

UNIwersytet Łódzki  
Dyscyplina Nauki o Zarządzaniu i Jakości  
Wydział Zarządzania

**Grzegorz Sowula**

Rozprawa doktorska

**Zastosowanie Teorii Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań  
w działalności komercjalizacyjnej Łukasiewicz - Instytut  
Mikroelektroniki i Fotoniki**

Promotor: dr hab. Zbigniew Matyjas, prof. UŁ

Łódź 2025

## Spis treści

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Wykaz skrótów .....                                                   | 5  |
| Wprowadzenie do problematyki pracy .....                              | 8  |
| Rozdział 1 Teoretyczne uwarunkowania komercjalizacji .....            | 12 |
| 1.1.    Pojęcie komercjalizacji .....                                 | 12 |
| 1.2.    Rola komercjalizacji w polityce technologicznej państwa ..... | 15 |
| 1.2.1.    Europejski system innowacji .....                           | 18 |
| 1.2.2.    Polski system innowacji.....                                | 19 |
| 1.3.    Komercjalizacja a nauki o zarządzaniu i jakości .....         | 21 |
| 1.3.1.    Struktura innowacyjnego przedsiębiorstwa .....              | 22 |
| 1.3.2.    Strategia .....                                             | 23 |
| 1.3.3.    Kultura .....                                               | 24 |
| 1.4.    Otoczenie procesu komercjalizacji .....                       | 25 |
| 1.4.1.    Instytucje wsparcia .....                                   | 25 |
| 1.4.2.    Licencjonowanie i sprzedaż patentów .....                   | 36 |
| 1.4.3.    Spółki celowe, spin-out i spin-off.....                     | 37 |
| 1.4.4.    Pośrednicy w transferze technologii.....                    | 40 |
| 1.4.5.    Crowdfunding czyli finansowanie społecznościowe.....        | 41 |
| 1.5.    Determinanty procesu komercjalizacji .....                    | 42 |
| 1.5.1.    Kapitał i technologia .....                                 | 45 |
| 1.5.2.    Prawo .....                                                 | 47 |
| 1.5.3.    Kultura .....                                               | 49 |
| 1.5.4.    Dolina śmierci.....                                         | 50 |
| 1.5.5.    Czynniki wewnętrzne .....                                   | 53 |
| Rozdział 2 Zastosowanie TRIZ w komercjalizacji.....                   | 55 |
| 2.1.    Geneza TRIZ.....                                              | 55 |

|                                                                                              |                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.2.                                                                                         | Narzędzia .....                                                              | 60  |
| 2.3.                                                                                         | Zalety i wady TRIZ.....                                                      | 69  |
| 2.4.                                                                                         | TRIZ-biznes .....                                                            | 71  |
| 2.4.1                                                                                        | Adaptacje TRIZ-biznes .....                                                  | 71  |
| 2.4.2                                                                                        | TRIZ-biznes – podejście autorskie .....                                      | 79  |
| 2.4.3                                                                                        | Zalety i wady TRIZ-biznes .....                                              | 91  |
| 2.5.                                                                                         | Porównanie do innych metod zarządzania.....                                  | 91  |
| Rozdział 3. Wykorzystanie TRIZ w procesie komercjalizacji w świetle badań jakościowych ..... |                                                                              | 108 |
| 3.1                                                                                          | Proces komercjalizacji w świetle badań jakościowych .....                    | 108 |
| 3.2                                                                                          | Wykorzystanie TRIZ w świetle badań jakościowych.....                         | 117 |
| 3.2.1                                                                                        | Sposób przeprowadzenia badania .....                                         | 117 |
| 3.2.2                                                                                        | Opinie ekspertów odnośnie startupów .....                                    | 118 |
| 3.2.3                                                                                        | Warunki stosowania TRIZ w jednostkach naukowych .....                        | 119 |
| 3.2.4                                                                                        | Wykorzystywane narzędzia TRIZ .....                                          | 121 |
| 3.2.5                                                                                        | TRIZ-biznes .....                                                            | 121 |
| 3.2.6                                                                                        | TRIZ a alternatywne narzędzia.....                                           | 123 |
| 3.2.7                                                                                        | Zalety i wady TRIZ.....                                                      | 124 |
| Rozdział 4 Studium przypadku zastosowania TRIZ w procesie komercjalizacji Ł-IMIF .....       |                                                                              | 126 |
| 4.1                                                                                          | Charakterystyka instytucji .....                                             | 126 |
| 4.1.1                                                                                        | Zanim powstał Ł-IMIF, czyli historia ITME i ITE .....                        | 126 |
| 4.1.2                                                                                        | Forma prawna instytucji .....                                                | 136 |
| 4.1.3                                                                                        | Specyfika Sieci Badawczej Łukasiewicz.....                                   | 141 |
| 4.1.4                                                                                        | Zasoby Ł-IMIF .....                                                          | 144 |
| 4.1.5                                                                                        | Wdrożenia, komercjalizacja oraz współpraca z przedsiębiorcami w Ł-IMIF ..... | 150 |
| 4.1.6.                                                                                       | Projekty Ł-IMIF jako element procesu komercjalizacji .....                   | 153 |

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1.7 Studium przypadku projektu naukowego .....                                                        | 154 |
| 4.2 Historia zastosowania TRIZ w Ł-IMIF .....                                                           | 155 |
| Rozdział 5 Adaptacja TRIZ do problematyki komercjalizacji .....                                         | 159 |
| 5.1 Zastosowanie opracowanego narzędzia w IMIF .....                                                    | 159 |
| 5.2 Potencjał TRIZ-biznes do zastosowania w Wyzwaniach Łukasiewicza .....                               | 165 |
| 5.3 Sprzeczności w naukach o zarządzaniu .....                                                          | 169 |
| 5.4 Badania w działaniu.....                                                                            | 174 |
| Podsumowanie .....                                                                                      | 177 |
| Bibliografia .....                                                                                      | 180 |
| Inne źródła: .....                                                                                      | 196 |
| Akty prawne:.....                                                                                       | 196 |
| Materiały źródłowe: .....                                                                               | 196 |
| Źródła internetowe:.....                                                                                | 197 |
| Spis tabel.....                                                                                         | 201 |
| Spis rysunków.....                                                                                      | 201 |
| Załącznik 1 Przegląd rozwiązań dla barier procesu tworzenia, wdrożenia i komercjalizacji innowacji..... | 203 |
| Streszczenie .....                                                                                      | 212 |

## Wykaz skrótów

ABM – Agencja Badań Medycznych

AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza

ARIZ – Algorytm Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań

ARIZ 77 – jak wyżej, wersja z 1977 r.

ASIC - Specjalizowany układ scalony

CECA - Łańcuch przyczynowo-skutkowy wad

CEMI - Naukowo-Produkcyjne Centrum Półprzewodników

CEO – dyrektor generalny, prezes

ChRL – Chińska Republika Ludowa

CŁ – Centrum Łukasiewicz

CNRS - Centre National de la Recherche Scientifique

CoCom - kraje bloku wschodniego

CSIC - Consejo Superior de Investigaciones Científicas

CTT – Centrum Transferu Technologii

CZITT - Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii

DARPA – Amerykańska agencja zarządzania projektami zaawansowanych badań na rzecz obrony

DFA - Projektowanie dla montażu

DFM - projektowanie dla produkcji

DOE - Projektowanie eksperymentów, Design of experiments

ERISA - Employee Retirement Income Security Act

ETA - Analiza drzewa zdarzeń Event Tree Analysis

EUR – waluta Euro

Eurostat – Europejskie Biuro Statystyczne

FMEA - Metoda Analizy Skutków i Przyczyn Wad

FP TEWA - fabryka półprzewodników

FS – fin. Społ.

FTA - analiza drzewa porażek Failure Tree Analysis

GUS – Główny Urząd Statystyczny

HBR – Harvard Business Review

HR -human resources

IBS - Instytut Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej sp. z o.o.

IDEALS - Ideal Design of Effective and Logical Systems, Idealne projektowanie efektywnych i logicznych systemów

IIS - Fraunhofer Institute for Integrated Circuits

IMIF – Instytut Mikroelektroniki I Fotoniki

IN – Innovation Incubator

IP – własność intelektualna

IRR - wewnętrzna stopa zwrotu

IT – technologie informacyjne

ITE – Instytut Technologii Elektronowej

KBN -komitet badań naukowych

KE – Komisja Europejska

KIT - Krakowski Instytut Technologiczny,

Ł-IMIF – Łukasiewicz - Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki

MA TRIZ – Międzynarodowe Stowarzyszenie TRIZ

MAB – międzynarodowe agendy badawcze

MIT - Massachusetts Institute of Technology

Mld - miliardy

MML - Metoda małych ludzików

MNiSW – Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

MOS technologii

MŚP – Małe i średnie przedsiębiorstwa

MVP – podstawowa wersja produktu, minimum viable product

NASA – amerykańska agencja kosmiczna

NASDAQ – amerykańska giełda papierów wartościowych

NCBR – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

NCN – Narodowe Centrum Nauki

NIT - Narodowego Instytutu Technologicznego

NPV - Net Present Value,

NREL – amerykańskie Narodowe Laboratorium Energii Odnawialnej

OBR - ośrodek badawczo-rozwojowy

OECD – Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju

PAN – Polska Akademia Nauk

PCT – międzynarodowy system patentowy

PIT - Poznański Instytut Technologiczny

PKB – Produkt Krajowy Brutto  
POLON POL-on – zintegrowany system informacji o nauce polskiej i szkolnictwie wyższym  
PUF - Poszukiwanie ukierunkowane funkcyjnie  
PW – Politechnika Warszawska  
QFD - Quality Function Deployment  
RCA - root cause analysis  
RCA+ - Root Conflict Analysis  
RIE/ICP - technologie trawienia plazmowego  
SBŁ – Sieć Badawcza Łukasiewicz  
SIPOC - Metoda analiz procesu poprzez budowę diagramu  
T.F. - Towarzystwa Fraunhofera : Fraunhofer-Gesellschaft  
THz - teraherc  
TOC - Teoria ograniczeń  
TQM - Zarządzanie przez jakość  
TRIZ – Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań  
TRIZ-biznes - Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań dla zarządzania  
TRL – Poziom gotowości Technologicznej  
TRPK - tabeli rozwiązywania problemów komercjalizacyjnych  
TTO – Biuro Transferu Technologii  
UE – Unia Europejska  
UNDP - Program Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju  
USD – dolar amerykański  
UW – Uniwersytet Warszawski  
VBA - Visual Basic for Applications  
VC – Fundusze wysokiego ryzyka  
w. - wieku  
WIPO - Światowa Organizacja Własności Intelektualnej  
WIT - Warszawski Instytut Technologiczny

## Wprowadzenie do problematyki pracy

Niniejsza praca powstała w ramach programu doktoratów wdrożeniowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, realizowanego w Szkole Doktorskiej Nauk Społecznych Uniwersytetu Łódzkiego. Komponent wdrożeniowy nakładał na badacza obowiązek zwrócenia szczególnej uwagi na praktyczne wykorzystanie uzyskanych wyników prac naukowych. Miało to miejsce, zgodnie z koncepcją badań w działaniu, poprzez organizację szeregu spotkań warsztatowych w macierzystej jednostce, czyli Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych, a po jego przekształceniu – w Instytucie Mikroelektroniki i Fotoniki, zrzeszonego w Sieci Badawczej Łukasiewicz.

Pomysł na niniejszą pracę ma swoje źródło w zrealizowanych w instytucie szkoleniach dotyczących Teorii Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań w 2018 r., w szczególności zaś przedstawienia sposobu tworzenia jednego z narzędzi – matrycy sprzeczności. Uniwersalność matrycy do rozwiązywania sprzeczności technicznych, bazującej na analizie kilku tysięcy świadectw wynalazczych zrodziła pytanie o możliwość zastosowania takiego podejścia w innych dziedzinach. Z drugiej strony matryca, jak i inne narzędzia TRIZ, ograniczają się do stworzenia nowego rozwiązania, pomijając problematykę wdrożenia i sprzedaży (czyli komercjalizacji, w przypadku niniejszej pracy w jednostkach naukowych). Problematyka ta rodzi zupełnie inne wyzwania niż wyłaniające się w czasie tworzenia technologii, która będzie podlegać wdrożeniu wewnętrznemu bądź, zazwyczaj odpłatnemu, transferowi do innych podmiotów.

Wobec powyższego, ogólnym celem pracy jest rozszerzenie stosowania Teorii Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań do analizy i rozwiązywania zagadnień procesu komercjalizacji po opracowaniu rozwiązania technologicznego.

Szczegółowe cele badawcze pracy obejmują:

- przedstawienie uwarunkowań ekonomicznych i kulturowych komercjalizacji,
- odpowiedź na pytanie, w jaki sposób TRIZ może pomóc naukowcom w tworzeniu innowacji,
- wskazanie dodatkowych uwarunkowań dla skutecznego wdrożenia TRIZ w jednostkach naukowych,
- odpowiedź na pytanie, w jaki sposób TRIZ jest wykorzystywany do problematyki zarządzania,
- przedstawienie szczególnych uwarunkowań komercjalizacji odnośnie produkcji układów elektronicznych, w szczególności w przypadku Łukasiewicz - IMIF.

Praca, ze względu na swój charakter, posiada również cele wdrożeniowe (praktyczne). Są to:

- Sformułowanie własnego algorytmu i narzędzi rozwiązywania problemów zarządzania w procesie komercjalizacji.
- Weryfikacja przydatności narzędzia poprzez jego zastosowanie w czasie warsztatów problemowych w jednostce naukowej, Praca została podzielona na pięć rozdziałów, z czego dwa pierwsze są rozdziałami teoretycznymi, a kolejne trzy to rozdziały empiryczne.

W rozdziale pierwszym przedstawiono pojęcie komercjalizacji, w tym definicję, jaką posługiwano się w pracy. Ponadto wskazano różnice pomiędzy polskim a europejskim systemem innowacji, strukturę, strategię i kulturę innowacyjnych przedsiębiorstw. Opisano również istotne elementy otoczenia procesu komercjalizacji, w postaci instytucji wsparcia, uwarunkowania tworzenia i komercjalizacji własności intelektualnej. Tworzenie przez jednostki naukowe spółek celowych, spin-out oraz spin-off jest również jednym ze sposobów na komercjalizację wiedzy, co także zostało zawarte w rozdziale, podobnie jak wskazanie roli publicznych pośredników w procesie oraz nowego rodzaju wsparcia w postaci finansowania społecznościowego, w tym w sektorze nauki. Wreszcie na końcu rozdziału przedstawiono czynniki warunkujące proces komercjalizacji, w postaci dostępności kapitału i technologii, prawa, roli czynników kulturowych, zjawiska tzw. doliny śmierci, czy też wewnątrzorganizacyjnych metod zarządzania procesem (akty prawa wewnętrznego, metody oceny portfela projektów innowacyjnych). Rozdział drugi rozprawy poświęcono zastosowaniu Teorii Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań w procesie komercjalizacji, poprzez opis samego TRIZ (jego genezy, podstawowych narzędzi, wskazania zalet i wad). Istotnym elementem pracy jest zbadanie i przedstawienie zjawiska TRIZ-biznes, stąd też odpowiedni podrozdział mu poświęcony, w tym analiza możliwości zastosowania w tzw. Wyzwaniach Łukasiewicza (wkład autora w dziedzinę), oraz opracowane własne narzędzia TRIZ-biznes, w postaci algorytmu rozwiązywania problemów procesu komercjalizacji, tabelarycznego „Przeglądu rozwiązań dla barier procesu tworzenia, wdrożenia i komercjalizacji innowacji” w wersji pełnej i podstawowej oraz formularza oceny projektów naukowych. W ostatnim podrozdziale TRIZ został porównany z 26 metodami usprawniania produktów oraz organizacji.

W rozdziale trzecim przedstawiono studium przypadku zastosowania TRIZ w procesie komercjalizacji Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki.

W tym celu przedstawiono charakterystykę instytucji, jaką jest Ł-IMIF, jej wieloletniej historii (poprzednich form organizacyjnych), uwarunkowań prawnych w jakich funkcjonuje, zasobów jakimi dysponuje oraz sposobu realizacji procesu komercjalizacji, w tym poprzez współpracę z zewnętrznymi podmiotami. Rozdział zawiera również opis projektów realizowanych w Ł-IMIF, w tym typowy dla nich model komercjalizacji oraz studium przypadku projektu „Przyrządy grafenowe na węglu krzemu do detekcji pola magnetycznego w skrajnych warunkach temperaturowych”, ze szczególnym uwzględnieniem jego potencjału do wdrożenia. Wreszcie ostatnia część rozdziału przedstawia, w jaki sposób pracownicy Ł-IMIF poznali TRIZ oraz projekt wewnętrzny, do opracowania którego wykorzystano jedno z narzędzi TRIZ.

Na rozdział czwarty składa się opis wyników badań jakościowych w postaci wywiadów pogłębionych, przeprowadzonych z pracownikami i kadrą zarządzającą Ł-IMIF. Wywiady dotyczyły specyficznych barier z jakimi borykają się podczas współpracy z otoczeniem gospodarczym jednostki naukowej, w tym w szczególności Ł-IMIF.

Rozdział piąty zawiera wyniki badań jakościowych w postaci wywiadów pogłębionych dotyczących zastosowania TRIZ w praktyce, w tym w jednostkach naukowych oraz doświadczeń lub wiedzy na temat TRIZ-biznes, a także wdrożenie opracowanego przez autora algorytmu i narzędzia rozwiązywania problemów zarządzania w procesie komercjalizacji. Ponadto przedstawiono przebieg dwóch edycji warsztatów problemowych w Ł-IMIF, które stanowiły weryfikację przydatności narzędzia.

Ostatnią część pracy stanowi podsumowanie i wnioski praktyczne.

W pracy zastosowano następujące metody badawcze:

- krytyczny przegląd literatury dotyczącej uwarunkowań i otoczenia procesu komercjalizacji,
- przegląd literatury w czasopiśmie Harvard Business Review oraz MIT Sloan Review dla okresu od 01.01.2010 r. do 30.12.2022 r.,
- badania jakościowe w postaci sześciu wywiadów pogłębionych dotyczących komercjalizacji oraz siedmiu dotyczących TRIZ,
- studium przypadku: komercjalizacji w Ł-IMIF oraz potencjalnych zastosowań praktycznych wyników jednego z projektów naukowych,
- analizy porównawczej Centrum Łukasiewicz i Towarzystwa Fraunhofera,
- badania w działaniu, w postaci przeprowadzonych warsztatów które weryfikowały ustalenia teoretyczne i miały na celu zmianę w organizacji,

- ilościowe, w postaci podstawowych statystyk opisujących Ł-IMIF, oraz zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji do określenia potencjału zastosowania komercyjnego grafenu.

Z przeprowadzonych w pracy badań i wieloletniego doświadczenia praktycznego doktoranta można wnioskować, iż problem komercjalizacji technologii jest zagadnieniem złożonym i szczególnie istotnym dla dalszego rozwoju gospodarczego Polski. Bazowanie na wprowadzaniu cudzych rozwiązań jest niewystarczające by znaleźć się w grupie krajów o najwyższym PKB per capita. W porównaniu z typowymi przedsiębiorstwami, przedsiębiorstwa innowacyjne generują większe przychody oraz zapewniają lepiej płatne miejsca pracy. Polska poza środkami własnymi przeznaczanymi na naukę dysponuje dofinansowaniem z UE, co rodzi również pytanie, w jaki sposób zapewnić warunki do ich efektywnego wykorzystania.

Innowacje stanowią także istotny element zapewnienia bezpieczeństwa państwa wobec zagrożeń militarnych. Zmiany technologiczne powodują, że inwestowanie w pewne rodzaje uzbrojenia może nie mieć już uzasadnienia. Technologie informacyjne są niezbędne do prowadzenia współczesnych działań wojennych. Jak przedstawiono w niniejszej pracy, pierwsze zastosowania nowych technologii, np. w produkcji elektronicznej, miały miejsce w przemyśle zbrojeniowym, co poprzedzało późniejsze, cywilne zastosowania (opisano na przykładzie historii mikroelektroniki, w tym Ł-IMIF).

# Rozdział 1 Teoretyczne uwarunkowania komercjalizacji

## 1.1. Pojęcie komercjalizacji

Polska nie osiągnęła poziomu rozwoju gospodarczego i płac wiodących gospodarek Unii Europejskiej, Azji i USA. Niski poziom innowacyjności jest jednocześnie rezultatem (bogate kraje mają wolne środki na inwestycje), jak i powodem (innowacje generują ponadprzeciętne zyski i mają wkład do PKB) powyższych zjawisk.

W rankingu Komisji Europejskiej European Innovation Scoreboard (edycja 2021), Polska zajęła 24 miejsce na 28 państw członkowskich Unii Europejskiej, czyli czwarte od końca<sup>1</sup>. Najmocniej odstajemy od średniej europejskiej jeśli chodzi o liczbę doktoratów (22 % średniej UE), w tym realizowanych przez studentów zagranicznych (11 %). Liczba doktorantów, obok publikacji międzynarodowych (53,2 % średniej UE), jest czynnikiem napędzającym innowacyjność<sup>2</sup>.

W 2021 r. w Globalnym Indeksie Wiedzy UNDP nasz kraj zajął 33 miejsce na 154 państwa, zaś w Globalnym Indeksie Innowacji 40 miejsce (spadek z pozycji 38 w 2020 r.)<sup>3</sup>. Globalny Indeks Wiedzy zbudowano w oparciu o 232 wskaźniki dotyczące edukacji, innowacji oraz technik informacyjnych i komputerowych.

Z problemem niskiego poziomu innowacyjności wiąże się problematyka komercjalizacji, czyli zagadnienie wdrażania do gospodarki wiedzy naukowej.

Komercjalizacja definiowana jest w literaturze różnorako (co nie oznacza, że bez punktów wspólnych). Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w 2016 r. określiło ją jako „działania obejmujące transfer technologii i wdrożenie wyników, które z założenia mają przynieść właścicielowi tych wyników przychody i korzyści finansowe”<sup>4</sup>. Bazując na dokonanym przeglądzie definicji komercjalizacji, M. Radło z zespołem wskazują, że jest to proces „w którym coś staje się (lub jest) przedmiotem obrotu rynkowego w ramach działalności nastawionej na zysk”<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> H. Hollanders, N. Es-Sadki, European Innovation Scoreboard 2021, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021.

<sup>2</sup> G. Calcagnini, I. Favaretto, Models of university technology transfer: analyses and policies, Journal of Technology Transfer, 41, 2016, s. 655.

<sup>3</sup> Indeks opracowany przez Uniwersytet Cornella ze Światową Organizacją Własności Intelektualnej - WIPO, uwzględniający m.in. patenty

<sup>4</sup> M. Barszcz (red), Komercjalizacja B+R dla praktyków, 2016, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa, s. 20.

<sup>5</sup> M. Radło et al., Komercjalizacja, wdrożenia i transfer technologii. Definicje i pomiar. Dobre praktyki wybranych krajów, Oficyna Wydawnicza SGH, 2020, s. 43

Zakres podmiotowy pojęcia komercjalizacji wyznaczono zgodnie z podręcznikiem Frascati, dotyczącym pomiaru b+r. Obejmuje on następujące grupy podmiotów: sektor przedsiębiorstw (łącznie z przedsiębiorstwami spin-off, w których jednostki szkolnictwa wyższego posiadają udziały), sektor rządowy (z wyłączeniem przedsiębiorstw państwowych). Zasadniczym kryterium odróżniającym jest kontrola przez państwo. Do tej kategorii należy zaliczyć również instytuty badawcze niekontrolowane przez pozostałe dwa sektory. Na szkolnictwo wyższe składają się uniwersytety, politechniki i inne szkoły realizujące program nauczania na poziomie wyższym, a także wydzielone, kontrolowane podmioty wyspecjalizowane w pracach b+r (np. kliniki). Ostatni z sektorów dotyczy prywatnych instytucji niekomercyjnych, pokrywając się z sektorem organizacji pozarządowych, i określony został mianem marginalnego (ze względu na udział w ogóle działalności b+r).

Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce wskazuje 10 podmiotów prowadzących głównie działalność naukową w sposób samodzielny i ciągły (w tym kategorię „inne”) oraz 5 instytucji wsparcia: Narodową Agencję Wymiany Akademickiej, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Narodowe Centrum Nauki, Agencję Badań Medycznych oraz Akademię Kopernikańską. Dystrybuują one krajowe i międzynarodowe środki na badania naukowe. Jeśli chodzi o proces komercjalizacji, szczególne znaczenie mają NCBR oraz ABM, specjalizujące się w badaniach stosowanych, a w przypadku NCBR również prac badawczo-rozwojowych, zatem ukierunkowanych na tworzenie nowej wiedzy na potrzeby opracowywania konkretnych produktów lub procesów. Badania podstawowe, których celem jest zdobycie wiedzy o nieznanym możliwych zastosowaniach wspiera NCN.

Zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce wyróżniamy dwa typy komercjalizacji:

- Komercjalizacja bezpośrednia, czyli „sprzedaż wyników badań naukowych, prac rozwojowych lub know-how związanego z tymi wynikami albo oddawanie do użytkowania tych wyników lub know-how, w szczególności na podstawie umowy licencyjnej, najmu oraz dzierżawy”<sup>6</sup>
- Komercjalizacja pośrednia, czyli „obejmowanie lub nabywanie udziałów lub akcji w spółkach w celu wdrożenia lub przygotowania do wdrożenia wyników

---

<sup>6</sup> art. 2 ust. 1 pkt 35, Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. 2018 poz. 1668,

badan naukowych, prac rozwojowych lub know-how związanego z tymi wynikami”<sup>7</sup>.

Komercjalizacja może zatem polegać na odsprzedaży wynalazku podmiotowi trzeciemu lub jego rozwojowi przez jednostkę w celu samodzielnego wdrożenia.

D. Trzmielak włącza do definicji budowę modelu biznesowego: „Komercjalizacja (..) jest kształtowaniem wartości dodanej dla idei, wyników badań, technologii i nowego produktu. Jest również budowaniem modelu biznesowego obecnej lub przyszłej organizacji opierającej rozwój o nowe technologie lub nowe produkty”<sup>8</sup>. Terminem pokrewnym komercjalizacji jest transfer wiedzy, np. D. Trzmielak wskazuje, że transfer technologii jest częścią procesu komercjalizacji<sup>9</sup>. Można wręcz stwierdzić, że transfer jest głównym celem tego procesu (jeżeli będziemy pamiętać, że może mieć miejsce zarówno między działem badawczym a produkcyjnymi/świadczącymi usługi wewnątrz przedsiębiorstwa, jak i na zewnątrz).

Wąskie rozumienie procesu, koncentrujące się wyłącznie na etapie sprzedaży poprzez „wprowadzenie nowego produktu lub usługi na rynek” proponuje A.H. Jasiński<sup>10</sup>.

W szerszym rozumieniu, zbliżonym do zakresu pojęcia z jakim stykamy się w przypadku komercjalizacji w jednostkach naukowych, jest to „proces pozyskiwania pomysłów, wzbogacania ich o komplementarną wiedzę, opracowywania i wytwarzania towarów nadających się do sprzedaży oraz sprzedaży towarów na rynku”<sup>11</sup>. K.B. Matusiak proponuje stosunkowo uniwersalną definicję, wskazując na „całokształt działań związananych z przekształcaniem wiedzy w nowe produkty, technologie i rozwiązania organizacyjne”<sup>12</sup>. Pojęcie komercjalizacji w niniejszej pracy będzie stosowane zgodnie z tą definicją, która odpowiada doświadczeniom autora. Ze względu na praktyczny charakter pracy (zgodnie z formułą doktoratów wdrożeniowych) zrezygnowano z tworzenia własnej. Z kolei definicje kładące nacisk na prawny aspekt komercjalizacji (czyli odpłatne przekazanie praw własności intelektualnej) nadmiernie zawężyłyby pole analizy i doprowadziły do pominięcia istotnych uwarunkowań procesu, dotyczących np. fazy tworzenia koncepcji badań.

---

<sup>7</sup> *Ibidem*, art. 2 ust. 1 pkt 36

<sup>8</sup> D. Trzmielak, *Komercjalizacja wiedzy i technologii - determinanty i strategie*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 2013, s. 15.

<sup>9</sup> D. Trzmielak, *Komercjalizacja wiedzy i technologii .....*, op.cit., s. 38.

<sup>10</sup> A. H. Jasiński, *Innowacyjność w gospodarce Polski. Modele, bariery, instrumenty wsparcia*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, s. 31.

<sup>11</sup> W. Mitchell, K. Singh, *Survival of Businesses Using Collaborative Relationships to Commercialize Complex Goods*. *Strategic Management Journal*, 1996, 17(3), s. 170.

<sup>12</sup> K.B. Matusiak (red.), *Innowacje i transfer technologii: Słownik pojęć*, PARP, Warszawa 2011, s. 139.

Typowe ujęcie procesu komercjalizacji, który rozpoczyna się dopiero z zakończeniem części badawczej, pasuje do badań podstawowych. W badaniach stosowanych za początek należałoby uznać dokonanie rozeznania rynkowego co do potencjalnych zastosowań. Jest to o tyle istotne, że błędy na tym etapie utrudniają bądź uniemożliwiają praktyczne zastosowanie wyników czy też odsprzedaż. Charakterystyczna jest konieczność odejścia od liniowego spojrzenia na proces naukowo-badawczy (od badań podstawowych, przez stosowane, po prace rozwojowe).

## 1.2. Rola komercjalizacji w polityce technologicznej państwa

W XIX w. Friedrich List wskazał wzrost konkurencyjności gospodarki niemieckiej jako cel polityki (określonej jako krajowy system ekonomii politycznej w publikacji pod tym tytułem z 1841 r.), który miał zostać osiągnięty poprzez wdrożenie nabytej wiedzy o nowych technologiach<sup>13</sup>. Zainteresowanie ekonomistów problematyką polityki innowacyjnej zaczęło się na początku lat 80. XX wieku, kiedy m.in. zdefiniowano jej cel jako osiągnięcie i utrzymanie międzynarodowej konkurencyjności produkcji danego kraju<sup>14</sup>. Współczesne rozumienie polityki innowacyjnej zmierza do łącznia elementów różnych polityk w komplementarną całość, z podkreśleniem związków ze strategicznymi celami tejże polityki na poziomie regionalnym i krajowym<sup>15</sup>. Istotne jest rozróżnienie między polityką innowacji a ogólną polityką wzrostu gospodarczego. Pierwsza powinna koncentrować się na rozwoju technologii, które aktualnie nie istnieją, podczas gdy polityka wzrostu zmierza do zachęcenia do przeniesienia lub stworzenia biznesu na danym terytorium<sup>16</sup>.

Politykę technologiczną możemy również zdefiniować zgodnie ze sposobem podejścia państwa do roli, jaką powinno odgrywać w rozwoju nauki w odniesieniu do potrzeb gospodarki. B. Bozemann na podstawie doświadczeń USA wskazał na 3 paradygmaty (modele) dotyczące współczesnej polityki technologicznej: oparte na zawodności rynku, misyjne i współpracy. Paradygmat zawodnego rynku zakłada, że rynek jest generalnie najbardziej efektywnym sposobem alokacji zasobów. W szczególnych przypadkach, kiedy zawodzi, wkracza państwo, poprzez zachęcanie sektora prywatnego do badań.

---

<sup>13</sup> C. Freeman, The "National System of Innovation" in historical perspective, *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 1995, s. 5.

<sup>14</sup> A.H. Jasiński, Polityka innowacyjna w procesie transformacji w Polsce: czy skuteczna?, *Optimum. Economic Studies*, s. 71.

