

DARIUSZ BAJNO
Naczelna Organizacja Techniczna w Opolu

TRWAŁOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWE DACHOWYCH KONSTRUKCJI DREWNIANYCH NA PRZYKADZIE WYBRANYCH OBIEKTÓW ZABYTKOWYCH

1. WSTĘP

Problem bezpieczeństwa użytkowego konstrukcji obiektów zabytkowych występuje nie od dzisiaj. Każda epoka próbowała stworzyć system utrzymywania i napraw obiektów budowlanych oraz elementów, szczególnie tych, które zostały wykonane z materiałów o najkrótszej żywotności technicznej. Do takich materiałów niewątpliwie należy drewno, którego trwałość jest znacznie niższa w porównaniu np. z kamiennymi lub ceramicznymi konstrukcjami murowymi. Drewno jest jednym z podstawowych budulców występujących w obiektach zabytkowych, stąd też stanowi o ich trwałości oraz bezpieczeństwie użytkowym. Niejednokrotnie okazuje się, że pozornie dobrze wyglądająca konstrukcja może stanowić poważne zagrożenie [1,2]. Przeglądy okresowe obiektów, o jakich mówi się w Art.62 Ustawy Prawo budowlane [10] ograniczają się głównie do oględzin wzrokowych, a takie nie muszą zagwarantować w pełni rzetelnej oceny stanu technicznego obiektu budowlanego. Zapisy Ustawy [10] nie uszczegóławiają wymagań w stosunku do zakresu przeglądów okresowych. Ustawa ta nie narzuca również osobom przeprowadzającym kontrolę, aby wskazywały na przyczyny ewentualnego gorszego lub złego stanu technicznego oraz sposobu ich usunięcia. Czynności te są już zazwyczaj przedmiotem innych opracowań, tj.: orzeczeń lub ekspertyz technicznych.

2. WPROWADZENIE DO ZAGADNIENIA

Temat pracy jest następstwem wieloletnich obserwacji oraz badań obiektów. Do jego omówienia posłużono się przykładem dwóch zabytkowych budynków: kościoła w miejscowości Wierzbnik oraz Zespołu Szkół im. Prymasa Tysiąclecia Kard. Stefana Wyszyńskiego w Opolu.

W dwóch wspomnianych obiektach, tylko dzięki zbiegowi okoliczności zwrócono uwagę na zły stan techniczny ich konstrukcji drewnianych. W przypadku kościoła były to oględziny przeprowadzone dla całości obiektu po ugaszeniu pożaru, jaki miał miejsce w części prezbiterialnej. Bardziej wnikliwe badanie konstrukcji dachu wskazało wówczas na pewne mankamenty, które nie mogły być obojętne dla dalszej bezpiecznej eks-

platacji tej świątyni. W obiekcie tym, od wielu lat nie przeprowadzano żadnego remontu, poza drobnymi, bieżącymi naprawami oraz „kosmetyką” zewnętrzną.

W drugim przypadku, użytkownik obiektu zaplanował podwieszenie trzech ciężkich żyrandoli nad pomieszczeniem auli szkolnej o wadze 350 kg każdy i zwrócił się z zapytaniem o ocenę możliwości technicznych ich podwieszenia do drewnianej konstrukcji stropu o wymiarach w rzucie 14,0 x 7,0 m. Przeprowadzone oględziny stropodachu nad aulą wykazały, że w czasie remontu kapitalnego jego elementów konstrukcyjnych i pokrycia pominięto czynność wglębnego sprawdzenia wszystkich dostępnych elementów drewnianych z uwagi na korozję biologiczną, która przy pobieżnych oględzinach wzrokowych była niezauważalna. Jak się później okazało, stopień zniszczenia drewna będący konsekwencją wcześniejszego żerowania owadów nie był obojętny dla bezpiecznego użytkowania tej części budynku.

O kondycji technicznej całości obiektu stanowią jego najsłabsze elementy, stąd powinny być one w pierwszej kolejności przedmiotem obserwacji i badań, nie pomijając jednak pozostałych.

