
ZINTEGROWANE PODEJŚCIE NAUK PRZYRODNICZYCH DO OCHRONY ŚREDNIOWIECZNYCH RUIN

NOVOTNÝ Jakub¹, BLÁHA Jiří²

¹ Jakub Novotný, Instytut Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej Czeskiej Akademii Nauk
<https://orcid.org/0000-0003-2162-3218>

² Jiří Bláha, Instytut Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej Czeskiej Akademii Nauk
<https://orcid.org/0000-0002-9403-1427>

ABSTRAKT: Celem artykułu jest przedstawienie raportu o innowacyjnych technikach restauratorskich, technologiach i materiałach stosowanych w konserwacji w kontekście nauk przyrodniczych i dziedzictwa przyrodniczego Projektu RUINS. W pierwszej kolejności opisano specyfikę ochrony i konserwacji ruin. Następnie omówione zostały nauki przyrodnicze oraz związane z nimi innowacje w kontekście dziedzictwa. W artykule przedstawiono również strukturę raportu oraz przykładowe badanie. Przedstawione badania mogłyby w przyszłości stać się wirtualną, aktualizowaną na bieżąco bazą danych, która posłuży jako narzędzie wykorzystywane przy ochronie i konserwacji ruin.

SŁOWA KLUCZE: Nauki przyrodnicze, innowacje, ochrona i konserwacja dziedzictwa, ruina

Wprowadzenie - specyfika ochrony i konserwacji ruin

W literaturze termin ruina oznacza obiekt zachowany w stanie niekompletnym, czasem skonstruowany celowo, aby sprawiać wrażenie nienaruszonej struktury, która uległa rozkładowi. Taka architektura powstaje w wyniku utraty pierwotnego przeznaczenia budynku. Obiekty te zwykle ulegały długotrwałej degradacji i nie było powodu, aby je odbudowywać lub wyburzać. Ruiny na obszarach miejskich są w tym kontekście bardzo istotne, ponieważ podejmuje się działania mające na celu maksymalne wykorzystanie przestrzeni. Jednym z negatywnych zjawisk w miastach jest celowa dewastacja obiektów zabytkowych przez spekulacyjnych właścicieli mających na celu uwolnienie terenu i przeznaczenie go pod nową budowę.

Czeski konserwator zabytków Ondřej Šefců¹ twierdzi, że zrujnowane obiekty stanowią w pewnym sensie pozostałości niezwyklej niegdyś budowli z dodaną, w postaci romantycznie postrzeganej stopniowej dezintegracji, wartością. W budynkach tych brakuje podstawowych elementów umożliwiających ich dalsze funkcjonowanie, takich jak dachy, rynny, okna, drzwi itp. Określenie przyczyn degradacji nie jest jednak jasne. Z tego powodu sposób konserwacji zabytków należy określać indywidualnie dla poszczególnych budynków.

Problemami technicznymi, które utrudniają konserwację obiektów zabytkowych są: warunki klimatyczne, korozja biologiczna i przede wszystkim człowiek.

Na podstawie praktycznych doświadczeń możliwe jest określenie działań przydatnych w procesie konserwacji zabytkowych ruin:

1. Należy zapobiegać nadmiernej wilgoci w budynku (drenaż, system odprowadzania wód opadowych, tymczasowe lub trwałe pokrycie dachowe)
2. Należy usunąć sąsiadującą zieleń, zwłaszcza w przypadkach, w których penetruje elementy murowane. Przy usuwaniu należy jednak zachować ostrożność, jako że korzenie mogą podtrzymywać konstrukcję
3. Drzewa nie znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie obiektu prowadzą do zachowania małowilgotności obszaru
4. Konieczna może okazać się konsolidacja muru w przypadku, gdy jego konstrukcja nie jest odporna na działanie atmosferyczne
5. Aby budynek był ogólnodostępny, konieczne jest zaprojektowanie nowych dojazdów, schodów lub innych konstrukcji umożliwiających dostęp. Istotne jest także zaplecze socjalne i techniczne. Wszystkie te struktury powinny jednak minimalizować wpływ na wartości historyczne, a także możliwie dopasować się do kontekstu miejsca.

