower sections of the half-timbered structure's posts and the ends of the ceiling beams have most likely been damaged (Fig. 6). This affects the overall stability of the entire building, not only in the vertical direction but also in the horizontal direction.

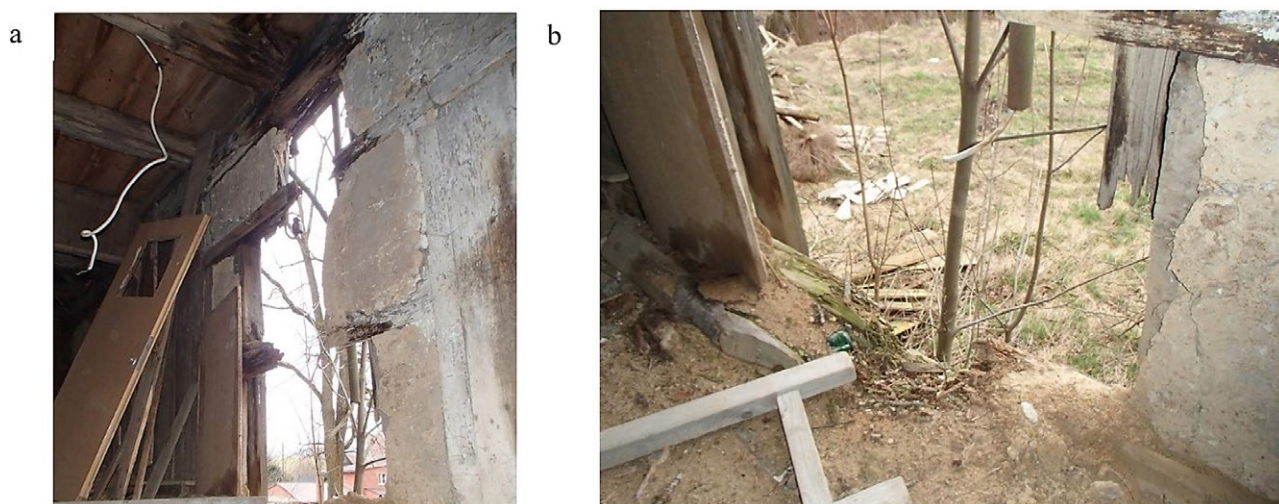
Crushing of the foundation sills and nogs as a result of the degradation of the internal structure of the columns

A common error in interpreting the technical condition based on a visual inspection of the structure is to attribute deformation of the infill in the space between structural elements to horizontal forces, whilst the actual cause is the crushing of the foundation sill due to the degradation of its internal structure and its inability to bear vertical loads. This is particularly evident in the case of nogging, which is intended solely for a cladding function but begins to act as a load-bearing element,



Ryc. 6. Przykład zmiążdżenia podwaliny: a) w wyniku degradacji jej struktury wewnętrznej, b) w wyniku degradacji struktury wewnętrznej słupów

Fig. 6. An example of foundation sill failure: a) as a result of the degradation of its internal structure, b) as a result of the degradation of the internal structure of the columns



Ryc. 7. Przykłady ubytków podwaliny, słupów i rygli w wyniku degradacji ich struktury wewnętrznej

Fig. 7. Examples of damage to the foundation, posts and cross-beams resulting from the degradation of their internal structure

element nośny, przenosząc część obciążeń pionowych, do czego pierwotnie nie było przewidziane (ryc. 6).

carrying part of the vertical loads, for which it was not originally designed (Fig. 6).

Ubytki podwaliny, słupów i rygli w wyniku degradacji ich struktury wewnętrznej

Najbardziej oczywistym symptomem uszkodzenia konstrukcji są ubytki jej fragmentów i jako takie nie wymagają szczegółowego opisu (ryc. 7). Pojawia się tu konieczność właściwej analizy wytrzymałościowej pozostałych elementów przenoszących obciążenia zwiększone w stosunku do pierwotnie dla nich przewidzianych, z uwzględnieniem ich degradacji technicznej.

Damage to the foundation sill, posts and spandrel beams resulting from the deterioration of their internal structure

The most obvious sign of structural damage is the loss of structural elements, and as such this does not require a detailed description (Fig. 7). It is therefore necessary to carry out a proper strength analysis of the remaining load-bearing elements, which are now subjected to loads greater than those originally intended for them, taking into account their technical degradation.