3. ZAKRES PRZEPROWADZONYCH BADAŃ I ANALIZ DLA DREWNIANYCH KONSTRUKCJI DACHOWYCH W WYBRANYCH OBIEKTACH

3.1 BUDYNEK KOŚCIOŁA PARAFIALNEGO

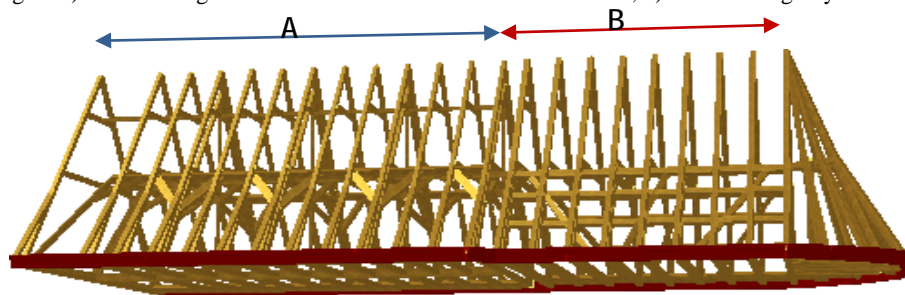
Budynek kościoła parafialnego w Wierzbniku jest obiektem wolnostojącym. Jego powstanie datowane jest na drugą połowę XIV wieku. W kolejnych okresach ulegał przebudowie i rozbudowie. Ostatnią odnowę przeprowadzono w 2011 roku (poprzednią w 1954 roku) — rysunek 1a,b. Bryła kościoła składa się obecnie z czterech części. Najstarsze to prezbiterium i zakrystia (XIVw.), których ściany nadziemne wykonano z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej. Ściany fundamentowe i fundamenty wykonano z kamienia. Do dwóch pozostałych części zalicza się budynek stanowiący przedłużenie prezbiterium oraz wieża wraz z dzwonnica. Wspomniane fragmenty budynku wykonano w okresie późniejszym. Fundamenty, ściany fundamentowe oraz nadziemne wykonano z cegieł ceramicznych pełnych na zaprawie wapiennej. Prezbiterium oraz nawę kościoła zwieńczono sklepieniem beczkowym, z tym że nad częścią starszą występuje sklepienie murowane, natomiast nad nowszą zabudowana została jedynie drewniana atrapa. Całość obiektu przykryto dachem o konstrukcji drewnianej wieszarowej z pojedynczym wieszakiem (część nowsza) oraz krokwiowo – jętkowej z zastrzałami (część starsza). Dach pokryto ceramiczną dachówką karpiówką, ułożoną podwójnie w koronkę na zaprawie wapiennej. W 1992 roku wymieniono pokrycie dachu na nowe. Wieża kościelna zwieńczona została dwoma drewnianymi kopułami, zakończonymi hełmami, pokrytymi blachą cynkową. W 2011 roku odnowiono elewację budynku kościoła i wykonano drenaż opaskowy (rys.1b). Bardzo często złudna okazuje się ocena stanu technicznego zabytkowych i starszych wiekowo obiektów budowlanych, dokonywana jedynie na podstawie ich wyglądu zewnętrznego, tj. po wymianie pokrycia dachowego i wyremontowaniu elewacji. Te elementy wykończenia są wizytówkami obiektów, lecz niestety w większości przypadków tylko pozornie kojarzą się z ich dobrym stanem technicznym. Obiektom zabytkowym powszechnie przypisuje się masowność oraz dobrą jakość wykonania i tak są one złudnie postrzegane, nawet po wielu latach ich eksploatacji. Na rysunku 1 przedstawiono widok południowej elewacji bu-

dynku kościoła przed i po renowacji, natomiast na rysunku 2 pokazano schemat więźby dachowej z wyraźnym jej podziałem na część nowszą „A” i starszą „B”.