<sup>15</sup> M.A. Weresa, Współczesny model polityki innowacyjnej – doświadczenia liderów innowacyjności, *Ekonomia XXI Wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 3(11), 2016, s. 228.

<sup>16</sup> D. Breznitz, The Cardinal Sins of Innovation Policy, *Harvard Business Review*, 2014/7, s. 1–2.

W podejściu misyjnym państwo realizuje badania w dziedzinach, w których występuje interes ogólnospołeczny, np. rolnictwie czy przemyśle obronnym. Współpraca na polu technologii zakłada najszerszą rolę państwa w badaniach, których wyniki w postaci innowacji przekazywane są do sektora prywatnego<sup>17</sup>. Trudno nie zauważyć, że np. polska polityka innowacyjna realizuje wszystkie trzy paradygmaty, choć np. model współpracy jest mocno ograniczony przepisami prawa zabraniającymi nieodpłatnego przekazywania know-how i innych praw własności intelektualnej innym podmiotom (w tym prywatnym).

Model potrójnej helisy (triple helix) zakłada uzupełniającą rolę 3 sektorów: produkcyjnego, rządowego i naukowego w tworzeniu innowacji<sup>18</sup>. Dzięki zachodzącym między sektorami interakcjom, mogą zostać sklasyfikowane jako system (systemy) innowacji, które realizują działania w trzech przestrzeniach: wiedzy, innowacji i konsensusu<sup>19</sup>. Odpowiednio przestrzeń wiedzy odnosi się do jej generowania, rozpowszechnienia i wykorzystania, przestrzeń innowacji do organizacji, głównie publicznych, wysiłków dla tworzenia startupów, migracji przedsiębiorczych jednostek, działania jednostek wyspecjalizowanych we współpracy międzysektorowej (np. biur transferu technologii), podczas gdy przestrzeń konsensu obejmuje organizacje będące polem wymiany idei między kluczowymi lokalnymi aktorami systemu innowacji, formułujące zalecenia strategiczne lub nowe idee rozwoju systemu innowacji w sytuacji kryzysu lub braku zasobów<sup>20</sup>. Rys. 1.1 ilustruje przepływ pomiędzy sektorami ludzi (absolwenci uniwersytetów), idei (potrzeby przedsiębiorców, będące podstawą badań aplikacyjnych) oraz brakujących zasobów z sektora publicznego. Współpraca trzech sektorów tworzy wspólne pole tworzenia innowacji.

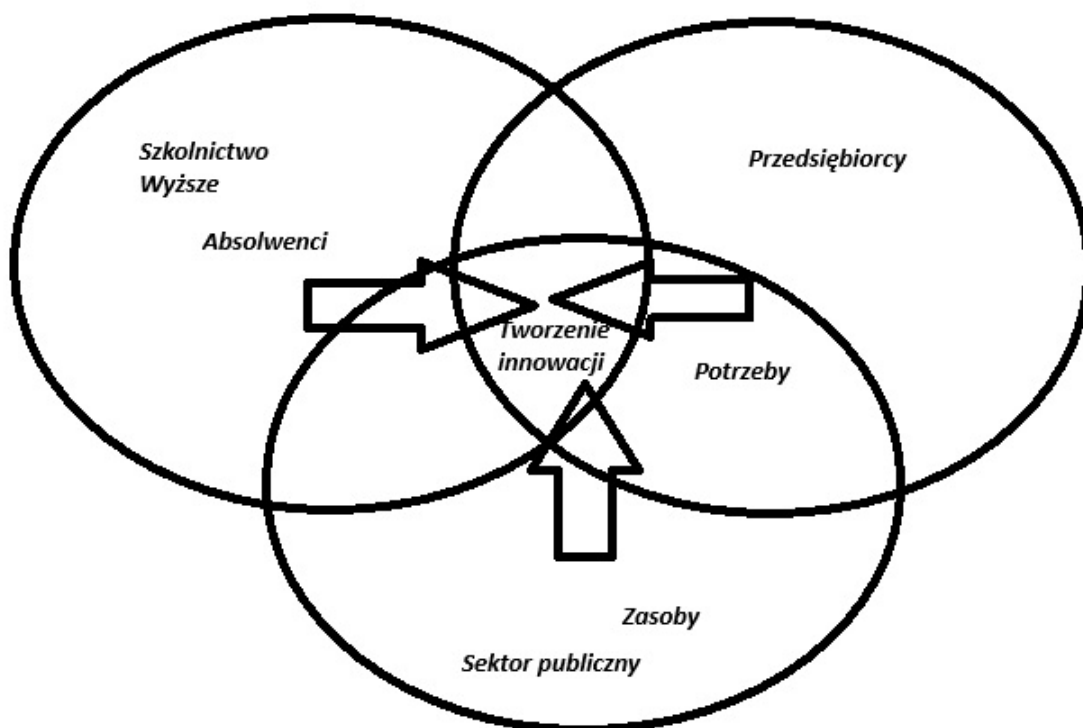
---

<sup>17</sup> B. Bozeman, Technology transfer and public policy: a review of research and theory, *Research Policy*, 29(4–5), 2000, 630–634.

<sup>18</sup> M. Ranga, H. Etzkowitz, Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society, *Industry and Higher Education*, vol. 27, 4: 2013. August 1, s. 237-262.

<sup>19</sup> *Ibidem*.

<sup>20</sup> *Ibidem*.



Rysunek 1.1, Model potrójnej helisy, źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Ranga, H. Etzkowitz, Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society, Industry and Higher Education, vol. 27, 4: 2013, s. 237-262.

Zgodnie z powyższym, komercjalizacja, jako część procesu powstawania innowacji, wymaga aktywnej roli państwa jako regulatora transferu technologii, a także prowadzenia badań w celu przejścia do etapów bliższych wdrożenia w dziedzinach mało atrakcyjnych z punktu widzenia rynku. Niedoskonałość rynku w osiągnięciu optymalnego poziomu innowacyjności, uzasadniająca interwencję państwa, spowodowana jest tym, że technologia nie jest ani klasycznym towarem ani dobrem publicznym, w związku z czym występują różnice w prywatnych i społecznych zyskach z innowacji<sup>21</sup>.

Na tym tle trzeba przeanalizować polskie warunki realizacji polityki naukowej. Jest ona kształtowana przez regulacje stworzone na poziomie krajowym jak i ogólnoeuropejskim. Istnienie licznych państwowych ośrodków innowacji (zarówno prowadzących badania, jak i wspierających ich wdrażanie) wskazywałoby na dominację paradygmatu współpracy w polityce innowacyjnej, choć wprowadzenie m.in. ulgi innowacyjnej w podatkach wskazuje, że jest również stosowane instrumentarium paradygmatu

<sup>21</sup> P.M. Romer, Endogenous technological change, Journal of Political Economy, 1990, no. 5, s.71 i 99.

zawodnego rynku. Problematyka niniejszej pracy dotyczy wynikających z polskiego modelu polityki innowacyjnej trudności, z jakimi borykają się jednostki publiczne w transferze własnych osiągnięć do gospodarki.

### 1.2.1. Europejski system innowacji

Kluczowym elementem europejskiego (w rozumieniu: dotyczącego krajów członkowskich UE oraz, w mniejszym stopniu, krajów stowarzyszonych) modelu innowacji, biorąc pod uwagę skalę środków, jest siedmioletni program wspierania badań i innowacji Horizon Europe (aktualnie na lata 2021 - 2027). Środki zarządzanego centralnie przez Komisję Europejską Horizon Europe nie są przypisane do konkretnych państw członkowskich. Wsparcie przyjmuje głównie formę dotacji wypłacanych bezpośrednio uczestnikom procesu innowacyjnego (czym różni się np. od regionalnego systemu dystrybucji środków UE)<sup>22</sup>. Cele główne i obszary tematyczne programu ustalane są centralnie przez KE dla całego obszaru UE – stanowią one odpowiedź na wyzwania cywilizacyjne płynące z diagnozy stanu całej wspólnoty. W odpowiedzi na nie indywidualne podmioty (najczęściej w formie międzynarodowych partnerstw) przygotowują projekty, które następnie selekcionowane są zgodnie z przyjętymi kryteriami.

Ze względu na silną konkurencję międzynarodową, polskie podmioty od lat partycypują w programie w niewielkim stopniu; środki wypłacane naszym podmiotom nie odpowiadają wkładowi Polski do budżetu programu.

Komercjalizacja w programie odpowiada pojęciu upowszechniania i wykorzystania (org. *dissemination and exploitation*). Są to niezbędne elementy każdego projektu. Przewiduje się 3 rodzaje wykorzystania: komercyjne, społeczne i polityczne.

Ze względu na niski stopień partycypacji polskich<sup>23</sup> jednostek wpływ europejskiego systemu innowacji (w rozumieniu centralnym) na transfer technologii z polskiej nauki do przedsiębiorstw należy uznać za śladowy w ujęciu statystycznym<sup>24</sup>, z wyłączeniem

---

<sup>22</sup> Horizon Europe, (materiał informacyjny) Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2021

<sup>23</sup> [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/framework-programme-facts-and-figures/horizon-2020-country-profiles-2014-2020\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/framework-programme-facts-and-figures/horizon-2020-country-profiles-2014-2020_en), dane dla Polski [dostęp: 26.03.2025]. Polskie jednostki składają 1.81 % wszystkich wniosków w Horizon 2020, otrzymując dofinansowanie na poziomie 1,10 % budżetu programu. UE liczy 448 mln mieszkańców, Polska 36,69 mln, stąd proporcjonalnie Polska powinna mieć 12,2 % udziału w obu kategoriach.

<sup>24</sup> Roczne nakłady krajowe brutto na działalność B+R (GERD) w 2023 r. wyniosły 53,1 mld zł; dofinansowanie z Horyzont dla polskich podmiotów stanowi 1,66 % całości wydatków, przy czym program trwał 6 lat, stąd udział w poszczególnych latach byłby kilkukrotnie mniejszy; Informacje sygnałne

intensywnego, punktowego wykorzystania przez niektóre podmioty (np. spółka Ensemble3 powołana przy Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki w Warszawie).

### 1.2.2. Polski system innowacji

Na polski system innowacji (w ujęciu modelu potrójnej helisy) składa się państwo, przedsiębiorcy oraz sektor naukowy. Państwo wpływa na pozostałych aktorów poprzez dostarczanie ram reguł współpracy (m.in. prawo własności intelektualnej), kryteriów oceny działalności innowacyjnej (ministerstwo odpowiedzialne za sprawy nauki) dla sektora szkolnictwa wyższego i nauki, a także dostarcza zasobów do realizacji badań i współpracy poprzez system dotacyjny. Istotną barierą dla współpracy nauki i biznesu jest sposób oceny naukowców przez jednostki naukowe premiujący publikacje<sup>25</sup>. Sposób oceny pracownika przez jednostkę jest pochodną sposobu oceny jednostki przez państwo, od czego z kolei zależy poziom subwencji. Z drugiej strony zasady awansu naukowego są sprzeczne z logiką finansowania nauki, podkreślającą znaczenie użyteczności wyników prac badawczych<sup>26</sup>.

Istotne znaczenie mają tworzone przez sektor państwowy programy dotacyjne wspierające bądź zachęcające do działań proinnowacyjnych oraz ulgi w systemie podatkowym. Ostatnia faza procesu innowacji, produkcja, wspierana jest przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości. Wreszcie sektor rządowy zapewnia również zasoby w postaci gotowej przestrzeni (parki technologiczne, inkubatory przedsiębiorczości) a także wiedzy (doradztwo, szkolenia).

Sektor tworzenia wiedzy, czyli szkolnictwo wyższe i nauka, dostarcza kadr dla sektora produkcyjnego (uniwersytety i politechniki) oraz generuje własność intelektualną będącą podbudową dla innowacyjności przedsiębiorstw (instytuty badawcze, instytuty Sieci Badawczej Łukasiewicz, instytuty PAN). Do sektora wiedzy należy także zaliczyć prywatne centra badawczo-rozwojowe, głównie funkcjonujące jako jednostki zależne od średnich i dużych przedsiębiorstw.

---

Głównego Urzędu Statystycznego, Działalność badawcza i rozwojowa w Polsce w 2023 r., z dnia 29.10.2024 r. [<https://stat.gov.pl/>]

<sup>25</sup> D.M. Trzmielak, M. Gregorczyk, B. Gregor, Transfer wiedzy i technologii z organizacji naukowo-badawczych do przedsiębiorstw, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016 r. s. 93.

<sup>26</sup> K.B. Matusiak, J. Guliński, (2010), Rekomendacje zmian w polskim systemie transferu technologii i komercjalizacji wiedzy, PARP, s. 37 i 42.

Sektor produkcyjny i usługowy powinien być konsumentem rezultatów wytworzonych przez oba wyżej wspomniane sektory. Niestety, funkcjonowanie współpracy międzysektorowej spotyka się z powszechną krytyką, w szczególności na linii nauka-przedsiębiorcy<sup>27</sup>. Rzadko korzystają oni z własności intelektualnej powstałej poza przedsiębiorstwem. W związku z tym oba sektory funkcjonują raczej w odrębnych światach, co zresztą znajduje odbicie w licznych badaniach barier procesu komercjalizacji – nie tylko w Polsce. Powszechnie wskazuje się na problemy komunikacyjne i rozbieżność priorytetów pomiędzy naukowcami a przedsiębiorcami.

Wyjaśnieniem może być również niski poziom kapitału społecznego, w tym zaufania, jaki stwierdza się w społeczeństwie polskim<sup>28</sup>, co wskazywałoby na nierozwiązane problemy w ramach modelu poczwórnej helisy, w której obok współpracy pomiędzy sektorem nauki, przedsiębiorcami oraz sektorem publicznym wskazuje się na wpływ środowiska kulturowego, mediów i społeczeństwa obywatelskiego na tworzenie innowacji<sup>29</sup>. Dostarczają one (lub nie) korzystnych warunków dla kreatywności oraz informacji zwrotnej dla pozostałych sektorów na temat trafności podejmowanych decyzji odnośnie polityki systemu innowacji<sup>30</sup>.

Ponadto państwowy system instytucjonalny wsparcia innowacji okazuje się zawodny; np. w latach 2008 - 2015 r. nastąpił spadek liczby firm innowacyjnych w przemyśle, zaś wg danych GUS w latach 2015 - 2020 r. nastąpił spadek wydatków na aktywność innowacyjną wśród przedsiębiorstw. Państwowe instytucje zatrudniają 80 % pracowników b+r, podczas gdy to z przemysłu pochodzi 80% wdrożonych innowacji<sup>31</sup>. Udział nakładów wewnętrznych b+r w PKB w 2020 r. wyniósł 1,39%<sup>32</sup>. Jest to wynik skromny w porównaniu z ponad 3 % np. w Niemczech. Trzeba mieć jednak świadomość, że rozdział przemysłu od nauki, z wszystkimi negatywnymi konsekwencjami, nie jest

---

<sup>27</sup> A.H. Jasiński, *Polityka innowacyjna w procesie transformacji ...*, op.cit, s. 235.

<sup>28</sup> Np. w ramach cyklicznego Europejskiego Badania Społecznego, Runda 11 – 2023, Płec we współczesnej Europie: nowe spojrzenie na równość i na odwrót od niej, dla pytania: *Większości ludzi można zaufać lub nie można być zbyt ostrożnym?* (11 stopni skali) mediana odpowiedzi dla Polski plasowała nasz kraj na 15 pozycji spośród 23 badanych krajów europejskich <https://www.europeansocialsurvey.org/>, [dostęp: 24.04.2025 r.]; zaufanie uznawane jest za kluczowy lub jeden z kluczowych elementów pojęcia kapitału społecznego (np. Kapitał społeczny i jego wymiary, w: A. Bieńkuńska, P. Ciecieląg, A. Góralczyk, M. Haponiuk, R. Wieczorkowski, *Jakość życia i kapitał społeczny w Polsce. Wyniki Badania spójności społecznej 2018*, GUS, Warszawa 2020).

<sup>29</sup> E. G. Carayannis, D. F.J. Campbell, *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems. 21st-Century Democracy, Innovation, and Entrepreneurship for Development*, Springer, 2012, s. 12-14.

<sup>30</sup> *Ibidem*, s. 1.

<sup>31</sup> A.H. Jasiński, *Polityka innowacyjna w procesie transformacji ...*, s. 235.

<sup>32</sup> Działalność badawcza i rozwojowa w Polsce w 2020 r. (informacja sygnałna), GUS.

tylko domeną Polski. W USA korporacje do lat 70-tych posiadały co najmniej porównywalne osiągnięcia w naukach podstawowych jak sektor akademicki, jednakże od lat 80-tych zaczęły koncentrować się na pracach rozwojowych<sup>33</sup>. Dominacja sektora akademickiego w badaniach podstawowych skutkuje rosnącymi problemami z wdrożeniami odkryć do gospodarki, mimo inwestowania coraz większych środków w badania, głównie z powodu braku niezbędnych zasobów, które posiada wyłącznie sektor przemysłowy<sup>34</sup>. Dlatego tak istotna jest rola pośredników w postaci wyspecjalizowanych agend rządowych finansujących lukę rozwojową i powstawanie firm odpryskowych, zasilanych środkami z funduszy wysokiego ryzyka.

### 1.3. Komercjalizacja a nauki o zarządzaniu i jakości

Komercjalizacja technologii jest procesem zawierającym elementy z różnych dziedzin nauki. Problemy techniczne rozwiązywane są w ramach badań w dziedzinie, której dotyczy innowacja. Problemy prawne, dotyczące m.in. transferu własności intelektualnej opisywane są w naukach prawnych. Wycena wartości technologii dotyczy nauk ekonomicznych<sup>35</sup> i nauk o zarządzaniu i jakości w postaci zarządzania finansami przedsiębiorstwa, elementem którego jest m.in. wycena aktywów trwałych w postaci własności intelektualnej. Zarządzanie działem b+r, nadzór nad specjalistami (technologami), rola innowacji w przetrwaniu i wzroście przedsiębiorstwa oraz planowaniu strategicznym należy również do zarządzania. W ujęciu makroekonomicznym rola innowacji w budowaniu wzrostu gospodarczego została wskazana w nagrodzonej Nagrodą Nobla pracy R. Solowa<sup>36</sup>. Komercjalizacja jest nieodzownie związana z pojęciem innowacji. W ujęciu pioniera teorii innowacji J. Schumpetera komercjalizacja jest wpisana w samą innowację (Schumpeter nie posługiwał się pojęciem komercjalizacji; wg niego innowacja zawiera w sobie zarówno pomysł, jak i realizację). Teoria zjawiska komercjalizacji jest opisywana w ramach nauk

---

<sup>33</sup> A. Arora, S. Belenzon, A. Pataconi, J. Suh, Why the U.S. innovation ecosystem is slowing down. Harvard Business Review, 2019, s. 5.

<sup>34</sup> *Ibidem*, s. 4 i 7.

<sup>35</sup> Np. D.M. Trzmielak Ocena wartości ekonomicznej technologii w: D.M. Trzmielak, Komercjalizacja wiedzy i technologii..., op.cit., s. 145-165.

<sup>36</sup> R. Solow, A Contribution to the Theory of Economic Growth, Quarterly Journal of Economics, 1956, nr 70.

ekonomicznych i zarządzania<sup>37</sup>. Z drugiej strony, badania nad komercjalizacją mogą zasilać ogólną teorię dyscypliny<sup>38</sup>.

W badaniach nad komercjalizacją analizuje się m.in. modele komercjalizacji technologii, determinanty i bariery procesu, czynniki sukcesu, sposoby zarządzania budżetem i portfolio projektów, strategie patentowania, otoczenie procesu, rolę pośredników, strukturę organizacji korzystną dla innowacji, aspekty prawne czy podatkowe.

W literaturze nauk o zarządzaniu wskazuje się strukturę, strategię i kulturę jako kluczowe elementy przedsiębiorstwa podlegające analizie. Warto spojrzeć na nie w perspektywie komercjalizacji i innowacji.

### 1.3.1. Struktura innowacyjnego przedsiębiorstwa

W 2003 r. Tushman i Berner wysunęli postulat tzw. dwuręczności (ang. ambidexterity) struktury przedsiębiorstw produkcyjnych działających na innowacyjnych rynkach. Struktura dwuręczna oznacza wydzielenie w przedsiębiorstwie działów zajmujących się innowacyjnością, o odmiennych regułach funkcjonowania od działów produkcyjnych. Postulat był odpowiedzią na kryzys wielkich amerykańskich przedsiębiorstw lat 80 i 90-tych. Jego źródłem wg autorów było skostnienie przedsiębiorstw będące wynikiem koncentracji na doskonałej produkcji (poprzez stosowanie metod takich jak just-in-time) aktualnie występujących produktów i zaniedbanie innowacyjności, która wymaga bardziej swobodnego działania. Analizowano również optymalną strukturę zespołu wydzielonego do badań i rozwoju. Zespół innowacyjny nie powinien być zbyt liczny, zaś płaska struktura zniechęca do walki o stanowiska<sup>39</sup>. Nie bez znaczenia jest też proporcja pomiędzy przedsiębiorcami a ekspertami w dziedzinie w zespole innowacyjnym. Eksperci nie powinni stanowić więcej niż 40 % zespołu<sup>40</sup>. Z kolei w przypadku sektora naukowego struktura np. uczelni wyższych nie jest dostosowana do szybkiego przebiegu procesu komercjalizacji, gdyż wymaga podjęcia kilku decyzji przez odrębne działy,

---

<sup>37</sup> D.M. Trzmielak, Komercjalizacja wiedzy i technologii..., op.cit, s. 16.

<sup>38</sup> R. Fini, E. Rasmussen, J. Wiklund, M. Wright, Theories from the Lab: How Research on Science Commercialization Can Contribute to Management Studies (July 2019), Journal of Management Studies, Vol. 56, Issue 5, 2019, s. 868.

<sup>39</sup> S. Bahcall, The Innovation Equation. The most important variables are structural, not cultural, Harvard Business Review, marzec-kwiecień 2019.

<sup>40</sup> R. Katila, Too Many Experts Can Hurt Your Innovation Projects, Harvard Business Review Digital Articles, 2017, nr 7.

w tym rektora. Może być to zniechęcające dla przedsiębiorców, w przypadku których czas realizacji jest istotnym czynnikiem warunkującym sens całego procesu.

Proces badawczy i komercjalizacji by był skuteczny wymaga innej struktury niż typowa działalność użyteczna o powtarzalnym charakterze. Stąd problemem komercjalizacji jest m.in. spotkanie podmiotów o odmiennej strukturze, np. naukowcy o często autonomicznej pozycji w ramach macierzystych jednostek zachowują się inaczej niż typowy pracownik przedsiębiorstwa produkcyjnego. Innowacja wymaga ryzyka, wyobraźni, sprzyjających warunków zewnętrznych, jednak jej zaniedbanie przez podmioty o strukturze dopasowanej do doskonałej produkcji powtarzalnych produktów kończy się dla tych podmiotów porażką. W ramach jednostek naukowych o pozycji świadczą stopnie naukowe, publikacje i granty, co generuje logikę utrudniającą spełnienie potrzeb przedsiębiorców.

### 1.3.2. Strategia

Działania innowacyjne wymagają uwzględnienia w strategii przedsiębiorstwa. Konieczne jest wyznaczanie celów, wskaźników i terminów realizacji, przypisanie zasobów technicznych i finansowych oraz kadry<sup>41</sup>. Uświadomienie znaczenia innowacyjności dla przetrwania i wzrostu firmy spowodowało pojawienie się postulatu tworzenia strategii innowacyjnej, rozstrzygającej np. jakiego typu innowacje będą finansowane (rutynowe czy radykalne), a także tworzenie oddzielnych substrategii dla każdego z działów firmy, by niwelować opór wobec zmian<sup>42</sup>. Informacji przydatnych do formułowania strategii mogą dostarczyć narzędzia big-data, zbierające za pomocą algorytmów sztucznej inteligencji dane z Internetu o trendach innowacyjnych<sup>43</sup>.

Strategie komercjalizacji możemy podzielić na typu push (tworzenia wiedzy, a następnie poszukiwanie odbiorców) oraz pull (tworzenie innowacji na podstawie potrzeb potencjalnych odbiorców, „potrzeba jest matką wynalazków”). Podział push-pull, który wprowadził P. Kotler w odniesieniu do strategii marketingowych, jest użyteczny również w przypadku komercjalizacji. W polskim sektorze naukowym dominuje strategia push, z raczej słabymi rezultatami (niski odsetek komercjalizowanych patentów jednostek naukowych). Strategia push może być uzasadniona, jeżeli rynek na naszą innowację

---

<sup>41</sup> P. F. Drucker, Praktyka zarządzania, MT Biznes, Warszawa 2017, s. 117.

<sup>42</sup> G.P. Pisano, You need an innovation strategy, Harvard Business Review, 2015, czerwiec, s. 46-54.

<sup>43</sup> Por. W. Cetera, W. Gogołek, A. Żołnierski, D. Jaruga, Potential for the use of large unstructured data resources by public innovation support institutions, Journal of Big Data, 2022.

jeszcze nie istnieje (np. układy scalone)<sup>44</sup>. Strategia pull jest wymuszana m.in. przez system redystrybucyjny dotacji (np. programy NCBR, gdzie temat innowacji określa przedsiębiorca a badania realizują jednostki naukowe) oraz poprzez jednostki zarządzające (np. Program Wyzwań Sieci Badawczej Łukasiewicz, gdzie biznes określa problem do rozwiązania dla instytutów). Wadą strategii pull jest ograniczenie przez wyobraźnię klienta<sup>45</sup>. Obecnie coraz częściej model ten określany jest jako model innowacji napędzanej przez użytkownika (user-driven innovation, innowacja popytowa), co do istoty jednak pozostaje ten sam – ramy innowacji określa rynek<sup>46</sup>.

Model interaktywny (lub interakcyjny) zakłada stałą współpracę i komunikację jednostek naukowych i podmiotów gospodarczych przez okres tworzenia innowacji.<sup>4748</sup>

W modelu pull wydzielona jednostka (w literaturze często określana mianem biura transferu technologii – technology transfer offices, TTO), zbiera informacje od przedsiębiorców o ich zasygnalizowanych problemach, a następnie na tej podstawie uruchamiane są badania. Często na etapie kontaktu biura transferu technologii z przedsiębiorcą określa się źródła finansowania badań, czy udział we własności intelektualnej, która dopiero powstanie.

### 1.3.3. Kultura

Organizacja pracy specjalistów, w tym naukowców, niezbędnych do innowacyjności, rodzi specyficzne trudności (m.in. dotyczące kontroli, a raczej braku możliwości kontroli przez managerów)<sup>49</sup>. Kapitał społeczny specjalistów technicznych i naukowców (posiadanie rozległej sieci kontaktów ze specjalistami z innych branż) zatrudnionych w firmie oddziałuje na jej potencjał do tworzenia nowych usług, produktów i procesów<sup>50</sup>. Kultura stanowi jedną ze składowych różnicujących krajowe systemy innowacji. Jednoosobowe zarządzanie w pełni oddanym do dyspozycji zespołem leży u podstaw sukcesu Toyoty oraz jej przewagi nad kulturą rozproszonej odpowiedzialności i zasobów amerykańskich korporacji. Niski poziom zaufania społecznego podnosi koszty

---

<sup>44</sup> G.P. Pisano, You need an innovation..., op.cit., s. 54

<sup>45</sup> *Ibidem*, s. 53.

<sup>46</sup> A. H. Jasiński, Innowacyjność w gospodarce Polski..., s. 16

<sup>47</sup> E. Gwarda-Guszyńska, Modele procesu komercjalizacji nowych technologii w przedsiębiorstwach. Uwarunkowania wyboru - kluczowe obszary decyzji, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 2013, s. 43.

<sup>48</sup> A. H. Jasiński, Innowacyjność w gospodarce Polski..., s. 30.

<sup>49</sup> P. F. Drucker, Praktyka zarządzania, s. 458-497.

<sup>50</sup> R. Burt, Structural Holes and Good Ideas, American Journal of Sociology Tom 110 Number 2, wrzesień 2004, s. 349 i następne.

transakcyjne oraz zwiększa poziom ryzyka, który w przypadku innowacji w sposób naturalny jest zawsze na wysokim poziomie.

Za Schumpeterem możemy podkreślić rolę przedsiębiorcy (lub głównego menedżera) w innowacyjności firmy. Przedsiębiorca-innowator poprzez np. nowe połączenie środków produkcji, stworzenie nowego produktu lub usługi, tworzy innowację przełamującą równowagę konkurencyjną na rynku: „Bazując na dotychczasowej wiedzy przedsiębiorca dokonuje odkrycia nowej wiedzy lub formuje nowe rozwiązania, by zapewnić firmie ponadstandardowe zyski”<sup>51</sup>. Od jego kompetencji i doświadczenia, na które składają się perspektywy przyniesione z innych branż, zależy być lub nie być przedsiębiorstwa.

#### 1.4. Otoczenie procesu komercjalizacji

Ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z dnia 20 lipca 2018 r.) w rozdziale szóstym wskazuje na następujące ścieżki komercjalizacji, możliwe dla sektora nauki:

- powołanie inkubatorów przedsiębiorczości oraz centrów transferu technologii;
- sprzedaż bądź oddanie do użytkowania (m.in. licencje) własności intelektualnej;
- objęcie udziałów w spółce celowej stworzonej w celu komercjalizacji.

Powyższy katalog należy traktować jako punkt wyjścia a nie wyczerpującą tematykę listę. Poniżej omówiono szereg narzędzi i instytucji wspomagających poszczególne ścieżki komercjalizacji.

##### 1.4.1. Instytucje wsparcia

Instytucje mające na celu wsparcie innowacyjnych przedsiębiorstw to inkubatory przedsiębiorczości, parki technologiczne, akceleratorzy, fundusze wysokiego ryzyka oraz aniołowie biznesu.

Inkubatory przedsiębiorczości są instytucjami wspierającymi powstawanie nowych przedsiębiorstw. W tym celu udostępniają zasoby infrastrukturalne, finansowe oraz

---

<sup>51</sup> J.A. Nickerson, T.R. Zenger, J.M. Olin, J. M. A Knowledge-Based Theory of the Firm-The Problem-Solving Perspective. *Organization Science*, 2004, 15(6), s. 618.

doradztwo ekspertów<sup>52</sup>. Dzieje się tak do osiągnięcia poziomu dojrzałości rynkowej, gdy przedsiębiorstwo powinno opuścić inkubator<sup>53</sup>.

Istnienie miejsc, gdzie mogą rozpocząć działalność i funkcjonować taniej niż podmioty o ugruntowanej pozycji na rynku sprzyja rozwojowi przedsiębiorczości. Ponadto w przypadku najmu preferencyjne warunki oznaczają możliwość opuszczenia inkubatora w dogodnym dla przedsiębiorcy terminie<sup>54</sup>. Inkubatory zapewniają również doradztwo prawne i księgowe, a także np. typowy sprzęt przemysłowy. Doradztwo może być szczególnie potrzebne – statystyki wskazują, że większość przedsiębiorstw kończy działalność w pierwszych dwóch latach od założenia, a ponadto pozwala oszczędzić na kosztach zatrudnienia. Idea inkubatorów przedsiębiorczości powstała w USA i rozprzestrzeniła się powoli w latach 60-tych i 70-tych, również w postaci inkubatorów zakładanych przez państwo. Jeszcze w 1980 r. w USA funkcjonowało tylko 12 inkubatorów, dopiero zaangażowanie rządu w ich promocję doprowadziło do zwielokrotnienia tej liczby (do 1995 r. powołano 600 inkubatorów)<sup>55</sup>.

