

## INŻYNIERIA PRZEDSIĘWZIĘĆ BUDOWLANYCH

### 1. Wprowadzenie

*Przedsięwzięcie budowlane* [1, 2, 3] to splot współzależnych działań, których celem jest zaspokojenie potrzeb budowlanych inwestora lub właściciela obiektu budowlanego. W takim rozumieniu, przedsięwzięciem budowlanym jest przygotowanie i wykonywanie obiektu budowlanego w określonym miejscu, a także przygotowanie i realizacja odbudowy, rozbudowy, nadbudowy, przebudowy, montażu, remontu lub rozbiórki obiektu budowlanego. Przedsięwzięcie budowlane wymaga zwykle wielu współzależnych działań i obejmuje studia techniczno-ekonomiczno-środowiskowe, opracowanie koncepcji działań i projektu budowlanego oraz przygotowanie organizacyjne i realizację budowy, w tym przekazanie obiektu do eksploatacji. Podstawową częścią przedsięwzięcia budowlanego są roboty budowlane realizowane na placu budowy. Szczególnym przedsięwzięciem budowlanym jest eksploatacja obiektu budowlanego, czyli zapewnienie możliwości użytkowania obiektu zgodnie z przeznaczeniem poprzez utrzymanie wymaganego stanu eksploatacyjnego tego obiektu. Można stwierdzić, że opracowanie koncepcji konstrukcji i projektu budowlanego, ze względu na wymaganą wiedzę, niezbędne umiejętności i kompetencje stanowi względnie niezależną część przedsięwzięcia, która jest realizowana zgodnie z odrębnymi zasadami. Jednak zawsze z uwzględnieniem wymagań i warunków funkcjonalnych, technicznych, technologicznych, organizacyjnych, ekonomicznych, systemowych i środowiskowych, które związane są z przygotowaniem i realizacją robót oraz eksploatacją obiektu. We wszystkich fazach realizacji przedsięwzięcia budowlanego, poszczególne opracowania wykonywane są przez specjalistów posiadających wymagane uprawnienia.

Termin „*inżynieria*” stosowany jest od dawna w nauce i technice do opisu zagadnień związanych z analizą, badaniem i projektowaniem różnych obiektów. Przez lata rozumienie słowa „inżynieria” ewoluowało, zmieniały się jego zakres i treść. Obecnie, pojęciem tym najczęściej 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. Można stwierdzić, że współ-

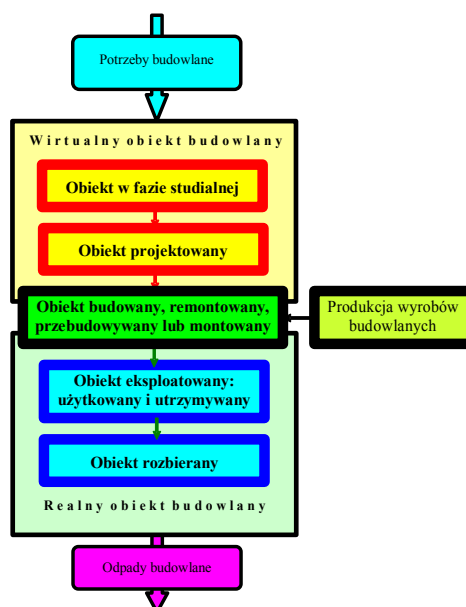
---

<sup>1</sup> [tkasprowicz@wat.edu.pl](mailto:tkasprowicz@wat.edu.pl) – opracowanie przedstawia osobisty pogląd autora na przedmiot i zakres badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych. Jest to rozszerzona wersja artykułu autora „Podstawowe problemy i zakres badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych”. Inżynieria Morska i Geotechniczna, Nr 5/2013, PL ISSN 0867-4299 (str. 348 – 351). Uwagi, zagadnienia dyskusyjne proszę przesyłać na podany adres internetowy.

