



## 2.1. INŻYNIERIA BEZPIECZEŃSTWA

Prezentację wybranych kategorii inżynierii procesowej rozpoczniemy od dominującej w życiu społecznym uniwersalnej inżynierii bezpieczeństwa (*Safety Engineering*), zaliczanej niekiedy do szerokiej typologii inżynierii systemowej, która ma bardzo liczne podkategorie rodzajowe i najogólniej dotyczy bezpieczeństwa podmiotów i przedmiotów funkcjonujących w otaczającej przestrzeni cywilizacyjnej<sup>1</sup>. Według P. Sienkiewicza inżynieria bezpieczeństwa to „ogólna teoria sprawnego zarządzania bezpieczeństwem wszelkich podmiotów i przedmiotów, która dotyczy zarówno systemów technicznych, jak też społecznych, gospodarczych, finansowych, a także ekologicznych i innych”<sup>2</sup>.

Inżynieria bezpieczeństwa to ogół działań techniczno-organizacyjnych podejmowanych w celu identyfikacji zagrożeń oraz szacowania skutków, redukcji i monitorowania związanego z nimi ryzyka odnoszonego do zdrowia, życia, mienia i środowiska naturalnego. Z jednej strony, inżynieria bezpieczeństwa łączy kwestie związane z bezpieczeństwem konstrukcji, maszyn i urządzeń technicznych z zarządzaniem, informatyką i eksploatacją techniczną. Z drugiej strony, „miękkie” kategorie bezpieczeństwa zwłaszcza podmiotu – osób, grup społecznych, instytucji i różnych organizacji, w tym państw, narodów mogą być badane za pomocą uniwersalnych instrumentów inżynierii procesowej. Wielowymiarowa, interdyscyplinarna inżynieria bezpieczeństwa jest lokowana przede wszystkim w obszarze nauk technicznych, a ostatnio także w obszarze nauk społecznych.

W ujęciu ogólnym inżynieria bezpieczeństwa jest dyscypliną, której celem jest opracowywanie, doskonalenie i upowszechnianie metod i środków zwiększających skuteczność ochrony ludzi, środowiska naturalnego i dóbr cywilizacyjnych poprzez:

- zapobieganie powstawaniu zagrożeń bezpieczeństwa w środowisku naturalnym, cywilizacyjnym, publicznym oraz podczas eksploatacji artefaktów,
- przygotowanie podmiotów i prakseologicznych systemów bezpieczeństwa na wypadek wystąpienia zagrożeń,
- reagowanie na negatywne skutki wyzwalających się zagrożeń bezpieczeństwa człowieka i jego środowiska.

Zadaniem inżynierii bezpieczeństwa jest minimalizowanie możliwości i rozmiaru negatywnego oddziaływania rozmaitych zagrożeń na ludzi, środowisko naturalne i dobra cywilizacyjne (mienie). Misją inżynierii bezpieczeństwa jest planowanie, projektowanie, organizowanie i funkcjonowanie prakseologicznych systemów bezpieczeństwa oraz technologii w zakresie

<sup>1</sup> J. Wolanin, *Inżynieria w bezpieczeństwie wewnętrznym*. Wyd. SGSP Warszawa 2020.

<sup>2</sup> P. Sienkiewicz (red.), *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*. PWE Warszawa 2015.

zapobiegania i usuwania skutków negatywnego oddziaływania obiektów technicznych i zjawisk naturalnych na otoczenie, w celu ochrony życia i zdrowia ludzi oraz wszelkich artefaktów i dóbr cywilizacyjnych.