Niektórzy autorzy uważają (na podstawie danych dotyczących zatrudnienia oraz generowanych zwrotów z inwestycji), że propagowanie powszechnej przedsiębiorczości nie ma sensu<sup>56</sup>, jednakże należy wziąć pod uwagę, że przedsiębiorstwa zakładane przez naukowców, ze względu na profil działalności oraz poziom intelektualny twórców, różnią się od nie rokującej większych nadziei działalności tworzonych w dziedzinach o niskich barierach wejścia przez osoby o przeciętnych kwalifikacjach.

Przykłady funkcjonowania instytucji wsparcia młodych przedsiębiorstw w Polsce przedstawiono poniżej na przykładach trzech instytucji, wskazywanych przez ekspertów z Ł-IMIF jako dobre praktyki w tej dziedzinie: Akademii Górniczo-Hutniczej, Politechniki Warszawskiej oraz Centrum Łukasiewicz.

Akademia Górniczo-Hutnicza wspiera proces komercjalizacji na wszystkich etapach, od doradztwa w wyborze tematów badawczych, poprzez fazę inkubacji (tzw. przed akceleracyjną), doradztwo oraz inwestycje w ramach specjalnie wydzielonej spółki. Inkubacją oraz komercjalizacją w podejściu push czy też komercjalizacji bezpośredniej

---

<sup>52</sup> K. Górka, Ocena wybranych aspektów rozwoju inkubatorów przedsiębiorczości w Polsce na tle rozwoju rynku inkubatorów przedsiębiorczości w Stanach Zjednoczonych, *Zarządzanie i Finanse*, 2/2 2013, Uniwersytet Gdański, s. 112.

<sup>53</sup> K.B. Matusiak (red.), *Innowacje i transfer technologii...* op.cit, s. 104.

<sup>54</sup> *Ibidem*.

<sup>55</sup> K. Górka, Ocena wybranych aspektów rozwoju inkubatorów..., s. 117.

<sup>56</sup> S. Shane, Why encouraging more people to become entrepreneurs is bad public policy, *Small Business Economics*, 2009, 33(2), 141-149.

(czyli ochroną własności intelektualnej oraz ewentualnym udzielaniem licencji) zajmuje się Centrum Transferu Technologii, będące jednostką w ramach AGH. Wsparciem w tworzeniu i funkcjonowaniu spółek odpryskowych zajmuje się spółka Innoagh (we wrześniu 2023 r. w fazie inkubacji znajdowało się 15 przedsiębiorstw, 14 było już samodzielnych). Innoagh ma formę spółki celowej, utworzonej przez uczelnię na podstawie art. 149 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, realizując tzw. komercjalizację pośrednią (zgodnie z ustawą: „polegającą na obejmowaniu lub nabywaniu udziałów lub akcji w spółkach lub obejmowaniu warrantów subskrypcyjnych uprawniających do zapisu lub objęcia akcji w spółkach”). Innoagh obejmuje mniejszościowe udziały w inkubowanych spółkach w zamian za dofinansowanie lub aport w postaci praw własności intelektualnej<sup>57</sup>. Ponadto oferuje usługi badawczo-rozwojowe, prowadzi działalność edukacyjną i promuje przedsiębiorczość<sup>58</sup>. Spośród realizowanych projektów warto wspomnieć Strefę pomysłodawcy, która oparta jest na koncepcji tzw. lejka innowacji (innovation funnel)<sup>59</sup>, czyli kilkuetapowym mechanizmie selekcji dużej liczby pomysłów. W dużych międzynarodowych przedsiębiorstwach są to tysiące<sup>60</sup>, a w przypadku ww. Strefy jest to tysiąc w ramach czterech rund.

Do kwietnia 2023 r. ekosystem wspierania innowacji Politechniki Warszawskiej składał się z dwóch elementów. Za wsparcie na etapie tworzenia przedsiębiorstwa odpryskowego odpowiadała jednostka uczelni – Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii, prowadząca szkolenia dotyczące budowy modelu przedsiębiorstwa, przepisów prawa skierowanych do przedsiębiorców oraz specyficzne na temat umowy założycielskiej (tzw. founders agreement), finansowania i prezentacji dla potencjalnych inwestorów oraz dostarczająca wsparcia merytorycznego w postaci środków na stworzenie prototypu<sup>61</sup>. Rozwojem stworzonych spółek zajmuje się założona w 2012<sup>62</sup>

---

<sup>57</sup> <https://krakow.wyborcza.pl/krakow/7,44425,14303561,innoagh-czyli-jak-wykorzystac-wiedze-w-biznesie.html>

<sup>58</sup> Sprawozdanie Zarządu z działalności spółki Krakowskie Centrum Innowacyjnych Technologii Innoagh Sp. z o.o. w roku 2022, Kraków, dnia 22 maja 2023 r.

<sup>59</sup> <https://www.agh.edu.pl/aktualnosci/info/innoagh-wesprze-polskich-innowatorow>; [dostęp: 13.12.2023, g.10:08]

<sup>60</sup> M. Reitzig, Is your company choosing the best innovation ideas? MIT Sloan Management Review, 52(4), 2011, 47–52.

<sup>61</sup> <https://dziitt.pw.edu.pl/dla-pracownikow-pw/przedsiębiorczosc-startupy-oraz-spolki-spin-off-i-spin-out/preinkubacja/>

<sup>62</sup> Przez pierwszy rok działalności pod nazwą: Centrum Transferu Technologii Politechniki Warszawskiej sp. z o. o., Wystąpienie Pokontrolne P/14/084 – Zarządzanie własnością intelektualną w szkołach wyższych, Najwyższa Izba Kontroli, Jednostka kontrolowana: Politechnika Warszawska (okres: od 1 października 2011 r. do 30 września 2014 r.), LWA.4101.029.03.2015 P/14/084.

spółka celowa PW, Instytut Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej sp. z o.o., łącząca usługi inkubatora przedsiębiorczości (takie jak przestrzeń do prowadzenia działalności, marketing doradztwo), parku naukowo-technologicznego (w postaci dostępu do infrastruktury badawczej PW) oraz inwestora (na koniec 2022 r. IBS posiadał udziały w 30 spin-off<sup>63</sup>). Spółka zatrudnia 8 osób w różnym wymiarze czasu pracy, korzysta także z tzw. personelu zewnętrznego (w 2022 r. 40 osób)<sup>64</sup>. Organizacja zasadza się na funkcjonowaniu tzw. centrów: Centrum Komercjalizacji Wyników Badań, czyli transferu technologii dla komercjalizacji pośredniej – spółka dysponuje portfelem 404 technologii mogących być podmiotem komercjalizacji oraz pięciu o charakterze badawczo-rozwojowym. Całość udziałów w spółce celowej posiada Politechnika Warszawska. Od kwietnia 2023 r. Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii zostało zlikwidowane, powołano zaś Centrum Innowacji, z zakresem działania tożsamym z CZITT<sup>65</sup>.

Centrum Łukasiewicz powołało do życia akcelerator mający na celu zwiększenie liczby przedsiębiorstw odpryskowych zakładanych przez pracowników instytutów sieci. Akcelerator Łukasiewicza to program o charakterze zamkniętym, tj. mogą brać w nim udział wyłącznie pracownicy instytutów Sieci Badawczej Łukasiewicz. Dotychczas (grudzień 2023 r.) odbyły się dwie edycje programu. Koncepcja programu zakłada wieloetapową rekrutację do cykli szkoleń, zakończonych wyłonieniem zespołów, które prezentują koncepcję spółki technologicznej potencjalnym inwestorom (funduszom inwestycyjnym)<sup>66</sup>. W pierwszej edycji w 2021 r. wyłoniono 14, a w drugiej w 2022 r. 8 zespołów do etapu prezentacji. Wsparcie doradcze dotyczy uzupełnienia wiedzy badaczy o wybrane elementy kształcenia menadżerskiego: aspektów prawnych utworzenia podmiotu gospodarczego oraz jego finansowania, badania rynku, modeli biznesowych, marketingu. Z punktu widzenia teoretycznego podziału Akcelerator Łukasiewicza, którego celem jest założenie spółki przez wybrany zespół naukowców, bliższy jest inkubatorowi przedsiębiorczości, gdyż akceleratory (jak sama nazwa

---

<sup>63</sup> Dodatkowe informacje i objaśnienia do sprawozdania finansowego za okres od 01.01.2022 r. do 31.12.2022 r. Instytutu Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej Sp. z o.o.

<sup>64</sup> *Ibidem*, personel wewnętrzny: „Niezależni (pracujący na własny rachunek) lub zależni pracownicy (pracownicy podnajmowani) w pełni uczestniczący w projektach B+R danej jednostki statystycznej, którzy nie są formalnie osobami zatrudnionymi (...)”, <https://stat.gov.pl/metainformacje/slownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/4046.pojecie.html>

<sup>65</sup> Zarządzenie nr 10 /2023 Rektora Politechniki Warszawskiej z dnia 8 marca 2023 r. w sprawie zmian w strukturze organizacyjnej PW oraz zmian do Regulaminu organizacyjnego Politechniki Warszawskiej (WEiTI, CZiITT, IDUB, CINN, CPR, DAS).

<sup>66</sup> N. Puszczkowska, Akcelerator – biznes w zasięgu ręki, Polimery dla Biznesu 1/2023, nr 5 styczeń.

wskazuje) mają zazwyczaj na celu przyspieszenie rozwoju już istniejących podmiotów. Z drugiej strony ograniczony czasowo zakres wsparcia oraz etap prezentacji przed inwestorami są typowe dla akceleratorów, stąd byłaby to egzemplifikacja słuszności podejścia amerykańskiego, traktującego akceleratory jako podtyp inkubatorów.

Wydzielenie innowacji, która przynajmniej teoretycznie mogłaby być realizowana w ramach działalności instytutów, w których pracują badacze, można uzasadnić wagą dla mniejszego podmiotu przychodów ze sprzedaży jednego produktu w stosunku do istotności dla średniego lub dużego przedsiębiorstwa, jakimi są instytuty<sup>67</sup>.

|                                                           | PW                                              | AGH                                             | Sieć Badawcza Łukasiewicz |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------|
| Liczba pracowników naukowych                              | 2520 <sup>68</sup>                              | 2093,83 <sup>69</sup>                           | 4500 <sup>70</sup>        |
| Liczba absolwentów (2022 r.)                              | 5201                                            | 6083 <sup>71</sup>                              | N/D                       |
| Liczba inkubowanych spółek                                | 19 <sup>72</sup>                                | 15                                              | 15 technologii, 1 spółka  |
| Liczba spółek w jakich objęto udziały                     | 27                                              | 16                                              | 0                         |
| Rodzaj wsparcia (doradcze/infrastrukturalne/inwestycyjne) | doradcze/<br>infrastrukturalne/<br>inwestycyjne | doradcze/<br>infrastrukturalne/<br>inwestycyjne | doradcze                  |
| Rok rozpoczęcia wsparcia                                  | 2012                                            | 2009                                            | 2021                      |

Tabela 1.1 Porównanie trzech modeli funkcjonowania wsparcia przedsiębiorczości naukowej, źródło: opracowanie własne na podstawie danych PW, AGH, CŁ.

Trzeba mieć świadomość, że model funkcjonowania akceleratora sieci Centrum Łukasiewicz nie może uzyskać podobnych rezultatów, jak systemy innowacji PW i AGH,

<sup>67</sup> C. M. Christensen, The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail, 2016.

<sup>68</sup> Sprawozdanie Rektora z działalności Politechniki Warszawskiej za rok 2022.

<sup>69</sup> Sprawozdanie Rektora AGH z działalności uczelni w 2022 r.

<sup>70</sup> <https://lukasiewicz.gov.pl/>; dane zapewne szacunkowe, gdyż Instytuty SBŁ posiadają autonomię i sprawozdają swoją działalność odrębnie od CŁ, liczba obejmuje pracowników naukowych i inżynierów, a więc szerszą kategorię niż w przypadku AGH i PW.

<sup>71</sup> [https://www.cok.agh.edu.pl/fileadmin/\\_migrated/COK/DUSOS/sprawozdawczosc\\_statystyki/Absolwenci\\_wedlug\\_kierunkow\\_studiow\\_2022.pdf](https://www.cok.agh.edu.pl/fileadmin/_migrated/COK/DUSOS/sprawozdawczosc_statystyki/Absolwenci_wedlug_kierunkow_studiow_2022.pdf)

<sup>72</sup> Sprawozdanie Rektora z działalności Politechniki Warszawskiej za rok 2022.

co jest spowodowane: sieciową, a nie jednolitą strukturą SBŁ, jedynie dwuletnim okresem funkcjonowania, a także brakiem absolwentów, którzy w przypadku uczelni wyższych są naturalnym źródłem dla nowych przedsiębiorstw technologicznych<sup>73</sup>.

Centrum Łukasiewicz włącza fundusze inwestycyjne w proces oceny technologii (Demo Day I i II), jednakże nie dysponuje własną spółką celową, która mogłaby objąć udziały w startupach. Szereg instytutów sieci stosowało przez lata własne praktyki wspierania przedsiębiorstw odpryskowych, obejmując w nich udziały, stąd działania CŁ mają charakter uzupełniający (szczególnie, że dysponentami infrastruktury, z której korzystają spółki są instytuty, a nie Centrum Łukasiewicz). Rozwiązaniem mankamentu jakim jest brak bazy absolwentów, spośród których rekrutuje się grupa przyszłych przedsiębiorców może być program rekrutacji naukowców-przedsiębiorców spoza sieci, np. amerykański Lab-Embedded Entrepreneurship Program<sup>74</sup>. Program zakłada otwartą rekrutację przez tzw. węzły obiecujących naukowców, skierowanie do jednego z laboratoriów krajowych, wypłatę stypendium na realizację badań i wprowadzenie technologii na rynek. Usługi doradcze dostarczają lokalne instytucje otoczenia biznesu, opiekę merytoryczną zapewnia naukowiec z laboratorium (przykłady: Berkeley Lab Cyclotron Road, Oak Ridge National Laboratory Innovation Crossroads, Argonne National Laboratory Chain Reaction Innovations, NREL Innovation Incubator (IN<sup>2</sup>), Manhattan District<sup>75</sup>). Istotny jest udział w programie otoczenia przemysłowego ze zbliżonych sektorów gospodarki.

Kolejny element systemu wsparci innowacji stanowią parki technologiczne. Jest to wydzielona przestrzeń przez władze samorządowe w intencji ściągnięcia do nich najnowocześniejszych firm technologicznych. Jako główne cele parku technologicznego należy wskazać wspomaganie młodych przedsiębiorstw hi-tech oraz zapewnienie optymalnych warunków do komercjalizacji.<sup>76</sup> Dotacje, ulgi i preferencje jakie otrzymują mają na celu rozwój społeczności lokalnej, lokalnej gospodarki, wzrost zatrudnienia (w tym tzw. dobrych miejsc pracy), wzrost wpływów podatkowych.

W Europie dofinansowanie ze środków europejskich pozwoliło na powołanie licznych inkubatorów przedsiębiorczości oraz parków technologicznych, w tym również w Polsce.

---

<sup>73</sup> Np. wg badania Polskie Startupy 2023, Fundacja Startup Poland, największą grupę (38 %) założycieli startupów stanowią osoby pomiędzy 26 a 35 rokiem życia.

<sup>74</sup> <https://www.energy.gov/eere/ammto/lab-embedded-entrepreneurship-program>; dostęp: 15.12.2023.

<sup>75</sup> M. B. Cernicek, D.W. Mcbranch, Manhattan District: A Lab-Embedded Entrepreneur Program. United States. <https://doi.org/10.2172/1514902>.

<sup>76</sup> B. Matusiak, Parki technologiczne. Instytucjonalne wspieranie przedsiębiorczości, procesów innowacyjnych i rozwoju regionalnego, Fundacja Inkubator, Łódź 1995

Niestety, jak wykazał raport Europejskiego Trybunału Obrachunkowego, nie spełniły swoich zamierzeń odnośnie rozwoju innowacyjnej przedsiębiorczości, stając się głównie przestrzenią biurową<sup>77</sup>.

Akceleratory przedsiębiorczości wspierają młode firmy w formie infrastrukturalnej, doradczej i inwestycyjnej. Od innych instytucji wspierających (przede wszystkich inkubatorów przedsiębiorczości) różnią je<sup>78</sup>:

- kryteria selekcji,
- wspieranie przedsiębiorstw zarządzanych przez zespół a nie pojedynczych przedsiębiorców
- okres wsparcia: zazwyczaj 3–4 miesiące,
- konieczność przekazania części udziałów w przedsiębiorstwie.

Warto podkreślić, że akceleratory są skierowane do przedsiębiorstw, które wyszły już z fazy czysto koncepcyjnej (jak to się dzieje w przypadku inkubatorów) i potrzebują wsparcia np. finansowego dla przyspieszenia ich rozwoju.

Akceleratory nie zawsze są niezależnymi podmiotami. Tworzą je również niektóre duże przedsiębiorstwa. Jako przykład modelu wewnętrznej akceleracji można podać Bosch<sup>79</sup>. System opiera się na czteroetapowej selekcji dużej liczby pomysłów (z 823 inkubowano 24 przedsiębiorstwa)<sup>80</sup>, na podstawie kryteriów strategicznych, zaś rozszerzenie finansowania możliwe jest wyłącznie w oparciu o dane płynące z rynku. Obowiązkowym elementem programu jest konieczność przeprowadzenia stu wywiadów z potencjalnymi użytkownikami na etapie dopracowywania pomysłu oraz testowanie w środowisku docelowym wstępnej, podstawowej wersji produktu (MVP-minimum viable product)<sup>81</sup>. Porównanie losów inkubowanych projektów w akceleratorze w stosunku do pozostałych pozwoliło Bosch na twierdzenie, że akcelerator pozwala 4-krotnie przyspieszyć czas na otrzymanie przychodu z inwestycji<sup>82</sup>. Warto zwrócić uwagę, że mechanizmy akceleracyjne zakładają finansowanie wielomiesięcznych etapów ze świadomością, że

---

<sup>77</sup> Czy ze środków EFRR skutecznie wspierano rozwój inkubatorów przedsiębiorczości? Sprawozdanie specjalne nr 7, Europejski Trybunał Obrachunkowy, s. 31 – 32.

<sup>78</sup> K. Świeszcza, Akceleratory przedsiębiorczości tworzone przez banki jako instytucjonalna forma wsparcia sektora FinTech, *Finanse*, nr 1, 2017, Komitet Nauk o Finansach PAN, s. 243 i 244.

<sup>79</sup> A. Osterwalder, T. Viki, Y. Pigneur, *Why Your Organization Needs an Innovation Ecosystem*, Harvard Business Review, 2019, vol. November.

<sup>80</sup> <https://www.bosch-innovation-consulting.com/de/unsere-services/validation-program/>; dostęp: 16.12.2023, g:20:59

<sup>81</sup> V Ceia, <https://changelogic.com/blog/corporate-explorer-sara-carvalho> [dostęp 17.12.2023, g. 18:54] za: A. Binns, C. O'Reilly, M. Tushman, *Corporate Explorer: How Corporations Beat Startups at the Innovation Game*, Wiley, 2022 r.

<sup>82</sup> A. Binns, C. O'Reilly, M. Tushman, *Corporate Explorer: How Corporations Beat Startups...*, op.cit.

tylko niewielka część skończy się sukcesem. Z drugiej strony, programy akceleracyjne mogą mieć podobną zaletę co biura transferu technologii (TTOs), redukując asymetrię informacji dla inwestorów poprzez dokonanie wsparcia i przydzielenie własnych zasobów do wyselekcjonowanych spin-off<sup>83</sup>. Statystyki dotyczące programów akceleracyjnych wskazują, że tylko niewielką część pomysłów udaje się zrealizować (np. na 750 zgłoszonych pomysłów do akceleratora Sony w stosunku do 14 zakończonych sukcesem – 1,87 %<sup>84</sup>, Bosh – 2,92 %). Akcelerator Sony kwestię udziału klientów rozwiązał inaczej niż Bosh, poprzez crowdfunding<sup>85</sup> – korzystając z zalety, jaką jest udzielanie informacji zwrotnej przez inwestorów-potencjalnych użytkowników dotyczącej elementów, które wymagają poprawy w inkubowanym pomysle. Charakterystyczne jest również przejście po pięciu latach funkcjonowania od programu wewnątrz firmy do modelu otwartego, co motywowane było statystykami dotyczącymi liczby pomysłów odnoszących sukces<sup>86</sup>. Japońskich przedsiębiorców wspiera aplikacja StartDash, opracowana przez Sony, pomagająca nakreślić obraz modelu biznesowego (na podstawie doświadczeń pomysłodawcy aplikacji Shinji Odashima oraz wiedzy płynącej z funkcjonowania akceleratora)<sup>87</sup>. Poprzez zadanie 400 pytań StartDash ma za zadanie również uchronić pomysłodawców przed poniesieniem poważnych strat po rozpoczęciu rzeczywistej działalności gospodarczej<sup>88</sup>.

Elementem wspierającym proces komercjalizacji są również fundusze wysokiego ryzyka (ang. Venture Capital (VC)). Finansowanie innowacyjnych pomysłów wiąże się z ponadstandardowym ryzykiem, zarówno technologicznym jak i rynkowym. W przypadku innowacji by je ograniczyć nie wystarczą zwykłe procedury rynku finansowego. Potrzebna jest szczegółowa selekcja pomysłów o charakterze eksperckim. Stąd istotna rola funduszy wysokiego ryzyka.

Inwestowanie w przedsiębiorstwa oparte na wiedzy naukowej rodzi specyficzne problemy, przede wszystkim braku wystarczającej wiedzy u potencjalnych inwestorów do oceny wartości przedsięwzięcia. Ponadto np. w przypadku nauk materiałowych rezultatami mogą być zainteresowane głównie agendy rządowe, w szczególności w

---

<sup>83</sup> P. Gubitta, A. Tognazzo, F. Destro, Signaling in academic ventures: The role of technology transfer offices and university funds. *The Journal of Technology Transfer*, 41(2), 2016, 368–393.

<sup>84</sup> A. Osterwald, Y. Pigneur, F. Etienne, A. Smith, *Niezwykła firma*, Onepress, 2021.

<sup>85</sup> *Ibidem*.

<sup>86</sup> *Ibidem*.

<sup>87</sup> <https://www.sony.com/en/SonyInfo/technology/stories/entries/StartDash/>; dostęp: 27.12.2023.

<sup>88</sup> *Ibidem*.

przypadku materiałów dla energetyki. Inwestycje te charakteryzują się ponadto długim czasem oczekiwania na rezultaty, wysokimi kosztami oraz trwałą niepewnością dotyczącą technologii i rynku (nie wiadomo, na jakim rynku znajdzie ostatecznie zastosowanie opracowana technologia)<sup>89</sup>. Przykładowo, stworzenie innowacyjnego produktu opartego na osiągnięciach nauk materiałowych zajmuje zwykle od 5 do 15 lat, co nie obejmuje okresu poszukiwania i penetracji rynku docelowego<sup>90</sup>. Przedstawiciele funduszy inwestycyjnych dzielą się na inwestujących we wczesnych (tzw. preseed, seed) i późniejszych okresach (tzw. seria A, B itd.). Etapowość finansowania powoduje, że trudnością może być pogodzenie zdania i interesów inwestorów z różnych rund. Fundusze z założenia biorą pod uwagę, że duża część inwestycji skończy się całkowitą porażką, część pozwoli na zwrot kapitału, a zysk zostanie sfinansowany z najmniejszej części przedsiębiorstw, które osiągną zwrot kilkunastokrotny czy nawet kilkusetkrotny w stosunku do zainwestowanego kapitału<sup>91</sup>. Stąd fundusze inwestują np. w 30 - 50 spółek. Zazwyczaj oczekuje się stuprocentowego zaangażowania w pracę organizacji.

W czasie realizacji projektu inwestycyjnego występuje także wiele zagrożeń. Konflikty w ramach zespołu (np. o podział zysku) czy zmiany technologiczne na rynku mogą skutkować porażką przedsiębiorstwa i stratą środków funduszu. Stąd przy podejmowaniu decyzji fundusze bazują na własnej sieci kontaktów, dzięki czemu ograniczają asymetrię informacji odnośnie siły zespołu zarządzającego<sup>92</sup>.

Rola funduszy inwestycyjnych wysokiego ryzyka rośnie wraz ze wzrostem liczby zawieranych umów i ich wartością (np. w USA od 52 mld USD w 2010 r. do 171 mld USD w 2017 r.)<sup>93</sup>. Inwestycje w Europie są mniejsze pomimo wzrostu nakładów na działalność b+r, zarówno w Polsce (1,46 %) jak i w Europie (2,2 %), przy czym jest to mniej, niż w USA (3,46 %) (rys. 1.2).

---

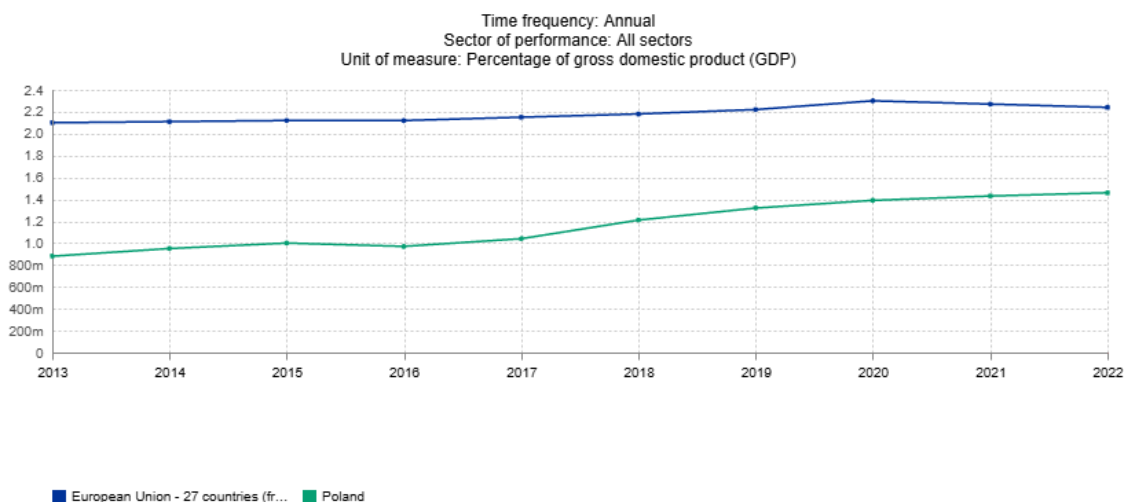
<sup>89</sup> E. Maine, P. Seegopaul, Accelerating advanced-materials commercialization. *Nature Materials* 15, 2016, 487–491

<sup>90</sup> *Ibidem*.

<sup>91</sup> Zdarzają się fundusze (rzadziej) które nie mają tak agresywnej strategii inwestowania i oczekiwań co do zwrotu kapitału, wtedy jednak oczekują np. że startup będzie na etapie samofinansowania.

<sup>92</sup> P. Gompers, W. Gornall, S.N. Kaplan, I.A. Strebulaev, How Venture Capitalists Make Decisions. An inside look at an opaque process, *Harvard Business Review*, 99(2), 2021, s. 72.

<sup>93</sup> R. Florida, I. Hathaway, How the geography of startups and innovation is changing, *Harvard Business Review*, 2018, s. 13.



Source of data: Eurostat; Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)  
(online data code: rd\_e\_gerdot)  
Last update: 17/03/2024 23:00  
This graph has been created automatically by ESTAT/EC software according to external user specifications for which ESTAT/EC is not responsible.  
General disclaimer of the EC website: [https://ec.europa.eu/info/legal-notice\\_en.html](https://ec.europa.eu/info/legal-notice_en.html)

eurostat 

Rysunek 1.2 Nakłady na działalność b+r w Polsce i UE, źródło: Eurostat.

Ze względu na różnice prawne między Polską a USA skala inwestowania jest mniejsza, w USA dominują duże przedsiębiorstwa, w tym m.in. fundusze emerytalne (w Polsce jest to zakazane), zaś indywidualni inwestorzy stanowią mniejszość. Fundusze emerytalne w USA nie inwestują dużego odsetka w rynek VC (np. ok. 1 %) jednakże ze względu na skalę zgromadzonych środków stanowi to jakościową różnicę w stosunku do rynku europejskiego.

Kluczową rolę w liberalizacji dostępu funduszy emerytalnych do rynku kapitału wysokiego ryzyka odegrała ustawa Employee Retirement Income Security Act (ERISA) w 1974 r. wraz z jej późniejszymi modyfikacjami<sup>94</sup>. Wcześniejszy wpływ funduszy wysokiego ryzyka na gospodarkę amerykańską był bardzo podobny jak w Europie. Dzięki stosowanym metodom selekcji i doświadczeniu kadr zarządzających fundusze są w stanie wyselekcjonować kandydatów, którzy mają znaczący wpływ na krajobraz gospodarczy kraju; co najmniej 50 przedsiębiorstw spośród 300 największych w USA nie powstałoby bez inwestycji VC, w tym wskazać można sześć amerykańskich przedsiębiorstw o największej kapitalizacji (m.in. Apple, Amazon, Tesla)<sup>95</sup>.

<sup>94</sup> W. Gornall, I.A. Strebulaeu, The Economic Impact of Venture Capital: Evidence from Public Companies, June 2021, <https://ssrn.com/abstract=2681841>

<sup>95</sup> W. Gornall, I.A. Strebulaeu, The Economic Impact of Venture...

Poza dostępem do kapitału, różnica w podejściu do niepowodzeń jest jednym z elementów, które tłumaczą większą skłonność naukowców z USA do zakładania przedsiębiorstw odpryskowych niż ich kolegów z Europy. Stany Zjednoczone różnią się uregulowaniami prawnymi dotyczącymi upadłości i bankructwa, co jak uważa się może wiązać się z mniejszą stygmatyzacją przedsiębiorcy, który zakończył działalność, w stosunku do Niemiec i pozostałych krajów europejskich, w tym Polski<sup>96</sup>. Efektem świadomości ograniczeń prawnych jest przyjęcie przez organy UE oraz m.in. Polski odpowiednich uregulowań prawnych: tzw. dyrektywy drugiej szansy<sup>97</sup> oraz ustawy prawo upadłościowe<sup>98</sup>.

Fundusze VC nie inwestują wyłącznie w startupy; mogą inwestować także w podobne fundusze.

Polski rynek VC znajduje się jeszcze w początkowej fazie rozwoju, w związku z tym dominują na nim środki publiczne, co z jednej strony jest naturalne (podobnie rozwijał się rynek amerykański, który jest obecnie ok. 5-krotnie większy od europejskiego pod względem dostępnych środków<sup>99</sup>, nie wspominając o polskim).

Warto podkreślić, że rynek tzw. deep tech VC (czyli tzw. twarde technologie, oparte m.in. o rezultaty długotrwałych badań naukowych) to 20 % (mierząc wartość kapitałów)<sup>100</sup> całego rynku VC, zdominowanego przez tworzenie aplikacji i oprogramowania, jednakże zmiany klimatyczne i idące za nimi pokaźne fundusze przeznaczane przez rządy (w tym przypadku prym nad USA wie dzie Unia Europejska) stanowią coraz większą szansę na rozwój firm prowadzonych przez naukowców.

