

Adam KRISTOWSKI¹

IDEA PLANOWANIA EKSPLOATACJI WYBRANYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH INFRASTRUKTURY TRANSPORTOWEJ

W artykule przedstawiono propozycję modelowania relacji między stanem a wymaganiami eksploatacyjnymi obiektów budowlanych na przykładzie wybranego obiektu komunikacyjnego. Autor przedstawia rozwiązania poprzez porównania z przyjętym „modelem idealnym” stanu obiektu budowlanego. Wymagania eksploatacyjne są określane na zbiorze wartości cech eksploatacyjnych poprzez wyznaczenie ich wartości racjonalnych. Oczekiwane efekty pracy badawczej odnoszą się do konieczności i potrzeby budowy systemu oceny eksploatacji obiektów budowlanych w celu jego praktycznego wykorzystania.

PROJECTING ASPECTS THE TECHNOLOGICAL BRIDGES ASSEMBLED

In the paper author introduces subject of modelling buildings' exploitation process. Scientific research which author has conducted let to treat system of exploitation process planning. Identification of construction, structure operation buildings describing all important of construction structure from the beginning to the end of its lives. Author wants to work out computer programme to planning of exploitation buildings' objects.

1. WPROWADZENIE

Celem procesu eksploatacji (użytkowania i/lub utrzymywania [8]) obiektów budowlanych jest zaspokojenie potrzeb ich właścicieli i użytkowników. Są oni bezpośrednimi uczestnikami procesu eksploatacji. Podczas planowania procesu eksploatacji obiektów budowlanych powinno się zapewnić spełnienie specyficznych dla każdego obiektu budowlanego wymagań [2,3] odnoszących się między innymi do przepisów obowiązującego prawa, cech użytkowych, estetycznych, czasami także satysfakcji właściciela. Eksploatacja obiektu budowlanego wymaga ciągłego rozwiązywania wielu problemów. Są one związane z wypełnieniem przez obiekt wymaganych funkcji. Z drugiej strony dotyczą efektywności lub możliwości zapewnienia wymagań zewnętrznych. Należy rozważyć trzy podstawowe grupy zagadnień, dotyczące rozwiązywania problemów związanych z eksploatacją obiektów budowlanych. Są to:

- ❖ grupa zagadnień związanych z użytkowaniem obiektu budowlanego,

¹dr inż. Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, kristowski@pg.gda.pl

- ❖ grupa zagadnień związanych z utrzymaniem w należytych stanie technicznym obiektu budowlanego,
- ❖ grupa zagadnień związanych z zarządzaniem i planowaniem procesu eksploatacji.

Zgodnie z dobrą praktyką eksploatacji obiektów [1], istotę i cel procesu eksploatacji obiektów budowlanych zawrzeć można w następujących zagadnieniach:

- eksploatacja jest planowana, motywowana i kontrolowana,
- decyzje eksploatacyjne są uzasadniane ekonomicznie,
- podejmowane decyzje eksploatacyjne uwzględniają satysfakcję użytkownika,
- zarządzanie integruje „uczestników eksploatacji” wokół osiągania ich celów,
- stosowane są zasady zapobiegania uszkodzeniom, oparte na diagnostyce,
- stosowane jest logistyczne podejście do gotowości technicznej obiektów,
- upowszechniane są pozytywne i negatywne doświadczenia eksploatacyjne,
- usprawniane jest wsparcie logistyczne organizacji w zakresie zasobów,
- produkty i usługi są promowane ze względu na ich cechy eksploatacyjne,
- podnoszony jest poziom bezpieczeństwa techniki i technologii eksploatacji.

Projektowanie jest procesem zmierzającym do ustalenia najkorzystniejszych struktur podsystemów funkcjonalnych i zdefiniowania racjonalnych relacji pomiędzy nimi [7]. W projektowaniu systemu eksploatacji proponuje się tworzyć struktury, regulaminy funkcjonowania i procedury postępowania umożliwiające prowadzenie procesu eksploatacji w sposób usystematyzowany, ciągły i konsekwentny.

