

# Podstawowe problemy i zakres badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Kasprowicz

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji

Przedsięwzięcie budowlane [1, 2, 5, 7] to splot albo pasmo współzależnych działań związanych z przygotowaniem i realizacją robót budowlanych. Celem przedsięwzięć budowlanych jest zaspokojenie potrzeb inwestora. Przedsięwzięcie budowlane obejmuje studia techniczno-ekonomiczno-środowiskowe przewidywanych robót, opracowanie koncepcji lub programu funkcjonalno-użytkowego, projektu budowlanego, przygotowanie organizacyjne i realizację budowy, przebudowy, montażu, remontu lub rozbiórki obiektów budowlanych. Szczególnym przedsięwzięciem budowlanym jest eksploatacja obiektu budowlanego. Należy jednak stwierdzić, że opracowanie koncepcji i projektu budowlanego, ze względu na wymaganą wiedzę, niezbędne umiejętności i kompetencje stanowi względnie niezależną część przedsięwzięcia i jest realizowane zgodnie z odrębnymi zasadami. Jest to szczególnie widoczne w systemie „projektuj i buduj”.

Terminem „inżynieria” opisuje się postępowanie, w którym analiza wybranego fragmentu rzeczywistości prowadzona jest kompleksowo z zastosowaniem podejścia systemowego, a proponowane koncepcje i rozwiązania formułowane są w ujęciu systemowym [1, 6, 7, 8]. Współcześnie, w różnych dziedzinach związanych z przygotowaniem zmian i przekształcaniem rzeczywistości, termin ten rozumie się jako [1, 2, 5, 6, 7, 8]:

1. Rozszerzający się dział nauk praktycznych, w którym opisuje się, bada i formułuje prawa dotyczące określonego fragmentu rzeczywistości, w tym materii nieorganicznej i organicznej, roślin i zwierząt.

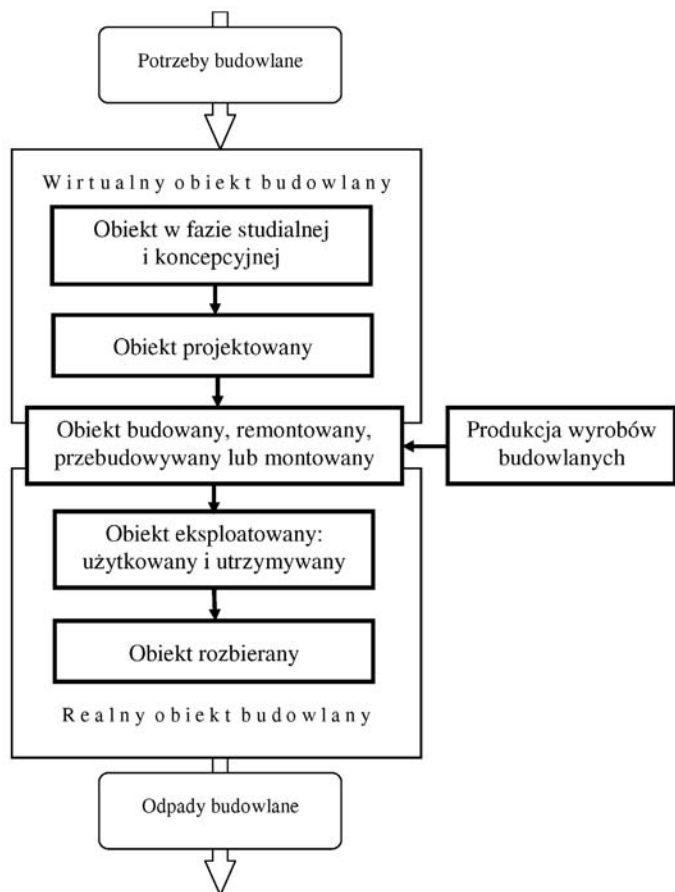
2. Proces decyzyjny i wykorzystanie zasobów podporządkowane celowi, którym jest przygotowanie i realizacja jakiegoś przedsięwzięcia.

Takie rozumienie terminu inżynieria będzie w artykule podstawą dalszych sformułowań.