Lokalne środowisko gospodarcze bardziej korzysta z efektu rozprzestrzeniania nowej wiedzy w przypadku inwestowania przez fundusze inwestycyjne w startupy niż w przypadku zwykłych inwestycji w badania i rozwój w przemyśle, co jest spowodowane

---

<sup>96</sup> T. Tajti, Bankruptcy stigma and the second chance policy: the impact of bankruptcy stigma on business restructurings in China, Europe and the United States. *China-EU Law J* 6, 1–31 (2018)

<sup>97</sup> Dyrektywa 2019/1023 w sprawie ram restrukturyzacji zapobiegawczej, umorzenia długów i zakazów prowadzenia działalności oraz w sprawie środków zwiększających skuteczność postępowań dotyczących restrukturyzacji, niewypłacalności i umorzenia długów, a także zmieniającej dyrektywę (UE) 2017/1132 (dyrektywa o restrukturyzacji i upadłości)

<sup>98</sup> Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. - Prawo restrukturyzacyjne (Dz.U. 2015 poz. 978)

<sup>99</sup> Np. w 2016 r. inwestycje w Europie w VC były 6-krotnie mniejsze: <https://www.forbes.com/sites/craigsmith/2023/02/14/europes-venture-capital-scene-is-narrowing-the-gap-with-the-us-despite-global-investment-slowdown/> [dostęp: 16.04.2024]

<sup>100</sup> Np. raport *An Investor's Guide to Deep Tech*, Boston Consulting Group, X 2023.

posiadaniem dostępu do technologii i doświadczeniem inwestorów<sup>101</sup>. Co prawda istnieją poważne argumenty przeciwko promowaniu i subsydiowaniu masowej przedsiębiorczości, opierające się na bardziej efektywnym wykorzystaniu zasobów dostępnych na rynku przez funkcjonujące od lat przedsiębiorstwa<sup>102</sup>, ale startupy nowych technologii należałyby do takich, które mają w większym stopniu szansę spełnić oczekiwania wysokich wzrostów, generowania zatrudnienia i zmiany krajobrazu gospodarczego (np. poprzez efekt spill-out)<sup>103</sup>.

#### 1.4.2. Licencjonowanie i sprzedaż patentów

Licencjonowanie i sprzedaż patentów, a także innej własności intelektualnej jest jedną z typowych form komercjalizacji. Co prawda, jak to dowcipnie podsumował jeden z autorów w publikacji naukowej: „Ochrona patentowa dostosowana jest do świata, gdzie projektuje się pułapki na myszy, podczas gdy my projektujemy nowe myszy”, co można by strawestować jako wniosek, że instrumentarium ochrony patentowej jest niedostosowane do ogólnego, aktualnego stanu techniki, to jednak pominięcie ochrony własności intelektualnej w rozważaniach nad procesem komercjalizacji byłoby dużym błędem<sup>104</sup>. Wciąż ochrona patentowa, szczególnie poza terytorium Polski, uważana jest za istotny element przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych odnośnie własności intelektualnej generowanej przez jednostki naukowe i podmioty z nimi związane, jak np. spin-off. Jako ograniczenia ochrony patentowej możemy wskazać np. długość tej ochrony – 40 lat a także istnienie krajów, w których możliwość egzekucji tejże ochrony jest bardzo trudna bądź iluzoryczna (tak działo się przez wiele lat np. ChRL, ale też w przedwojennym okresie industrializacji Japonii). To powoduje, że np. nie doszło do opatentowania składu Coca-Coli. Powszechnie sposobem zarabiania na własności intelektualnej, w tym przez największe światowe korporacje, jest zgłaszanie patentów w celu późniejszego wyszukiwania firm, które je łamią, i uzyskiwanie odszkodowań na drodze sądowej.

Z problematyką sprzedaży, czy też licencjonowania patentów wiąże się problem ich właściwej wyceny. Większość patentowanych wynalazków nie ujrzy nigdy światła

---

<sup>101</sup> M. Schnitzer, M. Watzinger, Measuring the Spillovers of Venture Capital, *The Review of Economics and Statistics*, 104(2), 2022, s. 276.

<sup>102</sup> S. Shane, Why encouraging more people..., op.cit., 141-149.

<sup>103</sup> Efekt spill-out, czyli niezamierzony wpływ działania jednego podmiotu na pozostałe, np. w postaci wcześniej opisanego rozprzestrzenienia nowej wiedzy ze wspartych przez VC startupów.

<sup>104</sup> R. Zeckhauser, The challenge of contracting for technological information. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(23), 1996, 12743–12748.

dziennego. Warto wspomnieć, że liczbę miliona patentów osiągnięto ponad sto lat temu, w 1911 r.<sup>105</sup> W przypadku instytucji państwowych, są one zobowiązane do dokonywania wyceny i uzyskiwania zgody organów nadzorczych przy transakcjach powyżej kwoty ustalonej przez państwo. Ryzyko związane z możliwym zarzutem niewłaściwej wyceny stanowi istotną barierę dla komercjalizacji własności intelektualnej w jednostkach publicznych.

W zależności od strategii podmiotu dokonywaniu zgłoszeń patentowych towarzyszą różne motywy. Może być to możliwość licencjonowania, sygnał dla inwestorów, blokowanie zaistnienia podobnych rozwiązań<sup>106</sup>.

Powyższą listę należy uzupełnić zyskami z wygranych procesów sądowych z firmami łamiącymi patenty. Strategia niektórych firm może opierać się wyłącznie na zastraszaniu firm, szczególnie startupów, naruszeniem niewykorzystywanych patentów, jakie posiadają, w celu uzyskania odszkodowania na mocy ugody. Takie praktyki, jako hamujące innowacyjność, spotykają się z zakazami ze strony organów państwowych<sup>107</sup>. Strategia patentowa obejmuje m.in. analizę swoich patentów, a także tzw. rodzin patentowych (grupy kilku patentów wywodzących się z zastrzeżenia pierwszeństwa) oraz analizę portfolio patentów konkurencji w celu uzyskania przewagi konkurencyjnej<sup>108</sup>.

Strategia patentowania może odnosić się do odpowiedzi na pytanie, co patentować – badania sugerują, że firmy akcyjne notowane na giełdzie patentują raczej w modelu eksploatacyjnym (czyli bazując na poprzednich odkryciach) co zapewne związane jest z krótkim horyzontem inwestycyjnym<sup>109</sup>.

#### 1.4.3. Spółki celowe, spin-out i spin-off

W celu komercjalizacji technologii jednostki naukowe mogą powoływać spółki celowe. Spółka celowa jest to jednoosobowa spółka kapitałowa utworzona przez uczelnie publiczne lub niepubliczne w celu wdrożenia lub przygotowania do wdrożenia wyników

---

<sup>105</sup> One Millionth Patent Awarded without Ceremony, Scientific American, August 1911 r.

<sup>106</sup> T. Veer, F. Jell, Contributing to markets for technology? A comparison of patent filing motives of individual inventors, small companies and universities, Technovation, Volume 32, Issues 9–10, 2012, s. 513.

<sup>107</sup> I. Appel, J. Farre-Mensa, E. Simintzi, Patent trolls and startup employment, 2019, Journal of Financial Economics, s. 708 – 709.

<sup>108</sup> Su, Fang-Pei & Lai, Kuei-Kuei & Sharma, R. & Kuo, Tsun, Patent priority network: Linking patent portfolio to strategic goals, Journal of the American Society for Information Science and Technology, s. 2353.

<sup>109</sup> H. Gao, P. Hsu, K. Li. Innovation Strategy of Private Firms. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 2018, 53(1), 1.

działalności naukowej lub know-how.<sup>110</sup> „Jednoosobowość” wyraża się w posiadaniu wszystkich akcji przez jednego wspólnika lub akcjonariusza.

W odróżnieniu od ww. CTT, rolą spółek celowych nie jest komercjalizacja całości dorobku naukowego jednostki, a zazwyczaj jednej technologii. Ponadto spółka ma za zadanie rozwijać i/lub sprzedawać produkt czy usługę. Warto podkreślić, że technologia którą otrzymuje spółka (zazwyczaj w formie aportu ze strony jednostki macierzystej) nie musi być na poziomie rozwoju gwarantującym rozpoczęcie produkcji. Spółka może mieć za zadanie pozyskanie inwestorów oraz grantów (najczęściej publicznych) w celu rozwinięcia technologii do poziomu rynkowego.

Funkcjonowanie spółek celowych powoływanych przez jednostki naukowe spotkało się z krytyką Najwyższej Izby Kontroli, wskazano na brak wymiernych wyników ich powołania<sup>111</sup>.

Przedsiębiorstwa odpryskowe dzieli się na spin off i spin out. Spin off są powiązane kapitałowo i osobowo z macierzystą jednostką. Jednostki naukowe powołują tego typu spółki w celu bezpośredniej komercjalizacji technologii wykraczającej poza zakres działalności statutowej<sup>112</sup>.

W przypadku spółek spin out są one powoływane przez obecnych lub byłych pracowników jednostki. Ich zależność od jednostek macierzystych jest bardziej ulotna niż w przypadku spółek celowych i nie ma charakteru prawnego ani kapitałowego. Wynika ona bardziej z charakteru wdrażanej technologii, pokrewnej działalności jednostki, wynajmie powierzchni czy aparatury, funkcjonowaniu naukowca-przedsiębiorcy w środowisku badaczy jednostki. Niektórzy badacze uważają, że model w którym spin-off jest tworzony przez istniejącą firmę (tzw. Venture Building), jest potencjalnie użyteczny dla tworzenia spin-off przez uniwersytety, m.in. ze względu na krótszą krzywą uczenia się<sup>113</sup>. Takie rozwiązanie może niwelować podstawową przeszkodę, jaką jest niechęć naukowców do budowania przedsiębiorstwa samodzielnie. Jego realizacja mogłaby wyglądać w sposób następujący: firma przejmuje własność intelektualną, którą nie jest zainteresowany naukowiec, a następnie buduje wokół niej

---

<sup>110</sup> Dz. U. 2018 poz. 1668, Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, art. 149 ust. 1 ustawy.

<sup>111</sup> Transfer wiedzy i technologii poprzez spółki jednostek naukowych - Informacja o wynikach kontroli (2018), Najwyższa Izba Kontroli, s. 9.

<sup>112</sup> K.B. Matusiak (red.), *Innowacje i transfer technologii...*, op.cit, s. 78.

<sup>113</sup> R. de Alvarenga, O.C. Junior, C.C.A. Estorilio, *Venture Building Strategies: How Universities' Acceleration Programs Could Improve Based on this Approach*, 2023. w: F. Deschamps, E. Pinheiro de Lima, S.E. Gouvêa da Costa, M. G. Trentin, (red.) *Proceedings of the 11th International Conference on Production Research – Americas, ICPR 2022*.

zespół tworzący startup i produkt. Trudnością jest oparcie działalności spin-off na najnowszych osiągnięciach nauki, wymagających rozległej wiedzy naukowej i eksperckiej, co zasadniczo zawęża grupę potencjalnych menadżerów mogących zarządzać tak powołanym spin-offem.

W celu poszukiwania modelu funkcjonowania komercjalizacji odkryć naukowych dokonywanych w instytutach badawczych warto sięgnąć do literatury opisującej funkcjonowanie startupów. Wbrew pozorom, twórcy takich przedsiębiorstw stają przed podobnymi wyzwaniami co badacze, którzy realizują badania z zamysłem komercyjnym (np. w ramach projektów badawczo-rozwojowych). Zresztą definicja startupu według niektórych autorów może zawierać inicjatywy w ramach ścieżki tzw. Intraprzedsiębiorczości, czyli wykorzystanie przez przedsiębiorstwo cech przedsiębiorczych niektórych pracowników do tworzenia innowacji. To, co wyróżnia startupy od pozostałych przedsięwzięć to poziom ryzyka: „startup to (...) instytucja stworzona z myślą o budowaniu nowych produktów lub usług w warunkach skrajnej niepewności”<sup>114</sup>. To, czy są one realizowane w ramach istniejących struktur czy też poprzez założenie nowych ma znaczenie wtórne. *Metoda Lean Startup* opracowana przez E. Riesa w celu wskazania optymalnej ścieżki tworzenia innowacyjnych przedsiębiorstw w szczególności dotyczy początkowego okresu, kiedy nabywanie wiedzy poprzez falsyfikowanie kolejnych hipotez dotyczących klienta, jego potrzeb i rynku jest ważniejsze od pozyskiwania środków. Poprzez cykl wielokrotnych iteracji dostosowywania *minimum viable product*, czyli produktu w najbardziej podstawowej wersji, możliwe jest zweryfikowanie własnej, najczęściej w dużej części błędnej, wiedzy na temat potrzeb rynku. Wymagane jest również inne spojrzenie na księgowość (tzw. księgowość innowacyjna), czyli przyjrzenie się, które wskaźniki przybliżają nas do osiągnięcia założonych celów biznesowych (poprzez obserwację, które zmiany wpływają na poprawę wybranych wskaźników, zamiast opierania się na bardziej ogólnych miarach – np. zmiana produktowa poprawiła liczbę nowych użytkowników w grupie X zamiast ogólnego wzrostu nowych użytkowników miesięcznie)<sup>115</sup>.

Kwestia zmiany jest kluczowa dla powodzenia przedsięwzięć innowacyjnych, dokonywania tzw. piwotu, czyli radykalnej zmiany profilu prowadzonej działalności, produktu lub usługi, w celu osiągnięcia dopasowania do rynku (tzw. *product-market*

---

<sup>114</sup> E. Ries, *Metoda Lean Startup*, Onepress, 2011, s. 28.

<sup>115</sup> *Ibidem*, s.101 - 128.

*fit*)<sup>116</sup>. Warto wspomnieć, że ten wymóg stoi w sprzeczności z logiką projektów, które utrudniają dokonywanie jakichkolwiek zmian. Sztuka prowadzenia startupu polega z jednej strony na zaangażowaniu w jego działalność, a z drugiej – na umiejętności tzw. szybkiego upadku, gdyby okazało się, że idea nie sprawdziła się<sup>117</sup>. Jest to oczywiście trudne dla twórców przedsięwzięcia z powodów psychologicznych. Niestety, pracownicy jednostek naukowych należą do grupy dochodowej najtrudniejszej jak chodzi o szanse na powodzenie startupów – stały, przeciętny przychód zniechęca do działań ryzykownych oraz wyrzeczeń w postaci permanentnego braku równowagi między życiem osobistym a pracą zawodową<sup>118</sup>. Często dzieje się to kosztem zdrowia, co prowadzi do zjawiska wypalenia<sup>119</sup>, gdyż założyciel spin-offu, w przeciwieństwie do etatowego pracownika, nie może pozwolić sobie na urlop. Co warto podkreślić, nowi przedsiębiorcy, zapewne z powodu braku doświadczenia, nie radzą sobie dobrze z wyborem przedmiotu działalności gospodarczej i w rezultacie częściej ponoszą porażkę<sup>120</sup>. Badania przeprowadzone wśród startupów druku 3D przez Scotta Shane’a, wskazują na rolę wcześniejszego doświadczenia w rozpoznaniu możliwości zastosowania wiedzy naukowej. Nie oznacza to zniwelowania wpływu czynników osobowych, ale ich uzupełnienie. Znajomość danego, konkretnego rynku zagranicznego będzie na pewno przydatna w trakcie rozpoczęcia działalności na nim i wpływa na szanse utrzymania się (przedsiębiorcy bez doświadczenia muszą dopiero rozpoznać rynek i dokonują gorszych wyborów). Potrzeby kompetencyjne startupów zmieniają się w czasie, a ich braki są głównym powodem zakłóceń w liniowym rozwoju firmy<sup>121</sup>.

#### 1.4.4. Pośrednicy w transferze technologii

Wytworzona wartość intelektualna w sektorze naukowym wymaga znalezienia klienta wśród przedsiębiorców. Z kolei naukowcy mogą poszukiwać sygnałów z rynku, jakie badania są potrzebne. Pośrednicy w procesie komercjalizacji, tacy jak centra (biura) transferu technologii oraz brokerzy innowacji poprzez kontakty z przedsiębiorcami

---

<sup>116</sup> D. Feinleib, *Why startups fail*, Apress, 2012 r.

<sup>117</sup> *Ibidem*, s. 40.

<sup>118</sup> *Ibidem*, s. 100.

<sup>119</sup> Np. C. Fernet, O. Torrès, S. Austin, J. St-Pierre, The psychological costs of owning and managing an SME: Linking job stressors, occupational loneliness, entrepreneurial orientation, and burnout, *Burnout Research*, Volume 3, Issue 2, 2016.

<sup>120</sup> S. Shane, *Why encouraging more people ...*, op.cit, s. 141-149.

<sup>121</sup> P. Seppänen, K. Liukkunen, M. Oivo, On the Feasibility of Startup Models as a Framework for Research on Competence Needs in Software Startups. w: P. Abrahamsson, L. Corral, M. Oivo, B. Russo (red) *Product-Focused Software Process Improvement. PROFES 2015. Lecture Notes in Computer Science*, 2015, vol 9459.

wypełniają to zadanie. Ponadto ich rolą może być edukacja studentów i naukowców w dziedzinie przedsiębiorczości akademickiej.

Centra Transferu Technologii powstają jako wydzielone jednostki związane z macierzystą jednostką naukową szkolnictwa wyższego poprzez powiązania kapitałowe. Ich zadaniem jest katalogowanie wypracowanej w jednostce własności intelektualnej, wycena, poszukiwanie zainteresowanych klientów oraz negocjowanie warunków sprzedaży. Odpowiednikiem CTT w instytutach badawczych są działy komercjalizacji o podobnych celach, aczkolwiek nie mające odrębnej formy prawnej.

Istnieje obszerna literatura badająca czynniki wpływające na wydajność CTT, głównie zagraniczna. W Polsce wskazuje się m.in. na stosunkowo niewielkie zatrudnienie kadry, która dodatkowo nie posiada wszystkich niezbędnych kompetencji<sup>122</sup>.

Brokerem technologii możemy nazwać instytucję wspierającą transfer technologii pomiędzy sferą naukową a przedsiębiorcami lub zawód (w Polsce zwany również brokerem innowacji). W pierwszym rozumieniu firma pośrednicząca w zamian za znalezienie klienta zainteresowanego daną technologią otrzymuje wynagrodzenie np. w formie udziałów w nowo powstałym przedsiębiorstwie czy procentu od kapitału<sup>123</sup>. W drugim może być to np. pracownik jednostki odpowiedzialnej za komercjalizację wobec instytucji naukowej. W obu przypadkach kluczową sprawą jest wybór projektów dających szansę na komercjalizację oraz poszukiwanie klientów zainteresowanych innowacyjnymi projektami w swojej dziedzinie.

#### 1.4.5.Crowdfunding czyli finansowanie społecznościowe

Finansowanie społecznościowe (FS) jest względnie nową formą finansowania projektów biznesowych, nie tylko innowacyjnych. Pierwsze użycie angielskiego odpowiednika terminu datuje się na 2006 r.<sup>124</sup> Jego główną ideą jest publiczna zbiórka środków za pomocą platform internetowych na dane przedsięwzięcie gospodarcze, które może znajdować się w fazie koncepcyjnej, początkowej lub potrzebować środków na dalszy rozwój. Crowdfunding, poprzez możliwość oferowania przedsprzedaży, jest sposobem na zbadanie potencjalnego popytu rynkowego oraz marketing firmy. FS różni się od

---

<sup>122</sup> P. Głodek, M. Wiśniewska, Budowa potencjału uczelni wyższej do współpracy z przedsiębiorstwami. Rola scoutingu wiedzy, 2015, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego s. 92.

<sup>123</sup> D. M. Trzmielak, Komercjalizacja wiedzy i technologii ..., op.cit., s. 128.

<sup>124</sup> P. Schnaider, Crowdfunding jako cyfrowa, alternatywna forma finansowania projektów mniejszych i ryzykownych w wybranych krajach na podstawie badań ankietowych, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Volume 393, 2020, s.43,

zbiórki publicznej na inne cele otrzymywaniem różnych form gratyfikacji przez inwestorów – może to być np. pierwsza partia produktów, zniżka itp.<sup>125</sup> Kwoty mogą być dowolne lub ujęte w ramach przedziałów – prezenty zwrotne uzależnione są wtedy zwykle od wybranego przedziału. Istnieje również forma finansowania, w której wpłacający obejmuje udziały w przedsięwzięciu w zamian za udział w przyszłych zyskach. Poza motywacją materialną, w szczególności w przypadku innowacji medycznych, motywacją wpłacających może być chęć zwalczenia choroby, na którą cierpią oni lub ich najbliżsi, czy też chęć doprowadzenia do pojawienia się produktu, którego nie ma na rynku, a który mógłby posłużyć do realizacji ich potrzeb. Ze względu na trudności ze zgromadzeniem dużej liczby chętnych, FS przeznaczone są dla projektów o ograniczonej potrzebie dofinansowania, maksymalnie kilka milionów, co z założenia eliminuje innowacje w niektórych kosztochłonnych dziedzinach. Badania przeprowadzone w Wielkiej Brytanii wykazały, że ofertami FS zainteresowane są nie tylko osoby prywatne, ale także rządy i fundusze Venture Capital oraz Aniołowie Biznesu.

Idea crowdfundingu nie jest całkowicie nieznana środowisku naukowemu. Przykładowo, w USA funkcjonują portale Experiment.com czy Crowd.Science, na których naukowcy zbierają środki na proponowane tematy badawcze, głównie o stosunkowo skromnych budżetach rzędu kilku tysięcy dolarów. Oczywiście, jeśli idea jest bliższa rynku, można wyniki badań komercjalizować w formie dofinansowania firmy w ramach dużych platform FS, jak Kickstarter. Polski crowdfunding obecnie (2024 r.), ze względu na zmiany prawne dotyczące operatorów ofert, przechodzi gruntowne zmiany w postaci m.in. konieczności uzyskania licencji, a także wprowadzenia zakazu zawartego w Kodeksie Spółek Handlowych odnośnie takiego sposobu finansowania spółek z o.o. Limit kapitału, jaki można zebrać został podniesiony z 1 do 5 mln EUR.

### 1.5. Determinanty procesu komercjalizacji

Determinanty procesu komercjalizacji to czynniki, które wpływają negatywnie lub pozytywnie na jego przebieg i ostateczny wynik w postaci sprzedaży przedsiębiorcom technologii opracowanej przez sektor naukowy. Występują one zarówno w otoczeniu głównych aktorów procesu (jednostka naukowa – przedsiębiorca), na które nie mają oni

---

<sup>125</sup> L. Hornuf, A. Schwienbacher, Market mechanisms and funding dynamics in equity crowdfunding, *Journal of Corporate Finance* 50, 2018, s. 556.

wpływu, jak np. globalne trendy technologiczne, otoczenie prawne i kulturowe i które oddziałują na proces w sposób pośredni oraz czynniki o bardziej bezpośrednim charakterze, na które aktorzy mają mniejszy (dostęp do finansowania) lub większy wpływ (generowana wiedza).

Tworzenie wiedzy przez jednostki badawcze (instytuty naukowe, uczelnie wyższe, prywatne centra b+r) odbywa się od badań podstawowych poprzez prace badawczo rozwojowe po komercjalizację (sprzedaż produktu, uruchomienie nowej usługi, zastosowanie nowego procesu). Potrzeby klienta zna zwykle przedsiębiorca operujący na danym rynku, chyba że to on ma być głównym odbiorcą innowacji (jeśli innowacja rozwiązuje jakiś specyficzny problem firmy, np. z odpadami, procesem produkcyjnym). W klasycznym ujęciu Schumpetera przedsiębiorca odgrywa istotną rolę łącząc różne elementy w nowy produkt.

Dostępne zasoby w sposób oczywisty determinują realizację projektu wdrożeniowego. Przedsiębiorca musi posiadać kadry, infrastrukturę i maszyny niezbędne do prac nad produktem i jego produkcją, a jednostka naukowa – niezbędne do prac badawczych.

Środki finansowe służące procesowi komercjalizacji, tak jak w przypadku całego procesu innowacji, możemy podzielić na zewnętrzne i wewnętrzne wobec podmiotu.

Źródła zewnętrzne mogą pochodzić ze środków publicznych lub prywatnych. Rozróżnienie jest o tyle istotne, że środki publiczne obwarowane są szeregiem restrykcji (np. konieczność stosowania przepisów zamówień publicznych), zaś przy ich dostępności stosuje się kryteria społeczno-polityczne (np. rozwój gospodarczy regionu, z którego pochodzi przedsiębiorca). Ich zaletą jest możliwość finansowania projektów z dziedzin, w których komercjalizacja jest trudniejsza (np. nowe materiały). Środki publiczne mogą mieć charakter dotacji, subwencjonowanych kredytów, ulg podatkowych. Inne formy to np. państwowe udziały w funduszach typu Venture Capital<sup>126</sup>. Fundusze prywatne to np. kredyty bankowe, inwestycje typu Venture Capital (załączkowe, startup, pierwszego etapu), crowdfunding. Crowdfunding (zarówno w formie bezzwrotnej, jak i akcjonariatu rozproszonego) polega na publicznej zbiórce pieniędzy (w tym przypadku na uruchomienie produkcji innowacyjnego produktu lub usługi).

W kontekście środków finansowych warto wspomnieć, że powszechnie uznaje się, iż niekoniecznie ten, kto jest innowatorem, rzeczywiście najbardziej korzysta na innowacji – najczęściej większe zyski uzyskuje się z imitacji. Jest to spowodowane faktem, że

---

<sup>126</sup> A. H. Jasiński, *Innowacyjność w gospodarce Polski...*, s.79.

imitator kopiując produkt zmienia go w odpowiedzi na reakcję rynku na pierwotną innowację<sup>127</sup>. Ponosi mniejsze koszty niż innowator: imitacje są opracowywane za cenę 65 % kosztu powstania oryginału, w 30 % krótszym czasie<sup>128</sup>. Łatwość imitacji może być czynnikiem istotnie zniechęcającym do inwestowania w innowacje. Wielu ekspertów uważa jednak, że powielanie pomysłów, które już są na danym rynku nie jest zalecane (chyba że jest to wczesny etap jego rozwoju)<sup>129</sup>.

Szczegółowy i obszerny przegląd barier dla komercjalizacji w Polsce przedstawił K. Matusiak z zespołem, wskazując 27 barier strukturalnych, 25 systemowych oraz 25 kulturowo-świadomościowych i 21 kompetencyjnych<sup>130</sup>. Jakkolwiek nie sposób się z nimi nie zgodzić, powstaje pytanie, czy nie są one pochodną innego zjawiska. Zgodnie z przywołanym wcześniej raportem Komisji Europejskiej European Innovation Scoreboard 2021 najbardziej innowacyjnym krajem świata jest Korea Południowa. Powtarza ona sukces wcześniej odniesiony przez Japonię, a obecnie wzorzec ten próbują powtórzyć Chiny. Model ten zakłada stworzenie podwalin przemysłu poprzez produkcję masową produktów będących tanimi imitacjami produktów zachodnich. Dopiero na następnym etapie, wobec powszechnej dostępności kapitału, możliwe jest inwestowanie we własne innowacje i osiągnięcie przewagi konkurencyjnej również nad Zachodem. Barierami dla takiego modelu byłyby więc uwarunkowania polityczne Europy Zachodniej – konieczność zapewnienia czystego środowiska czy praw pracowniczych, szczególnie biorąc pod uwagę że 98% wartości innowacji przechwytyują imitatorzy<sup>131</sup>. Z drugiej strony podobne problemy do wskazanych przez K. Matusiaka i zespół odnośnie sfery akademickiej występują w środowisku naukowym w USA (w którym np. nie było okresu gospodarki socjalistycznej, co autorzy uznają za jedną z przyczyn), tj. rozdział ekosystemu innowacji na część akademicką oraz przemysłową, które słabo ze sobą współpracują<sup>132</sup>.

---

<sup>127</sup> O. Shenkar, Defend your research: Imitation is more valuable than innovation, Ohio State University's, Fisher College of Business, Harvard Business Review, kwiecień 2010, 88(4)

<sup>128</sup> E. Mansfield, M. Schwartz, S. Wagner, Imitation Costs and Patents: An Empirical Study. The Economic Journal, 91(364), 1981, 907.

<sup>129</sup> Ma to uzasadnienie teoretyczne, np. T. Eisemann w: Why startups fail, wskazuje, że na ustabilizowanym rynku koszty pozyskania klienta (CAC) mogą być wyższe niż wartość, jaką kiedykolwiek przyniesie on firmie (LTV).

<sup>130</sup> R. Barski, K. B. Matusiak, J. Guliński, System transferu technologii i komercjalizacji wiedzy w Polsce : siły motoryczne i bariery, PARP, 2010, s. 27 – 48.

<sup>131</sup> S. Berinato, Defend your research: Sometimes, less innovation is better. Harvard Business Review, 2017, lipiec-sierpień.

<sup>132</sup> S. Arora, S. Belenzon, S. Jungkyu, Why the U.S. innovation ecosystem..., op.cit., s. 1–9.

Podręcznik Oslo Manual, wspólne dzieło OECD i Eurostat powstałe w celu wprowadzenia wspólnych miar w badaniu innowacji, pośród barier we współpracy w tworzeniu i przepływie wiedzy wskazuje m.in. na obawy, które powstrzymują przedsiębiorców przed współpracą. Firmy mogą mieć trudność w znalezieniu właściwego partnera, który będzie wiarygodny i nie doprowadzi do utraty know-how. Ponadto obawiają się kosztów spraw sądowych związanych z podziałem korzyści z patentów czy naruszenia przepisów ochrony konkurencji. Wskazuje się również na brak czasu i środków finansowych<sup>133</sup>.

#### 1.5.1. Kapitał i technologia

Dostęp do kapitału dla realizacji przedsięwzięć innowacyjnych i badań jest istotny. Obok barier dotyczących współpracy między naukowcami i przedsiębiorcami oraz prawnych, bariery finansowe są uważane za największe dla działalności innowacyjnej<sup>134</sup>.

Dostęp środków dla badaczy i wynalazców historycznie miał charakter mecenatu (np. Leonardo da Vinci) lub inwestycji, ze względu na odłożenie efektu w czasie. Nikola Tesla swoje przełomowe prace finansował ze środków, których uzyskanie było uproszczone w sposób trudny dziś do wyobrażenia – na podstawie umów spisywanych z właścicielami banków na kartce papieru. Część środków została zmarnowana, nie przeszkodziło mu to jednak w pozyskiwaniu kolejnych, dzięki którym powstały takie wynalazki, jak prąd zmienny. Umożliwiał to szybki rozwój produkcji i handlu na początku XX w. – generujący zyski, które można było przeznaczyć na inwestycje w przyszłościowe dziedziny. Dziś z podobną sytuacją mamy do czynienia w Chinach, które dzięki wzrostowi PKB i przejściu roli „fabryki świata” posiadają środki na inwestycje w najnowocześniejsze technologie.

Komercyjne formy finansowania, jak kredyt bankowy lub leasing, mogą wystąpić w momencie, gdy proces komercjalizacji zbliża się do zakończenia w postaci przygotowania do produkcji gotowego produktu. Dzięki wykorzystaniu leasingu, obniżona zostaje bariera w postaci braku kapitału własnego na zakup potrzebnego sprzętu<sup>135</sup>. Dla startupów poszukujących finansowania w niewielkiej skali, a

---

<sup>133</sup> OECD/Eurostat, Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, 2018, s. 142.

<sup>134</sup> Jasiński, Innowacyjność w gospodarce Polski..., s. 54.

<sup>135</sup> P. Pietras, P. Głodek, Finansowanie przedsięwzięć innowacyjnych w MSP, PARP, 2011, s. 36.

nieposiadających wystarczających zabezpieczeń, wsparciem mogą być fundusze pożyczkowe<sup>136</sup>.