Projektowanie użytkownika obiektu polega na zidentyfikowaniu systemu użytkownika i możliwości użytkowych, potrzeb użytkowników i relacji między tymi elementami, w celu:

- ustalenia możliwości użytkowych,
- określenia zasad użytkowania w wyróżnionych stanach,
- określenia potrzeb zasilania systemu użytkownika.

Planowanie okresu eksploatacji jest procesem analitycznym, w którym dąży się do zapewnienia, że okres użytkowania budynku będzie równy lub dłuższy niż okres jaki został przewidziany w projekcie. Wykorzystując opracowania ISO [5], dysponuje się wstępnym opisem metodyki przewidywania okresu eksploatacji rozpatrywanego obiektu budowlanego. W ten sposób uzyskuje się narzędzie do porównywania różnych rozwiązań projektowych. Pozwala ono sprawdzić np. wymagania eksploatacyjne i ustalić, czy właściwości użytkowe nie zostaną niedopuszczalnie obniżone w celu sprostania wymaganiom, np. budżetowym.

Wprowadzona norma [5] zawiera wytyczne do przewidywania długoterminowych zmian we właściwościach użytkowych obiektów budowlanych podczas ich eksploatacji. Przewidywania te powinny być oparte na wynikach badań i ich przeliczeniu na prognozowane warunki eksploatacji. Takie postępowanie może stymulować podejmowanie dobrych decyzji eksploatacyjnych i prowokować szerokie zainteresowanie badawcze.

Bibliografia [1,2,3,5,7,8]

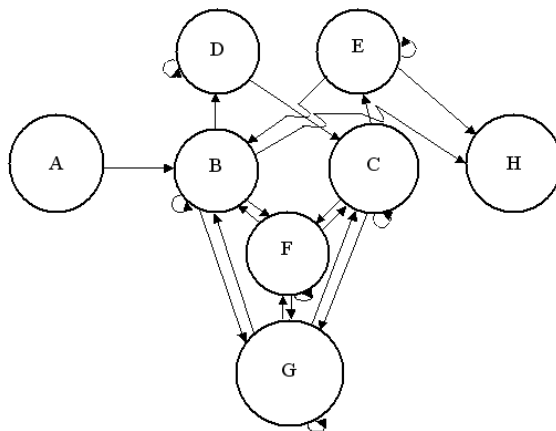
2. MODEL PLANOWANIA EKSPLOATACJI WYBRANYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

Sygnalizowane problemy badawcze związane z prognozowaniem eksploatacji wybranych obiektów budowlanych są zagadnieniem stanowiącym przedmiot zainteresowania w wielu ośrodkach naukowych w kraju i za granicą [6]. Należy stwierdzić, że prognozowanie procesu eksploatacji może być podstawą do poprawy efektywności użytkowania i utrzymania obiektów budowlanych.

Podstawowe zadania badawcze, które należy zrealizować w tym zakresie, powinny pozwolić na opracowanie:

- przebiegu cyklu eksploatacji wybranych obiektów budowlanych (rys.1),
- modeli stanów eksploatacji,
- funkcjonowania układu i systemu eksploatacji,
- metody oceny i prognozowania eksploatacji obiektu budowlanego,
- zasad prognozowania eksploatacji obiektów budowlanych.

Biorąc pod uwagę wieloletni okres eksploatacji można stwierdzić, że wymagane funkcje obiektu uznane w danym momencie czasu t_0 za wystarczające, mogą ulec lub raczej na pewno będą ulegać zmianie w czasie t_n ($n=1,2,\dots,T$; T – czas zakończenia eksploatacji obiektu). Dotyczy to przede wszystkim stopnia spełnienia wymagań technicznych i stopnia wypełnienia wymagań odnośnie funkcjonalności, potrzeb estetycznych i ekonomicznych właściciela.



Rys. 1. Cykl eksploatacji mostów stalowych z konstrukcji składanej: A- odbiór i przekazanie obiektu, B – utrzymywanie, C – użytkowanie, D – montaż, E – demontaż, F – przegląd okresowy, G – remont bądź modernizacja, H - złomowanie

Cykl eksploatacji np. stalowych mostów składanych można przedstawić za pomocą grafu (rys. 1). Ze względu na specyfikę konstrukcji i przeznaczenie, mosty składane po wyprodukowaniu elementów mogą być przekazane do utrzymywania w wyznaczonych składnicach na terenie kraju lub oddane do użytkowania jako obiekty mostowe stałe bądź tymczasowe. Po okresie użytkowania i ich demontażu mogą być przekazane do

utrzymywania w składnicach, ponownie użytkowane jako nowy obiekt mostowy, oddane do remontu bądź modernizacji lub po zakończeniu eksploatacji złomowane.