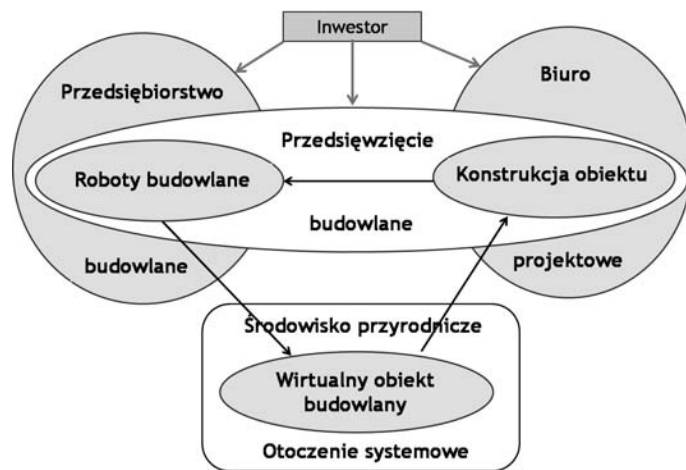
## PRZEDMIOT BADAŃ INŻYNIERII PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH

W przedstawionym ujęciu analizy i badania w ramach inżynierii przedsięwzięć budowlanych dotyczą aspektów technicznych, technologicznych, organizacyjnych, ekonomicznych i środowiskowych budowy, przebudowy, montażu, remontu lub rozbiórki obiektu budowlanego, realizacji przedsięwzięcia budowlanego i eksploatacji obiektu budowlanego. Oznacza to, że w ramach przygotowywania przedsięwzięcia budowlanego badany powinien być cykl życia obiektu budowlanego (rys. 1).

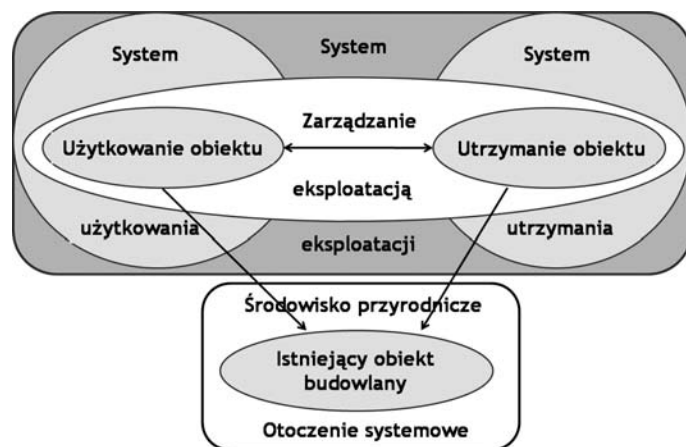
Przeznaczenie, rodzaj i wielkość obiektu budowlanego decyduje o organizacji tego cyklu. Po różnych niepowodzeniach w procesie inwestycyjnym rozważany jest nowy system organizacji przedsięwzięć budowlanych i eksploatacji obiektów budowlanych „projektuj – buduj – eksploatuj”, w którym jedna firma byłaby odpowiedzialna za organizację cyklu życia obiektu. W takim sensie przedmiotem analiz i badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych są zagadnienia dotyczące obiektu budowlanego, który jeszcze fizycznie nie istnieje, lecz jest w fazie analiz



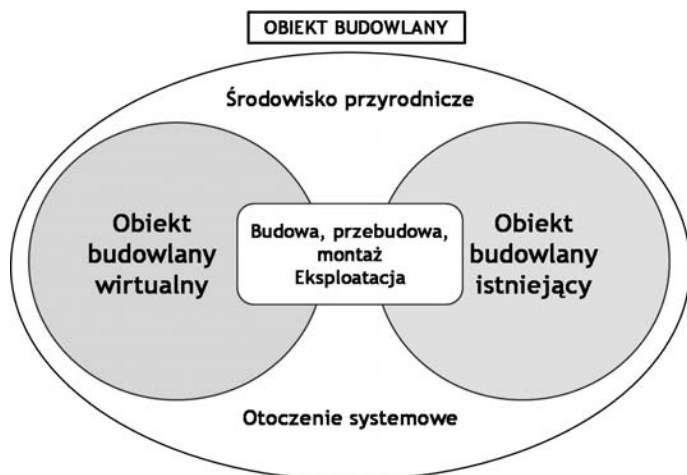
Rys. 1. Cykl życia obiektu budowlanego



Rys. 3. Badanie robót, przedsięwzięć i przedsiębiorstw budowlanych



Rys. 4. Badanie eksploatacji obiektów budowlanych



Rys. 2. Przedmiot badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych

studialnych lub projektowania i obiektu rzeczywistego, który jest budowany, przebudowywany, montowany, a następnie eksploatowany (rys. 2).

W odniesieniu do obiektów wirtualnych przedmiotem badań są roboty i przedsięwzięcia budowlane, które muszą być wykonane, aby przekształcić projekt w rzeczywistość (rys. 3).