Niewłaściwe długotrwałe użytkowanie pomieszczeń – kumulowanie wilgoci (ryc. 8a)

Niewłaściwe użytkowanie pomieszczeń lub zmieniony sposób ich użytkowania w stosunku do pierwotnego jest wskazaniem do podejrzewania potencjalnej

Inappropriate long-term use of rooms – accumulation of damp (Fig. 8a)

Inappropriate use of rooms, or a change in their intended use compared with the original, is an indica-



Ryc. 8. Przykłady: a) niewłaściwego długotrwałego użytkowania pomieszczeń – kumulowania wilgoci, b) braku bieżących napraw, c) niewłaściwych napraw, d) bytności drewnojadów

Fig. 8. Examples: a) improper long-term use of the premises – accumulation of damp; b) failure to carry out routine repairs; c) improper repairs; d) the presence of wood-boring insects

degradacji wewnętrznej struktury drewna, najczęściej w wyniku nieprawidłowego wietrzenia pomieszczeń lub jego całkowitego braku.

Brak bieżących napraw oraz niewłaściwe naprawy (ryc. 8b, c)

Brak bieżących napraw, w szczególności w zakresie właściwego odprowadzania wód opadowych z połaci dachowej oraz sprawnych technicznie obróbek blacharskich, a także niewłaściwe naprawy i przebudowy prowadzą przede wszystkim do niekontrolowanej redystrybucji obciążeń i zwiększonego obciążenia elementów konstrukcyjnych w sąsiedztwie tych zdegradowanych.

Ślady bytności drewnojadów (ryc. 8d)

Ślady bytności drewnojadów wskazują na uszkodzenie strefy przypowierzchniowej, co może prowadzić do zmniejszenia wytrzymałości elementu konstrukcyjnego.

Nadmierne deformacje elementów konstrukcyjnych (ryc. 9a, b)

Nadmierna deformacja elementów konstrukcyjnych może być efektem zarówno ich przeciążenia, jak i ich niewłaściwej przebudowy. Często przeciążenie jest efektem kombinacji kilku czynników: degradacji struktury wewnętrznej, zmiany sposobu obciążenia lub nie-

tion that the internal structure of the timber may be deteriorating, most commonly as a result of inadequate ventilation of the rooms or a complete lack thereof.

Lack of routine repairs and improper repairs (Fig. 8b, c)

A lack of routine repairs—particularly with regard to the proper drainage of rainwater from the roof surface and technically sound flashings—as well as improper repairs and alterations, lead primarily to the uncontrolled redistribution of loads and increased stress on structural elements in the vicinity of those that have deteriorated.

Evidence of wood-boring insects (Fig. 8d)

Evidence of wood-boring insects indicates damage to the near-surface layer, which may reduce the strength of the structural member.

Excessive deformation of structural members (Fig. 9a, b)

Excessive deformation of structural elements may result from either overloading or inappropriate alterations. Overloading is often the result of a combination of several factors: degradation of the internal structure, changes in the loading pattern, or inappropriate alterations during which elements affecting the overall behavior of the structure are removed.



Ryc. 9. Przykłady: a–b) nadmiernej deformacji elementów konstrukcyjnych, c–d) zniszczenia elementów konstrukcyjnych
 Fig. 9. Examples: a–b) of excessive deformation of structural elements, c–d) of damage to structural elements

właściwych przebudów, podczas których usuwane są elementy mające wpływ na globalną pracę konstrukcji.

Zniszczenia elementów konstrukcyjnych (ryc. 9c, d)

Zniszczenia elementów konstrukcji są skrajnym sygnałem problemów z konstrukcją ciesielską, zarówno w obrębie widocznych uszkodzeń, jak i w pozostałych, pozornie sprawnych technicznie, ze względu na potencjalnie podobne warunki pracy i jej uwarunkowania zewnętrzne.

Propozycja systematyki badań konstrukcji

Poniżej wskazano propozycję postępowania przy analizie konstrukcji ciesielskiej [Alykow et al. 2024; Orłowicz et al. 1996]. Kluczowe obszary badań elementów konstrukcji ciesielskiej budynku są następujące:

- zmiany geometrii konstrukcji,
- elementy ciesielskie,
- połączenia ciesielskie,
- miejsca kontaktu z murowanymi ścianami,
- miejsca kontaktu z pokryciem dachowym.

Podstawowe analizy podczas badania stanu technicznego elementów konstrukcji ciesielskiej obejmują:

- stan powierzchni (uszkodzenia),
- wilgotność przypowierzchniową,
- stan struktury wewnętrznej (rezystograf).

Damage to structural elements (Fig. 9c, d)

Damage to structural elements is a clear indication of problems with the timberwork, both in terms of visible damage and in other parts that appear to be technically sound, given the potentially similar operating conditions and external factors.