Możliwości zmiany stanu przeznaczenia mostów składanych przedstawia graf rys. 1. Taki sposób wielokrotnego wykorzystania tych samych elementów podlegających naturalnym i mechanicznym procesom zużycia wymusza konieczność częstego sprawdzania i kontrolowania elementów mostów.

Przystępując do zdefiniowania wymagań i parametrów eksploatacyjnych stalowych mostów składanych, należy uwzględnić przepisy regulujące zakres, częstotliwość i sposób prowadzenia badań i przeglądów obiektów mostowych.

Poniżej podaje się (na podstawie [9]) zestawienie rodzajów przeglądów obiektów mostowych.

- ✓ Przeglądy bieżące (ogłędziny, obserwacje, badania powierzchniowe)
Powinny być wykonywane właściwie w sposób ciągły – „monitoring”, chodzi o wykrywanie poprzez ogłędziny uszkodzeń poszczególnych elementów budowli, ich niedrożności, wykonywane są z poziomu jezdni, wynikiem jest wypełnienie karty przeglądu bieżącego.
- ✓ Przeglądy podstawowe (przynajmniej raz w roku). Polegają na zbieraniu informacji o stanie technicznym mostu oraz konieczności i zakresie ewentualnych napraw bądź wzmocnień lub tylko prac konserwatorskich, obejmują także prowadzenie pomiarów prostoliniowości, niwelety, połączeń. Wyniki są dokumentowane w karcie przeglądu podstawowego.
- ✓ Przeglądy szczegółowe (przynajmniej raz na pięć lat, lub w zależności od wyniku przeglądu podstawowego). Sprawdza się dokładnie stan wszystkich elementów, wynikiem powinna być opinia o stanie technicznym mostu, konieczności napraw, określenie warunków dalszej eksploatacji. Wyniki dokumentuje się w kartach przeglądu szczegółowego lub przedstawia się w formie raportu.
- ✓ Przeglądy specjalne (przeprowadza się po awarii i uszkodzeniach zagrażających bezpieczeństwu, a także przy odtwarzaniu dokumentacji i klasy nośności).

Zasady identyfikacji eksploatacji mostów składanych muszą być jednoznacznie odczytywane na wejściu, jak i wyjściu budowanego systemu prognozowania eksploatacji obiektów budowlanych. Proponuje się przyjąć, że:

- stopień wymagań eksploatacyjnych określa przeznaczenie obiektu,
- parametry określają jakość obiektu w chwili ich pomiaru,
- system zapewnienia jakości eksploatacji może być weryfikowany (w tym wypadku weryfikacji podlegają procesy i procedury obsługiowania oraz zasady i procedury użytkowania),
- wszystkie parametry techniczne, ekonomiczne i estetyczne muszą być mierzalne, wyznaczalne lub obliczalne (tzn. możliwe do pomierzenia bezpośrednio na weryfikowanym obiekcie),
- wszystkie parametry muszą być w sposób jednoznaczny zdefiniowane dla każdego wymagania ze zbioru wymagań; dla mostów składanych zbiór wymagań oznacza się jako: $W_m = \{w_{m1}, w_{m2}, \dots, w_{mk}, \dots, w_{mn}\}$,
- w momencie projektowania i budowy obiektu budowlanego zostaje określony pierwotny zbiór parametrów obiektu budowlanego; w toku użytkowania i utrzymywania obiektu dokonuje się ich ponownej oceny,

- system analizy i prognozowania eksploatacji obiektów budowlanych powinien zapewnić wystawienie zbiorczej oceny jakości obiektu stanowiącej stopień zadowolenia użytkownika w rozpatrywanym okresie eksploatacji,
- cykliczne powtarzanie pomiarów parametrów w okresie eksploatacji obiektu pozwoli budować historyczną bazę danych o jakości eksploatacji obiektu; zakłada się, że baza pomierzonych parametrów będzie podstawą do wyznaczenia funkcji zgodności parametrów obiektu.