W odniesieniu do obiektów realnych przedmiotem badań jest eksploatacja obiektów budowlanych. W szczególności (rys. 4) [3, 4]:

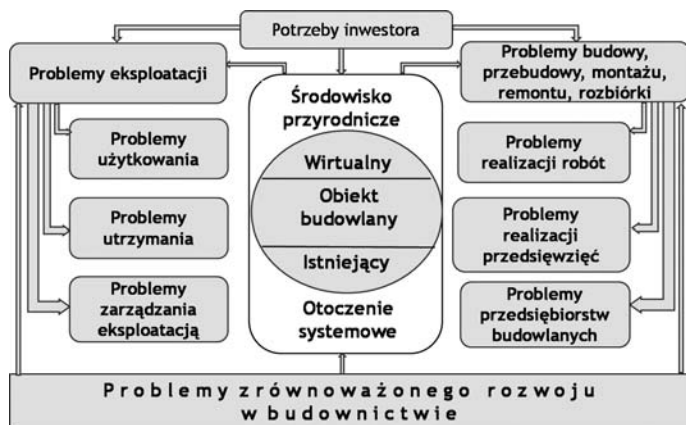
- użytkowanie – wykorzystanie obiektu zgodnie z przeznaczeniem, czyli wypełnianie przez obiekt wymaganych funkcji,
- utrzymanie (w tym remont) – działania związane z zachowaniem, przywracaniem lub tworzeniem niezbędnych warunków do wypełniania przez obiekt wymaganych funkcji,
- zarządzanie eksploatacją – zarządzanie użytkowaniem, zarządzanie utrzymaniem i zarządzanie procesem eksploatacji jako procesem złożonym z procesów użytkowania i utrzymania.

Kompleksowa analiza przedmiotu badań jest podstawowym warunkiem skuteczności, sprawności i efektywności robót i przedsięwzięć budowlanych.

Obszary problemowe i wybrane szczegółowe problemy badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych

Analiza przedmiotu badań pozwala określić podstawowe obszary problemowe, które wskazują potrzebę analiz i badań w ramach inżynierii przedsięwzięć budowlanych (rys. 5).

W wymienionych obszarach są formułowane szczegółowe problemy badań. Aktualnie do najważniejszych szczegółowych problemów badawczych można zaliczyć:



Rys. 5. Obszary problemowe badan inzynierii przedsięwzięć budowlanych

1. Problemy przygotowania, organizacji oraz realizacji robót i przedsięwzięć budowlanych, w szczególności:
  - a) zintegrowane metody przygotowania, organizacji oraz realizacji robót i przedsięwzięć budowlanych:
    - standaryzacja procesu inwestycyjnego i systemów realizacji, w tym: cykl realizacji, prawo budowlane, prawo zamówień publicznych, logistyka itp.,
    - analiza technologii i organizacji robót, ocena kosztów i efektywności,
    - metody harmonogramowania w warunkach ryzyka,
    - analiza i ocena ryzyka,
    - systemy, metody i techniki wspomaganie przygotowania i realizacji robót i przedsięwzięć budowlanych, np. *Building Information Modeling (BIM)*, *Earned Value Management (EVM)* itp.;
  - b) kierowanie robotami i przedsięwzięciami budowlanymi, w tym:
    - organizacja kierowania,
    - kierowanie operatywne,
    - systemy, metody i techniki wspomaganie kierowania operatywnego;
  - c) systemy zrównoważonego rozwoju w budownictwie.
2. Problemy zarządzania eksploatacją obiektów (nieruchomości) budowlanych:
  - metody identyfikacji cyklu życia obiektu budowlanego,
  - definiowanie normatywnych warunków eksploatacji obiektu budowlanego,
  - organizacja eksploatacji normatywnej obiektów budowlanych (użytkowanie, utrzymanie, zarządzanie eksploatacją, prognozowanie eksploatacji),
  - metody oceny i prognozowania normatywnego stanu eksploatacyjnego obiektów,
  - systemy, metody i techniki wspomaganie zarządzania eksploatacją.
3. Problemy funkcjonowania przedsiębiorstw budowlanych:

- a) tworzenie, struktura i funkcjonowanie:
  - zarządzanie i kierowanie, oferty i umowy na roboty budowlane,
  - realizacja przedsięwzięć, logistyka, *outsourcing*, *reengineering*, *lean management*, płynność finansowa, zarządzanie jakością, bioz itd.
- b) systemy i metody wspomaganie podejmowania decyzji (procedury heurystyczne, systemy ekspertowe, algorytmy ewolucyjne, sieci neuronowe, symulacja itd.),
- c) zarządzanie strategiczne, w tym systemy zrównoważonego rozwoju.