Dotacje państwowe mogą być istotnym elementem procesu innowacji, szczególnie w dziedzinach, w których zjawisko „doliny śmierci” jest szczególnie dotkliwe, a skutki społeczne prowadzonych badań istotnie korzystne. Polski system dotacyjny obejmuje wszystkie etapy rozwoju innowacji: od badań podstawowych, poprzez prace b+r, po komercjalizację i produkcję. Każdy z etapów ma odrębne kryteria oceny, preferencje (lub ich brak) dotyczące umiejscowienia geograficznego, a także charakteru wspieranego podmiotu, stopień dofinansowania, nieco odmienne stosowanie prawa (np. Prawa Zamówień Publicznych) i budżety. Jest to jeden z powodów niskich efektów procesu komercjalizacji. Uzyskanie dotacji na wcześniejsze etapy nie gwarantuje sukcesu w kolejnych, każdorazowo oceny dokonuje innych zespół. Biurokracja potrzebna do obsługi środków stanowi kolejną barierę, w szczególności w przypadku przedsiębiorców. Wielu z nich musi nagle dysponować częścią środków na zasadach pokrewnych sektorowi publicznemu, co powoduje, że łatwo o błąd skutkujący np. korektą finansową. Z kolei niewłaściwa proporcja pomiędzy środkami na różne etapy procesu komercjalizacji sprawia, że dobre projekty mogą przepaść w ocenie z przyczyn pozamerytorycznych. Logika instytucji biurokratycznych jest obca przedsiębiorcom, dla których naturalne jest np. że pewne projekty mogą tracić sens gdy zmienia się rynek i otoczenie, a inne z kolei należy gruntownie zmienić, podczas gdy jednostki nadzorcze oczekują wystąpienia o zgodę na każdą zmianę, z czym wiąże się np. oczekiwanie na wydanie decyzji.

Podatki wpływają na innowację na dwa sposoby. Mogą do niej zniechęcać poprzez nadmierne uszczuplenie dochodów przedsiębiorcy lub zachęcać poprzez dedykowane innowacyjności ulgi.

W Polsce od 2016 r. przedsiębiorcy mogą skorzystać z ulgi podatkowej na działalność związaną z innowacją. Podobne ulgi funkcjonują od lat w wielu krajach w różnych formach.

Ulgi i zachęty podatkowe wpływają na wzrost inwestycji w b+r, jakkolwiek nie jest to stosunek 1 do 1, prawdopodobnie podnoszą także poziom innowacyjności przedsiębiorstwa<sup>137</sup>. W związku z powyższym, w procesie komercjalizacji z jednostek

---

<sup>136</sup> *Ibidem*, s. 34.

<sup>137</sup> I. Goldberg, B. Berg-Andersson, P. Rouvinen, A study on R&D tax incentives: final report, European Commission, Directorate-General for Taxation and Customs Union, Publications Office, 2015, s. 95.

naukowych do przedsiębiorstw trzeba brać pod uwagę wnioski wypływające z analizy aktualnego stanu prawnego dotyczącego opodatkowania, w szczególności kwalifikowalność poszczególnych wydatków na badania i rozwój, np. koszty nabycia własności intelektualnej czy limity, w jakich poruszają się przedsiębiorcy. Z kolei dofinansowanie utworzenia własnego centrum badawczo-rozwojowego można traktować jako szansę dla jednostek naukowych (jeżeli usługi będą komplementarne) lub zagrożenie (zdublowanie zasobów). Dla komercjalizacji istotna jest nie tylko ulga na innowacje, ale również poziom opodatkowania.

Wśród czynników zewnętrznych warto zwrócić uwagę na fakt, że transfer technologii ma największą szansę realizacji, jeżeli jednostka naukowa funkcjonuje w regionie z koncentracją firm technologicznych, dzięki czemu uzyskuje dostęp do zasobów przemysłowych<sup>138</sup>. Wielokrotnie większe dostępne kapitały oraz bardziej elastyczne prawo powoduje, że np. najważniejsze europejskie przedsiębiorstwa biotechnologiczne są notowane na amerykańskiej giełdzie papierów wartościowych NASDAQ<sup>139</sup>.

#### 1.5.2. Prawo

W przypadku jednostek publicznych barierą dla transferu technologii są regulacje ograniczające dowolność w dysponowaniu majątkiem jednostki (w tym patentami i know-how). Wynika to pośrednio z zainwestowania na etapie badawczym środków publicznych. Regulacje te powodują potencjalne zagrożenie dla osób decydujących o sprzedaży składników IP (i innych formach komercjalizacji), które mogą spotkać się z zarzutem niewłaściwej wyceny tychże składników, a nawet nadużyć majątkowych<sup>140</sup>. Trudności dotyczą również powoływania spółek odpryskowych, wnoszenia aportu w postaci majątku czy patentów, szczególnie w kontekście odpowiedzialności za ewentualną porażkę przedsięwzięcia.

---

<sup>138</sup> J. Friedman, J. Silberman, *University Technology Transfer: Do Incentives, Management, and Location Matter?*. *The Journal of Technology Transfer* 28, 17–30 2003, s. 1 i 20.

<sup>139</sup> Warunki dla rozwoju startupów są zróżnicowane w różnych częściach USA, Kalifornia i Boston oceniane są jako zapewniające szczególnie korzystne warunki. W Europie też występuje regionalna koncentracja innowacji, powodowana obecnością firm produkcyjnych i siedzib dużych przedsiębiorstw (Dokument roboczy służb Komisji towarzyszący Nowemu europejskiemu planowi na rzecz innowacji, sekcja 2.3.1 „Przepaść innowacyjna”, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0187>)

<sup>140</sup> K. Łobacz, P. Niedzielski, *Uczelnie wyższe jako element procesu komercjalizacji wiedzy w Polsce – wyzwania i bariery*, s. 82, w: P. Głodek, M. Wiśniewska, *Budowa potencjału uczelni wyższej do współpracy z przedsiębiorstwami. Rola scoutingu wiedzy*, 2015, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

Zastanawiając się nad rolą prawa w innowacyjności, możemy wyróżnić rolę hamującą bądź przyspieszającą przejście do nowych technologii. Państwo może, w celu ochrony innych dóbr lub wartości, wprowadzać ograniczenia, które będą hamować tworzenie lub wprowadzenie innowacyjnych działań, potencjalnie użytecznych dla obywateli. Wyrazistą ilustracją są regulacje dotyczące badań nad komórkami macierzystymi, zakazy dotyczące tworzenia hybryd człowiek-zwierzę itp. Rola przyspieszająca to wszelkiego rodzaju ułatwienia czy wyjątki związane z innowacjami, np. partnerstwo innowacyjne w prawie zamówień publicznych. Opinia 91% przedsiębiorców, zgodnie z badaniem firmy Ernst & Young z 2020 r. jest taka, że prawo nie nadąża za innowacjami<sup>141</sup>. Z drugiej strony państwo nakazuje odejście od pewnych tradycyjnych technologii, generujących szkody dla środowiska lub zdrowia ludzkiego, wymuszając popyt na innowacje ze strony przedsiębiorców. Tu z kolei dobrą ilustracją są regulacje dotyczące odpadów, wprowadzenie opłat za emisję CO<sub>2</sub>, czy zakaz produkcji samochodów spalinowych. Z punktu widzenia komercjalizacji warto wspomnieć o uregulowaniach dotyczących praw własności przemysłowej. Jednym z najbardziej znanych przykładów wpływu praw własności intelektualnej na komercjalizację jest amerykańska ustawa tzw. Bayh–Dole Act, której istota sprowadzała się do ułatwiania licencjonowania dla przedsiębiorców wiedzy naukowej wytworzonej na uniwersytetach. Jej wdrożenie spowodowało gwałtowny wzrost odsetka komercjalizowanych technologii. Co warto jednak podkreślić, skopiowanie przez inne kraje ww. rozwiązania w postaci ułatwienia przejścia technologii z sektora naukowego do komercyjnego nie musi prowadzić do podobnych efektów<sup>142</sup>.

Bariery prawne z punktu widzenia rozwiązywania problemów przedsiębiorstwa w tworzeniu projektów innowacyjnych mogą być możliwe do rozwiązania, o ile należą do sfery podlegającej negocjacjom w ramach formułowania umów, np. z partnerami procesu komercjalizacji (jak dzieje się np. w czasie tworzenia umów konsorcjalnych na potrzeby projektów innowacyjnych) lub niemożliwe (np. zakaz użycia pewnych technologii). W drugim przypadku niemożliwe jest usprawnianie danego procesu systemu technicznego za pomocą narzędzi TRIZ, np. analizy łańcucha wad, o czym mowa będzie w kolejnym rozdziale. W związku z powyższym należy wziąć je pod uwagę na wstępnym

---

<sup>141</sup> EY Law Compass, Prawo i innowacje. Wyzwania 2020.

<sup>142</sup> N. Baldini, University patenting and licensing activity: A review of the literature. Research Evaluation, 15(3), 2016, s. 197.

etapie formułowania pomysłu na projekt innowacyjny<sup>143</sup>. W ten sposób unika się zmarnowania zasobów na projekt, który nie może być zrealizowany.

### 1.5.3. Kultura

Analiza otoczenia kulturowego sprzyjającego lub hamującego transfer technologii musi zostać przeprowadzona w kilku wymiarach. Po pierwsze, dochodzi do spotkania różnych systemów wartości związanych z wykonywanymi funkcjami społecznymi – w tym przypadku mowa o triadzie: przedsiębiorca, naukowiec lub innowator, urzędnik. Żaden z nich na co dzień nie zajmuje się transferem technologii, w związku z czym postępuje w trakcie procesu zgodnie z ustalonymi wzorcami. Kultura innowacyjności, charakteryzująca takie przedsiębiorstwa jak Google, czy też obecna np. w Dolinie Krzemowej, ułatwia twórczym jednostkom realizację ich pomysłów. W Polsce typowy przykład to spotkanie kultury akademickiej, stawiającej na doskonałość naukową i nowatorstwo, pragmatyzmu przedsiębiorcy, zainteresowanego gotowym (najlepiej do produkcji), niekoniecznie najbardziej nowatorskim rozwiązaniem, oraz urzędnika, który często nadzoruje projekt z dziedziny, o której ma mgliste wyobrażenie, w związku z czym nadzór dotyczy spraw formalnych czy prostych do stwierdzenia wskaźników. Naukowcy mogą mieć z kolei problem z przełożeniem języka technicznych właściwości innowacji na język tworzenia wartości dla użytkownika końcowego, na czym skupia się przedsiębiorca. Rozwiązaniem nie musi być „przymusowa” reorientacja naukowców o ugruntowanej pozycji w kierunku komercjalizacji, ale tworzenie odrębnej ścieżki kulturowej dla absolwentów i młodych adeptów nauki, dla których komercjalizacja ich osiągnięć jawi się jako sposób na podniesienie własnej pozycji w środowisku<sup>144</sup>. Przewyciężenie barier kulturowych we współpracy nauka – przedsiębiorcy powinno opierać się na delikatnie wyważonym kompromisie biorącym pod uwagę wartości obu stron<sup>145</sup>. Najważniejszym czynnikiem sprzyjającym komercjalizacji naukowej są normy panujące w danym środowisku akademickim, kształtowane przez jego liderów<sup>146</sup>.

---

<sup>143</sup> E. Dhawan, Why Your Innovation Team Needs a Lawyer, Harvard Business Review, lipiec 2016.

<sup>144</sup> T. Yoshioka-Kobayashi, Institutional Factors for Academic Entrepreneurship in Publicly owned Universities in Japan: Transition from a Conservative Anti-industry University Collaboration Culture to a Leading Entrepreneurial University. Science, Technology and Society. 2019;24(3), s. 438.

<sup>145</sup> R. Rybníček, R. Königsgruber, What makes industry–university collaboration succeed? A systematic review of the literature. Journal of Business Economics, 89(2), 2019, s. 232.

<sup>146</sup> R.K. Goel, D. Göktepe-Hultén, Academic leadership and commercial activities at research institutes: German evidence. Managerial and Decision Economics, 39(5), 2018, s. 602.

Podstawowym warunkiem powodzenia jest docenienie „trzeciej misji” jako równoważnej kształceniu i badaniom przez zarządzających jednostką naukową<sup>147</sup>.

Nowym oczekiwaniem państwa i społeczności lokalnych jest wzbogacanie lokalnej gospodarki o przedsiębiorstwa hi-tech lub podnoszenie poziomu innowacyjności istniejących. Czasami motywacje do rozwoju społeczności lokalnych mogą być zaskakujące, np. uniwersytet Yale zmagał się rosnącą przestępczością wobec naukowców i studentów<sup>148</sup>. Jednocześnie warto pamiętać, że – dzięki więziom społecznym z kadrami – absolwenci i byli pracownicy uczelni stanowią mogą obiecujące źródło dla współpracy nauka – biznes<sup>149</sup>.

#### 1.5.4. Dolina śmierci

Koncepcja doliny śmierci odnosi się do dobrze znanego zjawiska w literaturze przedmiotu dotyczącego luki rozwojowej pomiędzy opracowaniem prototypu urządzenia a jego wykorzystaniem komercyjnym<sup>150</sup>. Jest ono bezpośrednio związane ze zjawiskiem wzrostu kosztu kolejnych etapów badań w ramach kolejnych poziomów skali gotowości technologicznej (Technology Readiness Level, TRL). TRL jest powszechnie stosowanym sposobem przedstawienia etapów rozwoju innowacji opracowanym pierwotnie przez NASA. Podejście to upowszechniło się w krajach anglosaskich, a następnie zostało zaadaptowane i włączone (ze zmianami) do polityki Unii Europejskiej<sup>151</sup>. W Polsce posługują się nimi instytucje publiczne, np. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. TRL dostarcza wspólnego języka do opisu rezultatów kolejnych, kluczowych etapów badań i rozwoju produktu. Definicję poziomów gotowości technologicznej zawiera załącznik do rozporządzenia MNiSW<sup>152</sup>. Dość

---

<sup>147</sup> A. Stolze, K. Sailer, Advancing HEIs' third-mission through dynamic capabilities: the role of leadership and agreement on vision and goals *The Journal of Technology Transfer* 47, 2022, s. 595.

<sup>148</sup> S. M. Breznitz, From Ivory tower to industrial promotion: The case of Yale university and the biotechnology cluster in New Haven, *Building Technology Transfer Within Research Universities: An Entrepreneurial Approach*, 2014 s. 212.

<sup>149</sup> M.G. Colombo, M. Guerini, C. Rossi-Lamastra, et al., The “first match” between high-tech entrepreneurial ventures and universities: the role of founders' social ties. *The Journal of Technology Transfer* 47, 2022, s. 270.

<sup>150</sup> Np. S.K. Markham, S.J. Ward, L. Aiman-Smith, A.I. Kingon, The Valley of Death as Context for Role Theory in Product Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 27, 2010 s. 402–417; R. Moss Kanter, Innovation: The Classic Traps, *Harvard Business Review*, 84(11), s. 72–83.; J. Hudson, H.F. Khazragui, Into the Valley of Death: Research to Innovation. *Drug Discovery Today*, 2013, vol.18, no. 13–14.

<sup>151</sup> M. Herder, From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation, *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, Volume 22(2), 2017, article 3.

<sup>152</sup> Załącznik do rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 28 sierpnia 2020 r. (poz. 1495) w sprawie zadań Narodowego Centrum Badań i Rozwoju związanych z realizacją badań naukowych lub prac rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa.

powszechne jest przyporządkowanie poziomów TRL do trzech faz rozwoju produktu, czyli badań podstawowych, badań przemysłowych oraz prac rozwojowych:

Poziom I (badania podstawowe): „obserwacja i opis podstawowych zasad związanych z funkcjonowaniem danej technologii”<sup>153</sup>. Na tym poziomie osiągnięto interesujące rezultaty badań podstawowych, o których praktycznych implikacjach można jedynie spekulować.

Poziomy od II do VI (badania przemysłowe – do opracowania pierwszej wersji prototypu) – opracowanie i weryfikacja doświadczalna koncepcji technologii, a na dalszych poziomach – III, IV i V – również komponentów technologii, zarówno w laboratorium jak i w warunkach podobnych do rzeczywistych (na poziomie VI także testy demonstratora technologii lub modelu w takich warunkach)<sup>154</sup>.

Poziomy od VII do IX (prace rozwojowe) – obejmują testy prototypu w warunkach operacyjnych (czyli takich, w jakich będzie pracował produkt). Rezultatem poziomu IX powinna być technologia, która przeszła pomyślnie testy w warunkach operacyjnych i nadaje się wdrożenia<sup>155</sup>.

Szacuje się, że koszt przygotowania produktu od pomysłu do produkcji rośnie od 1 do 100. Zazwyczaj jednostki naukowe kończą prace na poziomie ewaluacji technologii w laboratorium, podczas gdy przedsiębiorcy oczekują prototypu albo wręcz gotowego produktu do przeskalowania na produkcję masową. Szczególnie jest to widoczne w medycynie czy produktach farmaceutycznych, gdzie koszty badań klinicznych liczone w milionach dolarów oraz ich długotrwałość potrafią zahamować obiecujące projekty. Przejście doliny śmierci stanowi istotne wyzwanie dla procesu komercjalizacji. Można powiedzieć, że większość pomysłów innowacyjnych nie jest w stanie przejść tej fazy, ze szkodą dla ogólnego poziomu rozwoju technologii. W przypadku startupów jest to 90 %<sup>156</sup>. Powstaje więc pytanie, kto poniesie koszty prowadzenia długotrwałych badań na tym etapie, przy braku dochodów.

---

<sup>153</sup> *Ibidem*.

<sup>154</sup> *Ibidem*; rozporządzenie posługuje się terminem „rzeczywisty”, choć np. Komisja Europejska używa pojęcia „relevant” co można tłumaczyć również jako: podobny, co w większym stopniu pozwalałoby odróżnić pojęcie „warunków operacyjnych” występujących na poziomie VII i IX (HORIZON 2020 – WORK PROGRAMME 2018-2020 General Annexes, G. Technology readiness levels (TRL), Commission Decision C(2017)7124)

<sup>155</sup> *Ibidem*.

<sup>156</sup> T. Ritter, C.L. Pedersen, An Entrepreneur's Guide to Surviving the "Death Valley Curve", Harvard Business Review, Digital Articles. 4/13/2022, s. 1.

Z tego powodu, w celu wsparcia badań medycznych coraz częściej powołuje się specjalistyczne agendy takie jak np. polska Agencja Badań Medycznych zaś w przypadku pozostałych badań – takie jak Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Rola państwa w redukcji barier prowadzących do doliny śmierci nie jest wyłącznie pozytywna. Procedura zatwierdzania nowych produktów z branż regulowanych (np. farmaceutycznej) przez agendy państwowe generuje zjawisko niepewności regulacyjnej (nie wiadomo, czy produkt zyska akceptację po wielu latach badań), co hamuje innowacyjność przedsiębiorstw, które mogą mieć problem ze sprostaniem dodatkowemu ryzyku generowanemu przez prawodawcę<sup>157</sup>.

Dolina śmierci jest szczególnie trudna do przejścia, jeżeli wiąże się z odpłatnym przekazaniem technologii innemu podmiotowi. Wiąże się to m.in. z asymetrią informacji pomiędzy kupującym a sprzedającym dotyczącej wartości technologii, a także z trudnością w oszacowaniu ryzyka biznesowego i technologicznego, co jest szczególnie dotkliwe w branżach opierających się na osiągnięciach z fizyki, chemii czy inżynierii materiałowej<sup>158</sup>.

Jednym z powodów powstawania luki rozwojowej jest fakt, że rządy inwestują w badania podstawowe nie przykładając należytej wagi do finansowania kolejnych faz rozwoju<sup>159</sup>. Dostępność środków finansowych dla jednostek naukowych jest lepsza w przypadku badań podstawowych niż stosowanych. Jednostki otrzymują środki bezpośrednio, bez konieczności znalezienia partnera biznesowego, granty mogą być mniejsze (więc można udzielić ich większej liczby), badania podstawowe nie są powiązane z polityką rozwoju regionalnego, w przeciwieństwie do funduszy UE na badania przemysłowe i prace rozwojowe, które uzależniają wartość i dostępność dotacji od zamieszkiwania w regionach bogatszych i biedniejszych (łatwiejszy dostęp do finansowania). Można wreszcie badania podstawowe finansować ze środków subwencji centralnej.

Pewną szansą na skrócenie cyklu badawczego są technologie algorytmów sztucznej inteligencji (szczególnie np. w inżynierii materiałowej czy farmacji). Pojawiły się również rozwiązania będące symulatorami, pozwalające przeprowadzać wirtualne

---

<sup>157</sup> J. Bonnin Roca, E. O'Sullivan, The role of regulators in mitigating uncertainty within the Valley of Death. *Technovation*, 109, 2022, s. 1

<sup>158</sup> A. Arora, S. Belenzon, S. Jungkyu, Why the U.S. innovation ecosystem..., op.cit., s. 8.

<sup>159</sup> G.S. Ford, T.M. Koutsy, L.J. Spiwak, A Valley of Death in the Innovation Sequence: An Economic Investigation. *SSRN Electronic Journal*, 2011, s. 36.

doświadczenia, których jedynie wyniki, o ile są obiecujące, weryfikuje się w rzeczywistych warunkach, co w sposób zasadniczy obniża koszty i czas trwania badań<sup>160</sup>.

#### 1.5.5. Czynniki wewnętrzne

Jednostki naukowe mają wpływ, mimo czynników wewnętrznych, na poziom transferu technologii. Akty prawa wewnętrznego (regulaminy, plany działań itp.) mogą wspierać lub hamować komercjalizację. Istotne są też obowiązujące kryteria selekcji projektów, dotyczące aktualnego zbioru zakończonych i realizowanych projektów innowacyjnych. Ich rezultaty mogą mieć formę know-how, patentów, prototypów, wzorów przemysłowych itp. Odpowiedź na pytanie, które z projektów powinny być dalej rozwijane czy też skierowane do komercjalizacji i sprzedaży, nie jest łatwa. Duże przedsiębiorstwa radzą sobie z tym problemem poprzez zastosowanie mechanizmów przeglądowych swoich portfolio. Kluczowe wymiary, które powinny zostać przeanalizowane, to poziom ryzyka, nieznajomości rynku, konkurencja oraz dochodowość<sup>161</sup>. Zasadniczo, im bardziej projekt jest oddalony od głównej działalności firmy oraz wymaga dostosowania aktualnych wymiarów jej funkcjonowania, z tym większym ryzykiem porażki się wiąże. Umiejętność szybkiego pozbywania się projektów, które straciły sens i relokacji zasobów, bazująca na dogłębnej znajomości projektów przez zarząd w oparciu o kryterium realizacji długoterminowych celów strategicznych może stanowić o sukcesie firm w tworzeniu innowacji<sup>162</sup>. Projekty nie tworzące wartości i przewagi konkurencyjnej powinny być eliminowane z portfela; należy inwestować w takie, które maksymalizują oba parametry.

Szacowanie wartości bieżącej netto (Net Present Value, NPV) jest popularnym sposobem finansowej oceny wartości projektów innowacyjnych. Istota metody polega na porównaniu „poniesionych aktualnie nakładów z wartością bieżących i przyszłych przychodów (...)”<sup>163</sup>.

---

<sup>160</sup> Np. projekt GNOME firmy Google: A. Merchant, S. Batzner, S.S. Schoenholz. et al., Scaling deep learning for materials discovery, *Nature* 624, 2023, s. 80–85.

<sup>161</sup> G.S. Day, Is it real? Can we win? Is it worth doing? Managing risk and reward in an innovation portfolio. *Harvard Business Review*, 2007, 85(12).

<sup>162</sup> L. Kester, A. Griffin, E.J. Hultink, An Empirical Investigation of the Antecedents and Outcomes of NPD Portfolio Success, *Journal of Product Innovation Management* 31(6), 2014, s. 1202-1203.

<sup>163</sup> S. Marciniak, Korzyści i koszty działalności innowacyjnej, w: L. Białoń (red), *Zarządzanie działalnością innowacyjną*, Wydawnictwo Placet, 2010, s. 285.

Finansowy sposób oceny, mimo jego popularności, jest najbardziej zawodnym sposobem wyłaniania najlepszych projektów. W szczególności nie pozwala na optymalne dostosowanie zasobów do projektu oraz zrównoważenie portfela ze względu na ryzyko<sup>164</sup>. Również dla funduszy inwestycyjnych nie jest to pierwszoplanowy wskaźnik (podobnie jak IRR, wewnątrz stopa zwrotu) oceny projektów, gdyż w tym przypadku liczy się stopa zwrotu z inwestycji w momencie wyjścia<sup>165</sup>. Żadna z metod nie jest pozbawiona wad, stąd dobrym pomysłem byłoby opracowanie metodologii ich zastosowania łącznego.

Wybór projektów do realizacji / rozwoju nie musi mieć na celu wyłącznie krótkoterminowego zysku z działalności komercyjnej. Może być również podporządkowany celom strategicznym, dla których projekt będzie dostarczał kompetencji, w tym rozwijał kompetencje pracowników<sup>166</sup>. W przypadku badań nad np. nowymi materiałami, proces rozwoju trwa wiele lat, co wymusza myślenie długofalowe w prowadzących je przedsiębiorstwach.

Fundusze inwestycyjne i agendy rządowe organizują panele ekspertów oceniające projekt w kilku obszarach. Rozwinięciem tego modelu jest zebranie opinii ekspertów oraz kategoryzacja uzyskanych ocen wg obliczonych progów dla scenariuszy o różnym poziomie optymizmu w celu uzyskania oceny łącznej<sup>167</sup>.

---

<sup>164</sup> G. Robert, J. Scott, J. Elko, Best practices for managing R & D portfolios. *Research Technology Management*, 41(4), 1998, s. 31.

<sup>165</sup> P. Gompers, W. Gornall, S.N. Kaplan, I.A. Strebulaev, How Venture Capitalists..., op.cit., s. 74.

<sup>166</sup> W. J. Gutjahr, S. Katzensteiner, P. Reiter, et al., Competence-driven project portfolio selection, scheduling and staff assignment. *Central European Journal of Operations Research* 16, 2008, s. 281–306.

<sup>167</sup> R. Bandarian, (2007), Evaluation of commercial potential of a new technology at the early stage of development with fuzzy logic, *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 2 wyd 4, s. 12743.

## Rozdział 2 Zastosowanie TRIZ w komercjalizacji

### 2.1. Geneza TRIZ

Twórcą Teorii Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań, będącej przedmiotem niniejszej analizy, był radziecki (rosyjski) teoretyk pracy twórczej, wynalazca, pisarz fantastycznonaukowy i pracownik biura patentowego Henryk (ros. Gienrich) Altszuller (1926-1998). Zainteresowany od młodości opracowywaniem rozwiązań problemów inżynierskich (zgłosił kilka patentów własnego autorstwa) rozpoczął jednocześnie badania nad ustaleniem generalnych zasad wynalazczości w odniesieniu do własnych pomysłów. Doszedł do wniosku, że brakuje metody organizacji postępowania kreatywnego, a dokładnie części dotyczącej rozwiązywania problemów technicznych. W związku z tym w latach czterdziestych i pięćdziesiątych XX w. rozpoczął prace nad stworzeniem takich metod, zaczynając od analizy radzieckiego odpowiednika patentów tzw. świadczeń autorskich w poszukiwaniu powtarzających się wzorców rozwiązywania problemów (na tej podstawie powstało najbardziej znane narzędzie TRIZ, matryca sprzeczności technicznych). Prace musiały jednak zostać czasowo wstrzymane, gdyż Altszuller, m.in. z powodu krytyki polityki władz odnośnie wynalazczości trafił do gułagu; po rehabilitacji i skróceniu wyroku w 1954 r. został objęty zakazem pracy. Na pewien czas stał się pisarzem powieści fantastycznonaukowych, które opierał na skategoryzowanych wcześniej wątkach przejawiających się w innych publikacjach (lista była ponoć kompletna).

Pod koniec lat pięćdziesiątych powrócił do prac nad uporządkowaniem procesu twórczego oraz opracowaniem narzędzi ułatwiających inżynierom tworzenie koncepcji dokonywania usprawnień istniejących maszyn i urządzeń. Rozwój metod i narzędzi wynikający z podstaw teoretycznych, które przyjął twórca, trwa do dnia dzisiejszego, aczkolwiek podstawowy zakres metod i narzędzi został opracowany w przeciągu pierwszych trzydziestu lat i dotyczył sformułowania kilku kluczowych koncepcji dla teorii: sprzeczności technicznej, idealnego rozwiązania końcowego oraz prekursora tzw. systemu 9 okien. Do lat 60-tych odkrycia Altszullera nie spotkały się z zainteresowaniem wynalazców, przełomowa okazała się publikacja z 1959 r. w czasopiśmie poświęconym problemom wynalazczości. Wzrastająca od tego czasu znajomość metody zaowocowała szeregiem przeprowadzonych warsztatów w zakładach przemysłowych.

W tym okresie Altszuller prezentował swoją metodę w kolejnych publikacjach, na wykładach i szkoleniach, tworząc grupę współpracowników, którzy dalej popularyzowali ją w ZSRR, a po jego upadku w 1991 r. w ramach stowarzyszenia TRIZ.

TRIZ możemy zaliczyć do metod twórczego rozwiązywania problemów, którymi zajmuje się inwentyka, wywodząca się od badającej proces dokonywania odkryć heurystyki<sup>168</sup>. Jest zaliczana do metod inwentycznych o charakterze analitycznym, w odróżnieniu do dwóch pozostałych grup bazujących na swobodnych i wymuszonych skojarzeniach, oraz całościowych (w odróżnieniu od wycinkowych)<sup>169</sup>. Można ją również zaliczyć do metod systemowego generowania innowacji, poprzez ukierunkowane poszukiwania w drodze wykorzystania zestawów narzędzi bazujących na prawach rozwoju techniki<sup>170</sup>. TRIZ jest algorytmem (czyli wskazaniem kolejnych kroków do wykonania) wykorzystania zestawu narzędzi mających prowadzić potencjalnego wynalazcę w kierunku właściwego rozwiązania. Stanowi przeciwieństwo działania spontanicznego, eliminuje chaotyczne poszukiwania nowych rozwiązań i liczenie na genialność odkrywcy. Jej narzędzia oparte są na generalizacji metod i rozwiązań stosowanych przez wynalazców do tworzenia innowacji.

Chcąc scharakteryzować TRIZ można posłużyć się słowami samego autora: „Teoria wynalazczości bada twórczość wynalazczą w celu ustalenia skutecznych metod rozwiązywania zadań wynalazczych”<sup>171</sup>. Oznacza to, że punktem wyjścia jest zebrane doświadczenie twórców, i prześledzenie, w jaki sposób odkryli nowe rozwiązanie, a następnie przedstawienie w formie standaryzowanego narzędzia. Narzędzia wynalazcze są połączeniem wiedzy z nauk ścisłych, czy też inżynierii z metodami przełamania inercji psychicznej.

TRIZ opiera się na podstawowym założeniu, że ewolucja systemów technicznych odbywa się zgodnie z pewnymi prawami i trendami. Pozostałe założenia teorii:

1. Zadania innowacyjne i rozwiązania powtarzają się.
2. Zadania innowacyjne, rozwiązania i czynności podjęte w celu rozwiązania innowacyjnych zadań można sprowadzić do wspólnych mianowników. (indukcja)

---

<sup>168</sup> Z. Martyniak, Wstęp do inwentyki, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, 1997, s. 7 i 8.

<sup>169</sup> *Ibidem*, s. 39 i 41.

<sup>170</sup> W. Gierulski, A. Hnydiuk-Stefan, B. Kaczmarek, S. Łobejko, K. Santarek, J. Wiśniewska, Komercjalizacja wyników badań i innowacyjnych rozwiązań w Polsce, Polska Akademia Nauk, Komitet Inżynierii Produkcji, 2018, Polskie Towarzystwo Zarządzania Innowacjami, s. 37.

<sup>171</sup> H. Altszuller, Algorytm wynalazku, Wiedza Powszechna, Warszawa, 1972, s. 13.