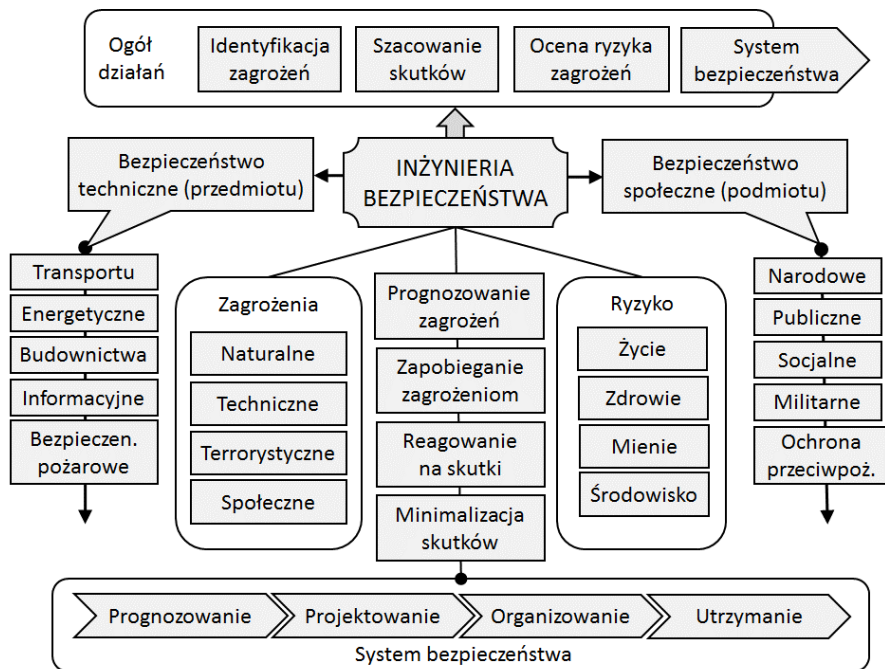
Inżynieria bezpieczeństwa wyrosła z potrzeby przeciwdziałania różnym zagrożeniom skierowanym przeciwko bezpieczeństwu ludzi, technologii i środowiska naturalnego. Współczesna cywilizacja jest narażona na zagrożenia naturalne (trzęsienia ziemi, huragany, lawiny, powódzie, susze), zagrożenia techniczne, głównie awarie i katastrofy obiektów technicznych (energetyka jądrowa, transport i komunikacja, budownictwo, przemysł chemiczny), a także destrukcyjne działanie człowieka (niepokoje społeczne, konflikty i wojny, terroryzm, sabotaż). Wśród zagrożeń naturalnych ostatnio znacznie uaktywniły się zagrożenia biologiczne, medyczne i pandemiczne.

Celem systemowej inżynierii bezpieczeństwa jest zagwarantowanie maksymalnego bezpieczeństwa ludzi, techniki i technologii we wszystkich jej wymiarach. Chodzi o ochronę naszej współczesnej cywilizacji, tak mocno przepełnionej licznymi artefaktami ludzkiej działalności. Zadania te programowo realizuje inżynieria, głównie inżynieria bezpieczeństwa technicznego i coraz częściej inżynieria bezpieczeństwa cywilnego. Dominująca inżynieria bezpieczeństwa technicznego zajmuje się projektowaniem, budowaniem, eksploatacją oraz likwidacją obiektów technicznych pod kątem minimalizowania ich negatywnego oddziaływania na całe środowisko bezpieczeństwa, obejmujące środowisko naturalne, społeczne i techniczne współczesnej cywilizacji. Inżynieria bezpieczeństwa cywilnego zajmuje się ograniczaniem i usuwaniem negatywnych skutków (szkód) wywołanych bezpośrednio przez zagrożenia naturalne, awarie i katastrofy techniczne i umyślne, destrukcyjne działanie człowieka, co jest zaliczane do inżynierii bezpieczeństwa publicznego<sup>3</sup> (rys. 2.1).

Z uwagi na uniwersum tego pojęcia bezpieczeństwu praktycznie w każdej dziedzinie życia społeczno-gospodarczego i cywilizacyjnego można przypisać odpowiednią kategorię inżynierii bezpieczeństwa. Przykładowo w ramach inżynierii bezpieczeństwa transportu mówi się o inżynierii bezpieczeństwa transportu drogowego, kolejowego, morskiego, lotniczego, kosmicznego, a także inżynierii bezpieczeństwa ruchu pieszego<sup>4</sup>. Inżynieria bezpieczeństwa jest niemal paradygmatem w sferze budownictwa, górnictwa, hutnictwa, energetyki, a także rolnictwa, leśnictwa itp. Integrującą rolę odgrywają międzynarodowe standardy bezpieczeństwa i higieny pracy (BHP), które są doskonałą aplikacją praktyczną uniwersalnych zasad inżynierii bezpieczeństwa we wszystkich obszarach praktycznej działalności zawodowej.