Nie ma jednak rozwiązania idealnego, konieczny jest kompromis. Obowiązek należytego wyważenia eksploatacji i właściwej konserwacji obiektu spoczywa na specjalistach.

Ruiny są cennym źródłem informacji naukowych i mają określoną podstawę emocjonalną. W drugiej połowie XVIII w. narodził się nurt (protoromantyzm), w myśl którego ruiny

¹ Šefců O., *Problémy při opravách torzálních památek. Poznatky památkáře*, Sborník přednášek z odborného semináře STOP, STOP, Republika Czeska 2017.

zaczęto świadomie konserwować. W okresie puryzmu (II połowa XIX w.) panowała silna tendencja do przywracania ruinom ich „pierwotnej” formy. Ochrona dziedzictwa jest złożonym zagadnieniem. Należy szanować i chronić wartość ruin jako pełnoprawnego źródła historycznego, które stanowi świadectwo historii. Niemożliwym jest zatem stworzenie ogólnych zasad, każdy przypadek wymaga indywidualnego podejścia. Lata praktyki pozwalają jednak określić ogólne wytyczne i zalecenia², do których należą:

- Klasyfikacja obiektu;
- Styl architektoniczny ruiny;
- Wartość dziedzictwa;
- Społeczna funkcja ruiny;
- Koncepcja prac konserwatorskich;
- Konserwacja;
- Rekonstrukcja;
- Działania naprawcze;
- Odpowiedni sposób użytkowania.

Świadoma ochrona i konserwacja historycznych ruin wymaga, oprócz zwykłych metod wykorzystywanych przy zabytkach i dziełach sztuki, nietypowych działań. Ta niecodziennosc wynika z faktu, iż zwyczajowo obiekty w stanie niekompletnym nie podlegają ochronie. Żeby Aby sprostać warunkom atmosferycznym i innym warunkom środowiskowym, budynek musi posiadać kompletny system elementów wykończeniowych, takich jak dach i pokrycia dachowe, okładziny ścienne, czy tynki. Zastosowanie tych elementów jest jednak często sprzeczne z koncepcją „ochrony ruiny jako ruiny”, a zatem konserwacja częściowo zachowanych budynków wiąże się z szeregiem nietypowych problemów technicznych. Rozwiązaniem tych problemów oferują różnorodne dziedziny nauk.

Nauki przyrodnicze – podstawowy podział

Nauki przyrodnicze można opisać jako przedsięwzięcie systemowe, które organizuje wiedzę w postaci możliwych do udowodnienia tez i hipotez. Nauki przyrodnicze są powszechnie podzielone na:

- Nauki fizyczne – dziedzina nauk przyrodniczych zajmująca się badaniem układów nieożywionych:
 - Astronomia;
 - Fizyka;
 - Chemia;
 - Nauka o Ziemi.

² Sokol J., Dudík T., Štulc J., *Ochrana, údržba a stavební úpravy zřícenin hradů*, Státní ústav památkové péče v Praze, Republika Czeska 1998.

- Nauki o życiu – dziedzina nauk przyrodniczych zajmująca się badaniem układów żywnionych:
 - Biologia;
 - Ekologia.

Potrzeba wykorzystania nauk ścisłych i humanistycznych w badaniach nad dziedzictwem kulturowym doprowadziła w ostatnich dziesięcioleciach do powstania nowej dyscypliny naukowej. Jedną z wiodących platform zajmujących się tą dziedziną w Europie jest powstająca platforma badawcza E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science), która sformułowała następującą definicję nowej dyscypliny: *Nauka o dziedzictwie jest interdyscyplinarnym, naukowym badaniem dziedzictwa. Nauka o dziedzictwie czerpie z różnych nauk humanistycznych, ścisłych i inżynierskich. Koncentruje się na poprawie zrozumienia, trosce i zrównoważonym wykorzystaniu dziedzictwa tak, aby mogło wzbogacać społeczeństwo, zarówno dziś, jak i w przyszłości. Nauka o dziedzictwie to termin ogólny obejmujący wszystkie formy badań naukowych nad dziełami ludzkimi oraz połączonymi dziełami natury i człowieka, które mają wartość dla społeczeństwa³.*