3. Kolejność uogólnionych czynności w celu rozwiązania innowacyjnych zadań jest stała.

Uogólnione rozwiązania TRIZ nazywane są narzędziami. Praca odnosi się do kilku z listy narzędzi, które zostały uznane przez Międzynarodowe Stowarzyszenie TRIZ (MA TRIZ) na podstawie statystyk dotyczących używania ich przez praktyków TRIZ<sup>172</sup> oraz tych, z którymi spotkano się w czasie pracy badawczej – analizy łańcucha przyczynowego wad, metody małych ludzików, minimalnego systemu technicznego, trimmingu. Pełna lista uznanych podstawowych koncepcji, komponentów i narzędzi TRIZ<sup>173</sup> liczy 72 pozycje.

Elementem TRIZ, powstałym wcześniej, jest Algorytm Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań. W ramach algorytmu twórca wyróżnił zespół czynności do wykonania w celu rozwiązania zadania wynalazczego, którego główne podpunkty przedstawiono poniżej (wersja ARIZ 77):

1. Wybór zadania
2. Budowa modelu zadania
3. Analiza modelu zadania
4. Przezwyciężenie sprzeczności fizycznej
5. Wstępna ocena otrzymanego rozwiązania
6. Rozwinięcie otrzymanego rozwiązania
7. Analiza toku rozwiązania

Istotą ARIZ jest rozwiązanie sprzeczności fizycznej. Autor przewidywał aktualność zawartych w niej „chwytów wynalazczych” (zasad wynalazczych) na 10 – 15 lat, tymczasem są one wykorzystywane do dnia dzisiejszego.

Do 1965 r. ARIZ (Algorytm Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań, nazwa TRIZ pojawiła się dopiero w 1972 r.) został uzupełniony do 25 etapów. Na początku lat 70-tych zakończyło się wprowadzanie kolejnych zasad wynalazczych, będących częścią najbardziej rozpoznawalnego elementu TRIZ, czyli Matrycy Rozwiązywania Sprzeczności Technicznych, wraz z uzupełnieniem jej o kolejne parametry z aktualnej listy 39.

Aktualnie TRIZ stosowany jest przez szereg korporacji międzynarodowych, spośród których najbardziej znane to Samsung, LG i Boeing. Nabycie wiedzy eksperckiej

---

<sup>172</sup> S. Litvin, V. Petrov, M. Rubin, V. Fey, TRIZ body of knowledge, Altshuller Institute for TRIZ Studies, <https://www.aitriz.org/triz/triz-body-of-knowledge>

<sup>173</sup> *Ibidem*.

dotyczącej TRIZ odbywa się w ramach certyfikowanych szkoleń, prowadzonych przez wykwalifikowanych konsultantów posiadających wymagany poziom certyfikacji wydawany przez stowarzyszenie TRIZ. Jest szczególnie popularny w Korei Południowej, gdzie rząd zaangażował się w jego promocję.

Warto to podkreślić, gdyż Korea Południowa jest jednym ze światowych liderów innowacji. Niekwestionowana pozycja kraju wynika nie tylko z sukcesów firm takich jak Samsung, LG czy Hyundai, ale także potwierdzają ją niezależne rankingi innowacyjności. Zgodnie z Global Innovation Index, światowym rankingiem zdolności innowacyjnych, tworzonym przez WIPO (Światowa Organizacja Własności Intelektualnej, działająca pod egidą ONZ), w ostatnich czterech latach (2020 – 2024) Korea Południowa osiągała w kolejnych latach pozycje 10, 5, 6, 10 i 6 pośród 133 gospodarek<sup>174</sup>. W przypadku Korei nie jest stwierdzeniem na wyrost, że istotny udział w tym sukcesie odegrał TRIZ. Wskazuje na to przede wszystkim masowość znajomości tejże metody; zgodnie ze statystykami stowarzyszenia MA TRIZ, ponad 21 tys. Koreańczyków posiada certyfikaty TRIZ tylko tego stowarzyszenia, na 39 tys. certyfikatów wydanych przez organizację w ogóle<sup>175</sup>. TRIZ jest tak popularny w Korei, że w 2005 r. w czasie próbnego egzaminu na studia 600 tys. studentów zadano pytania oparte o podstawowe koncepcje TRIZ (sprzeczności techniczne i fizyczne)<sup>176</sup>. Liczba wydanych certyfikatów nie jest miarodajna, gdyż duże firmy, jak Samsung czy LG, posiadają dedykowane zespoły szkolące pracowników i rozwiązujące problemy za pomocą TRIZ. Historia TRIZ w Korei rozpoczyna się od szkoleń w koncernie LG w 1995 r. prowadzonych przez rosyjskich ekspertów. Sukcesy komercyjne produktów, do projektowania których LG zastosowało TRIZ skłoniło inne firmy (m.in. Samsung) do zainteresowania i wdrożenia TRIZ wśród swoich inżynierów.

W jaki sposób koreańskie firmy wykorzystują TRIZ? Międzynarodowa firma doradcza GEN TRIZ<sup>177</sup> wskazuje przypadek Hyundaia. Za pomocą analizy ewolucji mechanizmu podnoszenia klapy bagażnika samochodu opracowano system automatycznego podnoszenia klapy (Hyundai Smart Liftgate™). LG wykorzystuje narzędzia metody do

---

<sup>174</sup> Republic of Korea ranking in the Global Innovation Index 2024, WIPO, <https://www.wipo.int/gii-ranking/en/republic-of-korea>; ranking tworzony na bazie pomiaru ok. 80 wskaźników [dostęp:02.04.2025]

<sup>175</sup> <https://matriz.org/> [dostęp:02.04.2025]

<sup>176</sup> Seung-Hyun Yoo, TRIZ In Korea, doniesienia pokonferencyjne MATRIZ Fest 2005, <https://www.metodolog.ru/00453/00453.html> [dostęp:02.04.2025]

<sup>177</sup> <https://www.gen-triz.com/case-5>; [dostęp:02.04.2025]

tworzenia nowych produktów oraz ograniczania kosztów<sup>178</sup>, np. LG Cable (członkowi grupy LG), udało się dzięki ich zastosowaniu podnieść jakość izolatora polimerowego oraz rur termokurczliwych<sup>179</sup>. TRIZ wdrażany jest przez szereg koreańskich uczelni wyższych (Postech, Hanyang, Yonsei, Polytechnics)<sup>180</sup>. Samsung wykorzystał TRIZ do tworzenia setek patentów, zaś jedna z najbardziej znanych innowacji obejmowała modyfikację głowicy lasera DVD<sup>181</sup>. W przypadku Samsunga dedykowany zespół zajmuje się nie tylko doradztwem i szkoleniem, ale także tworzeniem metodologii na bazie TRIZ dostosowanej do potrzeb firmy<sup>182</sup>.

Boeing stosuje TRIZ zarówno na etapie tworzenia koncepcji nowych wynalazków, jak i w celu opracowania strategii prognozowania rozwoju technologii (sposób na wyznaczenie celów w zarządzaniu)<sup>183</sup>. Poniżej przedstawiono<sup>184</sup> zastosowania odnośnie poziomów TRL (przypisanie własne):

- Ulepszanie projektów – znalezienie odpowiedniej mocy, aby spełnić wymagania dotyczące szybkości rozładowania paliwa dla tankowca KC-767 – (badania przemysłowe, II - IV TRL),
- Tworzenie wynalazków – mechanizmy zaciskowe do wnętrza samolotów, rozwiązania przeciwdeszczowe dla samolotów i nowe technologie uruchamiania – (TRL I),
- Usunięcie sprzeczności technicznych, które prowadziły do kompromisowych (nieoptymalnych) projektów – (badania przemysłowe, II - IV TRL).

---

<sup>178</sup> D. K. Lau, The role of TRIZ as an inventive tool in technology development and integration in China, Proceedings of 2004 International Conference on the Business of Electronic Product Reliability and Liability (IEEE Cat. No.04EX809), 2004, s. 157.

<sup>179</sup> Y.J. Kang ; Y.I. Kwon, P.K. Chung, A. Skuratovich, TRIZ applications in LG cable and case studies, <https://www.aitriz.org/triz-articles/inside-triz/435-lg-case-study-for-making-shrinking-tubes>, [dostęp:02.04.2025].

<sup>180</sup> J. Shin, What makes Korea so enthusiastic about TRIZ? 9 symposium TRIZ w Japonii, [http://www.triz-japan.org/PRESENTATION/sympo2013/Pres-Overseas/EI02eS-Shin\(Korea\)-130821.pdf](http://www.triz-japan.org/PRESENTATION/sympo2013/Pres-Overseas/EI02eS-Shin(Korea)-130821.pdf) [dostęp:02.04.2025]

<sup>181</sup> <https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2013/03/07/why-is-samsung-such-an-innovative-company/>; [dostęp:02.04.2025]

<sup>182</sup> S. Cheong, V. A. Lenyashin, A. T. Kynin, N. B. Feygenson, YongKwan Lee, Seungheon Han, TRIZ and innovation culture at Samsung Electro-Mechanics Company, The Fourth TRIZ Symposium in Japan, 2008, <https://www.osakagu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/epapers/e2009Papers/eCheongTRIZSymp2008/09eP-Cheong-TRIZSymp2008-090709.pdf>; [dostęp:02.04.2025].

<sup>183</sup> S.D. Button, F.T. Calkins, Recreate the cause, The Boeing Technical Journal, 2021, <https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/features/innovation-quarterly/iq-2021-q1.pdf> [dostęp: 15.07.2022]

<sup>184</sup> *Ibidem*.

## 2.2. Narzędzia

Zestaw narzędzi TRIZ był rozbudowywany i modyfikowany przez dziesięciolecia, jednakże dwie niezienne podstawowe idee przyświecające metodzie to zasada poszukiwania idealnego rozwiązania końcowego oraz przewyższania sprzeczności technicznych jakie rodzi dany problem wynalazczy<sup>185</sup>. Filozofia TRIZ, nakreślona przez twórcę, opiera się na odrzuceniu poglądu „nie da się” wobec roszczenia osiągnięcia wyobrażonego i – wydawałoby się – nieosiągalnego systemu technicznego o najlepszych parametrach. Określenie stanu idealnego stanowi punkt wyjścia dla doskonalenia danego systemu technicznego w procesie odnajdywania realnych przyczyn problemów, ich parametryzację i ujęcie w postaci sprzeczności technicznych. Kolejnym etapem jest proponowanie ogólnego kierunku rozwiązania (tzw. rozwiązania wynalazcze).

Poniżej zaprezentowano omówienie najbardziej znanych narzędzi:

- Matryca sprzeczności. Składa się z listy 39 wzajemnie powiązanych parametrów, w przypadku których poprawa jednego powoduje pogorszenie innego w wyniku zastosowania danego rozwiązania technicznego usprawniającego system wraz ze wskazaniem grupy rozwiązań (zasad wynalazczych). Każdy patent stanowi próbę rozwiązania sprzeczności poprzez zastosowanie innowacji (przykładowo: samochód elektryczny nie emituje spalin, ale ma ograniczony zasięg).
- 40 zasad wynalazczych – zgeneralizowane rozwiązania sprzeczności technicznych i fizycznych. Stosowane razem z macierzą sprzeczności, jako zbiór sposobów na ich rozwiązanie.

| 40 zasad wynalazczych H. Altszullera |                                        |                                        |
|--------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. Podziału                          | 19. Działanie impulsowe                | 31. Zastosowanie materiałów porowatych |
| 2. Wydzielenia                       | 20. Ciągłego działania                 | 32. Zmiany barwy                       |
| 3. Jakości lokalnej                  | 21. Przeskoku                          | 33. Jednorodności                      |
| 4. Asymetrii                         | 22. „Przekształcania szkody w korzyść” | 34. Odrzucania i regeneracji części    |
| 5. Łączenia                          |                                        |                                        |
| 6. Uniwersalności                    |                                        |                                        |
| 7. Matrioszki                        |                                        |                                        |
| 8. Przeciwcieżaru                    |                                        |                                        |

<sup>185</sup> Z. Martyniak, (1997), Wstęp do inwentyki..., op.cit, s. 98 i 99.

|                                              |                                                                        |                                               |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 9. Przeciwdziałania<br>zapobiegawczego       | 23. Sprzężenia<br>zwrotnego                                            | 35. Zmiany stanu<br>obiektu                   |
| 10. Działania<br>zapobiegawczego             | 24. „Pośrednika”                                                       | 36. Zastosowania<br>przejść<br>fazowych       |
| 11. „Uprzednio<br>podłożonej<br>poduszki”    | 25. Samoobsługi                                                        | 37. Zastosowanie<br>rozszerzenia<br>ciepłego  |
| 12. Ekwipotencjalności                       | 26. Kopiowania                                                         | 38. Zastosowanie<br>silnych<br>utleniaczy     |
| 13. „Na opak”                                | 27. Tania                                                              | 39. Zastosowanie<br>środowiska<br>neutralnego |
| 14. Sferoidalności                           | 28. Zamiany układu<br>mechanicznego                                    | 40. Kompozycji<br>materiałów                  |
| 15. Dynamiczności                            | 29. Wykorzystanie<br>konstrukcji<br>pneumatycznych<br>i hydraulicznych |                                               |
| 16. Działanie<br>częściowe lub<br>nadmiernie | 30. Wykorzystanie<br>elastycznych<br>powłok i<br>cienkich błon         |                                               |
| 17. Przejścia w inny<br>wymiar               |                                                                        |                                               |
| 18. Drgań<br>mechanicznych                   |                                                                        |                                               |

Tabela 2.1 40 zasad wynalazczych, źródło: opracowano na podstawie: G. S. Altszuller, Elementy twórczości inżynierskiej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1983, s. 125-139.

Każda z zasad posiada opis wskazujący sposób jej stosowania lub warianty rozwiązań szczegółowych (zdecydowana większość). Przykładowo, dla zasady nr 1 (wg różnych tłumaczeń – podziału, segmentacji lub rozdrobnienia) możliwe są trzy warianty<sup>186</sup>:

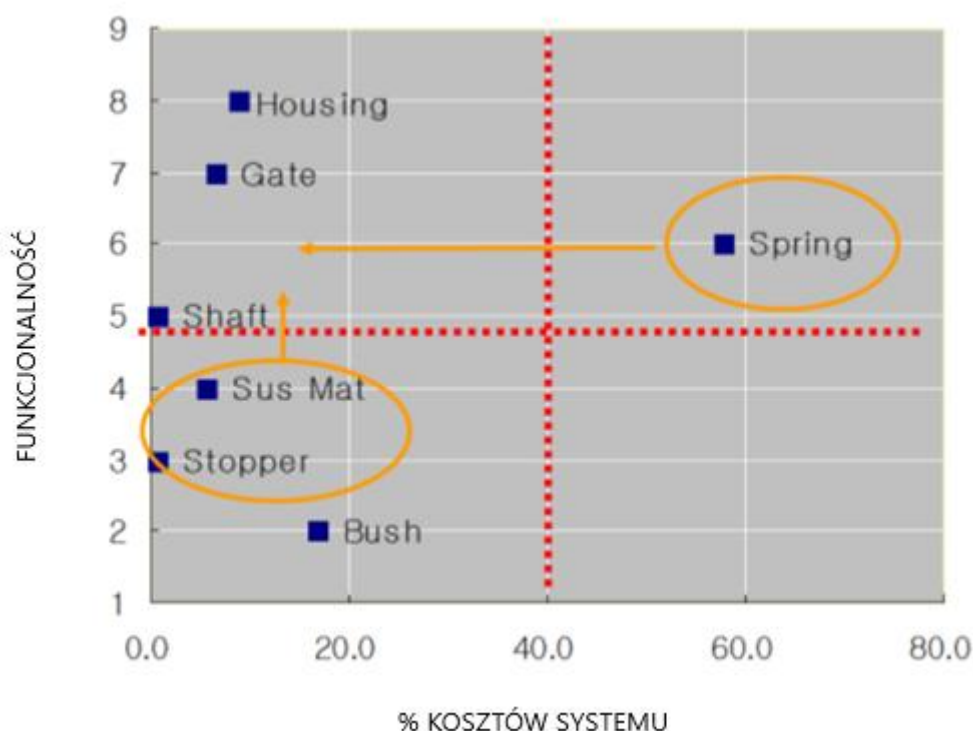
- a) Podzielić obiekt na niezależne części,
  - b) Wykonać obiekt jako rozbieralny,
  - c) Zwiększyć stopień podziału obiektu na części.
- Trimming, czyli analiza funkcjonalności komponentów systemu technicznego w odniesieniu do kosztów w celu optymalizacji. Trimming nie jest narzędziem

<sup>186</sup> G. S. Altszuller, Elementy twórczości inżynierskiej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1983, s. 125-139., s. 126.

eliminowania problemów, ale ich diagnozowania<sup>187</sup>. Może zostać wykonany w ramach tzw. trzech zasad A, B i C. Zgodnie z nimi, komponent może zostać usunięty, jeżeli<sup>188</sup>:

- usunięty zostanie obiekt jego funkcji (A),
- obiekt jego funkcji sam wykona tę funkcję (B),
- inny komponent wykona jego funkcję (C).

Przykład zastosowania trimmingu do obniżki kosztów systemu technicznego – tłumika zamieszczono poniżej. W pierwszym etapie inżynierowie firmy Hyundai zastosowali diagram funkcyjno-kosztowy, przyporządkowujący poszczególne komponenty zaworu zmiennego (część tłumika) do kosztów i funkcjonalności (rysunek poniżej):

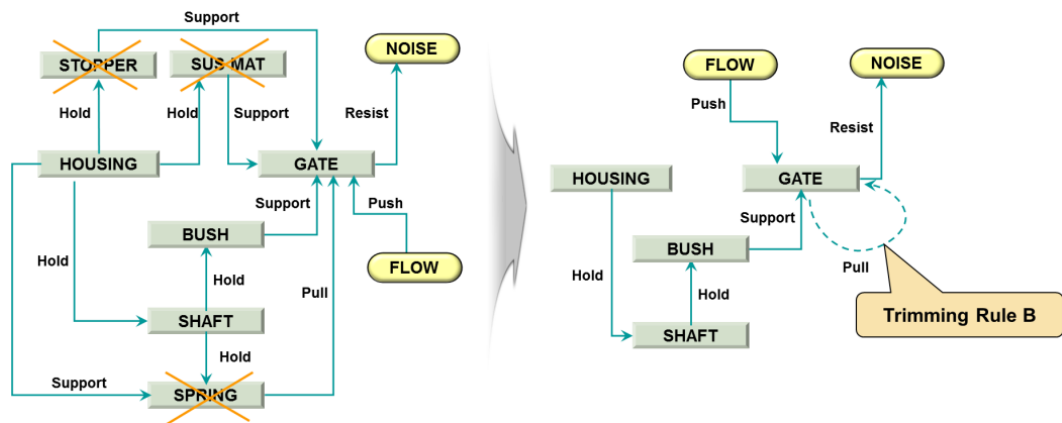


Rysunek 2.1 Przykładowe zastosowanie trimmingu, źródło: K. Sang-Ha., S. Gwang-Seob, L. Sang-Il, H. Hak-Shon, S. Min-Soo, A. Hyun-Soo, The New Approach To Problem-Solving Algorithm, w: Proceedings of TRIZfest 2015, September 10-12, 2015, Seoul, South Korea, s. 241 – 249.

<sup>187</sup> S. Ikovenko, S. Yatsunenko, P. Karendał, M. Przymusiła, S. Kobayakov, J. Obojski, Z. Vintman, Współczesna Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań. Podręcznik na I poziom certyfikacji Międzynarodowego Stowarzyszenia TRIZ, Novismo, Warszawa 2017, s. 79.

<sup>188</sup> *Ibidem*.

W ten sposób zdiagnozowano elementy o niskiej funkcjonalności (lewa dolna ćwiartka wykresu) oraz o wysokim koszcie (prawa górna ćwiartka), które postanowiono usunąć z systemu za pomocą modelowania funkcyjnego zgodnie z zasadą B (rysunek poniżej):



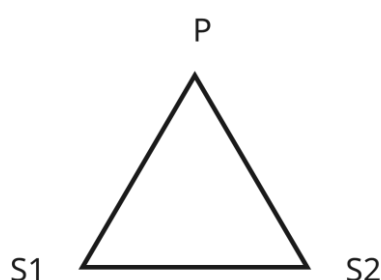
Rysunek 2.2 Modelowanie funkcji zaworu zmiennego po trimming, źródło: K. Sang-Ha., S. Gwang-Seob, L. Sang-Il, H. Hak-Shon, S. Min-Soo, A. Hyun-Soo, The New Approach To Problem-Solving Algorithm, w: Proceedings of TRIZfest 2015, September 10-12, 2015, Seoul, South Korea, s. 241 – 249.

Rezultatem było przeprojektowanie zaworu zmiennego w taki sposób, by zawierał mniej komponentów, które przejęły funkcje usuniętych.

- Łańcuch przyczynowo-skutkowy wad (znany jako CECA). Służy do odnalezienia wady kluczowej, której eliminacja spowoduje rozwiązanie problemu. Procedura transfer feature przewiduje zadawanie i poszukiwanie odpowiedzi na kolejne pytania „dlaczego”, aż do odnalezienia prawdziwej przyczyny problemów. Główna idea metody jest pokrewna do takich narzędzi spoza palety TRIZ jak RCA (root cause analysis), 5-why itp.
- Transfer cech (znany również pod nazwą integracji alternatywnych systemów) – służy przeniesieniu cech z innych systemów (hybrydyzacji), przy czym mogą to być również „systemy biologiczne”, czyli gatunki roślin i zwierząt, do systemu bazowego. Pierwszym etapem algorytmu jest wykonanie analizy funkcji systemu.
- Analiza funkcyjna – służy zrozumieniu interakcji pomiędzy wszystkimi częściami systemu i nakreśleniu wynikających z nich problemów. Rodzaje części i interakcji są zdefiniowane przez twórców metody jako komponenty oraz funkcje. Pokrewną analizie funkcyjnej jest koncepcja triady SAO (przedmiot-

akcja-obiekt), gdzie określa się przedmiot i obiekt (odnoszące się do komponentów systemu technicznego) oraz akcję (odnoszące się do wykonywanych funkcji)<sup>189</sup>.

- Analiza funkcyjna procesów – dla procesu rozumianego jako zestaw następujących operacji, pozwala na ich klasyfikację i ocenę w celu stworzenia modelu funkcyjnego.
- Wepol (model substancja-pole) – Modelowe ujęcie minimalnego systemu technicznego, jako systemu składającego się z trzech elementów: pierwszej substancji (S1), drugiej substancji (S2) oraz oddziaływującego między nimi pola (P1)<sup>190</sup>. Tradycyjnie przedstawiane w formie trójkąta:



Rysunek 2.3 Postać ogólna wepola, źródło: G. S. Altszuller, Elementy twórczości inżynierskiej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1983, s. 60.

Poza podstawową formą wepoli mogą występować modele niepełne (bez jednego z podstawowych elementów) lub bardziej rozbudowane (o odpowiednio większej ilości pól lub substancji)<sup>191</sup>. Dzięki takiemu modelowemu przedstawieniu, możliwe jest zastosowanie do rozwiązania problemu opracowanych przez G. Altszullera 76 standardowych rozwiązań wynalazczych, stanowiących sposoby przekształcania modeli wepolowych, oparte (podobnie jak np. matryca sprzeczności) na analizie rozwiązań zawartych w świadczeniach autorskich ZSRR (odpowiednik patentów funkcjonujących w świecie zachodnim).

- Idealne rozwiązanie końcowe – określenie idealnego rozwiązania, do którego będzie dążyć analiza, bez zwracania uwagi na trudności w jego osiągnięciu.
- Wzorce ewolucji systemów technicznych – narzędzie prognostyczne służące do wskazania kierunków rozwoju technologii. Altszuller wskazał na 8 wzorców

<sup>189</sup> G. Cascini, A. Fantechi, E. Spinicci, Natural Language Processing of Patents and Technical Documentation. In: Marinai, S., Dengel, A.R. (eds) Document Analysis Systems VI. DAS 2004. Lecture Notes in Computer Science, vol 3163, Springer, Berlin, Heidelberg, 2004, s. 509

<sup>190</sup> G. S. Altszuller, Elementy twórczości..., op.cit., s. 49-61.

<sup>191</sup> L. Chybowski, Metody tworzenia innowacyjnych rozwiązań – wepola i TRIZ-owskie rozwiązania standardowe, Industrial Monitor - produkcja i utrzymanie ruchu, Nr 3/(32) 2018, s. 8-12.

(tendencji). Poprzez analizę danego systemu technicznego i porównanie z wzorcami możemy przewidzieć w jakim kierunku nastąpi jego rozwój. Bez względu na rodzaj trendu, podąża on w kierunku idealności.

- Analiza zasobów systemu – analiza dostępności zasobów w celu rozwiązania problemu, zarówno wewnątrz systemu jak i poza nim
- Krzywa S

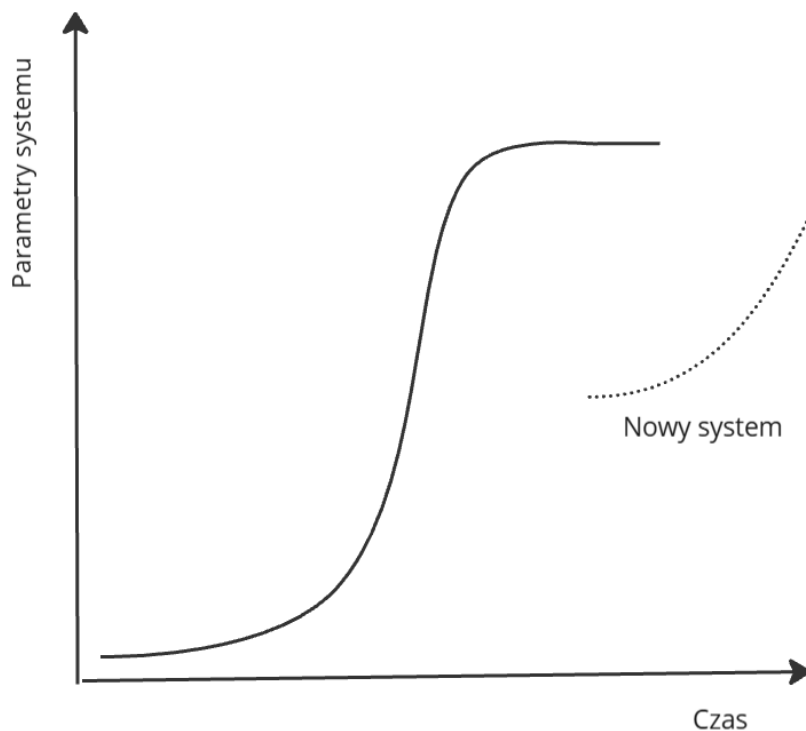
Krzywe w kształcie litery S są dość rozpowszechnionym w świecie nauki sposobem opisu rozwoju różnych zjawisk w czasie. Możemy wskazać zastosowania od prognoz rozwoju populacji, analiz ekonomicznych<sup>192</sup> po prognozy rozwoju dyfuzji innowacji i wiele innych<sup>193</sup>. W przypadku TRIZ mówimy o krzywej S rozwoju systemu technicznego. Najprostszy sposób oddania idei krzywej to odniesienie do życia stworzeń biologicznych: każdy system techniczny przechodzi przez okres powolnego rozwoju w dzieciństwie, szybki wzrost w okresie młodości, powolny w okresie dojrzałym oraz schyłek wieku zaawansowanego<sup>194</sup>. Jest to moment, w którym system techniczny oparty na nowych zasadach zastępuje poprzedni.

---

<sup>192</sup> Np. Lunchao Hu, Kailan Tian, Xin Wang, Jiang Zhang, The “S” curve relationship between export diversity and economic size of countries, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 391, Issue 3, 2012, s. 731-739.

<sup>193</sup> D. Kucharavy, R. De Guio, Application of S-shaped curves, *Procedia Engineering*, Volume 9, 2011, s. 559-572,

<sup>194</sup> S. Xiaoling, Z. Minyi, IWINT, Inc, What we could get from S-curve, <http://www.aitriz.org/documents/TRIZCON/Proceedings/Shi-Zhang-What-we-could-get-from-S-curve.pdf>, dostęp:21.07.2024.



Rysunek 2.4 Przebieg krzywej S rozwoju systemu technicznego, źródło: opracowanie własne.

Przykładowo, w tej chwili drastycznie rosną koszty tworzenia kolejnych generacji chipów opartych na krzemie, a jednocześnie następuje powolny wzrost dostępności i funkcjonalności komputerów kwantowych, co może świadczyć o nadchodzącej zmianie dominującej technologii obliczeń maszynowych. Istotnym elementem pozwalającym na wyznaczenie na krzywej miejsca rozwoju, w jakim znajduje się dana technologia, jest mapowanie, które można wykonać poprzez ilościową i jakościową analizę odpowiednich patentów z baz patentowych<sup>195</sup>.

Powyższe narzędzie powinno zainteresować również ekonomistów i menadżerów. Przykładem może być polska branża wydawnicza ok. 2019 r.<sup>196</sup> Wielu przedsiębiorców nabyło w tamtym okresie nowe prasy drukarskie, które były jednak coraz rzadziej wykorzystywane. To, czego nie wzięto pod uwagę, to rosnąca popularność książek elektronicznych. Technologia tradycyjnego druku stała się schyłkowa i niszowa.

- Poszukiwanie ukierunkowane funkcyjnie (PUF)

<sup>195</sup> W. Zhao, H. Zhang, P. Jiang, R. Tan, A process model for application of TRIZ, 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, 2007, s. 1990-1994.

<sup>196</sup> Przykład, jaki podał jeden z profesorów Wydziału Dziennikarstwa UW w trakcie pracy autora w dziale komercjalizacji ITME w 2019 r.

Istotą PUF jest „znalezienie i wykorzystanie analogii pomiędzy różnymi zjawiskami do rozwiązania danego problemu”<sup>197</sup>. W tym celu konieczne jest śledzenie rozwiązań stosowanych nawet w zupełnie odmiennych i nieintuicyjnych dziedzinach nauki czy techniki. Często przytaczanym przykładem takiego wykorzystania analogicznych rozwiązań jest Intel, który dążąc do rozwiązania problemu tworzących się niedoskonałości w stosowanych materiałach wykorzystał rozwiązanie z przemysłu produkcji szampanów. Przyroda jest bogatym źródłem możliwych rozwiązań – istnieją strony internetowe podsuwające biologiczne i ewolucyjne rozwiązania<sup>198</sup>. Rozwiązań warto szukać również w dziedzinach, w których poniesiono pokaźne wydatki na b+r, takich jak technologie medyczne, przemysł zbrojeniowy i lotniczy<sup>199</sup>. By z nich jednak skorzystać, konieczna jest analiza systemu technicznego w celu odnalezienia funkcji, które rozwiążą dany problem (stąd nazwa metody – poszukuje się obszarów wiedzy, gdzie funkcja ma istotne znaczenie). Warto wspomnieć, że inżynier Samsunga i ekspert TRIZ O. Feygenson, jak sam ocenia, w 80% projektów wykorzystuje PUF<sup>200</sup>.

- System 9 okien

Narzędzie znane również jako 9 ekranów twórczego myślenia, operator systemowy, pozwala przełamać bezwład psychologiczny w myśleniu o problemie, który z pozoru może wydawać się nierozwiązywalny. Kluczem jest spojrzenie z innej perspektywy – określenie istotnych elementów otoczenia, mających związek z problemem (co zawsze jest problematyczne i rodzi dyskusje w czasie sesji w grupach) zwanego super systemem, określenie samego systemu (organizacji, systemu technicznego), w którym wystąpił, oraz jego komponentów, mających związek z problemem (tzw. podsystem). Następnie każda z ww. kategorii opisana zostaje w przeszłości oraz przyszłości. Narzędzie pozwala na lepsze zrozumienie związków pomiędzy różnymi istotnymi elementami problemowej sytuacji i znalezienie nieoczywistych rozwiązań. Bywa też używane do przedstawienia

---

<sup>197</sup> L. Chybowski, D. Chybowska, Metody tworzenia innowacyjnych rozwiązań technicznych - FOS, czyli poszukiwania zorientowane na funkcję. Industrial Monitor - produkcja i utrzymanie ruchu, Nr Q1/(19) 2016, 44-45.