Rys. 1 a) Budynek kościoła przed remontem elewacji, b) Widok budynku w 2011 roku

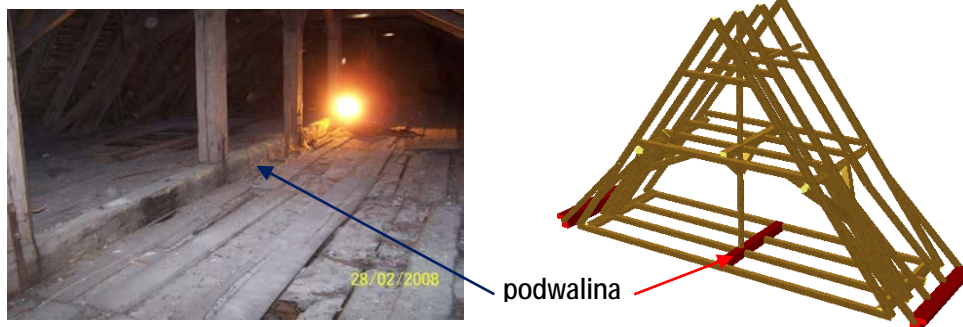
Fig.1 a) The building of the Church before the facade restoration, b) The building in year 2011



Rys. 2 Widok więźby dachowej : „A” część nowsza i „B” część starsza

Fig.2 A view of the wooden roof construction: newer part „A” and older part „B”

Najsłabszym elementem konstrukcyjnym więźby dachowej okazała się podwalina, zlokalizowana w jego części „A” (rys.3).



Rys.3 Widok poddasza oraz schemat statyczny więźby dachowej w części „A”

Fig.3 A view of the attic and a statical scheme of wooden roof construction of part „A”

Do obliczeń sprawdzających tego elementu przyjęto znacznie osłabiony w wyniku penetracji owadów jej przekrój poprzeczny, o wymiarach $b \times h = 110 \times 140$ mm (zamiast 240×280 mm) tj. charakteryzujący się 4,5 x mniejszą powierzchnią i 17,5 krotnie mniejszym momentem bezwładności w stosunku do stanu pierwotnego. Poza badaniami tradycyjnymi *in situ* elementów drewnianych tj. ustaleniu głębokości uszkodzeń przekrojów drewnianych elementów nośnych (rys.4a), dodatkowo (w okresie późniejszym) przeprowadzono wgłębne badania całego przekroju za pomocą rezystografu IML RESI F-400S (ryc.4b). Wynik jednego z wykonanych przewiertów zamieszczono w tabeli 1. Badania rezystograficzne wskazały na znacznie większy zakres uszkodzeń niż to można było oszacować za pomocą typowych odkrywek – podwalina wyglądająca wstępnie na nienuszkodzoną, ostatecznie okazała się w bardzo wysokim stopniu zużyta technicznie.

a)



b)

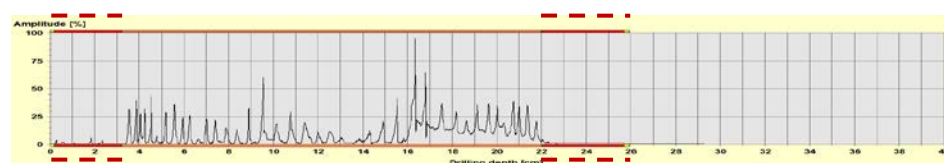


Rys.4 a) Tradycyjny pomiar wielkości uszkodzeń podwaliny, b) badanie rezystografem

Fig.4 a) Traditional measurement scope of bed timber damage, b) resistiograf research

Tabela 1 Diagram pomiaru oporu skrawania drewna za pomocą rezystografu

Table 1 Diagram of drilling resistant measurement using resistograph



Drewno o niskich parametrach wytrzymałościowych, czego przyczyną mogą być uszkodzenia wynikające z korozji biologicznej tkanki ale także użycie słabego drewna o niskich walorach konstrukcyjnych.