Analiza uwarunkowań i wymagań eksploatacyjnych (między innymi na podstawie [8]) wybranego zespołu obiektów budowlanych pozwala wyznaczyć następujące wymagania eksploatacyjne:

- a) wymagania dotyczące bezpieczeństwa technicznego,
- b) wymagania dotyczące ekologii,
- c) wymagania dotyczące jakości użytkowania,
- d) wymagania dotyczące jakości utrzymywania,
- e) wymagania dotyczące satysfakcji właściciela.

Proponuje się, aby przedstawione wymagania eksploatacyjne były określone za pomocą odpowiednio wyznaczonej wartości liczbowej dla każdej z wymienionych grup. Naniesione na wykres przedstawiają racjonalne wymagania eksploatacyjne w odniesieniu do własności technicznych, funkcjonalnych, użytkowych, środowiska i otoczenia obiektu. Wymagania te należy spełnić, aby obiekt mógł być eksploatowany zgodnie z przepisami prawa w tym zakresie. Do dalszej analizy procesu prognozowania eksploatacji obiektu przyjęto kołowy typ wykresów wymagań (rys.2). Ze względu na wykorzystanie wyników prowadzonych badań do celów praktycznych, zamierza się opracować program komputerowy przeznaczony do badania, analizy i prognozowania eksploatacji wybranych obiektów budowlanych. Jedną z podstaw działania takiego programu jest opracowanie bazy danych dotyczących wymagań eksploatacyjnych.

Dla stalowych mostów składanych, podobnie jak dla każdego innego obiektu budowlanego, można sprecyzować zbiór wymagań eksploatacyjnych W_m . Proponuje się, aby ten zbiór zawierał następujące elementy:

- w_{m1} - bezpieczeństwo konstrukcji,
- w_{m2} - jakość utrzymywania,
- w_{m3} - funkcjonalność konstrukcji,
- w_{m4} - jakość użytkowania,
- w_{m5} - możliwości utrzymywania,
- w_{m6} - służebność kryzysowa,
- w_{m7} - satysfakcja eksploatacyjna.

Dla elementów zbioru: $W_m = \{w_{m1}, w_{m2}, \dots, w_{mk}, \dots, w_{nm}\}$ proponuje się ustalić zbiór $Q(w_m)$ charakteryzujących je parametrów. Parametry $q_m \in Q(w_m)$ uwzględniają warunki podstawowe i użytkowe obiektu budowlanego zgodnie z przepisami regulującymi zakres, częstotliwość i sposób prowadzenia badań i przeglądów obiektów mostowych. Wykaz maksymalnych i minimalnych dopuszczalnych wartości parametrów q_m i ich wielkości a_m pomierzone na eksploatowanym obiekcie pozwolą wyznaczyć funkcje zgodności β_m dla każdej własności w_m . A zatem, dysponując pomierzonymi wielkościami a_m parametrów q_m w danej chwili t , można określać stan obiektu dla każdego parametru ze zbioru Q_m . Będzie to stanowić podstawą do dalszej analizy i prognozy eksploatacji badanego obiektu.

Przykład:

Podczas kontroli mostu z konstrukcji stalowej składanej zostały pomierzone lub wyznaczone następujące wartości a_m parametru q_m zgodnie z tablicą 1.

Tablica 1. Zestawienie przykładowych wymagań, parametrów i ich wartości

Nazwa parametru	Nr q_m	Nr w_m	a_m	q_m min.	q_m maks.	jednostka	u_m
Bezpieczeństwo konstrukcji	1	1	1	0	1	0/1	1
Bezpieczeństwo pożarowe	2	1	8	4	10	punkty	0,9
Efektywność konserwacji	21	2	6	6	10	punkty	0,6
Standardy techniczne	24	3	6	6	10	punkty	0,6
Bezpieczeństwo użytkowania	3	4	8	6	10	punkty	0,8
Warunki bhp	15	4	10	6	10	punkty	1
Ograniczenia użytkowania	20	5	8	0	10	punkty	0,8
Tempo budowy	16	6	8	4	10	punkty	0,8
Satysfakcja właściciela	25	7	8	0	10	punkty	0,8

Po określeniu współczynnika spełnienia wymagań i średniego stopnia spełnienia wymagań eksploatacyjnych można wykreślić progową funkcję zgodności dla omawianej konstrukcji mostu (rys. 2). Obrazuje ona stan eksploatacyjny mostu w badanym momencie czasu t .