<sup>198</sup> Np. <https://asknature.org/>, polecana przez jednego z ekspertów poddanych wywiadowi.

<sup>199</sup> L. Chybowski, D. Chybowska, Metody tworzenia innowacyjnych rozwiązań technicznych - FOS..., op.cit.

<sup>200</sup> O. Feygenson, TRIZ for Disruptive Innovation, <https://www.youtube.com/@TRIZAssociationofAsia>, 27 marca 2019; dostęp:16.07.2024.

ewolucji systemów technicznych, a także do ułatwienia pełnej identyfikacji problemu<sup>201</sup>.

Przykładową matrycę służącą do opisu problemu przedstawiono poniżej:

|             | Przeszłość                       | Teraźniejszość     | Przyszłość                          |
|-------------|----------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| Supersystem | Otoczenie problemu w przeszłości | Otoczenie problemu | Otoczenie problemu w przyszłości    |
| System      | Przyczyny problemu w przeszłości | <b>Problem</b>     | Konsekwencje problemu w przyszłości |
| Podsystem   | Składowe systemu w przeszłości   | Składowe systemu   | Składowe systemu w przyszłości      |

Rysunek 2.5 Matryca 9 okien TRIZ, źródło: opracowanie własne.

- Prawo kompletności systemu technicznego

Prawo to zostało sformułowane przez H. Altszullera jako wymóg posiadania przez każdy system techniczny czterech podstawowych elementów: silnika, mechanizmów transmisji, jednostki roboczej oraz mechanizmu sterującego, w stanie pozwalającym na realizację funkcji systemu<sup>202</sup>. Oznacza to, że jeżeli jakaś część systemu funkcjonuje nieprawidłowo, system nie będzie działał, nawet jeśli pozostałe części działają doskonale<sup>203</sup>. Jest jednym z praw rozwoju systemu technicznego, które z kolei pomagają w dokonywaniu prognoz rozwoju systemów technicznych (razem ze wspomnianą krzywą S oraz matrycą 9 okien)<sup>204</sup>.

- Analiza funkcyjna

Zaadaptowana do TRIZ z inżynierii wartości (a dokładnie od jej twórcy, Lawrence'a D. Milesa)<sup>205</sup>. Służy określeniu komponentów systemu, a także wskazaniu, jakie

<sup>201</sup> Np. w procesie transferu technologii, P. E. Fayemi, P. Crubleau, S. Richir, Restoring TRIZ Approach to Ease a Technology Transfer, *Procedia Engineering*, Volume 131, 2015, s. 214-218.

<sup>202</sup> G.S. Altshuller, Creativity as an exact science. Theory of the solution of inventive problems, Gordon and Breach Publishers, *Studies in Cybernetics*:5, 1998 r, s. 223 – 225.

<sup>203</sup> *Ibidem*.

<sup>204</sup> D. Chybowska, L. Chybowski, A review of TRIZ tools for forecasting the evolution of technical systems. *Management Systems in Production Engineering*, 2019, Volume 27, Issue 3, pp. 174-182.

<sup>205</sup> M. Hałas, Najprościej: Analiza Funkcyjna i Trimming, <http://triz.oditk.pl/strefa-wiedzy/narzedzia-triz/najprosciej-analiza-funkcyjna-i-trimming>. [dostęp: 20.03.2025, g.8:24]

funkcje pełnią względem siebie (nośniki funkcji i ich obiekty). W dalszych etapach funkcje są oceniane ze względu na sposób realizacji, jako korzystne, niewystarczająco korzystne lub szkodliwe. Analiza zmierza do eliminacji nośników funkcji (komponentów), które generują największe koszty nie wykonując kluczowych funkcji, m.in. poprzez realizację ich przez inne komponenty systemu.

- Metoda małych ludzików (MML, ang. smart little people)

Opracowana przez H. Altszullera, znana również m.in. jako metoda miniaturowych krasnoludków (dwarfs), pozwalająca na przełamanie inercji psychicznej w trakcie opracowywania rozwiązań. Mimo swojej niezbyt poważnej nazwy (co jak się okazuje potrafi być barierą dla jej stosowania) może być stosowana dla jak najbardziej poważnych problemów technicznych. Przykładowo, L. Chybowski opublikował studium przypadku zastosowania metody dla ulepszenia konstrukcji statków pasażerskich<sup>206</sup>. Istotą MML jest przedstawienie problemu technicznego w formie małych postaci o cechach ludzkich (np. mobilności) dzięki czemu można zdefiniować to, co jest do zrobienia, zamiast zatrzymywać się na fazie „jak to zrobić”. Ludziki zastępują w modelu części / cząsteczki / atomy (w zależności od tego, w jakiej skali występuje system techniczny, który ma zostać usprawniony) – tylko od wyobraźni grupy zależy, w jakie cechy / narzędzia można je wyposażać, by rozwiązać sprzeczność techniczną będącą źródłem problemu.

### 2.3. Zalety i wady TRIZ

W literaturze występują listy wad i zalet TRIZ, sporządzane na podstawie np. ankiet zawierających pytania otwarte do użytkowników, aczkolwiek brak podsumowania wskazującego najważniejsze z nich. Na podstawie studiów literaturowych poczynionych przez Autora, przemyśleń własnych oraz doświadczeń praktycznych związanych ze stosowaniem metody, można określić listę najważniejszych zalet i wad TRIZ.

Wśród najważniejszych zalet można wskazać:

- ograniczenie czasu i środków poświęconych na poszukiwanie rozwiązań problemów technicznych. Jest to możliwe dzięki temu, że metoda bazuje na uogólnionej wiedzy z

---

<sup>206</sup> L. Chybowski, The usage of the Miniature Dwarfs method in the improvement of passenger ship construction, Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin, 2017, nr. 51.

przeszłości. To działanie uporządkowane (algorytmiczne), czyli wskazujące kolejne kroki do podjęcia przez twórcę, w odróżnieniu do chaotycznych poszukiwań. Zalety te potwierdzają użytkownicy systemu, wskazując dodatkowo ułatwienie w identyfikacji problemów oraz możliwość odkrycia większej ilości pomysłów, niż bez użycia metody<sup>207</sup>,

- TRIZ pozwala przełamać inercję myślenia, dostarczając nieoczywistych punktów widzenia problemu<sup>208</sup>,

- Okazuje się szczególnie przydatny do doskonalenia procesów produkcyjnych<sup>209</sup>. Jego przewaga na tym polu nad innymi metodami polega nie tylko na identyfikacji problemów, jak Lean czy Six Sigma, ale również na dostarczeniu standaryzowanych narzędzi do ich rozwiązania<sup>210</sup>,

- Dzięki kompleksowości narzędzi opracowanych przez zespół Altszullera redukuje ryzyko pominięcia istotnego, dostępnego rozwiązania problemu<sup>211</sup>,

- Stwierdzono generalny wzrost kreatywności inżynierów, którzy przeszli szkolenie TRIZ<sup>212</sup>. Wskazywałoby to na utrwalenie sposobu myślenia o rozwiązywaniu problemów nawet bez bezpośredniego stosowania narzędzi metody.

Z kolei najważniejsze wady to:

- niska elastyczność metodologii, której zrozumienie i poznanie jest czasochłonne, a także wielorakość podejść do zastosowania narzędzi<sup>213</sup>,

- TRIZ wymaga specjalistycznej wiedzy, którą nabywa się zazwyczaj na płatnych, wielodniowych szkoleniach,

- część narzędzi uległa dezaktualizacji – przykładowo współczesne analizy narzędzia „76 standardowych rozwiązań wynalazczych” wskazują, że może być ich 111<sup>214</sup>,

---

<sup>207</sup> *Ibidem.*

<sup>208</sup> I. M. Ilevbare, D. Probert, R. Phaal, A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice, *Technovation*, 33 (2013), 30–37, s. 35.

<sup>209</sup> V. Sojka, P. Lepšík, Use of TRIZ, and TRIZ with Other Tools for Process Improvement: A Literature Review, *Emerging Science Journal* Vol. 4, No. 5, October, 2020, s. 319 – 335.

<sup>210</sup> *Ibidem.*

<sup>211</sup> V. Souchkov, TRIZ: Theory of Solving Inventive Problems to Support Engineering Innovation in Maritime Industry, *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, 2018, 55 (127), 9–19.

<sup>212</sup> K. Birdi, D. Leach, W. Magadley, Evaluating the impact of TRIZ creativity training: an organizational field study. *R&D Management*, 42(4), 2012, s. 315.

<sup>213</sup> *Ibidem.*

<sup>214</sup> D. Russo, S. Duci, From Altshuller's 76 Standard Solutions to a New Set of 111 Standards. *Procedia Engineering*, 131, 2015, s. 747.

- pojawiają się opinie, że został stworzony „przez inżynierów dla inżynierów” i przez to jest niepotrzebnie i nadmiernie rozbudowany w stosunku do uzyskiwanych efektów (ang. „over-engineered”)<sup>215</sup>,
- TRIZ nie jest wykorzystywany w zasadzie do rozwiązywania problemów IT.

## 2.4. TRIZ-biznes

### 2.4.1 Adaptacje TRIZ-biznes

Jak słusznie stwierdził Z. Martyniak w podręczniku do inwentyki: „Jakkolwiek algorytm Altszullera przeznaczony jest w zasadzie dla wynalazców z dziedziny techniki, to jednak szereg zasad i wskazówek (...) daje się rozciągnąć również na inne dziedziny (...) w tym także (...) w zakresie organizacji i zarządzania”<sup>216</sup>. Problemy organizacji często da się sprowadzić do sprzeczności między parametrami, np. spłaszczając strukturę organizacji oszczędzamy na kosztach kadry kierowniczej, ale powodujemy wzrost liczby stanowisk wykonawczych podporządkowanych kierownikom<sup>217</sup>. Jest to spojrzenie podobne do popularnego w XIX i początkach XX wieku wyobrażenia organizacji jako maszyny, z typową trudnością polegającą na konieczności uwzględnienia w jakiś sposób ludzi (pracowników, menadżerów) w organizacji. Jedno z proponowanych podejść nawiązuje do koncepcji zasobów ludzkich (w trakcie analizy zasobów potrzebnych do rozwiązania problemu)<sup>218</sup>.

Rozwiązywanie problemów w organizacji polega zazwyczaj na zaangażowaniu istniejącej wiedzy do stworzenia rozwiązania. Można bazować na wiedzy płynącej z wcześniejszych prób, lub starać się wyobrazić sobie rozwiązanie wraz z ewentualnymi konsekwencjami (tzw. metody heurystyczne)<sup>219</sup>. TRIZ, jako jedna z metod heurystycznych, stara się przełamać jednocześnie ich ograniczenia, czyli przypadkowość.

Klasyczny (techniczny) TRIZ, a także matryca sprzeczności nie nadaje się bezpośrednio do usprawniania organizacji. Istnieje jednak szereg metod będących jego przekształceniem w kierunku stworzenia zestawu narzędzi do rozwiązywania jej problemów. Problemy techniczne nie są jedynymi, z jakimi boryka się organizacja.

<sup>215</sup> I. M. Ilevbare, D. Probert, R. Phaal, A review of TRIZ..., op.cit., s. 35.

<sup>216</sup> Z. Martyniak, Wstęp do inwentyki..., op.cit., s. 97.

<sup>217</sup> *Ibidem*, s.99.

<sup>218</sup> S. Mueller, The TRIZ resource analysis tool for solving management tasks: Previous classifications and their modification. *Creativity and Innovation Management*, 14(1), 2005, s. 43–58.

<sup>219</sup> J.A. Nickerson, T.R. Zenger, J.M. Olin, A Knowledge-Based Theory of the Firm..., op.cit., s. 620–621.

Często są one ze sobą powiązane, np. kłopoty z zarządzaniem zespołem mogą wpływać na jakość przygotowywanych rozwiązań. Stąd pojawiło się poszukiwanie sposobu rozwiązywania problemów tego typu za pomocą TRIZ oraz jego rozwinięć TRIZ-biznes. TRIZ-biznes obejmuje zmienione lub uzupełnione narzędzia TRIZ dla rozwiązania problemów zarządzania przedsiębiorstwem, czyli jego kadrami, zasobami, kosztami, współpracą, formułowaniem strategii, podejmowaniem decyzji itp. W tym rozumieniu analizujemy nie system techniczny, ale organizację i przebiegające w niej procesy.

Próby łączenia TRIZ z biznesem koncentrują się m.in. na:

- określeniu dojrzałości rynkowej technologii. Może się to odbyć poprzez maszynową ekstrakcję tekstu patentów i odnalezienie trendów technologicznych a następnie wykorzystanie zasad trendów ewolucyjnych TRIZ, dzięki czemu można wskazać technologie bliskie przejścia do fazy dojrzałej<sup>220</sup>.
- poszukiwaniu nowych rynków dla innowacji. W tym celu należy zastosować narzędzia TRIZ do usunięcia kontekstu innowacji poprzez odnalezienie ogólnych problemów, które rozwiązuje, w tym poprzez wykorzystanie narzędzia analizy funkcyjnej do zdefiniowania alternatywnych zastosowań dla funkcji, które posiada innowacja, potencjalnie użytecznych dla innych przedsiębiorców<sup>221</sup>. Dla zmaksymalizowania szans zastosowania w innych branżach należy przeprowadzić analizę trendów ewolucyjnych, wybierając zastosowania o wysokim poziomie dojrzałości<sup>222</sup>.
- łączeniu TRIZ z innymi metodami (np. LEAN). TRIZ może posłużyć do odnalezienia i rozwiązania sprzeczności, które prowadzą do strat, a których nie udaje się rozwiązać narzędziami LEAN, poprzez wykorzystanie matrycy sprzeczności parametrów technicznych oraz 40 zasad wynalazczych<sup>223</sup>.
- zastosowaniu analizy funkcyjnej do problemów biznesowych. Może to obejmować uzupełnienie klasycznej analizy o nowe rodzaje komponentów: niematerialne (np. reakcje), bazy danych, ludzi i dopowiadające im nowe, niewystępujące w klasycznej

---

<sup>220</sup> M. Wang, D. Chang, C. Kao, Identifying technology trends for R&D planning using TRIZ and text mining. *R&D Management*, 40(5), 2010, s. 491.

<sup>221</sup> M. Bianchi, S. Campodall'Orto, F. Frattini, P. Vercesi, Enabling open innovation in small - and medium-sized enterprises: how to find alternative applications for your technologies. *R&D Management*, 40(4), 2010, s. 414–431

<sup>222</sup> *Ibidem*.

<sup>223</sup> P. Gamboa, M.L. Singgih, Lean Manufacturing Improvement Using ECRS and TRIZ Methods: Literature Review, *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering & Operations Management*; Surakarta, Indonesia, September 14-16, 2021.

analizie, funkcje (np. obserwuje)<sup>224</sup>. Dzięki temu możliwe jest tworzenie modeli funkcyjnych procesów biznesowych.

- dostosowaniu analizy zasobów TRIZ do problemów biznesowych<sup>225</sup>. Klasyczna analiza zasobów TRIZ obejmuje zasoby fizyczne (substancje, pola, czas, przestrzeń) z pominięciem zasobów ludzkich, stąd potrzeba prac teoretycznych i analiz w celu wprowadzenia takiej kategorii. Dzięki temu możliwe jest stosowanie TRIZ do problemów zarządzania.

- wspomaganie zarządzania strategicznego. Może przybrać formę rozwiązywania problemów na różnych etapach rozwoju przedsiębiorstwa funkcjonującego w niszy za pomocą transformacji ich na odpowiednie parametry matrycy sprzeczności technicznych TRIZ (np. problem z zyskiem – obniżenie stabilności (sztywności) struktury (parametr matrycy) przedsiębiorstwa (w tym przypadku Alipay)<sup>226</sup>. Inne podejście może obejmować przyporządkowanie, na podstawie dziedzinowego przeglądu literatury, kluczowych parametrów matrycy sprzeczności (i wynikające z tego przyporządkowanie odpowiednich zasad wynalazczych) do priorytetów konsumentów z danej branży<sup>227</sup>. Poprawa jednego z parametrów powoduje jak wiadomo pogorszenie innych, stąd konieczna jest decyzja, na podstawie wiedzy eksperckiej, zastosowanie którego z 40 rozwiązań TRIZ będzie najlepszą strategią dla konsumenta, i stanowi rozwiązanie warte zainwestowania<sup>228</sup>.

- zastosowaniu TRIZ do problemów zarządzania informacją. Przykładowo, mogą to być problemy z komunikacją wewnętrzną w przedsiębiorstwie<sup>229</sup>. Zastosowanie analizy funkcyjnej TRIZ ma za zadanie wskazanie komponentów (elementów) danego systemu oraz funkcji (interakcji) między nimi (w ww. przypadku komponentami były komórki organizacyjne uczestniczące w komunikacji). Klasyfikuje również komponenty ze względu na ważność wobec głównej funkcji systemu. Dzięki temu uzyskuje się

---

<sup>224</sup> V. Soukhov, Extension of Function Modeling to Non-Technical Systems, Proceedings of the 15 th MATRIZ TRIZfest-2019 International Conference, 2019, , International TRIZ Association – MATRIZ, s.130-137.

<sup>225</sup> S. Mueller, The TRIZ resource analysis tool..., op.cit.

<sup>226</sup> H. Liu, H. Qu, Y. Li, An Analytical Framework for the Evolution of Innovation of Niches in Business Ecosystems based on TRIZ. Procedia Engineering, 174, 2017, 37–44.

<sup>227</sup> Y.X. Li, Z. X. Wu, H. Dinçer, H. Kalkavan, S. Yüksel, Analyzing TRIZ-based strategic priorities of customer expectations for renewable energy investments with interval type-2 fuzzy modeling, Energy Reports, Volume 7, 2021, s. 95-108

<sup>228</sup> *Ibidem*.

<sup>229</sup> N. Saunin, Function analysis for organizational and management problems. A reverse approach, TRIZ Review: Journal of the International TRIZ Association, Vol 2/1. April 2020, s.70-80.

klarowany obraz istotnych kolejnych etapów procesu, będący dobrym punktem wyjścia do poszukiwania rozwiązania.

Podejście w kierunku rozbudowy TRIZ o elementy z nauki o zarządzaniu występuje również w Polsce. W 2013 r. zrealizowano projekt pn. „Akademia TRIZ dla biznesu” (Świętokrzyskie Centrum Innowacji i Transferu Technologii Sp. z o.o., Urząd Marszałkowski Województwa Świętokrzyskiego oraz Centrum Transferu Technologii przy Politechnice Krakowskiej)<sup>230</sup>. Szkolenia dotyczące zastosowania TRIZ do problemów przedsiębiorców realizowane są m.in. przez Grupę ODiKT.

Istnieją również publikacje, zazwyczaj książkowe, ujmujące dostosowanie TRIZ do problemów zarządzania w sposób kompleksowy. Zazwyczaj autorzy próbują przedstawić parametry „biznesowe” w formie matrycy sprzeczności, a następnie proponują rozwiązanie. Jedno z podejść, zaprezentowane przez Y.T. San, polega na przyporządkowaniu każdemu ze standardowych rozwiązań wynalazczych podobnych rozwiązań problemów organizacyjnych oraz próbę parametryzacji problemów organizacji i zarządzania w ramach zamkniętej listy<sup>231</sup>.

W jaki sposób następuje wykorzystanie narzędzi TRIZ w przedsiębiorstwie? Skuteczną metodą jest zorganizowanie warsztatów z pracownikami firmy poświęconych rozwiązywaniu problemów, zarówno technicznych jak i organizacyjnych. Warsztaty porządkują wiedzę pracowników, a także, co bardzo istotne, pozwalają na ujawnienie tzw. cichej wiedzy (tacit knowledge), niedostępnej w utrwalonych źródłach informacji (np. jak wykorzystać dany patent – znanej tylko zespołowi, który go przygotował lub wiedzy dotyczącej faktycznego funkcjonowania procedur w organizacji itp.). TRIZ, o czym była już mowa wcześniej, pozwala szybciej dotrzeć do właściwego rozwiązania oraz oszczędzić środki materialne przeznaczone na sprawdzanie szeregu nietrafnych rozwiązań.

Generalną zaletą TRIZ jest klarowność wygenerowanego rozwiązania, bez względu na to, czy odnosimy się do problemów systemu technicznego czy też organizacji. Dzięki analizie funkcyjnej możemy określić, kto odgrywa główną rolę w danym procesie w

---

<sup>230</sup> <https://www.transfer.edu.pl/pl/triz.htm>, dostęp: 06.09.2023

<sup>231</sup> Y. T. San, TRIZ - Systematic Innovation in Business & Management, FirstFruits Sdn Bhd, 2014.

przedsiębiorstwie, jakie są cele organizacji jako całości, ale także jak te cele powinny być rozłożone na funkcje (interakcje) pomiędzy komponentami systemu (np. komórkami w organizacji), oraz jakie problemy występują na kolejnych etapach procesu. Stąd rozwiązanie jest przemyślane i kompleksowe, a także uniwersalne.

Zastosowanie TRIZ w pracy badawczej ma bardzo istotny efekt w postaci pobudzenia naukowców lub inżynierów do pracy twórczej, tj. intensywnej pracy nad rozwiązaniem. Ułatwia tworzenie rozwiązań bazowych, będących punktem wyjścia do opracowania ostatecznego rozwiązania. Pobudza wyobraźnię do wizualizacji idealnego rozwiązania, wskazuje podatne na różnorakie interpretacje pomysły, wpływa pozytywnie na pracę w grupie. Zastosowanie podejścia, w którym proces powstania innowacji podzielony jest na etapy i ustrukturyzowany, powoduje zwiększenie wkładu intelektualnego w każdy z elementów, a w trakcie pracy zespołowej pomaga utrzymać wysoki poziom zainteresowania oraz pobudza członków grupy do dyskusji i wymiany poglądów.

W przypadku problemów z dziedziny zarządzania z powodzeniem można zastosować analizę łańcucha przyczynowego wad. Bazowy problem (np. niska sprzedaż) należy poddać dokładnej analizie, która wskaże, co jest w organizacji problemem źródłowym, który będzie rozwiązany za pomocą innych narzędzi TRIZ.

Analiza łańcucha przyczynowo-skutkowego wad (CECA) służy w przypadku systemów technicznych do odnalezienia wady kluczowej, której eliminacja spowoduje rozwiązanie problemu, za pomocą zadawania kolejnych pytań „dlaczego”, aż do odnalezienia prawdziwej przyczyny problemów. Podobnie w przypadku problemów z dziedziny zarządzania (np. sprzedaż jest niska) dopiero dokładna analiza wskazująca, co leży u podstaw wady podstawowej pozwala na odnalezienie problemu do rozwiązania za pomocą innych działań<sup>232</sup>.

TRIZ zawiera szereg elementów wspierających proces komercjalizacji. Po pierwsze, może pomóc w sformułowaniu pomysłu na innowacyjny produkt i usługę. W jednostkach naukowych TRIZ jest szczególnie użyteczny w sytuacji, w której przedsiębiorca zgłasza się z potrzebą usprawnienia aktualnych produktów bądź sygnalizuje swoje potrzeby, które wymagają rozwiązania technicznego. TRIZ może wpisywać się w strategię pull jednostek naukowych, dla usprawnienia aktualnych, istniejących na rynku produktów

---

<sup>232</sup> D. Chybowska, L. Chybowski, B. Wiśnicki, V. Souchkov, S. Krile, Analysis of the opportunities to implement the BIZ-TRIZ mechanism. *Engineering Management in Production and Services*, 11(2) 2019, 19-30.

przedsiębiorcy (potrzeby są wyrażane w ramach rozmów bilateralnych naukowców i biur transferu technologii z przedsiębiorcami). Dobrym przykładem jest firma Boeing, która usprawnia swoje produkty z użyciem analizy funkcyjnej TRIZ w celu dotarcia do głównego problemu.

Innym sposobem może być integracja TRIZ z Quality Function Deployment, która to metoda zakłada zbieranie danych na temat potrzeb klientów, a następnie przekładanie ich na wymagane funkcje produktów bądź usług. Konwersja pomiędzy potrzebami a możliwościami stanowi doskonały punkt wyjścia dla sformułowania sprzeczności technicznych, które mogą być rozwiązywane za pomocą narzędzi TRIZ.

Wyżej wspomniana analiza CECA (łańcucha przyczynowo - skutkowego wad) może wskazać problemy bazowe, które powodują zatrzymanie bądź spowolnienie procesu komercjalizacji. Sam proces komercjalizacji może zostać określony za pomocą analizy funkcyjnej, w ramach której wskazujemy, jakie komponenty uczestniczą w procesie (w tym jednostki w organizacji), jakie wykonują funkcje dla pozostałych komponentów, a także poziom wykonywania tych funkcji oraz ewentualne komponenty wykonujące funkcje szkodliwe w procesie. Analiza zasobów przedsiębiorstwa, rozszerzona w stosunku do oryginalnej, technicznej analizy zasobów TRIZ o kategorię zasobów ludzkich, dostarcza wiedzy o często nieznanych wcześniej zasobach (również istniejących w otoczeniu firmy), mogących posłużyć do rozwiązania zdiagnozowanych problemów w procesie komercjalizacji. Jeżeli proces przebiega w sposób nieprawidłowy, analizowane są poszczególne elementy procesu w poszukiwaniu źródłowej przyczyny, co może być podstawą do dalszych rozważań w celu rozwiązania problemu. Jeśli innowacyjny produkt i usługa w sposób niewystarczający budują wartość dla klienta w stosunku do kosztu, jaki musi on ponieść, można zastosować zasady tzw. trimmingu w celu koncentracji na głównych parametrach wartości. Jest to użyteczne również w stosunku do tych projektów z portfolio, które za pomocą analiz z innych metod uznano za zbyt kosztowne do dalszej realizacji. Jak wykazano w rozdziale poświęconym wewnętrznym czynnikom determinującym komercjalizację, solidna analiza rynku jest jednym z kluczowych elementów wpływającym na sukces projektu innowacyjnego, stąd narzędzia TRIZ służące przewidywaniu trendów technologicznych mogą pomóc w odpowiedzi na pytanie o przyszły popyt na dany produkt. TRIZ może być wykorzystany do rozwiązania sprzeczności technicznych, które wyłaniają się na kolejnych etapach

(TRL) opracowywania technologii<sup>233</sup>. W przypadku poziomu drugiego może posłużyć do sformułowania pomysłu na nową technologię, zaś w okresie po pojawieniu się produktu na rynku – jego usprawnieniu. Sam proces produkcji, o ile tego wymaga, może zostać poddany optymalizacji (tzw. trimming).

Poniżej przedstawiono przegląd szczegółowych pomysłów na wykorzystanie narzędzi TRIZ do transferu technologii:

- Zastosowanie analizy funkcyjnej oraz narzędzi poszukiwania wzorców do analizy patentów w celu wskazania alternatywnych zastosowań<sup>234</sup>. Przedsiębiorcy posiadający daną technologię mogą być zainteresowani jej odpłatnym licencjonowaniem do innych branż. Stąd potrzebne jest wskazanie, dla których z nich posiadane rozwiązanie może być najbardziej użyteczne. W tym celu można analizować maszynowo duże zbiory patentów w celu identyfikacji potencjalnych zastosowań, w pierwszym etapie poszukując w zdaniach struktury tzw. triady SAO (przedmiot-akcja-obiekt)<sup>235</sup>. Odnosząc triady SAO do pojęć analizy funkcyjnej TRIZ, przedmiot i obiekt odnoszą się do komponentów systemu technicznego, podczas gdy akcja do wykonywanych funkcji<sup>236</sup>. Wzorce ewolucji systemów technicznych pomagają określić potencjał rynkowy na podstawie prognoz korzyści dla konsumentów<sup>237</sup>.
- Zastosowanie TRIZ do zarządzania wiedzą. TRIZ, jako jedna z metod uporządkowanego generowania rozwiązań, może pomóc w kodyfikacji abstrakcyjnej wiedzy, która pojawia się u twórcy w trakcie procesu projektowania<sup>238</sup>. Odpowiada ona tzw. „cichej wiedzy” (tacit knowledge) która występuje poza opublikowanym rozwiązaniem w standaryzowanej formie (np. w formie patentu) a jest niezbędna do zastosowania rozwiązania<sup>239</sup>. Dzięki temu informacja staje się bardziej dostępna np. dla innych inżynierów w ramach komunikacji wewnętrznej w firmie.

---

<sup>233</sup> O. Y. Abramov, TRIZ-assisted Stage-Gate Process for Developing New Products, *Journal of Finance and Economics*, 2014, Vol. 2, No. 5, s. 178-184.

<sup>234</sup> M. Spreafico, D. Russo, Identify New Application Fields of a Given Technology (Conference Paper) University of Bergamo, Viale Marconi 4, Dalmine, BG, 24044, Italy.

<sup>235</sup> G. Cascini, A. Fantechi, E. Spinicci, *Natural Language Processing* ..., s. 509.

<sup>236</sup> *Ibidem*.

<sup>237</sup> P. Livotov, Using Patent Information for Identification of New Product Features with High Market Potential, *Procedia Engineering*, Volume 131, 2015, s. 1159.

<sup>238</sup> P. Prickett, I. Aparicio, ETRIZ a portal for design creativity (Conference Paper), *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications* Volume 255, 2013, Cardiff School of Engineering, Cardiff University, United Kingdom, s. 201-202.

<sup>239</sup> *Ibidem*

- Wykorzystanie metody sprzeczności do analizy konkurencyjnych rozwiązań. Wykorzystując bogactwo informacji patentowej generowanej przez konkurencję przedsiębiorstwa stają przed szansą tworzenia innowacji w nowy sposób. Lepsze zarządzanie procesem tworzenia innowacyjnych rozwiązań poprzez wykorzystanie narzędzi TRIZ obejmuje odnajdowanie sprzeczności leżących u podstaw wybranych patentów, przyporządkowanie im skonfliktowanych parametrów zgodnie z matrycą sprzeczności, a następnie nadanie im wag przez ekspertów w celu wyboru tych, które podlegać będą poprawie w celu optymalizacji produktu<sup>240</sup>.
- Rozwiązanie problemów technicznych na drodze pomiędzy prototypem a rynkiem. TRIZ pozwala dokonywać optymalizacji dla kolejnych faz komercjalizacji np. opracowanych farmaceutyków (m.in. metody podawania leku, badania kliniczne a także zagadnienia produkcji takie jak postać dawkowania)<sup>241</sup>. Pojawiające się problemy w trakcie kolejnych etapów badań na drodze do produkcji w przemyśle farmaceutycznym można wyrazić za pomocą sprzeczności i rozwiązać poprzez zastosowanie 40 zasad wynalazczych<sup>242</sup>.
- Transfer rozwiązań pochodzących z natury do techniki – biomimetyka. Organizmy żywe i ich ewolucja mogą być źródłem inspiracji dla inżynierów. W drodze rozwoju, gatunki są nosicielami różnych rozwiązań problemów jakie napotykają w zetknięciu z otaczającą rzeczywistością, które można potraktować jak rozwiązania sprzeczności technicznych (oczywiście nie na drodze decyzji inżynierów, ale selekcji i doboru naturalnego). Jednakże udana transmisja rozwiązań natury do technologii to zazwyczaj inspiracja jedynie pojedynczą specyficzną funkcją, jaka występuje w przyrodzie (np. samooczyszczenie kwiatów), stąd prowadzone są analizy dla stworzenia nowych wersji narzędzi TRIZ specjalnie w tym celu – TRIZ biomimetyczny<sup>243</sup>. Dzieje się to na drodze modyfikacji etapów algorytmów uzyskiwania rozwiązania, na jakich oparte są narzędzia klasycznego, technicznego TRIZ.