Drewno zniszczone – wykres przyjmuje tu kształt płaski, co świadczy o rozległej i

praktycznie całkowitej destrukcji tkanki drzewnej

Obliczenia sprawdzające przeprowadzone dla podwaliny po wykonaniu odkrywek i pomiarze wielkości osłabienia przekroju metodami tradycyjnymi wykazały spore przekroczenie wielkości dopuszczalnych granicznego nośności i przydatności do użytkowania [7,8]. Wyniki tych obliczeń zamieszczono w tabeli 2. Pozwoliły one na dopuszczenie budynku kościoła do dalszej eksploatacji pod warunkiem usunięcia jakichkolwiek obciążeń z przestrzeni poddasza, z jednoczesnym wyłączeniem tej kondygnacji z dalszego użytkowania (tab. 2. kol. 5 i 6) – poza okresowym przebywaniem na niej pojedynczych osób obsługi. Przeprowadzenie badań uzupełniających wskazało na

konieczność przynajmniej częściowego wyłączenia budynku kościoła z użytkowania. Ciężar własny konstrukcji stropu, podłogi oraz drewnianych sklepień beczkowych (podwieszonych do stropu w części „A”) oszacowano na ok. 10,5 tony [3]. Ta część stropu, pozbawiona nawet w całości obciążenia użytkowego [6] może już stanowić bezpośrednie zagrożenie dla użytkowników budynku.

Tabela 2 Zestawienie wyników obliczeń sprawdzających

Table 2 Listing of checking calculations

Lp	Rodzaj elementu	Element nieuszkodzony/uszkodzony1*		Element uszkodzony 2**	
		wykorzystanie wytrzymałości	ugięcie	wykorzystanie wytrzymałości	ugięcie
		[%]	[cm]	[%]	[cm]
		3	4	5	6
1	podwalina	33 / 202	0,80 / 4,14	101,5	2,42
2	belki strop.	33 / 103	0,80 / 4,14	49	2,42

*) stan istniejący konstrukcji przy pełnym obciążeniu użytkowym stropu

**) stan istniejący konstrukcji przy ograniczonym obciążeniu użytkowym

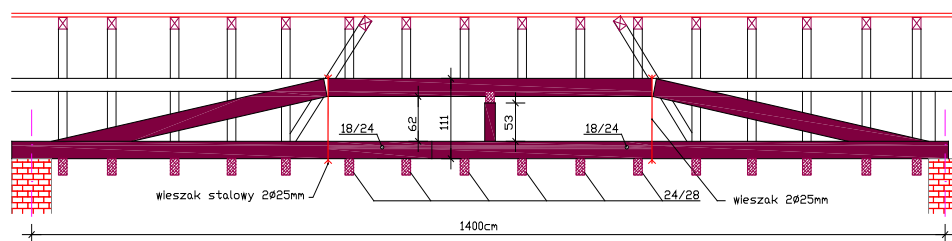
3.2 BUDYNEK ZESPOŁU SZKÓŁ

Drugi z obiektów, zlokalizowany jest w ścisłej zabudowie miejskiej przylegającej do centrum miasta Opola. Do dzisiaj użytkowany jest zgodnie z przeznaczeniem, jako budynek szkolny, z częścią wydzieloną na bibliotekę publiczną. W okresie kilku ostatnich lat poddano remontowi jego pokrycie, wymieniając je w całości na nowe. Dach stromy (o pochyleniu $\sim 35^\circ$) pokryto dachówką ceramiczną, ułożoną na łątach i kontrłatach z dodatkowym zabezpieczeniem folią, natomiast dach płaski o pochyleniu $\sim 3^\circ$ pokryty został papą ułożoną na pełnym deskowaniu. Konstrukcje tych dachów są wzajemnie powiązane i w miejscu styku wspierają się na jednym, poprzecznym – drewnianym wiązarze wieszarowym (rys.5 i 6). Konstrukcja wieszara w dniu badań nie była już kompletna. W pasie dolnym (ściąg) oraz górnym widoczne były pozostałości po drewnianych krzyżulcach i słupkach. Te ostatnie zastąpiono dwoma podwójnymi wieszakami wykonanymi ze stalowych prętów gładkich o średnicy $\varnothing 25$ mm. Rozpiętość wieszara wynosiła ok. 14 m. Do dolnego pasa ściąg wieszara ($h \times b = 24/13$ cm), podwieszono drewniane belki stropu o dwuprzęsłowym schemacie statycznym i o przekroju 28/24 cm, ułożone w rozstawie średnio co ~ 86 cm. Cały wieszar został wgłębnie i obwodowo porażony lokalnie na głębokość co najmniej 5 cm, przez biologiczne szkodniki drewna budowlanego (ryc.5b). Do badań pobrano fragment pasa dolnego utrzymującego ponad połowę stropu poddasza. Zarówno na znacznej powierzchni belki, jak również na powierzchniach próbki licznie występowały owalne otwory wylotowe oraz kanały owadów o średnicach 6÷8 mm, wskazujące na żerowanie owada o nazwie Spuszczał. Otwory wylotowe owadów oraz kanały były intensywnie wypełnione mączką drzewną. Żerowisko było już nieczynne, co potwierdziło badanie próbki pod mikroskopem. Stan techniczny wspomnianego elementu uznano za bardzo zły, stanowiący rzeczywiste zagrożenie katastrofą budowlaną.