Innowacyjne techniki, technologie i materiały konserwatorskie

Przegląd wszystkich narzędzi wykorzystywanych do badań, ochrony i prezentacji historycznych ruin byłby zbyt obszerny. Dlatego, w celu wskazania tych najbardziej praktycznych, w ramach projektu RUINS, konieczne było przeprowadzenie selekcji. Priorytetowo potraktowano te metody i procedury, które należą do najczęściej stosowanych w procesie ochrony i konserwacji ruin. Wybrano także metody stosowane na stanowiskach pracy członków konsorcjum oraz oryginalne wyniki badań z tych stanowisk. Dla *Raportu dotyczącego innowacyjnych technik, technologii i materiałów konserwatorskich* szczególne znaczenie mają zatem metody analityczne i diagnostyczne.

Zapis poszczególnych metod składa się z opisowej charakterystyki, zakresu zastosowania, a także niezbędnego stopnia interwencji. Dla praktycznej oceny ważne jest krótkie podsumowanie zalet i wad opisywanej metody. Pomocne mogą okazać się umieszczone w raporcie słowa kluczowe, streszczenie literatury przedmiotu oraz linki do stron internetowych. W większości przypadków podano przykłady rzeczywistych zastosowań metody. Raport zawiera następujące kategorie:

- Metody badań, analiz i prezentacji:
 - Metody badań:
 - Skanning 3D;
 - Badania archeologii lotniczej;
 - Tachimetria elektroniczna;
 - Fotogrametria cyfrowa;

³ https://en.wikipedia.org/wiki/Outline_of_natural_science

- Fotografia przy użyciu dronów;
- Skanowanie laserowe;
- Fotografia 360 stopni.
- Techniki wizualizacji:
 - Modelowanie 3D;
 - System informacji geograficznej (GIS);
 - Modelowanie wieloskalowe.
- Metody diagnostyczne:
 - Przestrzenie niedostępne, wnęki:
 - Endoskopia;
 - Radar penetracyjny;
 - Termografia.
 - Testy materiałów:
 - Maszyny wytrzymałościowe;
 - Penetrometr - Pilodyn;
 - Pin pushing;
 - Młotek Schmidta.
 - Inwentaryzacja uszkodzeń:
 - Metody akustyczne;
 - Interferometria;
 - Przenośny generator promieniowania rentgenowskiego;
 - Rezystor;
 - Metody ultradźwiękowe.
 - Analiza materiałów:
 - Wilgotnościomierz pojemnościowy;
 - Spektroskopia FTIR;
 - Chromatografia jonowa;
 - Rezonans magnetyczny;
 - Mikroskopia optyczna;
 - Test wytrzymałości na odrywanie;
 - Spektroskopia Ramana;
 - Pomiary rezystancji;
 - Skaningowy mikroskop elektronowy;
 - Badania zagęszczenia gruntu;
 - Analiza termiczna;

