

# O ekspertyzach dotyczących budowlanych obiektów zabytkowych

Prof. dr inż. Kazimierz Czapliński, dr inż. Krzysztof Gawron, Politechnika Wroclawska,

W pracy przedstawiono rozważania dotyczące zawartości opracowań eksperckich, jakimi są ekspertyzy. Zaprezentowano zagadnienia, które wymagają identyfikacji w trakcie ich opracowywania, takie jak: schematy statyczne obiektów, obciążenia, parametry wyrobów budowlanych oraz identyfikacja podłoża i środowiska. Jako przypadki szczegółowe przedstawiono identyfikację i obliczanie elementów żeliwnych oraz dawnych gatunków stali w obiektach zabytkowych.

## 1. Wprowadzenie

W słowniku ojczyny-polszczyzny opracowanym przez prof. Jana Miodka [6] sporo miejsca poświęcono terminowi „ekspertyza”. Pozwalamy sobie poniżej przytoczyć obszernie fragmenty książki powszechnie szanowanego autora. „Definicja: Ekspertyza to zbadanie i rozwiązanie przy pomocy biegłych jakiegoś zagadnienia wymagającego specjalnych wiadomości”. Często używa się także ekspertyzy w znaczeniu „orzeczenia wydanego przez rzeczoznawców w określonej sprawie.”

Komentarz: Dla specjalisty wykonanie ekspertyzy – to zabieg nie-trudny. Jak jednak mówić, by nie kaleczyć języka: ekspertyza na tor podsuwnicowy czy ekspertyza toru podsuwnicowego? A może ekspertyza dotycząca lub w sprawie toru lub o torze? – zapytał kiedyś jeden z inżynierów – rzeczoznawca Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa. Z rejestru podanych możliwości wyłaczyłbym ekspertyzę na coś (a więc

ekspertyzę na tor czy na okoliczność pęknięcia toru). Zostałyby więc następujące propozycje: ekspertyza o czymś, ekspertyza czegoś, ekspertyza dotycząca czegoś, ekspertyza w sprawie czegoś (e. o torze, e. toru, e. dotycząca toru, e. w sprawie toru). Składnia ekspertyza o czymś jest dopuszczalna wtedy, gdy ekspertyzy użyjemy w znaczeniu węższym – równym „orzeczeniu, opinii”, gdy będziemy mieli na myśli rezultat pewnego procesu badawczego (e. o czymś – jak opinia, orzeczenie o czymś). Nie zapominajmy jednak, że częścią ekspertyzy jest również sam ów proces badawczy. Wtedy składnia ekspertyza o czymś nie byłaby wskazana, za logiczne natomiast należałoby uznać połączenie ekspertyza czegoś (e. czegoś – jak badanie, rozwiązanie czegoś). Związki: ekspertyza w sprawie czegoś, ekspertyza dotycząca czegoś nie wymagają określenia, z którą fazą czynności danego eksperta ma się do czynienia: czy z procesem badawczym, czy ze sporządzeniem werdyktu – skutku owych badań. Są więc najbezpieczniejsze pod względem logicznym, choć mniej wygodne, bo dłuższe. A zatem: ekspertyza w sprawie czegoś, ekspertyza dotycząca czegoś – to formy, które zawsze będą poprawne (zakładając, że ekspertyza to pewna suma czynności: zbadanie czegoś plus orzeczenie wydane na podstawie owych badań); ekspertyza czegoś – to związek poprawny przy założeniu, że ma się na myśli tylko czynności badawcze; ekspertyza o czymś – to związek dopuszczal-

ny przy założeniu, że ekspertyzy używa się w drugim węższym znaczeniu – jako synonimu orzeczenia, opinii.«

## 2. Treść ekspertyzy

Treść ekspertyzy powinna zawierać omówienie pięciu problemów, które można określić w skrócie jako: diagnozę, genezę, hipotezę, prognozę i dyrektywę.