częśnie w różnych dziedzinach związanych przygotowaniem zmian i przekształcaniem rzeczywistości, termin „*inżynieria*” rozumie się jako [1, 2, 4, 5]:

1. Rozszerzający się dział nauk praktycznych, który opisuje, 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.

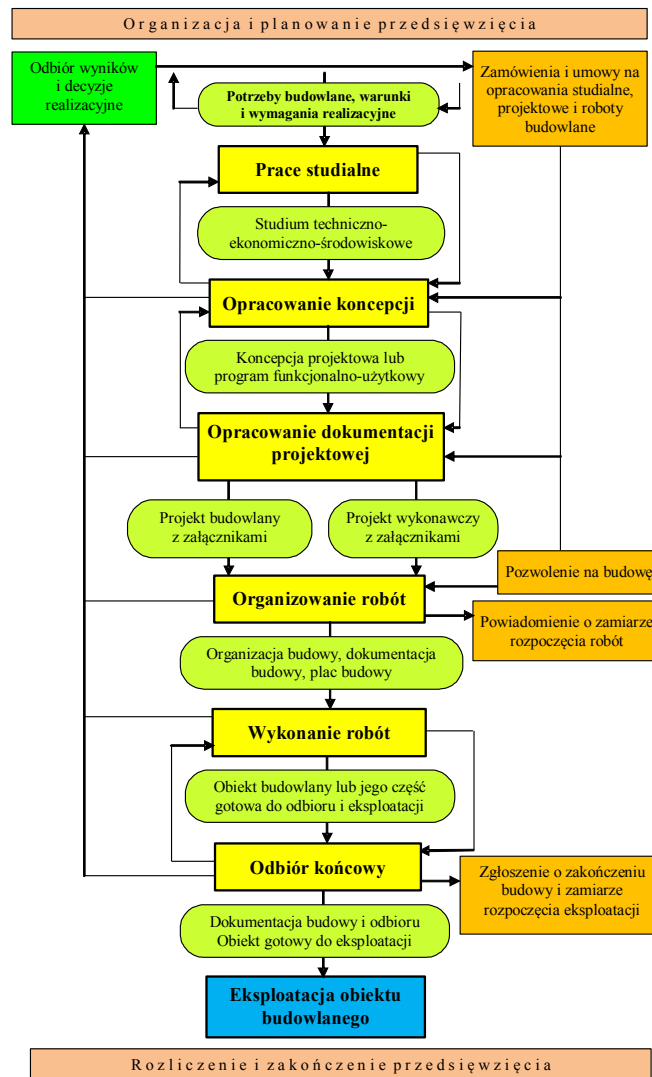
Korzystając z tych definicji pierwotnych, których rozumienie można uznać za ukształtowane, terminem złożonym „*inżynieria przedsięwzięć budowlanych*” opisuje się specjalistyczną wiedzę, umiejętności i kompetencje niezbędne w budownictwie do wypracowania i podejmowania decyzji określających sposób, czas, koszty, jakość i miejsce realizacji przedsięwzięcia budowlanego. Po zbadaniu i sformułowaniu potrzeb inwestora, przeprowadzane są studia techniczno-ekonomiczno-środowiskowe wykonalności przedsięwzięcia ze względu na warunki techniczne, ekonomiczne i oddziaływania na środowisko. Dotyczy to warunków realizacji przedsięwzięcia na placu budowy oraz eksploatacji obiektu. Na tej podstawie jest przygotowywana koncepcja i opracowywany projekt realizacji przedsięwzięcia, w tym projekt budowlany obiektu. W tej fazie analiz i badań obiekt budowlany fizycznie nie istnieje. Jest to *obiekt wirtualny*, który, po uzyskaniu pozwolenia na budowę, podczas realizacji robót na placu budowy, przekształcany jest w *obiekt realny* i przekazywany do eksploatacji (rys. 1).