<sup>3</sup> J. Zboina, B. Wiśniewski, *Ochrona przeciwpożarowa a bezpieczeństwo państwa*. Wyd. CNBOP-PIB Józefów 2014.

<sup>4</sup> B. Stęplowski, *Wprowadzenie do inżynierii logistyki bezpieczeństwa*. Difin Warszawa 2019.



Rys. 2.1. Istota, struktura i kategorie inżynierii bezpieczeństwa

Inżynieria bezpieczeństwa w najwyższym stopniu dotyczy tzw. inżynierii miękkich (innowacyjnych) obejmujących wrażliwe sfery życia społecznego, politycznego czy gospodarczego – najczęściej w wymiarze międzynarodowym i globalnym. Na tym polu rozwijana jest teoria i praktyka inżynierii bezpieczeństwa narodowego, wewnętrznego, publicznego, społecznego, a także politycznego, militarnego, czy międzynarodowego<sup>5</sup>. Ze względu na obserwowane zmiany klimatyczne bardzo dużo mówi się dziś o inżynierii bezpieczeństwa ekologicznego i klimatycznego. W ostatnim czasie (2020/2021) wobec gwałtownego ataku pandemii COVID-19 (SARS-2) do rangi najwyższej urosło bezpieczeństwo zdrowotne i stosowane tam różne działania profilaktyczno-zapobiegawcze korzystające z teorii i praktyki szerokiej inżynierii bezpieczeństwa pandemicznego (zdrowotnego). Niemal cały światowy przemysł farmaceutyczny skierował swoje wysiłki na wytworzenie skutecznej szczepionki przeciw wirusom SARS COV-2 możliwie w najkrótszym czasie przy zachowaniu najwyższych standardów bezpieczeństwa zdrowotnego.

Ważne miejsce w inżynierii bezpieczeństwa zajmuje inżynieria bezpieczeństwa pożarowego, która obejmuje bezpieczeństwo pożarowe i ochronę

<sup>5</sup> K. Ficoń, *Bezpieczeństwo narodowe i jego typologie*. BEL Studio Warszawa 2020.

przeciwpożarową<sup>6</sup>. Pojęcie bezpieczeństwa pożarowego można zdefiniować jako: stan eliminujący zagrożenie dla życia lub zdrowia ludzi, uzyskiwany przez funkcjonowanie systemu norm prawnych i technicznych środków zabezpieczenia przeciwpożarowego oraz prowadzonych działań zapobiegawczych przed pożarem. Natomiast praktyczna działalność – ochrona przeciwpożarowa polega na realizacji przedsięwzięć mających na celu ochronę życia, zdrowia i mienia lub środowiska przed pożarem, klęską żywiołową lub innym miejscowym zagrożeniem poprzez: zapobieganie powstaniu i rozprzestrzenianiu się pożaru, zapewnienie sił i środków do zwalczania pożaru, prowadzenie działań ratowniczych i ewakuacyjnych.

Inżynieria bezpieczeństwa pożarowego jest narzędziem stosowanym w ochronie przeciwpożarowej do projektowania i oceny bezpieczeństwa pożarowego określonych obiektów. Polega ona na zastosowaniu ścisłych zasad i reguł inżynierskich oraz osądu eksperckiego, opartych na naukowo uzyskanej wiedzy na temat zjawisk pożarowych, oddziaływań pożaru oraz reakcji i zachowań ludzi. W praktyce inżynieria bezpieczeństwa pożarowego rozpoczyna się od określenia celów ochrony przeciwpożarowej. Wyróżnia się następujące, wzajemnie ze sobą powiązane cele w zakresie bezpieczeństwa pożarowego: ochrona zdrowia i życia, ochrona mienia (w tym dóbr historycznych), ochrona środowiska naturalnego, zapewnienie ciągłości działania każdej organizacji.