Józef Kubica [4] pisze, że pierwszą metodycznie opracowaną ekspertyzą była analiza statyczno-wytrzymałościowa dotycząca kopuły w bazylice św. Piotra w Rzymie, opublikowana w roku 1743.

Obecnie, zgodnie z [1, 2, 4] przyjmuje się na ogół, zawarty w kolejnych rozdziałach następujący układ ekspertyzy:

1. Podstawa opracowania,
2. Przedmiot, cel i zakres opracowania,
3. Opis przedmiotu opracowania,
4. Określenie stanu technicznego oraz identyfikacja uszkodzeń i innych zjawisk objętych ekspertyzą,
5. Analiza występujących zjawisk oraz określenie przyczyn ich powstawania,
6. Wnioski, zalecenia i polecenia,
7. Załączniki.

Poszczególne, wymienione wyżej, części ekspertyzy zostały szczegółowo omówione w [2], tutaj przedstawione zostaną te zagadnienia identyfikacji uszkodzeń i związanej z tym diagnozy budowlanej, które są szczególnie ważne w odniesieniu do budynków zabytkowych.

Zgodnie z [4] określenie diagnozy czyli przyczyny zaistniałego zjawiska sprowadzić można do odpowiedzi

na pytanie: dlaczego to zaistniało? Trafna odpowiedź na to pytanie pozwala podjąć decyzję dotyczącą działania praktycznego. Diagnozy dokonuje się na podstawie badania symptomów zewnętrznych lub też badania przemian wewnętrznych.

Symptomami zewnętrznymi mogą być między innymi: odkształcenia, przemieszczenia, spękania, wykwyty, rozwarstwienia, przemakania, ubytki korozyjne itp.

Przemiany wewnętrzne odnosić się mogą natomiast do zmian poziomu energetycznego, właściwości chemicznych tworzywa (jak jego struktura, zdolność do reagowania z innymi substancjami, palność, wybuchowość, higroskopijność, uleganie rozpadowi itp.), czy też właściwości mechanicznych (jak np. wytrzymałość doraźna, zmęczeniowa, starzenie się itp.).

### 3. Identyfikacja zjawisk związanych z budynkami zabytkowymi

W praktyce inżynierskiej występuje potrzeba identyfikacji różnych zagadnień. Tutaj zajmujemy się identyfikacją schematów statycznych, obciążeń, parametrów wyrobów budowlanych oraz podłoża i środowiska.

#### 3.1. Identyfikacja schematów statycznych.

Truizmem jest stwierdzenie, że konstrukcja pracuje nie tak, jak została zaprojektowana, ale tak, jak została wykonana. W wypadku ekspertyz często nie wiadomo, jak konstrukcja została zaprojektowana, a tym bardziej nie wiadomo, jak została wykonana. Tak np. połączenie słupa stalowego z podciąganiem zaprojektowane, zgodnie z zasadami, jako przegubowe – wskutek bardzo dużej smukłości słupa – w praktyce okazało się sztywnym i przeciwnie, połączenie takie zaprojektowane jako sztywne – wskutek bardzo małej smukłości słupa – w praktyce okazało się przegubowym. Te proste przykłady świadczą o tym, na jakie trudności

natrafić można przy identyfikacji rzeczywistego schematu statycznego, szczególnie w budynkach od dawna użytkowanych.

Inny problem występuje w konstrukcjach żelbetowych. Zdarza się bowiem, że zbrojenie bywa źle rozmieszczone, że zakładki poszczególnych prętów są za krótkie, albo też pręty są źle pospawane. Czasami brak jest niektórych elementów (np. strzemion), zdarza się, że nie zostają wykonane odpowiednie odgięcia prętów. W takich przypadkach zrealizowana konstrukcja pracuje zupełnie inaczej niż zaprojektowana.

Jest też problem współpracy konstrukcji murowych i żelbetowych, gdyż mur z cegły ceramicznej ma dwukrotnie mniejszy współczynnik rozszerzalności cieplnej niż beton. Zarysowania muru z tej przyczyny podano m.in. w [5].