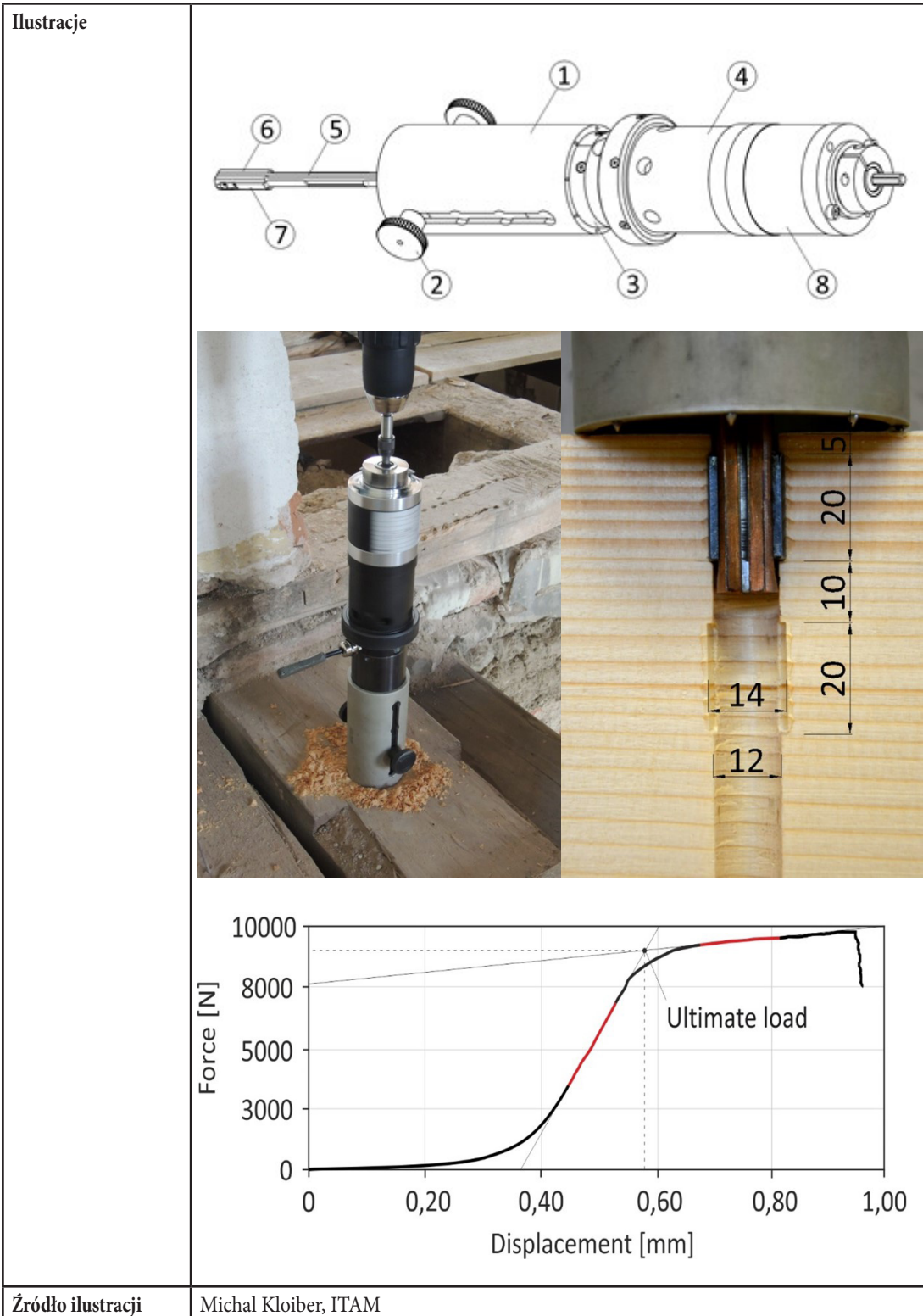
- Tomografia komputerowa;
- Dyfrakcja rentgenowska;
- Rentgenowska spektroskopia fluorescencyjna.
- Działania naprawcze:
 - Wzmocnienia murów:
 - Kompozyty wzmacniane włóknami;
 - Miejscowa wymiana muru;
 - Mury oporowe.
 - Obróbka powierzchniowa:
 - Wykorzystanie wapna;
 - Wykorzystanie nano wapna;
 - Patynowanie;
 - Wykorzystanie tynków.
 - Ściany i dachy:
 - Pokrywanie ołowiem;
 - Pokrywanie darniem.
- Konserwacja
 - Regularne kontrole.
- Współczesne element wyposażenia:
 - Panele informacyjne;
 - Dachy rozsuwane;
 - Oświetlenie;
 - Transparentne pokrycia dachowe;
 - Transparentne podłogi.

Szczegóły i przebieg poszczególnych badań można najlepiej przedstawić na konkretnym narzędziu – maszynie wytrzymałościowej do pomiaru wytrzymałości na ściskanie.