Rys. 5 a) Widok wieszara, b) uszkodzony przez owady pas dolny

Fig.5 a) wooden roof truss b) lower wooden timber boom damaged by the insects

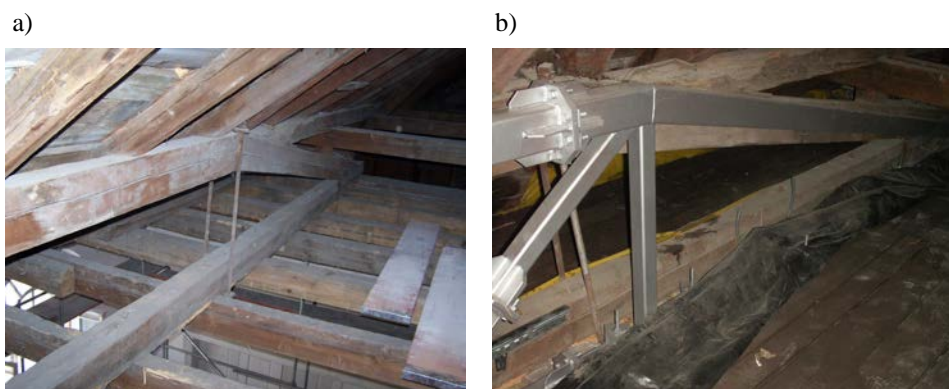


Rys.6 Schemat wieszara drewnianego

Fig.6 A scheme of the wooden construction of the roof

Wieszar jako główny element nośny tej części dachu utracił swoją sztywność. Dolny jego pas jak również ukośny pas górny (zastrzał) były w minionym czasie już wzmacniane, stąd problem bezpiecznej eksploatacji tej konstrukcji pojawił się już znacznie wcześniej. Rzeczywiste (trwałe) ugięcie dolnego pasa wieszara w środku jego rozpiętości (pozbawionego obciążenia użytkowego stropu [6] i przy braku śniegu oraz wiatru [4,5]) wynosiło 18 cm, co przekraczało już wielkość dopuszczalną o 157% [7,8].

Sprawdzające obliczenia statyczne wytrzymałościowe wykazały, że w przypadku pełnego obciążenia wieszara (jakie możliwe byłoby tu do wystąpienia) jego całkowite ugięcie mogłoby osiągnąć wielkość 27 cm, natomiast nośność przekrojów mogłaby zostać przekroczona, odpowiednio dla zastrzału ok. 2,8 krotnie, dla pasa górnego ok. 2,2 krotnie natomiast dla pasa dolnego nawet kilkunastokrotnie. W takim stanie więzary (rys.7a) nie byłyby zdolne do bezpiecznego przeniesienia wielkości zewnętrznych obciążeń, jakie mogłyby tu wystąpić [4-6], stąd odciążono go poprzez zabudowanie dodatkowej, kratowej konstrukcji wzmacniającej (rys.7b). Nowy więzary stalowy przejął na siebie wszystkie obciążenia przypadające od dachu oraz od podwieszonego stropu, pozwalając jednocześnie na pozostawienie na miejscu zabytkowej konstrukcji wieszarowej. Rozwiązanie to zostało zaakceptowane przez Opolskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków.