Z dużym ryzykiem wiążą się zmiany projektu wykonywane w trakcie realizacji obiektu budowlanego. Projektant pracuje wtedy pod presją czasu, nie ma wówczas możliwości przeprowadzenia dokładnych przemyśleń ani sprawdzenia wprowadzonej zmiany. Wymownym przykładem takiej sytuacji była katastrofa na budowie centrum handlowego w Szczecinie. Należy zwrócić uwagę, że w trakcie remontu budynku zabytkowego często występuje konieczność dokonania zmian w projekcie. Nie można wtedy ulegać presji czasu.

Zdarzają się też zmiany schematów statycznych i związana z tym redystrybucja sił wskutek wadliwie wykonanych napraw. Tak np. uszkodzone w czasie działań wojennych narożniki budynku murowanego z cegły na zaprawie wapiennej naprawiono przez uzupełnienie ubytków cegłą na zaprawie cementowej. Z biegiem czasu pozostała część budynku pozostała osiadła, bo podatne spoiny wapienne stawały się cieńsze, natomiast sztywne spoiny cementowe nie ulegały zmianie i w narożnikach powstawały jakby filary przejmujące coraz większe obciążenia.

Mocno obciążone narożniki zaczęły się oddzielać od reszty muru. Dopiero wykonanie nowych narożników na zaprawie wapiennej usunęły tę wadę.

#### 3.2. Identyfikacja obciążeń konstrukcji

W procesie projektowania konstrukcji przyjmuje się obciążenia zgodne z odpowiednimi warunkami technicznymi bądź przywołanymi w nich normami. Podczas identyfikacji istniejących konstrukcji problem jest jednak o wiele bardziej złożony. Po pierwsze trzeba bowiem ustalić czy chodzi o rzeczywiście występujące obciążenia, czy też o obciążenie wynikające z warunków technicznych i norm.

Jeżeli chodzi o obciążenia wynikające z warunków technicznych, to jest oczywiste, że konstrukcja musi je spełniać zgodnie z aktualnymi wymaganiami. Konstrukcja mogła być jednak projektowana i wykonana wtedy, gdy obowiązywały inne wymagania. Jeśli ówczesne wymagania były bardziej rygorystyczne od aktualnych – to dobrze, bo może wystąpić dodatkowy zapas bezpieczeństwa. Gorzej jest natomiast, jeśli poprzednie wymagania były łagodniejsze od obecnych. Tak np. było w wypadku normy obciążenia śniegiem, gdy w pewnym okresie obciążenia były wyraźnie zmniejszone, a potem znów częściowo zwiększone. Jeżeli obiekt został zaprojektowany według łagodniejszych wymagań, a nie wykazuje żadnych oznak uszkodzeń (choć nie spełnia aktualnych wymagań), to rozważenia wymaga problem: czy obiekt znajduje się w obszarze bezpiecznego użytkowania (skoro przez wiele lat tego użytkowania nie wykazuje żadnych uszkodzeń), czy też znajduje się poza obszarem bezpiecznym (tzn., że współczynniki pewności są mniejsze od wymaganych, ale są jednak na tyle duże, że obiekt nie wykazuje oznak uszkodzeń), czy też wreszcie w trakcie użytkowania nie wystąpiło ani razu najbar-

dziej niekorzystne sumowanie się możliwych niekorzystnych obciążeń. Problem ten nie jest banalny, bo generalnie wzmocnienie obiektu zaprojektowanego zgodnie z wymaganiami mniejszymi niż obecnie może być bardzo kosztowne. Trzeba zatem rozważyć taką możliwość, że wystąpiły wszystkie możliwe niekorzystne obciążenia, a mimo to obiekt nie wykazuje oznak uszkodzeń. W takim wypadku można stwierdzić, że model w skali 1:1 (jakim jest badany obiekt) sprawdził się w praktyce. Taki wynik jest natomiast bardziej przekonujący niż najdokładniejsze nawet obliczenia. Jest to problem szczególnie istotny w wypadku budynków zabytkowych, gdy obiekt użytkowany przez dziesiątki (lub nawet setki) lat nie wykazuje uszkodzeń, choć nie spełnia obecnych wymagań. Problem ten trzeba jednak rozstrzygnąć w warunkach niepewnych i nie zawsze pełnych danych, co wymaga dużej wiedzy i doświadczenia, a niejednokrotnie także intuicji eksperta.