A proposal for a research framework for structural analysis

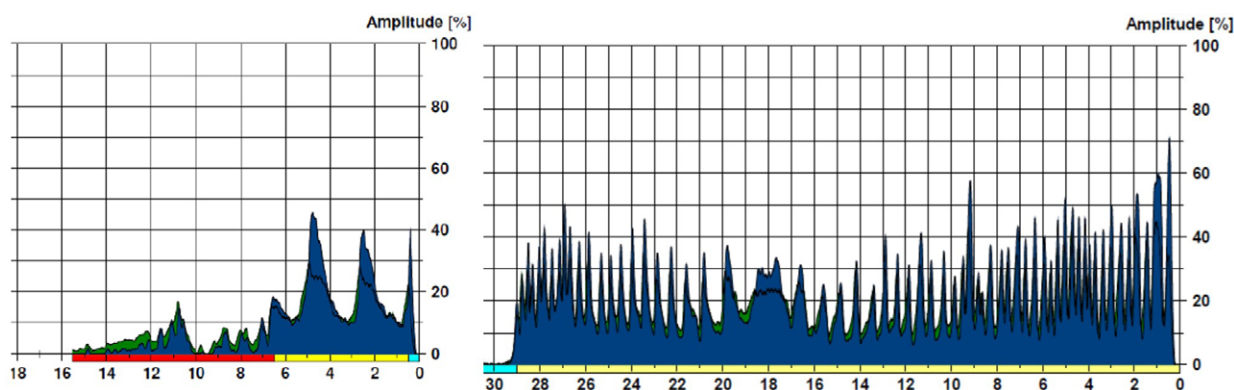
The following outlines a proposed approach to the analysis of timber structures [Alykow et al. 2024; Orłowicz et al. 1996]. The key areas of investigation for the timber structural elements of a building are as follows:

- changes in the structure's geometry,
- timber structural elements,
- timber joints,
- points of contact with masonry walls,
- points of contact with the roof covering.

The basic analyses carried out when assessing the technical condition of timber structural elements include:

- surface condition (damage),
- near-surface moisture content,
- condition of the internal structure (resistograph).

The moisture content of timber elements influences the potential for fungal growth. Fungi destroy



Ryc. 10. Przykład wyników badań rezystograficznych elementu ściany zrębowej (z lewej) oraz słupa konstrukcji szachulcowej (z prawej); oprac. M. Napiórkowska-Ałykow

Fig. 10. An example of resistography results for a log wall element (left) and a half-timbered post (right); by M. Napiórkowska-Ałykow

Poziom wilgotności elementów drewnianych ma wpływ na możliwość rozwoju grzybów. Grzyby niszczą wewnętrzną strukturę drewna. Maksymalna wilgotność drewna zabezpieczająca przed rozwojem grzybów wynosi ok. 15%.

Pomiar wilgotności elementów drewnianych jest badaniem podstawowym i kluczowym dla właściwej oceny stanu technicznego oraz stanowi punkt wyjścia do wskazania miejsc badań rezystograficznych (ryc. 10). Stan techniczny struktury wewnętrznej elementów drewnianych ma wpływ na zachowanie całej konstrukcji ciesielskiej. Stan techniczny połączeń ciesielskich ma pośredni wpływ na globalne zachowanie konstrukcji.

Wnioski końcowe

Tradycyjne metody ciesielskie badania drewna, takie jak ociosywanie powierzchni elementów w celu sprawdzenia stanu struktury wewnętrznej czy ostukiwanie w celu nasłuchiwanie echa, dają przeważnie błędne informacje dotyczące stanu technicznego konstrukcji. Dostępne współczesne techniki badania stanu technicznego konstrukcji ciesielskiej umożliwiają pozyskanie wystarczających informacji do podjęcia właściwych decyzji dotyczących miejsca, zakresu i sposobu ingerencji w istniejącą konstrukcję [Richter 2012]. Współczesne techniki badania stanu technicznego elementów konstrukcji nie są powszechnie stosowane, głównie z powodu braku wiedzy inżynierów oraz chęci zaoszczędzenia na przeprowadzeniu właściwych ekspertyz.

Brak poprawnie przeprowadzonych ekspertyz stanu technicznego skutkuje podejmowaniem błędnych technicznie i kosztownych decyzji w kwestii zakresu i sposobu wzmocnienia konstrukcji ciesielskich.

the internal structure of the timber. The maximum moisture content of timber that prevents fungal growth is approximately 15%. Measuring the moisture content of timber elements is a fundamental test for assessing the technical condition and serves as a starting point for identifying locations for resistography testing (Fig. 10). The technical condition of the internal structure of timber elements affects the behavior of the entire timber structure. The technical condition of timber joints indirectly affects the overall behavior of the structure.