Metoda	Maszyna wytrzymałościowa do pomiaru wytrzymałości na ściskanie
Typ	Diagnostyczny
Opis badania	Urządzenie do pomiaru właściwości mechanicznych drewna za pomocą niewielkich rozmiarów podnośnika umieszczonego w wywierconym wcześniej otworze i przeznaczone do określania właściwości mechanicznych: wytrzymałości i modułu odkształcenia przy ściskaniu równoległe do włókien. W badaniu mierzy się zależność siły od odkształcenia podczas rozsuwania symetrycznie ułożonych szczęk w otworze o średnicy 12 mm ⁴ .
Specyfikacja	Urządzenie zostało opracowane przez ITAM AS CR na potrzeby badań terenowych. Podczas pomiaru siła jest skanowana i rejestrowana. Korelacje między wytrzymałością na ściskanie równoległe do włókien a wytrzymałością próbek standardowych określa się zgodnie z normą EN 408 w przedziale $R2 = 0,7-0,9$ w zależności od gatunku drewna. Zależności opisano przy wykorzystaniu regresji liniowej ⁵ . Modułu sprężystości nie można obliczyć bezpośrednio z wykresu; moduł odkształcalności wyznaczono za pomocą kąta dopasowania krzywej przez liniową część zapisu siły i odkształcenia. Zwykle pomiar jest wykonywany na czterech różnych głębokościach pod powierzchnią. Otwory są starannie wiercone w wybranych miejscach, aby umożliwić dalszą ocenę stanu drewna, np. klasa drewna na podstawie rdzenia, trocin oraz kontroli wideo.
Sposób wykorzystania	Badania in situ. Metoda przeznaczona wyłącznie do miękkich gatunków drewna powszechnie stosowanych w konstrukcjach drewnianych (dachy, stropy, ściany z bali), czyli świerku, jodły, sosny i modrzewia. Wymaga przestrzeni 150 × 150 mm na wiertło.
Skala interwencji	Półniszcząca (mniej inwazyjna)
Główne zalety	Dzięki bezprzewodowemu połączeniu z laptopem wyniki są natychmiastowe. Otwory można wykorzystać do przyszłych pomiarów.
Zagrożenia	W przypadku zdobionych belek stropowych po przeprowadzeniu testów otwory należy uszczelnić.
Odwołania	Drdácký M., Kloiber M., <i>In-situ compression stress-deformation measurements along the timber depth profile</i> . In <i>Structural Health Assessment of Timber Structures</i> , Book Series: Advanced Materials Research 778, Trans Tech Publications, Szwajcaria 2013, ss. 209-216. Kloiber M., Drdácký M., Tippner J., Hrivnák J., <i>Conventional compressive strength parallel to the grain and mechanical resistance of wood against pin penetration and microdrilling established by in-situ semidestructuve devices</i> , [w:] <i>Materials and Structures</i> , 2015, 48(10): ss. 3217-3229.
Dostęp	ITAM CAS
Słowa kluczowe	Defektoskopia, badania materiałów, miękkie drewno
Autor badania	Jiří Bláha, CET

⁴ Drdácký M., Kloiber M., *In-situ compression stress-deformation measurements along the timber depth profile*. In *Structural Health Assessment of Timber Structures*, Book Series: Advanced Materials Research 778, Trans Tech Publications, Switzerland 2013, ss. 209-216.

⁵ Kloiber M., Drdácký M., Tippner J., Hrivnák J., *Conventional compressive strength parallel to the grain and mechanical resistance of wood against pin penetration and microdrilling established by in-situ semidestructuve devices*, [w:] *Materials and Structures*, 2015, 48(10): ss. 3217-3229.



Przykład zastosowania

Specyfikacja miejsca	Stříbro, dom Nr 305
Lokalizacja	Stříbro Nr. 16, Tachov District, Plzeň Region, Republika Czeska
Właściciel	Własność prywatna
Przedmiot badań	Pomieszczenia wykonane z drewnianych bali wbudowanych w ceglana kamienicę.
Przyczyna badania	Szczegółowe badania ścian z bali wzniesionych w dwóch różnych okresach (1490 / 91d, 1731 / 31d), znane z datowania dendrochronologicznego.
Zakres badania	Pólniszczący
Data badania	2016-12-06
Czas trwania badania	3 godziny
Wyniki badania	Średniowieczne ściany drewniane w pomieszczeniu A mogą nadal pełnić swoją funkcję konstrukcyjną. Zdeformowane ściany po północnej i wschodniej stronie sali B (barokowej) wymagałyby tak znaczących napraw, w tym także wymiany oryginalnego materiału, dlatego postuluje się ich całkowitą wymianę.
Ocena	Zastosowanie przenośnego urządzenia pomogło określić rzeczywistą nośność zachowanych elementów drewnianych. Materiał został pozyskany w sposób mało inwazyjny.
Odwołania	Bláha J., Kloiber M., Hrivnák J., <i>Stavebně-technický průzkum roubených stěn domu čp. 305 ve Stříbrze</i> (okr. Tachov), Research report, CET Telč 2016. Karel T., Kratochvílová A., <i>Nález roubené konstrukce pozdně gotického domu ve Stříbrze (Ruská, čp. 305)</i> , [w:] <i>Průzkumy památek II/2017</i> , ss. 69-78.
Ilustracje	 <p>The photograph shows a person's hands operating a portable ultrasonic testing device against a wall of horizontal wooden beams. The device has a grey handle and a black sensor head. A small digital display on the device shows the number '53'. The wall is made of thick, weathered wooden logs, and the scene is lit with a bright light source, possibly a flashlight, highlighting the texture of the wood.</p>