### 3.3. Identyfikacja parametrów wyrobów budowlanych

Wyroby budowlane cechują się niejednokrotnie innymi parametrami niż podane w katalogach. Zdarzało się, że prefabrykaty stropów miały masę do kilkunastu procent większą niż katalogowa, a ułożona gładź cementowa – grubość kilkakrotnie większą niż projektowana. Zdarza się też znaczne zawilgocenie wyrobów, a tym samym zwiększenie ich masy. Nie wszyscy też pamiętają, że mieszanka betonowa jest cięższa od betonu w stanie powietrzno-suchym (co jest ważne w stadium wznoszenia obiektu). Mogą także nie pasować do siebie różne materiały, jak np. zaprawa cementowa do dawnych zapraw wapiennych, co w konsekwencji prowadzi do destrukcyjnych reakcji chemicznych.

Problemem jest określenie gatunku i parametrów stali w identyfikowanych kształtownikach. Bywa

to szczególnie trudne w dawnych konstrukcjach. Temat ten został szczegółowo opisany w [1], a jego omówienie zawarto w dalszej części tego opracowania.

### 3.4. Identyfikacja podłoża i środowiska

Przy identyfikacji podłoża i szeroko rozumianego środowiska nie można ograniczyć się wyłącznie do stanu istniejącego w trakcie badania. Należy bowiem uwzględnić także zmiany występujące w przeszłości, a niekiedy również rozważać stany przyszłe. Tak np. ważne są nie tylko stwierdzone w trakcie badań warunki grunto-wodne, lecz także występujące w przeszłości zmiany poziomu wód gruntowych, pozostałości dawnych budynków czy budowli itp.

Podczas identyfikacji aktualnego stanu podłoża obiektu budowlanego należy określić parametry gruntu oraz poziom (i ewentualne zmiany) zwierciadła wód gruntowych, szkodliwe działanie korzeni powodujące obniżanie poziomu wód i rozsadzanie fundamentów, oddziaływania robót górniczych, wstrząsy i drgania przenoszone przez grunt (wskutek ruchu pojazdów lub wbijania pali czy ścianek szczelnych w sąsiedztwie danego obiektu) itp. Ważne jest również poznanie wcześniejszych posadowień w obrębie obiektu i jego najbliższym otoczeniu, a także różnych prac prowadzonych w pobliżu tegoż obiektu w czasie jego wznoszenia lub użytkowania. Może to być np. posadowienie nowego obiektu w pobliżu już istniejącego (szczególnie, gdy jest on niżej posadowiony niż istniejący), wykonywanie wykopów przeznaczonych do budowy infrastruktury podziemnej itp.

Środowisko oddziałujące na obiekt budowlany dzieli się na zewnętrzne i wewnętrzne. Identyfikacja środowiska zewnętrznego ma na celu określenie czynników przed którymi obiekt ma chronić jego użytkowników. Natomiast identyfikacja środowiska wewnętrznego jest

związana z użytkowaniem obiektu budowlanego. Podczas użytkowania występują bowiem obciążenia statyczne i dynamiczne. Niekiedy są one większe niż założone w projekcie obiektu. Zdarzały się też przypadki nadmiernego obciążenie stropów nad zabytkowymi stajniami czy oborami przez magazynowane na tych stropach zboże.

## 4. Identyfikacja i obliczanie elementów żeliwnych oraz dawnych gatunków stali

Wytwarzanie żeliwa oraz wykonanych z niego elementów opisane zostało w [3]. W niniejszym opracowaniu zaprezentowano jedynie najważniejsze informacje z tej dziedziny.