Rys. 1. Cykl życia obiektu budowlanego

Prowadzone analizy, prace studialne, koncepcyjne, organizacja i wykonanie robót na placu budowy wymagają wiedzy interdyscyplinarnej i mogą być prowadzone przez specjali-

stów różnych dziedzin, dyscyplin i specjalności. Często wykonawcy muszą posiadać określone uprawnienia do ich przeprowadzenia. W pracach studialnych i podczas przygotowania koncepcyjnego, ze względu na powstawanie coraz bardziej szczegółowego zbioru informacji i danych, może być konieczne powtórzenie lub weryfikacja wcześniej wykonanych opracowań. Dlatego jest to skończony ciąg czynności ze sprzężeniami zwrotnymi, który realizowany jest w celu optymalnego lub racjonalnego zaspokojenia potrzeb inwestora i użytkowników. Ciąg ten tworzy cykl realizacji przedsięwzięcia budowlanego, który obejmuje – rys. 2 [6]:

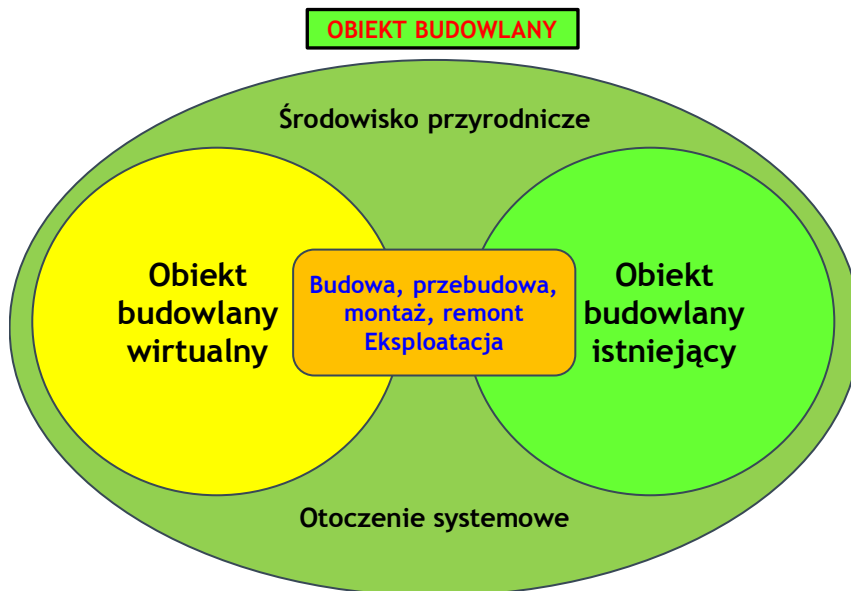


Rys. 2. Cykl realizacji przedsięwzięcia budowlanego

## 2. Przedmiot badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych

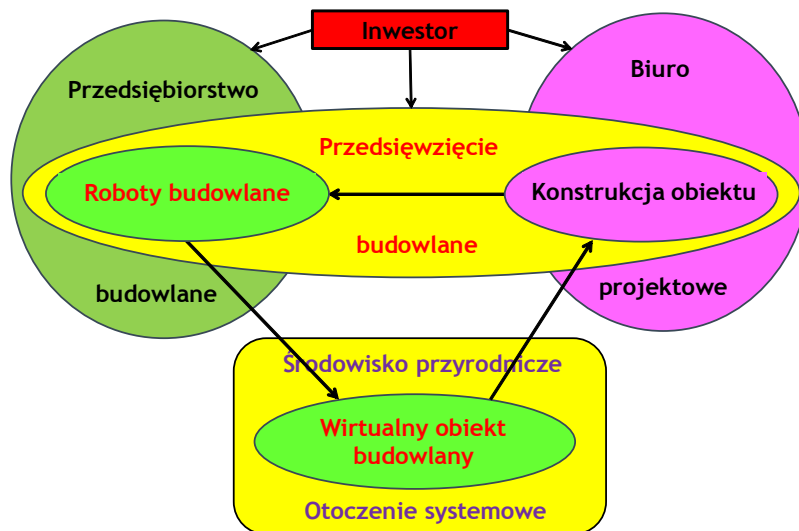
W przedstawionym ujęciu analizy i badania w ramach inżynierii przedsięwzięć budowlanych dotyczą różnych aspektów technicznych, technologicznych, ekonomicznych, organizacyjnych i środowiskowych. W tym sensie przedmiotem analiz i badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych są (rys. 2):