Można stwierdzić, że każdy z wyróżnionych problemów szczegółowych wymaga specyficznych metod i technik analitycznych oraz badawczych. Ponadto, zainicjowane przez Inicjatywę Rynków Pionierskich dla Europy podejście do kompleksowego rozwiązywania problemów gospodarczych skłania do uwzględniania także zagadnień zrównoważonego rozwoju na każdym etapie przygotowania i realizacji przedsięwzięć budowlanych.

## INTERDYSCYPLINARNOŚĆ BADAŃ INŻYNIERII PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH

Przedmiot badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych jest złożony ze względu na charakterystykę techniczną, technologiczną, organizacyjną, ekonomiczną oraz środowiskową procesu przygotowania oraz realizacji robót i przedsięwzięć budowlanych. Dotychczasowe doświadczenia pozwalają stwierdzić, że dobrą metodą analizy, wykrywania, formułowania, badania i rozwiązywania problemów inżynierii przedsięwzięć budowlanych jest podejście systemowe. Jest to podejście kompleksowe i interdyscyplinarne, które umożliwia zastosowanie sprawnych metod analizy systemowej i inżynierii systemów [1, 2, 6, 7, 8] oraz optymalne lub racjonalne rozwiązywanie złożonych problemów analizy identyfikacyjnej, problemowej, projektowo-planistycznej oraz decyzyjnej robót i przedsięwzięć budowlanych. W kolejnych fazach realizacji przedsięwzięcia analizowane i badane są wymagania i ograniczenia realizacyjne oraz sprzężenia wewnętrzne i zewnętrzne, a wyniki są formułowane w ujęciu systemowym. W tym kontekście podejście systemowe oznacza [1, 6, 7, 8]:

1. Identyfikowanie potrzeb i uwarunkowań ich zaspokojenia, analizowanie oraz projektowanie robót budowlanych i przedsięwzięcia budowlanego z uwzględnieniem wewnętrznych związków pomiędzy wyodrębnionymi elementami i zewnętrznymi z elementami otoczenia, widzenie wielokierunkowych wzajemnych relacji między nimi oraz możliwych zmian uwarunkowań i wyników działania.
2. Całościowe postrzeganie robót i przedsięwzięcia budowlanego ze względu na przygotowanie koncepcyjne, budowę, przebudowę, montaż, remont, rozbiórkę i eksploatację obiektu budowlanego. Dotyczy to formułowania potrzeb inwestora oraz wszelkich uwarunkowań realizacyjnych, organizacji i funkcjonowania wykonawców

robót na placu budowy, uwarunkowań eksploatacyjnych oraz potencjalnych efektów synergetycznych<sup>1</sup> we wszystkich fazach przygotowania i realizacji przedsięwzięcia, a następnie podczas eksploatacji obiektu budowlanego.

- Wyodrębnienie i badanie przedsięwzięcia budowlanego jako złożonego systemu względnie odosobnionego. Wyodrębnienie to jest zależne w znacznym stopniu od analityka. Jednak zawsze powinno uwzględniać realizację wymaganych funkcji obiektu i organizację struktur realizacyjnych stworzonych do wykonania robót i przedsięwzięcia oraz oddziaływanie bezpośrednie i pośrednie otoczenia, które może mieć wpływ na przygotowanie oraz realizację robót i przedsięwzięcia.

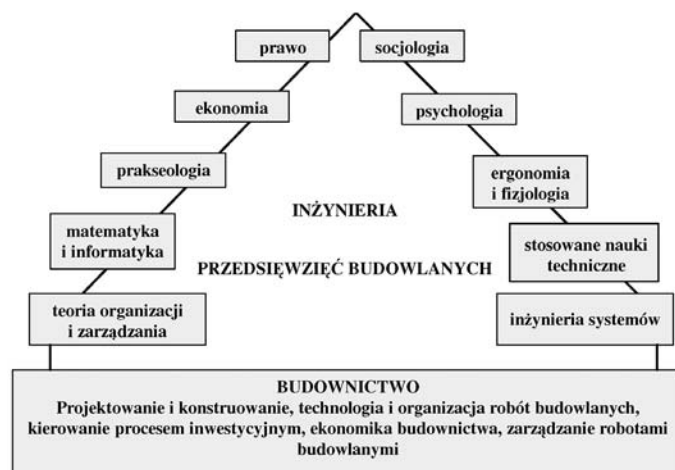
Zakres badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych w proponowanym ujęciu jest bardzo szeroki. Niezbędne analizy, badanie i efektywne rozwiązywanie problemów inżynierii przedsięwzięć budowlanych wymaga zastosowania specyficznych metod i odpowiednio przygotowanych specjalistów. Dotyczy to użytecznych metod i technik modelowania, badania, formułowania i rozwiązywania problemów identyfikacji potrzeb inwestora i uwarunkowań ich zaspokojenia, projektowania organizacji oraz wykonania robót i przedsięwzięć budowlanych, a także eksploatacji obiektów budowlanych. Podejście systemowe, czyli podejście kompleksowe i interdyscyplinarne, obecnie stosowane jest mniej lub bardziej świadomie. Uwzględniając aktualny stan wiedzy, rozwój teorii i praktykę badań, potrzeby dydaktyczne i praktykę inżynierską oraz złożoność przedsięwzięć budowlanych, można stwierdzić, że termin „inżynieria przedsięwzięć budowlanych” dobrze określa podstawową wiedzę specjalistyczną w dyscyplinie budownictwo. Jednak specyfika przedsięwzięć budowlanych sprawia, że inżynieria przedsięwzięć budowlanych powinna korzystać i korzystać z dorobku nauk, dyscyplin i specjalności, takich jak: prawo, socjologia, ekonomia, psychologia, prakseologia, ergonomia i fizjologia, matematyka i informatyka, stosowane nauki techniczne, teoria organizacji i zarządzania oraz inżynieria systemów (rys. 6).