### 4.1. Elementy żeliwne

Elementy żeliwne najczęściej występują w postaci słupów, rzadziej w postaci belek lub podciągów, często o zmiennym przekroju poprzecznym.

Do projektowania tych elementów stosowano z reguły metodę naprężeń dopuszczalnych. Zgodnie z zasadami tej metody konstrukcja jest bezpieczna, o ile nie zostanie przekroczona wartość naprężeń dopuszczalnych. Wartość tę otrzymuje się dzieląc wartość granicy plastyczności przez współczynnik bezpieczeństwa. W metodzie tej przyjmuje się charakterystyczne wartości obciążeń. W związku z powyższym przy sprawdzaniu nośności konstrukcji z żeliwa należy także stosować metodę naprężeń dopuszczalnych. Po pierwsze dlatego, że tak zostały zaprojektowane, a po drugie dlatego, że dla tego tworzywa nie określono wartości naprężeń granicznych.

### 4.2. Elementy stalowe

Elementy stalowe (wg terminologii z 1925 r.) projektowano posługując się także metodą naprężeń dopuszczalnych. Podobnie jak dla elementów żeliwnych dla dawnych wyrobów stalowych nie zostały określone naprężenia graniczne.

Zatem także te konstrukcje należy sprawdzać stosując metodę naprężeń dopuszczalnych.

Odnosnie do dawnych wyrobów stalowych występuje konieczność określenia rodzaju ich tworzywa. Najlepszym sposobem określenia rodzaju tworzywa i jego parametrów wytrzymałościowych jest przeprowadzenie kompleksowych laboratoryjnych badań próbek. Jednak pobranie próbek o wymaganych wymiarach i w odpowiedniej liczbie nie zawsze jest możliwe, pozostają więc wtedy następujące warianty postępowania.

Pierwszą możliwością jest uzyskanie informacji czy jest to żeliwo, czy też tzw. żelazo zgrzewne (Schweißeisen), żelazo zlewne (Flusseisen), stal zlewna (Flussstahl), czy też stal St 00.12, St 37.12, OW, O15W37 itp. Jeśli uda się uzyskać wiarygodne informacje w tym zakresie, to można przyjąć naprężenia dopuszczalne z tabeli 3 pracy [3]. Z uwagi na proces starzenia się tworzywa zaleca się przyjmować do obliczeń naprężenia niższe o 10 do 20% od podanych w tej tabeli, stosując zasadę, że im tworzywo jest starsze, tym niższe należy przyjąć naprężenia dopuszczalne.

Jeżeli nie ma możliwości uzyskania informacji o rodzaju przedmiotowego tworzywa, trzeba określić okres, w którym powstała dana konstrukcja i przyjmując, że została ona wykonana z najsłabszego tworzywa produkowanego w tym okresie. Dla tak określonego tworzywa należy, jak poprzednio, przyjmując naprężenia niższe niż podane w tabeli 3.

Orientacyjnie można przyjąć, że żeliwo z XIX wieku produkowane było jeszcze na początku wieku XX, więc bezpieczniej będzie przyjmować parametry żeliwa z XIX wieku aż do roku 1915.

Co do stali orientacyjnie można przyjąć, że dla drugiej połowy XIX wieku było to żelazo zgrzewne, którego produkcja zanikała i po roku 1900 praktycznie nie było już produkowane. Dla okre-

su od roku 1900 do roku 1925 można przyjąć, że było to żelazo zlewne (Flusseisen), a od roku 1925 do roku 1937 mogła to być stal St 00.12 (zabroniono stosowania jej do konstrukcji budowlanych od 16.06.1937). Natomiast od roku 1938 do lat sześćdziesiątych XX wieku mogła to być stal OW (oznakowana także jako X lub St0S).

Po ustaleniu parametrów tworzywa i jego właściwości (na podstawie tabel 2 i 3 pracy [3]) można prowadzić obliczenia korzystając z odpowiednich wzorów.