Žródlo ilustracj

Jaroslav Hrivnák, ITAM, 2016

Podsumowanie

Ochrona i konserwacja ruin wymaga szczególnego, systematycznego podejścia. Podejście to charakteryzuje całokształt nauk o dziedzictwie. Nauki przyrodnicze znajdują zastosowanie w ochronie historycznych ruin głównie poprzez innowacje technologiczne.

Istnieje szeroki wybór technik, technologii i materiałów wykorzystywanych przy ochronie ruin, dlatego przed wyborem należy starannie je przeanalizować. Wybór powinien być oparty na dokładnej analizie badanego obszaru, szczególnie w przypadku ruin. Przegląd zawarty w prezentowanym raporcie ma charakter wybiórczy, dlatego nie należy go traktować jako ostatecznej listy, ale raczej jako zbiór wstępny, który można uzupełniać i aktualizować na podstawie nowej wiedzy i doświadczeń. Przedstawione badania mogłaby w przyszłości stać się wirtualną, aktualizowaną na bieżąco bazą danych, która posłuży jako narzędzie wykorzystywane przy ochronie i konserwacji ruin.

Podziękowania

Artykuł powstał w ramach projektu RUINS (CE902), Interreg Central Europe.

Wkład autorów

Wszystkie części artykułu zostały opracowane przez obu autorów.

Bibliografia

Bláha J., Kloiber M., Hrivnák J., *Stavebně-technický průzkum roubených stěn domu čp. 305 ve Stříbře* (okr. Tachov), Research report, CET Telč 2016.

Drdácký M., Kloiber M., *In-situ compression stress-deformation measurements along the timber depth profile*. In *Structural Health Assessment of Timber Structures*, Book Series: Advanced Materials Research 778, Trans Tech Publications, Szwajcaria 2013, ss. 209-216.

E-RIHS, n.d. [on/line], dostup: 9.10.2019, <http://www.e-rihs.eu/>.

Heritage Science on Wikipedia, n.d. [on/line], dostup: 9.10.2019, https://en.wikipedia.org/wiki/Heritage_science.

Karel T., Kratochvílová A., *Nález roubené konstrukce pozdně gotického domu ve Stříbře (Ruská, čp. 305)*, [w:] *Průzkumy památek II/2017*, ss. 69-78.

Kloiber M., Drdácký M., Tippner J., Hrivnák J., *Conventional compressive strength parallel to the grain and mechanical resistance of wood against pin penetration and microdrilling established by in-situ semidestructive devices*, [w:] *Materials and Structures*, 2015, 48(10): ss. 3217-3229.

Natural Science on Wikipedia, n.d. [on/line], dostup: 28.8.2020, https://en.wikipedia.org/wiki/Outline_of_natural_science.

Novotný J., Bláha J., *A system approach to medieval ruins management. Proceedings of the conference System approaches '19. System Perspective on Modern Technologies*, Prague: University of Economics, 2019, ss. 19-25, ISBN 978-80-245-2350-7.

Report assessing innovative restoration techniques, technologies and materials used in conservation, DT1.3.1, 04/2018. [on/line], dostup: 20.08.2020, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/RUINS/D.T1.3.1-Report-innovative-techniques-technologies-materials.pdf>.

Transnational rules of sustainable preservation, protection and conservation of historical ruins. D.T1.4.1, 12/2018. [on/line], dostup: 8.11.2019, <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/D.T1.4.1-Transnational-rules-of-sustainable-preservation--protec>.