- Ħ koncepcje i projekty obiektów budowlanych,
- Ħ budowa, przebudowa, montaż, remont i rozbiórka obiektów budowlanych,
- Ħ eksploatacja obiektów istniejących.



Rys. 3. Przedmiot badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych

W odniesieniu do obiektów wirtualnych przedmiotem inżynierii przedsięwzięć budowlanych jest konstrukcja obiektu budowlanego, niezbędne roboty budowlane oraz organizacja wykonania przedsięwzięcia budowlanego (rys. 3).



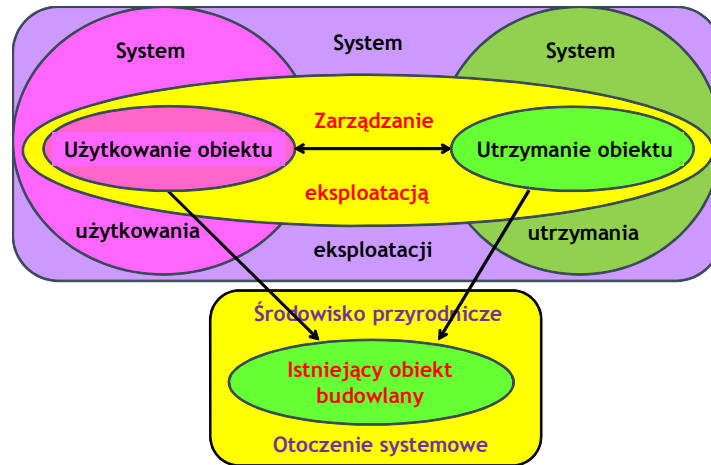
Rys. 4. Badanie robót, przedsięwzięć i przedsiębiorstw budowlanych

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

- Ħ użytkowanie,

Ĥ utrzymanie,

Ĥ zarządzanie eksploatacją.

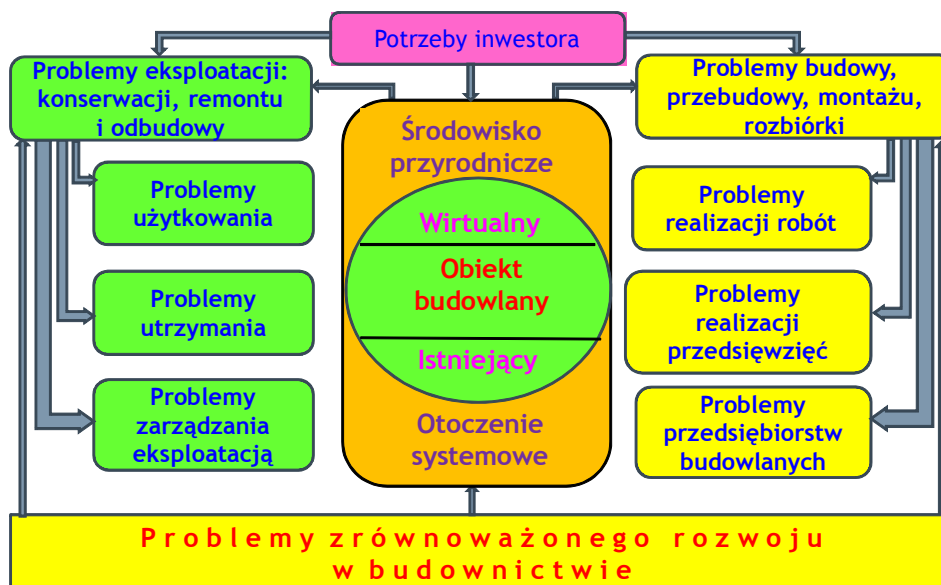


Rys. 5. Badanie eksploatacji obiektów budowlanych

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

### 3. Obszary problemowe i wybrane szczegółowe problemy badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych

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



Rys. 6. Obszary problemowe badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych

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

1. Problemy zintegrowanego zarządzania w budownictwie, w szczególności:
  - a) zintegrowane metody przygotowania, organizacji i realizacji robót i przedsięwzięć budowlanych:
    - Ħ standaryzacja procesu inwestycyjnego i systemów realizacji, w tym: cykl realizacji, wymagania prawa budowlanego i prawa zamówień publicznych, logistyka,
    - Ħ analiza technologii i organizacji robót, ocena kosztów i efektywności,
    - Ħ analiza czasu realizacji, metody harmonogramowania w warunkach ryzyka,
    - Ħ analiza i ocena ryzyka, kontyngencja ryzyka,
    - Ħ systemy, metody i techniki wspomagania przygotowania i realizacji robót i przedsięwzięć budowlanych, system Building Information Modeling (BIM), Earned Value Management (EVM), Life Cycle Cost (LCC) itp.;
  - b) kierowanie robotami i przedsięwzięciami budowlanymi, w tym:
    - Ħ organizacja kierowania,
    - Ħ kierowanie operatywne,
    - Ħ systemy, metody i techniki wspomagania kierowania operatywnego;
  - c) systemy zrównoważonego rozwoju w budownictwie.
2. Problemy zintegrowanego zarządzania eksploatacją obiektów budowlanych:
  - Ħ metody identyfikacji cyklu życia obiektu budowlanego,
  - Ħ definiowanie koniecznych normatywnych warunków eksploatacji obiektu budowlanego, stany normatywne obiektu budowlanego,
  - Ħ organizacja eksploatacji normatywnej obiektów budowlanych (system i proces eksploatacji, użytkowanie, utrzymanie, standardy utrzymania, zarządzanie eksploatacją, prognozowanie eksploatacji),
  - Ħ metody oceny i prognozowania stanu eksploatacyjnego podczas eksploatacji normatywnej obiektów budowlanych,
  - Ħ systemy, metody i techniki wspomagania zarządzania eksploatacją.
3. Problemy funkcjonowania przedsiębiorstw budowlanych:
  - a) tworzenie, struktura i funkcjonowanie:
    - Ħ zarządzanie i kierowanie, oferty i umowy na roboty budowlane,

Ń realizacja przedsięwzięć, logistyka, outsourcing, reengineering, lean management, płynność finansowa, zarządzanie jakością, bezpieczeństwo i ochrona zdrowia itd.).

b) systemy i metody wspomagania podejmowania decyzji (procedury algorytmiczne i heurystyczne, systemy ekspertowe, algorytmy ewolucyjne i sieci neuronowe, metody symulacyjne itd.,

c) zarządzanie strategiczne, w tym systemy zrównoważonego rozwoju.

Można stwierdzić, że każdy z wyróżnionych problemów szczegółowych wymaga specyficznych metod i technik analitycznych i badawczych.

#### **4. Interdyscyplinarność badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych**

Przedmiot badań inżynierii przedsięwzięć budowlanych jest złożony ze względu na charakterystykę techniczną, technologiczną, organizacyjną, ekonomiczną oraz środowiskową procesu przygotowania i 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 [2, 4, 5] oraz optymalne lub racjonalne rozwiązywanie złożonych problemów analizy identyfikacyjnej, problemowej, projektowo-planistycznej i 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 formułowane są w ujęciu systemowym. W tym kontekście podejście systemowe oznacza [2, 4, 5]:

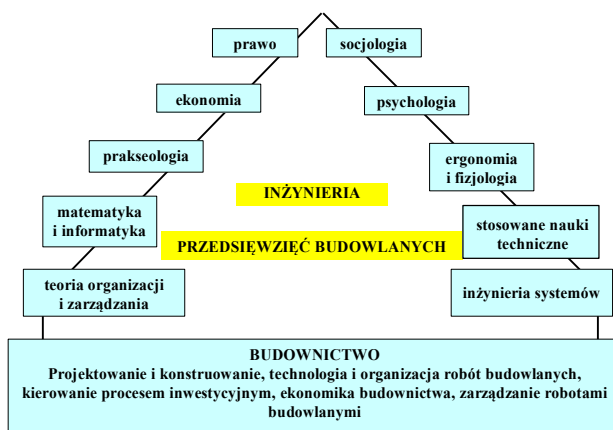
1. Identyfikowanie potrzeb i uwarunkowań ich zaspokojenia, analizowanie i projektowanie robót budowlanych i przedsięwzięcia budowlanego z uwzględnieniem wewnętrznych związków pomiędzy wyodrębnionymi elementami i zewnętrznymi z elementami otoczenia, widzenie wielokierunkowych wzajemnych relacji między nimi oraz możliwych zmian uwarunkowań i wyników działania.
2. Całościowe postrzeganie robót i przedsięwzięcia budowlanego ze względu na przygotowanie koncepcyjne, budowę, przebudowę, montaż, remont lub 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>2</sup> we

<sup>2</sup> Synergia – takie zestawienie dwóch lub więcej elementów, by ich oddziaływanie dawało skutek większy niż suma skutków wywołanych przez każdy z elementów oddzielnie.

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 i 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 i wykonania robót i przedsięwzięć budowlanych oraz 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).



Rys. 7. Inżynieria przedsięwzięć budowlanych w otoczeniu nauk podstawowych i stosowanych



Podstawowym warunkiem skutecznego wykorzystania dorobku innych nauk 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 inwestycji budowlanych, kierowania procesem inwestycyjnym i ekonomiki budownictwa.

## 5. Wnioski końcowe

Inżynieria przedsięwzięć budowlanych to specjalistyczna wiedza, umiejętności i kompetencje niezbędne w budownictwie do wypracowania i podejmowania decyzji określających sposób, czas, koszty, jakość i miejsce realizacji przedsięwzięcia budowlanego dotyczy to w szczególności:

(1) znajomości podstaw:

- H pracy konstrukcji,
- H projektowania obiektów budowlanych,
- H organizacji inwestycji budowlanych;

(2) wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie:

- H technologii i organizacji robót budowlanych,
- H kierowania robotami budowlanymi,
- H zarządzania i organizacji przedsięwzięć budowlanych,
- H ekonomiki budownictwa,
- H eksploatacji obiektów budowlanych;

(3) znajomości dorobku nauk związanych i pokrewnych.

## 6. Literatura

- [1] Pszczołowski Tadeusz, *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*. Zakład Narodowy im. Ossolińskich. Wrocław – Warszawa – Kraków – Gdańsk 1978.
- [2] <http://pl.wikipedia.org>
- [3] Kasprówic Tadeusz, *Inżynieria przedsięwzięć budowlanych*. Metody i modele w Inżynierii przedsięwzięć budowlanych. Pr. zb. pod red. Kapliński Oleg. PAN KILiW, IPPT. Warszawa 2007.
- [4] Konieczny Józef, *Inżynieria systemów działania*. WNT. Warszawa 1983.
- [5] Findeisen Władysław – red., *Analiza systemowa – podstawy i metodologia*. PWN. Warszawa 1985.
- [6] Kasprówic Tadeusz, „Proces analizy koncepcyjnej, projektowania, organizacji i realizacji przedsięwzięć budowlanych”. *Czasopismo Techniczne/Technical Transactions*. Politechnika Krakowska. Kraków 2010 (str. 177 – 189).