## 5. Wnioski

Wracając do podanej wcześniej zawartości ekspertyzy (pkt. 2) można stwierdzić, że w rozdziale 6 ekspertyzy (czyli w rozdziale „Wnioski, zalecenia i polecenia”) zawarta jest ocena, prognoza oraz wnioski i dyrektywy techniczne. O ile ocena dotyczy stanu istniejącego, to prognoza zawiera przewidywanie co do zachowania się przedmiotowego obiektu w przyszłości. Na tej podstawie formułowane są wnioski oraz dyrektywy. Tak więc z diagnozy prognostycznej wynika rodzaj proponowanych środków zaradczych. Z dyrektywy natomiast wynikają zalecenia lub polecenia. Zalecenia wskazują na to jakie środki zaradcze należy zastosować. Jeśli w zaleceniach zaproponowane są rozwiązania wariantowe to należy wskazać zalety i wady zaproponowanych wariantów. Jest to ten etap pracy eksperta, który jest najbardziej zbliżony do pracy projektanta. Zalecenia mogą też sugerować brak celowości podjęcia środków zaradczych, jeśli wynika to np. z rachunku ekonomicznego (np. brak opłacalności remontu). Polecenia natomiast wskazują na konieczność podjęcia decyzji w określonym czasie (np. podstemplowanie zagrożonego elementu konstrukcji niezwłocznie po otrzymaniu ekspertyzy).

Na rozdział 7 ekspertyzy składają się załączniki, np. szczegółowe

analizy, obliczenia, pomiary, badania itp.

Podsumowując można stwierdzić po pierwsze, że gruntowna wiedza dotycząca zawartości ekspertyzy oraz zasad jej sporządzania, świadomość znaczenia stawianych przed ekspertem problemów, prawidłowej ich identyfikacji, a także opracowanych sposobów ich rozwiązania, pozwoli w praktyce inżynierskiej i eksperckiej na maksymalne ograniczenie wpływu „negatywnych zdarzeń budowlanych” na prawidłowe zabezpieczenie, wzmocnienie, naprawę oraz dalsze bezpieczne użytkowanie obiektów zabytkowych.

Po drugie, przy planowaniu prac renowacyjnych, opracowanie ekspertyzy jest koniecznym etapem prac przedprojektowych. Dobra ekspertyza, wnikliwie opisująca i oceniająca stan istniejący oraz stan postulowany obiektu budowlanego przeznaczonego do renowacji, zapewnia bowiem właściwy przebieg procesu budowlanego tj. uniknięcie wspomnianych „zdarzeń negatywnych” i związanych z tym kosztów.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Bodarski Z., Czaplinski K., Informacje dla rzeczoznawców w zakresie spraw ogólnych oraz wybranych problemów wytrzymałości, stateczności i sztywności elementów konstrukcyjnych wykonanych z dawnych gatunków stali, a także z dawnych asortymentów drewna. CUTOB PZITB, Wrocław 1986
- [2] Czaplinski K., Suwalski J., O metodologicznych aspektach ekspertyz budowlanych. Inżynieria i Budownictwo, 2004, Nr 7
- [3] Czaplinski K.: Dawne wyroby ze stopów żelaza. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2009.
- [4] Kubica J., Struktura logiczno-metodyczna ekspertyz budowlanych. CUTOB, Ośrodek we Wrocławiu, Wrocław 1987
- [5] Kuczyński J., Czaplinski K., Żymalski C.: Szkodliwe wpływy środowiska na budynki i obiekty inżynierskie. Orzeczenie Zespołu Rzeczoznawców Budowlanych PZITB, Zeszyt 2, Dział Szkolenia i Wydawnictw PZITB, Warszawa 1971.
- [6] Miodek J., Słownik ojczyzny polszczyzny. Wydawnictwo Europa, Warszawa 2002
- [7] Łempicki J., Ekspertyzy konstrukcji budowlanych. Zasady i metody opracowania. Arkady, Warszawa 1972