Rys.7 a) Wieszar istniejący, b) dodatkowa konstrukcja wzmacniająca

Fig.7 a) Existing hanging roof system, b) additional strenghtending system

4. PODSUMOWANIE

W obydwu rozpatrywanych przypadkach wystąpiły problemy związane ze znacznym osłabieniem przekrojów nośnych dolnych elementów konstrukcji drewnianej tj. podwaliny w budynku kościoła oraz pasa dolnego wieszara i belek stropowych w budynku Zespołu Szkół im. Prymasa Tysiąclecia Kard. Stefana Wyszyńskiego w Opolu. Wymienione wyżej elementy zostały uszkodzone przez owady, których żerowiska w dniu badań były już nieaktywne. Zagrożeniem, jakie w tym przypadku występowało nie był sam fakt osłabienia konstrukcji, lecz brak świadomości tego zagrożenia, czyli niewiedza na temat stanu technicznego elementów budynku. Pomimo znacznego przekroczenia wielkości dopuszczalnych naprężeń uszkodzone konstrukcje drewniane nadal pełniły przewidziane dla nich funkcje. Taka sytuacja mogła mieć miejsce tylko dzięki praktycznie całemu odciążeniu tych elementów w zakresie obciążenia użytkowego.

Wiek więźby dachowej budynku kościoła oszacowano na ponad 150 lat, natomiast budynku szkoły na ok. 100 lat. Obydwa obiekty zostały wpisane do rejestru zabytków. Przeciętny czas trwania budynków murowanych z cegły ceramicznej pełnej szacuje się na 100 - 150 lat w przypadku fundamentów wykonanych z kamienia [9]. Przeciętny czas trwania konstrukcji drewnianych więźb dachowych to 60 - 80 lat [9]. Można zatem stwierdzić, że okresy żywotności technicznej przedmiotowych konstrukcji dachowych dobiegły już końca. Taki wniosek byłby zasadny, gdyby ocena ta dotyczyła wszystkich elementów drewnianych wspomnianych dachów, a tak nie jest. W rzeczywistości stan techniczny pozostałych elementów drewnianych dachów można było uznać za zadowalający. O ile w budynku Zespołu Szkół w Opolu problem rozwiązano poprzez wymianę belek stropowych na nowe, podwieszając je do niezależnej konstrukcji kratowej z pozostawieniem wieszara oryginalnego, to w budynku kościoła sprawa pozostaje nadal aktualna. Powodem takiego stanu jest brak środków finansowych na wymianę uszkodzonych elementów. Poddasze kościoła zostało wyłączone całkowicie z użytkowania „czekając” na lepsze czasy. Cały obiekt jest obecnie użytkowany w bardzo ograniczonym zakresie.