Concluding remarks

Traditional carpentry methods of inspecting timber, such as planing the surfaces of components to check the condition of the internal structure or tapping them to listen for an echo, generally provide inaccurate information regarding the technical condition of the structure. Modern techniques for assessing the technical condition of timber structures make it possible to obtain sufficient information to make the right decisions regarding the location, scope, and method of intervention in the existing structure [Richter 2012]. Modern techniques for assessing the technical condition of structural elements are not widely used, mainly due to a lack of knowledge among engineers and a desire to save on the cost of carrying out proper assessments. The absence of properly conducted technical condition assessments results in technically flawed and costly decisions regarding the scope and method of reinforcing timber structures.

Przypis

¹ Współautorem artykułu jest również Michał Krupa, orcid.org/0000-0002-2199-0598, dr hab. inż. arch., Politechnika Krakowska, Wydział Architektury.

Footnote

¹ Co-author of this article is also: Michał Krupa, orcid.org/0000-0002-2199-0598, Ph.D. Eng. Arch., Cracow University of Technology, Faculty of Architecture.

Bibliografia / References

- Ałykow Krzysztof, Jasieńko Jerzy, Tarczewski Romuald, *Wpływ uwzględnienia przekształceń, odkształceń oraz sposobu podparcia zabytkowej konstrukcji ciesielskiej na wyniki analizy statyczno-wytrzymałościowej na przykładzie ewangelickiego kościoła Zbawiciela w Jeleniej Górze-Cieplicach*, „Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation” 2024, nr 78.
- Ałykow Krzysztof, Napiórkowska-Ałykow Magdalena, *Remonty obiektów zabytkowych – problemy i zagrożenia procesu inwestycyjnego*, „Renowacje i Zabytki” 2008, nr 4 (28).
- Richter Kerstin, *Umgebinderhäuser fachkundig sanieren Ein Ratgeber für Eigentümer und Bauherren*, Landkreis Görlitz 2012.
- Trocka-Leszczyńska Elżbieta, *Wiejska zabudowa mieszkaniowa w regionie sudeckim*, Wrocław 1995.
- Umgebinder. Eine einzigartige Bauweise im Dreiländereck Deutschland-Polen-Tschechien, red. J. Cieslak et al., Königstein im Taunus 2006.
- Orłowicz Ryszard, Drabowicz Zbigniew, Rawłuszko Andrzej, *Reologia połączeń w konstrukcjach drewnianych*, [w:] *Drewno i materiały drewnopochodne w konstrukcjach budowlanych. Referaty*, materiały z Konferencji Naukowej „Drewno i materiały drewnopochodne w konstrukcjach budowlanych”, 5–6 września 1996, Szczecin–Międzyzdroje 1996.
- Vařeka Josef, *Das Umgebinderhaus in Böhmen*, [w:] *AHF, Jahrbuch für Hausforschung*, Band 43, Marburg 1995.

Streszczenie

Artykuł był prezentowany w ramach 3. edycji międzynarodowej konferencji European Culture Commonwealth 2024 (EuCuComm 2024) „Górne Łużyce: dziedzictwo kulturowe, religijne i architektoniczne”, która odbyła się w dniach 17–19 września 2024 r. w Lubaniu i Bautzen.

Celem opracowania jest omówienie wad stosowanych obecnie technik rozpoznania stanu technicznego konstrukcji ciesielskich oraz alternatywnych metod ich właściwego badania. Wskazano sposób właściwej analizy oraz optymalnego rozpoznawania symptomów destrukcji konstrukcji ciesielskich, a także systematykę podejścia do zagadnienia oceny stanu technicznego pod kątem odpowiedniego doboru podstawowych technik diagnostycznych.

W tekście ukazano wady tradycyjnego podejścia do oceny stanu technicznego konstrukcji i wynikające z niego możliwe przekłamanie mające wpływ na wyciągane w tym zakresie wnioski dotyczące ingerencji w elementy historycznych konstrukcji ciesielskich na etapie ich wzmocnień.

Abstract

This article was presented as part of the third edition of the International Scientific Conference European Culture Commonwealth 2024 (EuCuComm 2024) “Upper Lusatia and Silesia: cultural, religious and architectural heritage” (17–19 September 2024, in Luban and Bautzen).

The purpose of this article is to present the shortcomings of currently used techniques for assessing the technical condition of carpentry structures and, alternatively, methods for their proper examination. A method for proper analysis and recognition of signs of deterioration in carpentry structures is presented, as well as a systematic approach to assessing the technical condition of structures through the appropriate selection of basic diagnostic techniques.

The shortcomings of the traditional approach to assessing the technical condition of structures are demonstrated, along with the resulting potential distortions that influence the conclusions drawn regarding interventions in elements of historical carpentry structures during the reinforcement stage.