Podstawowym warunkiem skutecznego wykorzystania dorobku innych nauk, rozwoju teorii i opracowania efektywnych, specjalistycznych systemów, metod i technik inżynierii przedsięwzięć budowlanych jest dobra znajomość zagadnień ściśle budowlanych. Wymagana jest znajomość podstaw pracy konstrukcji i projektowania obiektów budowlanych oraz gruntowna wiedza, umiejętności i kompetencje w zakresie technologii i organizacji robót budowlanych, kierowania robotami budowlanymi, organizacji przedsięwzięć budowlanych, kierowania procesem inwestycyjnym i ekonomiki budownictwa.

## PODSUMOWANIE

Przedstawione w artykule zagadnienia stanowią osobisty pogląd autora na przedmiot i zakres badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych. W Komitecie Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN od wielu lat istnieje sekcja Inżynierii Przedsięwzięć Budowlanych. Jednak zdaniem autora pojawiają się jeszcze wątpli-

<sup>1</sup> Synergia – takie zestawienie dwóch lub więcej elementów, by ich oddziaływanie dawało skutek większy niż suma skutków wywołanych przez każdy z elementów oddzielnie.



Rys. 6. Inżynieria przedsięwzięć budowlanych w otoczeniu nauk podstawowych i stosowanych

wości co do zakresu i przedmiotu badań IPB. Dotyczy to również metod rozwiązywania problemów specyficznych dla IPB i korzystania z dorobku innych dyscyplin naukowych. Treść artykułu ukierunkowana jest na całościowe zdefiniowanie przedmiotu i zakresu badań IPB. Problemy inżynierii przedsięwzięć budowlanych mogą być analizowane i rozwiązywane różnymi sprawnymi metodami. Jednak, zdaniem autora, proponowane w artykule podejście systemowe do badań w zakresie inżynierii przedsięwzięć budowlanych jest podejściem kompleksowym, które najlepiej może zapewnić efektywne rozwiązywanie problemów przedsięwzięć budowlanych. Ponadto, nie jest ono w sprzeczności z innymi możliwymi ujęciami tych zagadnień. Wieloletnie obserwacje i analizy uzasadniają taką konkluzję.

## LITERATURA

- Findeisen W. (red.): Analiza systemowa – podstawy i metodologia. PWN, Warszawa 1985.
- Kapliński O. (red.): Metody i modele badań w inżynierii przedsięwzięć budowlanych. PAN KILiW, IPPT, Warszawa 2007.
- Kasprowicz T.: Analiza identyfikacyjna i ocenowa stanu eksploatacyjnego obiektów budowlanych. Prace Naukowe Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej, Seria Studia i Materiały „Technologia i zarządzanie w budownictwie, Wrocław 2006, 283-292.
- Kasprowicz T.: Eksploatacja obiektów budowlanych. 51 Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB „KRYNICA 2005”, Gdańsk – Krynica 12-17 września 2005r., t. IV, 171-178.
- Kasprowicz T.: Proces analizy koncepcyjnej, projektowania, organizacji i realizacji przedsięwzięć budowlanych. Czasopismo Techniczne/Technical Transactions. Politechnika Krakowska, Kraków 2010, 177-189.
- Konieczny J.: Inżynieria systemów działania. WNT, Warszawa 1983.
- Pszczółowski T.: Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji. Zakład Narodowy im. Ossolińskich. Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk 1978.
- <http://pl.wikipedia.org>