Docelowo inżynieria bezpieczeństwa pożarowego stwarza możliwość projektowania i oceniania poziomu bezpieczeństwa pożarowego z wykorzystaniem podejścia inżynierskiego opartego na kwantyfikacji przebiegu (rozwoju) zjawiska pożaru i prognozowaniu zachowań ludzi w kontekście czynników mających wpływ na zdrowie i życie ludzi, ich mienie oraz środowisko naturalne. Misją społeczną inżynierii bezpieczeństwa pożarowego jest, po pierwsze, ochrona życia, mienia, środowiska (społecznego i naturalnego) i dziedzictwa historycznego, po drugie, określanie stopnia zagrożenia pożarowego oraz ryzyka wystąpienia pożaru i jego skutków, po trzecie, delegowanie optymalnych sił i środków zabezpieczających i zapobiegawczych, niezbędnych do ograniczania skutków pożaru, w określonych granicach.

## 2.2. INŻYNIERIA FINANSOWA

Nowy XXI wiek to narodziny i bujny rozkwit inżynierii finansowej (*Financial Engineering*) bazującej na wybranych metodach współczesnej matematyki stosowanej, głównie statystyki oraz teorii finansów, bankowości i w ogólności makroekonomii<sup>7</sup>. Jej celem jest analiza instrumentów pochodnych

<sup>6</sup> J. Zboina, B. Wiśniewski, *Ochrona przeciwpożarowa a bezpieczeństwo państwa*. Wyd. CNBOP-PIB Józefów 2014.

<sup>7</sup> A. Szopa, *Podstawy inżynierii finansowej*. Wolters Kluwer Warszawa 2012.

rynku finansowego, metodami analitycznej wyceny (prognozowania) określonych wskaźników, celem zminimalizowania ryzyka, np. finansowego, giełdowego, kredytowego, a także biznesowego. Dla potrzeb dynamicznie rozwijającej się inżynierii finansowej i jej globalnych produktów, głównie w sektorze giełdowym, ubezpieczeniowym i bankowym został stworzony nowy dział matematyki finansowej, realizowanej także jako specjalność akademicka na kierunku studiów matematyka lub nauki o zarządzaniu.

Inżynieria finansowa jest atrakcyjną dziedziną nowoczesnych finansów, która dostarcza narzędzi do modelowania i prognozowania zdarzeń na rynkach finansowych oraz do ilościowego zarządzania ryzykiem związanym z inwestycjami finansowymi. Do statutowych celów inżynierii finansowej należą: budowa złożonych strategii inwestycyjnych, prognozowanie cen instrumentów finansowych, projektowanie, analizowanie i tworzenie instrumentów finansowych, wycena instrumentów finansowych, zarządzanie ryzykiem inwestycji finansowych. Przy realizacji tych celów wykorzystywane są techniki ekonometryczne i matematyczne pozwalające na analityczne modelowanie i prognozowanie zdarzeń na rynkach finansowych. Inżynieria finansowa jest więc dziedziną, w której łączy się wiedza z zakresu finansów, ekonometrii, zastosowań matematyki oraz metod współczesnej informatyki.

Inżynieria finansowa pozwala rzetelnie prognozować ceny i ryzyko na rynkach finansowych<sup>8</sup>. Analizuje i typuje nowoczesne metody zarządzania ryzykiem inwestycji za pomocą modeli statystycznych i matematycznych, a przede wszystkim oferuje szerokie umiejętności wyceny skomplikowanych instrumentów finansowych. Dzięki umiejętnemu rozłożeniu ryzyka, precyzyjnej identyfikacji jego źródeł oraz stosowaniu skutecznych metod zarządzania ryzykiem zwiększa się efektywność i bezpieczeństwo prowadzonej działalności gospodarczej. Bardzo ważnym narzędziem inżynierii finansowej jest operowanie zawansowanymi produktami finansowymi i bankowymi, takimi jak: opcje bankowe, nowe akcje i obligacje, różne fundusze, stosowanie akcjonariatu, kontrakty terminowe, które zwiększają motywację pracowników i zaufanie klientów<sup>9</sup> (rys. 2.2).

---

<sup>8</sup> I. Jacyna-Golda, *Inżynieria oceny efektywności sieci dostaw*. WN PWN Warszawa 2019.

<sup>9</sup> A. Weron, R. Weron, *Inżynieria finansowa. Wycena instrumentów pochodnych. Symulacje komputerowe*. WN PWN 2017.