Trwałość konstrukcji drewnianych zależy od wielu czynników, w tym od ich zużycia naturalnego. Głównym jednak czynnikiem decydującym o trwałości tych elementów jest obecnie działalność człowieka, a dokładniej trafność podejmowanych decyzji przez właścicieli zabytków nieruchomych lub obiektów starszych. Brak jakichkolwiek decyzji jest działaniem wspomagającym jedynie destrukcję. Dobry wygląd obiektu i jego elementów jest często mylący i „usypiający” czujność osób odpowiedzialnych za ich stan techniczny. Brak przeprowadzania jakichkolwiek badań jest postępowaniem niewłaściwym i niedopuszczalnym, natomiast badania ograniczane do metod tradycyjnych mogą czasami okazać się niewystarczającymi. Problem ten dotyczy głównie zakrytych konstrukcji lub ich fragmentów, np. końcówek belek osadzonych w murach, w miejscach niedostępnych lub trudnodostępnych. Punktem wyjściowym do wykonywania ocen stanu technicznego obiektów powinny być przeglądy okresowe, przeprowadzane z częstotliwością dostosowaną do ich stanu technicznego [10]. Zapisy protokołów powinny wskazywać na ewentualną konieczność sporządzenia ekspertyz mykologiczno - budowlanych lub też projektów napraw przez osoby posiadające stosowne kwalifikacje i doświadczenie zawodowe. Przeglądy okresowe obiektów, przeprowadzane w oparciu o Art. 62 Ustawy [10] powinny dokładniej analizować stan techniczny konstrukcji, których użytkowanie w sposób bezpośredni lub pośredni może decydować o ich bezpieczeństwie. Brak precyzyjnych wytycznych (wymagań) w stosunku zakresu badań, a także do wzoru i zawartości protokołów stwarza „sprzyjającą” sytuację w pomijaniu ważnych aspektów w bezpiecznej eksploatacji a tym samym trwałości obiektów budowlanych, w tym szczególnie zabytkowych i starszych wiekowo. Pojęcie trwałości konstrukcji powinno wiązać się ściśle z bezpieczeństwem jej użytkowania, ponieważ trudno w dzisiejszych czasach spotkać tego typu obiekty, które nie są w ogóle eksploatowane (poza ruinami) i na bieżąco przystosowywane do aktualnych potrzeb ich właścicieli a także do wymagań stale zmieniających się przepisów pomimo wielu ulg. O dobrej kondycji i trwałości obiektu budowlanego nie może świadczyć wyłącznie jego zadowalający wygląd, lub też zewnętrzna powłoka jego elementów składowych. Obiekty zabytkowe i starsze z uwagi na swój wiek oraz walory historyczno - zabytkowe (w tym niepowtarzalność) wymagają przeprowadzania częstszych i bardziej wnikliwych obserwacji oraz badań. Każdy uszkodzony element niezależnie od jego przeznaczenia i miejsca wbudowania w obiekcie powinien być w trybie pilnym zabezpieczony i naprawiony, ponieważ zakres uszkodzeń będzie postępował w miarę upływu czasu. Jedną z głównych przyczyn destrukcji, niewynikającej ze stanu technicznego jest stały brak środków finansowych na ratowanie obiektów starszych wiekowo i technologicznie, w tym zabytków.

LITERATURA

- [1] Bajno D., 2012. Badania własne na obiektach zabytkowych, przeprowadzone w latach 1998 - 2012 .
- [2] Bajno D., 2012. The durability and safe use of selected wooden structures based on the example of the seventeenth century castle tower in Bierutów, lower Silesia province, Poland. 8 Międzynarodowa Konferencja SAHC, Wrocław.
- [3] PN-82/B-02001: Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- [4] PN-77/B-02011:1997/Az-1: Obciążenia w obliczeniach statycznych. Obciążenie wiatrem.

- [5] PN-80/B-02010/Az1: Obciążenia w obliczeniach. Obciążenie śniegiem.
- [6] PN-82/B-02003: Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
- [7] PN-B-03150:2000: Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [8] Thierry J. Zaleski S., 1982. Remonty budynków i wzmacnianie konstrukcji. Arkady Warszawa.
- [9] PN-81/B-03150.01÷03: Konstrukcje z drewna i materiałów drewnopochodnych. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [10] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j.).
- [11] Ważny J., Karyś J., 2001. Ochrona budynków przed korozją biologiczną. Arkady Warszawa.

THE DURABILITY AND THE USABLE SAFETY OF WOODEN ROOF CONSTRUCTIONS ON THE EXAMPLE OF CHOSEN LISTED BUILDING OBJECTS

Summary

Listed buildings may be defined as individually-formed and unique in range of region or even country, they're situated in. Their damage might cause non-reversible loss for the history and heritage of every nation. That is why the proper maintenance in high technical efficiency of all their elements, is the basic procedure to extend the liveness of these buildings and all their components. Very often it is impossible to obtain this by one, single interference, which is being done to save the listed substance of the building. This must be a long-term process, that requires making a precise control of technical condition of every listed building object. Following paper contains guidelines, how to maintain these kind of buildings