Rys. 2. Progowa funkcja zgodności stanu eksploatacyjnego i wymagań mostu

Bibliografia [6,8,9]

3. EFEKTY ZASTOSOWANIA PROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ

Należy przypuszczać, że prezentowane w artykule zagadnienia dotyczące identyfikacji i prognozowania procesu eksploatacji obiektów budowlanych staną się w przyszłości szeroko rozpatrywanym problemem badawczym. Może to wynikać z faktu, iż coraz więcej właścicieli obiektów budowlanych jest zainteresowanych ich prawidłową eksploatacją (np. ze względu na ceny nieruchomości). Znaczący impuls do opracowania przedstawionej w skrócie koncepcji stanowiło dążenie do zaspokojenia oczekiwań w zakresie przewidywania i kontroli kosztów związanych z eksploatacją obiektów budowlanych. Zauważyć można, że znaczna część kosztów cyklu eksploatacji obiektu budowlanego może być określona już podczas jego budowy. Ocena, np. jaka będzie trwałość wszystkich elementów budynku, pomaga w podjęciu decyzji dotyczącej właściwych wymagań i szczegółowych rozwiązań eksploatacji. Jeżeli został by oszacowany okres użytkowania obiektu budowlanego i jego części składowych, to na podstawie tych danych można by opracować plany eksploatacji obiektów prognozą kosztów. Opracowanie takiej metody stanowi cel badań, a wynik identyfikacji stanu eksploatacji powinien stanowić dogodny i przejrzysty element kontroli stanu użytkowania i utrzymywania obiektu budowlanego. W takim przypadku powinna wzrosnąć elastyczność użytkowania, a prawdopodobieństwo zesterzenia się obiektu (także jego deprecjacji ekonomicznej) będzie mniejsze. Redukowanie związanego z tym ryzyka polega na ciągłym i ustawicznym poprawianiu parametrów eksploatacyjnych, co w konsekwencji powinno zagwarantować osiągnięcie dobrych wyników eksploatacyjnych.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] O. Downarowicz.: *System eksploatacji. Zarządzanie zasobami techniki*. Gdańsk – Radom: Politechnika Gdańska; Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu, 2000.
- [2] T. Kasprowicz.: *Eksploatacja obiektów budowlanych, materiały 51 Konf. Nauk. KILiW PAN i KN PZITB*, Krynica 2005, Problemy naukowo – badawcze budownictwa.
- [3] T. Kasprowicz.: *Analiza eksploatacji obiektów budowlanych*, VI Ogólnopolskie Seminarium, Główny urząd Nadzoru Budowlanego, Warszawa 2005.
- [4] A. Kristowski : *Modelowanie ocenowe obiektu budowlanego dla potrzeb planowania procesu eksploatacji*, Politechnika Wroclawska Instytut Budownictwa – Prace naukowe. Studia i materiały. Karłów, czerwiec 2006.
- [5] Norma ISO 15686: *Prognozowanie okresu użytkowania budynków i konstrukcji*.
- [6] Olsen C. L.: „*Schedule Review Basics*”, 2000 AACE International Transactions”, 44TH Annual Meeting of AACE International. June 2000, Calgary, Canada.
- [7] R. Marcinkowski: *Problemy zapewnienia jakości w projektowanym systemie eksploatacji obiektów budowlanych*, Politechnika Wroclawska, Instytut Budownictwa – Prace naukowe. Studia i materiały. (Karłów, czerwiec 2006).
- [8] Ustawa: *Prawo budowlane*, Dz.U.10.243.1623, z późniejszymi zmianami.
- [9] W. Wołowicki, A. Madaj: *Budowa i utrzymanie mostów*. WKŁ Warszawa 2003.