---

<sup>240</sup> D. Cavallucci, T. Eltzer, Improving the relevance of R&D's problem solving activities in inventive design context (Conference Paper), Proceedings of ICED 2007, the 16th International Conference on Engineering Design Volume DS 42, 2007, 12p.

<sup>241</sup> E. Domb, A. Mlodozieniec, Using TRIZ to Accelerate Technology Transfer in the Pharmaceutical Industry, European TRIZ Association TRIZ Futures Conference, Florence, Italy, November 3-5, 2004.

<sup>242</sup> *Ibidem*.

<sup>243</sup> J. F. V. Vincent, O.A. Bogatyreva, N. R. Bogatyrev, A. Bowyer, A. K. Pahl, Biomimetics: Its practice and theory, Journal of the Royal Society Interface, Volume 3, Issue 9, 22 August 2006, Pages 471 - 482

Jednym z kluczowych elementów każdego biznesu jest model biznesowy, czyli specyficzny sposób operowania na rynku danej firmy, pozwalający jej funkcjonować i rozwijać się. Sprzedaż badań naukowych również wymaga określenia modelu biznesowego. Nie jest możliwa, jeśli nie określimy wartości, jaką produkt ma dostarczać klientowi. Samo know-how może być trudne do sprzedaży, szczególnie w sytuacji upowszechniania wytworzonej wiedzy w ramach np. publikacji naukowych.

W tej sytuacji ważne jest określenie, które z naszych odkryć mogą być zastosowane w elementach produktów tworzących najwyższą wartość dla klienta, a także które elementy istniejącego systemu technicznego się na nią składają. Pomóc może w tym jedno z narzędzi TRIZ: główne parametry wartości (Main Parameters of Value, MPV)<sup>244</sup>. Istotą narzędzia jest nie tylko określenie wartości, dla których klient kupuje produkt, ale również jakie parametry techniczne ją określają, a następnie stworzenie nowego rozwiązania, które poprawiałoby ich wartości. W ten sposób możliwe jest zbudowanie przewagi konkurencyjnej wobec innych produktów, już obecnych na rynku.

TRIZ może również pomóc w identyfikacji dziedzin, w których dana technologia może znaleźć zastosowanie i zostać np. licencjonowana, innych niż te, o których myślał autor patentu<sup>245</sup>. Podobnie jak w poprzednim przypadku, konieczne jest wyodrębnienie funkcji zgodnie z metodologią analizy funkcyjnej TRIZ.

#### 2.4.2 TRIZ-biznes – podejście autorskie

Opisane powyżej rozwinięcia TRIZ-biznes nie odpowiadają w wystarczający sposób na problemy jednostki naukowej, jaką jest Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki. W związku z tym wkładem autora niniejszej pracy w rozwój dyscypliny jest opracowanie własnych narzędzi TRIZ-biznes. Pierwszym z nich jest algorytm rozwiązywania problemów procesu komercjalizacji.

Opracowany algorytm składa się z następujących kroków:

- sformułowanie problemu
- część diagnostyczna (opis problemu)
- opracowanie rozwiązania
- ocena użyteczności rozwiązania.

---

<sup>244</sup> Por. B. Christoph, M. Christopher, L. Udo, Designing new concepts for household appliance with the help of TRIZ, w: Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17), Vol. 4: Design Methods and Tools, Vancouver, Canada, 21-25.08.2017.

<sup>245</sup> M.Bianchi, S. Campodall'Orto, F. Frattini, P. Vercesi, Enabling open innovation ...,op.cit., s. 414.

Sformułowanie problemu może nastąpić samodzielnie lub w grupie. Rozwiązanie powinno zostać zrealizowane w ramach grupy, tworzenie rekomendacji dla osób spoza grupy (w szczególności dyirekcji) nie jest zalecane. Zastosowanie narzędzia zaprezentowano w dalszej części pracy (podrozdział dotyczący zastosowania TRIZ w praktyce).

Drugie z narzędzi, służące realizacji etapu „opracowanie rozwiązania” powyższego algorytmu, stanowi tabelaryczny „Przegląd rozwiązań dla barier procesu tworzenia, wdrożenia i komercjalizacji innowacji” (załącznik do pracy). Użyteczność podziału rozwiązań z przeglądu literatury jest ściśle związana z charakterem zastosowania (np. w czasie warsztatów z grupą badawczą najbardziej użyteczny podział dotyczył zasobów, struktury i kadr organizacji).

W celu przygotowania narzędzia dokonano w pierwszej kolejności przeglądu literatury w czasopismach Harvard Bussines Review oraz MIT Sloan Review dla okresu 01.01.2010 r. do 30.12.2022 r. Celem było odnalezienie rozwiązań stosowanych lub zalecanych przez naukowców i praktyków zarządzania w celu rozwiązywania problemów, jakie występują w procesie tworzenia innowacji oraz komercjalizacji, a także poprawy jego parametrów, takich jak liczba i jakość realizowanych pomysłów, szybkość opracowania rozwiązania oraz stopień jego dostosowania do potrzeb rynku. Poszukiwano również rekomendacji dotyczących pogodzenia sprzecznych oczekiwań partnerów naukowych i komercyjnych, a także pracowników i organizacji, zależności dotyczących optymalnej struktury organizacji oburęcznej i sformułowania strategii innowacyjnego przedsiębiorstwa. Kluczem wstępnej selekcji było odwoływanie się do innowacji w tytule lub abstrakcie artykułu.

Ograniczenie do publikacji z okresu obejmującego ostatnie dwanaście lat pozwoliło na stworzenie odpowiednio obszernej bazy artykułów do analizy. Z drugiej strony problematyka innowacji podlega logice zmian technologicznych i zbyt długi okres badania mógłby prowadzić do mylnych wniosków.

Celem przeglądu było sformułowanie tabeli rozwiązywania problemów komercjalizacyjnych (TRPK – załącznik do pracy), będącej zastępnikiem matrycy rozwiązań problemów technicznych z algorytmu Altszullera.

Mimo że pierwotną inspiracją dla opracowania rozwiązania była matryca sprzeczności, to sposób wykonania TRPK jest zgodny ze wskazanym przez A. Góralskiego dla macierzy eksploracji, z tą różnicą, że korzystano wyłącznie ze zbioru literatury<sup>246</sup>.

Poza wersją pełną tabeli, opracowano również wersję uproszczoną poprzez dopasowanie rozwiązań z przeglądu literatury odnośnie innowacji do 40 zasad wynalazczych opracowanych jako odpowiedź na 39 sprzeczności technicznych H. Altszullera. Zidentyfikowano 19 ogólnych zasad, do których można sprowadzić rozwiązania z literatury, które przedstawiono poniżej w tabeli 2.2. Zasady te można traktować jako punkt wyjścia do opracowania innych rozwiązań dla problemów organizacji i zarządzania (zasoby przedsiębiorstwa, zatrudnienie, współpraca z innymi podmiotami, strategia rozwoju, innowacji, portfela technologii, zmian struktury, ewaluacja działalności). Wiele z nich jest dobrze znanych i stosowanych przez menadżerów i innych praktyków zarządzania, np. sprzężenie zwrotne, czy wszelkiego rodzaju scalania w postaci fuzji lub przejęć. Ich zastosowanie ma przede wszystkim uruchomić wyobraźnię grupy wyznaczonej do rozwiązania problemu, przełamać szablone myślenie o nim i zobaczyć go w innym wymiarze.

Poniżej przedstawiono analizę wybranych sześciu (kryterium była popularność w analizowanej literaturze) poszczególnych rozwiązań, ich roli w zarządzaniu, a także sprzeczności, których rozwiązanie stanowią.

1. Rozdrobnienie (segmentacja, podział). Podział przedsiębiorstw stanowi istotne działanie w dziedzinie ich restrukturyzacji. Ponadto tworzenie kolejnych wyspecjalizowanych podjednostek w strukturze jest niezbędne w miarę wzrostu przedsiębiorstwa, np. pierwsi pracownicy przedsiębiorstwa muszą być wielofunkcyjni, gdyż jest nich niewielu. Z czasem, gdy rośnie liczba obsługiwanych klientów oraz zasoby, którymi dysponuje przedsiębiorstwo, konieczne staje się zatrudnienie specjalistów, tworzenie działów i zatrudnianie menadżerów średniego szczebla. W podanych w tabeli przykładach pochodzących z przeglądu literatury rozdrobnienie miało na celu dywersyfikację ryzyka projektów innowacyjnych.

2. Scalanie jest właściwą strategią, jeżeli chcemy wzmocnić współpracę pomiędzy oddzielnymi podmiotami.

Łączenie podobnych podmiotów w postaci fuzji i przejęć jest powszechną praktyką wśród przedsiębiorców, podobnie jak integracja pozioma, polegająca m.in. na łączeniu

---

<sup>246</sup> A. Góralski, Zadanie, metoda, rozwiązanie, WNT, Warszawa 1980.

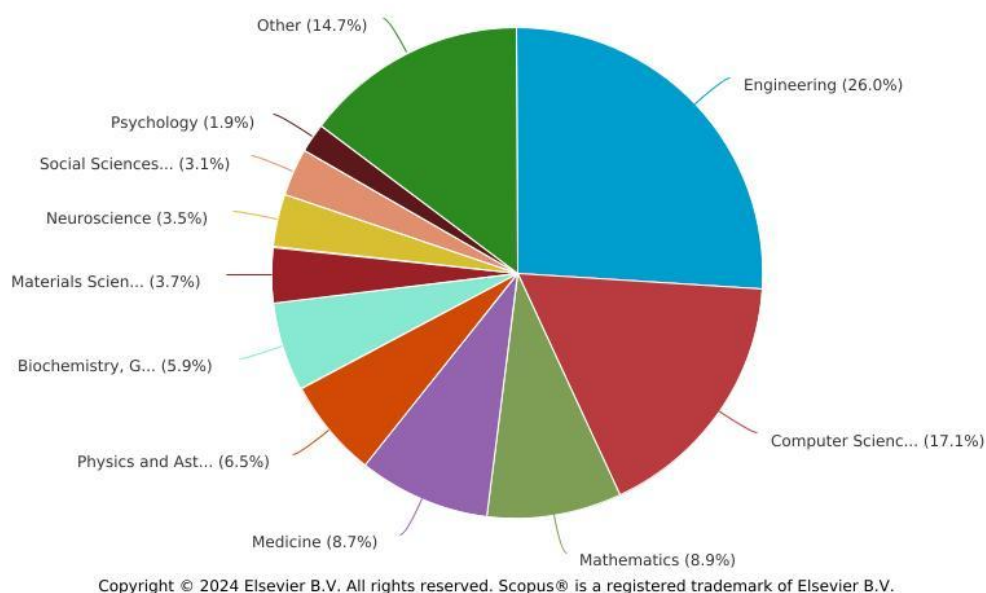
podobnych jednostek wewnątrz przedsiębiorstwa. W odniesieniu do przeglądu literatury scalanie dotyczyło struktury przedsiębiorstwa i rozwiązywało problem delegacji odpowiedzialności wpływającej na jakość wybranych do realizacji pomysłów na nowe procesy, produkty czy usługi oraz zniechęcało do orientacji na awans w strukturze kosztem orientacji na osiągnięcia innowacyjne jako źródło prestiżu i pozycji pracownika w przedsiębiorstwie. Trzeci z analizowanych artykułów sugerował, że (podobnie jak w przypadku fuzji i przejęć), jednym z czynników sprzyjających powodzeniu współpracy innowacyjnej jest podobieństwo portfela projektów badawczych.

3. Na odwrót – rozwiązanie problemów w zarządzaniu poprzez wykonanie odwrotnego działania do stosowanego aktualnie. Przykładowo, rozwiązaniem dla pojawiającej się straty w przedsiębiorstwie może być nie zwalnianie pracowników, ale dodatkowe ich zatrudnienie (np. jeżeli składniki majątku trwałego, takie jak urządzenia produkcyjne generujące koszty stałe, nie są wykorzystywane w optymalny sposób). Strategie behawioralne (w uproszczeniu: kija i marchewki) stanowią również dobry przykład odwrotnych instrumentów stosowanych w tym samym celu.

4. Sprzężenie zwrotne – inaczej: informacja zwrotna, *ang. feedback*. Mechanizm oddziaływania efektu działania na źródło. W zarządzaniu może to być np. informacja, jakiej udzielają menadżerowie pracownikom na temat rezultatów ich pracy, klienci na temat jakości oferty itp. Zjawisko jest badane w szeregu nauk, zastosowania w zarządzaniu nie są źródłem największego zainteresowania, jak wynika z poniższego wykresu (feedback jako słowo kluczowe w bazie publikacji SCOPUS – 420 304 dokumenty):

## Documents by subject area

Scopus



Rysunek 2.6 Obszary zastosowań sprzężenia zwrotnego, źródło: Elsevier B.V.

Informacja zwrotna odgrywa kluczową rolę w zarządzaniu efektywnością w organizacji, a także służy motywowaniu pracowników. W przeprowadzonym przeglądzie literatury rozwiązania oparte o sprzężenie zwrotne miały zwiększyć zainteresowanie powodzeniem innowacyjnego przedsięwzięcia (przekazywanie udziałów poddostawcom i pracownikom). Paradoksalnie zniesienie negatywnej informacji zwrotnej w przypadku porażki wewnętrznego projektu innowacyjnego powinno zachęcać pracowników do działania (skoro, jak wskazują statystyki, takie porażki zdarzają się dziesięciokrotnie częściej niż sukcesy). Warto jednak ustanawiać wskaźniki monitorujące w ramach współpracy badawczej, by móc korygować negatywne tendencje. Z kolei rolę finansowania społecznościowego są nie tylko środki finansowe na realizację przedsięwzięcia, ale również wczesna informacja na temat pomysłu na produkt od najbardziej zainteresowanych.

5. Pośrednik – rola pośredników w działalności gospodarczej jest znana. Niektóre z rodzajów działalności (np. zakup akcji) wymagają zwrócenia się do licencjonowanego pośrednika mającego stosowne uprawnienia (np. biura maklerskiego). Pośrednicy w handlu pomagają dotrzeć do nieznanymi grup klientów. Ponadto outsourcing, czyli zlecenie na zewnątrz usług, które wcześniej firma realizowała samodzielnie, pomaga np.

zachować niezbyt rozbudowaną strukturę i liczbę pracowników. W tworzeniu innowacji rolę pośrednika w zasypyaniu tzw. doliny śmierci powinno odegrać państwo poprzez publiczne granty. Wejście na nowy rynek z innowacyjnym produktem czasem lepiej zlecić startupom które są już na nich obecne. Niekiedy, zamiast próbować dostać się z nowością na zaplanowany, trudny rynek, warto poszukać rozwiązania pośredniego w postaci rynku o mniejszych wymaganiach, który pozwoli udoskonalić produkt.

6. Tania, krótka żywotność – zróżnicowanie produktów substytucyjnych na rynku może dotyczyć przewidywanej żywotności (która zazwyczaj wiąże się z niższą ceną). W specyficznych warunkach tymczasowości (np. pobyt w hotelu) preferowane są produkty jednorazowe, albo o minimalnych parametrach dostosowanych do długości pobytu. W przypadku innowacji powstaje konieczność tworzenia wersji uproszczonych do minimum, albo wręcz emulujących tylko funkcje, gdyż spotkanie z rynkiem może oznaczać tworzenie wielu wersji pierwotnego produktu, przy ograniczonych zasobach (typowa sytuacja startupu). W przypadku innowacji wymagających badań b+r typowym rozwiązaniem jest prototyp (demonstrator) potwierdzający wykonalność podstawowych założeń. Wersja podstawowa, którą można zaprezentować, pozwala również na zebranie pierwszych opinii z rynku.

| Zasada wynalazcza         | Rozwiązanie z przeglądu literatury                                                                                          | Źródło                                                                                                                            |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.Podział (rozdrobnienie) | Zwiększ liczbę projektów o małych budżetach.                                                                                | M. Corstjens, G.S. Carpenter, T.M. Hasan, The promise of targeted innovation. MIT Sloan Management Review, 60(2), 2019, s. 39–44. |
|                           | Wygeneruj wiele projektów innowacyjnych w celu rozwiązania danego problemu. Wybierz zróżnicowane problemy jako cel procesu. | B. Posner, M.E. Mangelsdorf, 12 Essential Innovation Insights. MIT Sloan Management Review, 59(1), 2017, s. 27–36.                |
| 2. Wyodrębnienie          | Stwórz mechanizmy przechodzenia pracowników pomiędzy jednostkami.                                                           | P. J. Williamson, E. Yin, Accelerated innovation...                                                                               |
|                           | Deleguj elementy procesu innowacyjnego do grup pracowników                                                                  |                                                                                                                                   |
| 3. Miejscowa jakość       | Stwórz program wsparcia, który udostępni pracownikom 3 rodzaje                                                              | Y. Rahrovani, If You Cut Employees Some Slack, Will They                                                                          |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | zasobów: czas, narzędzia technologiczne lub wsparcie ekspertów.                                                                                                                                                                                                            | Innovate?, May 2018, MIT Sloan Management Review.                                                                                                              |
| <b>5. Scalanie /<br/>łączenie /<br/>osadzanie</b> | Zmniejsz liczbę szczebli w strukturach selekcji pomysłów (brak delegacji odpowiedzialności).                                                                                                                                                                               | M. Reitzig, Is your company..., op.cit., s. 47–52.                                                                                                             |
|                                                   | Zmniejsz liczbę szczebli w hierarchii.                                                                                                                                                                                                                                     | S. Bahcall,, The Innovation Equation. The most important variables are structural, not cultural, “Harvard Business Review” (March–April 2019)                  |
|                                                   | Szukaj partnerów o podobnym portfolio projektów badawczych.                                                                                                                                                                                                                | J. A. Pertuzé, E. S. Calder, M. Edward, W. A. Lucas, Best Practices for Industry-University Collaboration, MIT Sloan Management Review, 51(4), 2010, s. 83–90. |
| <b>6. Wielofunkcyjność</b>                        | Wykorzystaj motywację pracowników (studentów/praktykantów) do innowacji: chęć robienia czegoś nowego oraz prestiż                                                                                                                                                          | B. C. Raasch, E. Von Hippel, Innovation process benefits: Journey as a reward. MIT Sloan Management Review, 55(1), 2013, s. 32–39.                             |
|                                                   | Znajdź w organizacji osoby, które posiadają relacje z członkami wielu grup (również poza organizacją) i przydziel im rolę brokerów, którzy będą kontaktować się z grupami. Znajdź osoby posiadające dobre relacje z członkami danej grupy, i które będą wdrażać innowacje. | M. Arena, R. Cross, J. Sims, M. Uhl-Bien, How to catalyze innovation in your organization. MIT Sloan Management Review, 58(4), 2017, s.39–46.                  |
| <b>10. Wstępne działanie / wstępna aranżacja</b>  | Omów wypracowany pomysł z potencjalnymi użytkownikami.                                                                                                                                                                                                                     | T. Eisenmann, Why Start-ups Fail. Harvard Business Review, May-June 2021.                                                                                      |
|                                                   | Zbierz opinie ludzi z różnych branż na temat problemu, który będziesz się starał rozwiązać. Zbierz opinie grup najbardziej zainteresowanych opracowywanym rozwiązaniem. Zbierz opinie osób z innych jednostek organizacji na                                               | C. B. Bingham, R. M. McDonald, Mastering Innovation’s Toughest Trade-Offs, MIT Sloan Management Review, 63(4), 2022, s. 66–72.                                 |

|                                           | temat problemów wdrożenia.                                                                                             |                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>13. Na odwrót</b>                      | Zdefiniuj szczegółowo problem, na który oczekujesz rozwiązań w postaci innowacji zamiast ogólnego opisu.               | S. D. Anthony, D. S. Duncan, M. A. Pontus, Innovation Isn't the Answer..., op.cit.                                                                    |
|                                           | Nagradzaj za sukcesy, a nie awans w hierarchii.                                                                        | S. Bahcall, The Innovation Equation..., op.cit.                                                                                                       |
|                                           | Przeanalizuj, czego nie wiadomo na temat problemu, a nie jak go rozwiązać.                                             | E. Guinan,, K. J. Boudreau,, K. R. Lakhani, Experiments in Open Innovation at Harvard Medical School, Sloan Management Review, 54(3), 2013, s. 45–52. |
| 15. Dynamizacja / dynamika / dynamiczność | Kupuj cudze technologie i sprzedawaj swoje technologie.                                                                | U. Lichtenthaler, M. Hoegl, M. Muethel, Is your company ready for open innovation? MIT Sloan Management Review, 53(1), 2011, s. 45–48.                |
|                                           | Twórz produkty podatne na poprawki po wdrożeniu.                                                                       | W. McKinley, S. Latham, M. Braun, Don't Treat Innovation as a Cure-All, Harvard Business Review, 2014.                                                |
| 17. Przejście w inny wymiar               | Stwórz wirtualną giełdę pomysłów, gdzie pracownicy będą „inwestować” wirtualne środki.                                 | T. Grohsjean,, L. Dahlander,, A. Salter, P. Criscuolo, Better Ways to Green-Light New Projects. MIT Sloan Management Review, 63(2), 2022, s. 33–38.   |
|                                           | Stwórz wewnętrzny rynek wiedzy (internal knowledge market) w formie platformy IT wymiany rozwiązań między pracownikami | B. H. Benbya, M. Van Alstyne, How to Find Answers Within Your Company, MIT Sloan Management Review, 52(2), 2011, s. 65–75.                            |
| 19. Działanie okresowe                    | Kup lub wypożycz brakujące zasoby.                                                                                     | P.I. Furseth, R. Cuthbertson, The right way to spend your innovation budget, Harvard Business Review, 2018, vol. August.                              |
| 20. Ciągłe działanie pożyteczne           | Postaw na długoterminową współpracę.                                                                                   | L. Frølund, F. Murray, M. Riedel, Developing Successful Strategic Partnerships With Universities, MIT Sloan Management Review, 59(2), 2018, s.71–79.  |
|                                           | Zmień umowy zatrudnienia na długotrwałe, dostosowane do długości procesu                                               | W. Frick, When Treating Workers Well Leads to More Innovation, Harvard Business Review Digital Articles, 2015.                                        |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | komercjalizacji od pomysłu do rynku                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                           |
| 21. Przeskok / pominięcie                                  | Stwórz zupełnie nowy rynek poprzez rozwiązanie problemów, którymi nikt się dotąd nie zajmował.                                                                                                                                                                   | W. Chan Kim,, R. Mauborgne, It's time to dispel the myth that innovation must be disruptive. Nondisruptive creation is an alternative path to growth. MIT Sloan Management Review, 60(3), 2019, s. 46–55. |
| 22. Odwrócenie szkody w korzyść                            | Analizuj porażki.                                                                                                                                                                                                                                                | T. Grohsjean, L. Dahlander, A. Salter, P. Criscuolo, Better Ways..., op.cit.                                                                                                                              |
| <b>23. Sprzężenie zwrotne / reakcja zwrotna / feedback</b> | Ustal i monitoruj stan wskaźników dla współpracy.                                                                                                                                                                                                                | L. Frølund, F. Murray, M. Riedel, Developing Successful..., op.cit.                                                                                                                                       |
|                                                            | Utwórz zbiorke crowdfundingową. Otrzymasz informację zwrotną od entuzjastów, co poprawić.                                                                                                                                                                        | M. A. Stanko, D. H. Henard, How Crowdfunding Influences Innovation, MIT Sloan Management Review, 57(3), 2016, s. 14-18.                                                                                   |
|                                                            | Przekaż udziały poddostawcom                                                                                                                                                                                                                                     | T. Eisenmann, Why Start-ups..., op.cit.                                                                                                                                                                   |
|                                                            | Nie karz za błędy (projekty innowacyjne niosą ryzyko porażki)                                                                                                                                                                                                    | S. D. Anthony, D. S. Duncan, M. A. Pontus, Innovation Isn't the Answer..., op.cit.                                                                                                                        |
|                                                            | Przekaż pracownikom udziały w podmiocie.                                                                                                                                                                                                                         | W. Frick, When Treating Workers..., op.cit.                                                                                                                                                               |
| <b>24. Pośrednik</b>                                       | Nawiąż współpracę z firmami (np. startup) obecnymi na tym rynku.                                                                                                                                                                                                 | N. Furr, A. Shipilov, Building the right ecosystem for innovation, MIT Sloan Management Review, 59(4),2018, s.59–64.                                                                                      |
|                                                            | Szukaj mniejszych rynków, dzięki którym będziesz mógł rozwijać produkt przed przejściem na kolejne.                                                                                                                                                              | J. V. Sinfield, F. Solis, Finding a Lower-Risk Path to High-Impact Innovations, MIT Sloan Management Review, 59(1), 36–41.                                                                                |
|                                                            | Sprawdź, czy dostępne są środki publiczne. Stwórz konkurs dla naukowców z zewnątrz, którzy przychodzą z własnym startupem, otrzymują stypendium i dostęp do aparatury. Inwestuj małe kwoty na początku, inwestuj większe kwoty dla tych, którzy osiągają efekty. | A. Arora, S. Belenzon, S. Jungkyu, Why the U.S. innovation ecosystem ..., op.cit.                                                                                                                         |

|                                        |                                                                                      |                                                                                                                                   |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>27. Tania, krótka żywotność</b>     | Wypuść wersję podstawową i zbierz opinie z rynku.                                    | P. J. Williamson, E. Yin, Accelerated innovation: The new challenge from China. MIT Sloan Management Review, 55(4), 2014, s.27–34 |
|                                        | Wykreuj tani produkt oparty na innowacyjnej technologii                              | G.P. Pisano, You need an innovation strategy, Harvard Business Review, 2015, no. June.                                            |
|                                        | Opracuj wersję podstawową i przeprowadź testy u użytkowników.                        | T. Eisenmann, Why Start-ups..., op.cit.                                                                                           |
|                                        | Stwórz tani produkt skoncentrowany na głównych funkcjach.                            | N. Radjou, J. Prabhu, 4 CEOs Who Are Making Frugal Innovation Work, Harvard Business Review, November, 2014.                      |
| 28. Zastąpienie schematu mechanicznego | Przeprowadź audyt narzędzi IT.                                                       | S. R. Gordon, M. Tarafdar, The IT Audit That Boosts Innovation, MIT Sloan Management Review, 2010, no.Summer.                     |
| 35. Zmiana parametrów obiektu          | Zmień alokację zasobów pomiędzy projektami usprawnień i innowacji przełomowych.      | Reevaluating incremental innovation, Harvard Business Review, vol. 2018, no. September-October, 2018,.                            |
|                                        | Zwiększ liczbę projektów ulepszeń bazowych innowacji.                                | G.P. Pisano, You need an innovation...,op.cit.                                                                                    |
| 40. Zróznicowanie zamiast jednolitości | Ogranicz udział użytkowników – ekspertów (np. lekarzy) do 40 % zespołu projektowego. | R. Katila, Too Many Experts..., op.cit.                                                                                           |

Tabela 2.2 Zestawienie wybranych zasad wynalazczych z wynikami przeglądu literatury, źródło: opracowanie własne.

Na potrzeby niniejszej pracy dokonano analizy rozwiązania nr 1 spośród typowych rozwiązań wynalazczych H. Altszullera, czyli rozdrobnienia (inaczej: segmentacja, podział) i jego roli w rozwiązywaniu problemów organizacji. Przykładowo, podział jest stosowany w stosunku do stanowisk pracy występujących w organizacji, gdy zwiększone zostaje zatrudnienie w celu zwiększenia produkcji, ale powoduje to zmniejszenie zasobów (np. finansowych). Segmentacja pozwala na koncentrację na małym wycinku rzeczywistości i – choć niesie szereg zagrożeń, również dla procesu innowacji – pozwala na stawianie celów wyłącznie w ramach tego wycinka, co, jak pokazuje przykład porównania innowacyjnych produktów w startupach w stosunku do dużych

przedsiębiorstw, pozwala uniknąć ryzyka marginalizacji początkowo skromnego, jak chodzi o przychody, nowego produktu. Powody, z jakich menadżerowie dzielą przedsiębiorstwa, są złożone. Przykładowo, w 2023 r. chiński gigant sprzedaży internetowej, Alibaba, został podzielony m.in. na sześć grup biznesowych, z własnym dyrektorem zarządzającym oraz zarządem. Cytując Prezesa Alibaby: „Dzięki tej zmianie wszystkie nasze firmy staną się bardziej zwinne, usprawnią podejmowanie decyzji i umożliwią szybsze reagowanie na zmiany rynkowe”. Reasumując, oznacza to, że wraz ze wzrostem przedsiębiorstwa wydłuża się czas podejmowania decyzji i reakcja na zmiany. Podział pozwala na uwrażliwienie na informację zwrotną dotyczącą powierzonego podmiotowi (pracownikowi, działowi, wydzielonemu przedsiębiorstwu) zakresu zadań, co umożliwia realizację działań dostosowawczych. W tym sensie pozwala na ograniczenie strumienia informacji zwrotnej do poziomu możliwego do przeanalizowania przez potencjalnego adresata w przedsiębiorstwie, w odróżnieniu od organizacji, w której adresaci nie są w stanie dotrzeć do istotnych dla nich informacji, których liczba rośnie wraz z rozmiarem i zróżnicowaniem oferty przedsiębiorstwa.

W wybranych publikacjach z dokonanego przeglądu literatury podział pozwalał na zwiększenie sumarycznej efektywności zaangażowanych zasobów w sytuacji, gdy rezultat procesu innowacyjnego jest niepewny, poprzez realizację grupy mniejszych pomysłów zamiast jednego dużego, co wymaga postawienia bardziej ogólnego celu.

Podział podmiotu pozwala na stworzenie odrębnych, dostosowanych strategii zarządzania, kultur organizacyjnych i unikalnych kombinacji zasobów. Jest dopasowaniem do warunków otoczenia, np. zróżnicowania grup klientów czy specyfiki geograficznej.

Trzecie z opracowanych narzędzi to formularz oceny projektów naukowych. Jego celem jest diagnoza i podniesienie potencjału do wdrożenia i komercjalizacji, poprzez poprawę jakości badania rynku, które powinno wskazywać potencjalnych klientów i ich potrzeby, wynikające z wiedzy naukowca oraz badania rynku. Formularz składa się z 19 pytań (w tym 2 pytania oparte wyłącznie na TRIZ technicznym):

| Lp. | Pytanie                                                   |
|-----|-----------------------------------------------------------|
| 1   | Czy przeprowadzono analizę wielkości potencjalnego rynku? |
| 2   | Czy zidentyfikowano głównych graczy na rynku?             |
| 3   | Czy określono dynamikę wzrostu rynku?                     |
| 4   | Czy istnieją bariery prawne w projekcie?                  |

|    |                                                                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Czy uzyskany dzięki realizacji projektu produkt posiada przewagę konkurencyjną?                                                                               |
| 6  | Jaką przewagę konkurencyjną posiada produkt uzyskany dzięki realizacji projektu?                                                                              |
| 7  | Czy przewaga konkurencyjna będzie mogła zostać utrzymana, np. dzięki patentowi, tajemnicy przedsiębiorstwa, unikalnej infrastrukturze, dostępowi do surowców? |
| 8  | Przy jakim wolumenie sprzedaży prognozowane zyski są większe niż koszty?                                                                                      |
| 9  | Czy sprawdzono, że przedsiębiorca akceptuje koszty wdrożenia?                                                                                                 |
| 10 | Czy produkt jest zgodny z ogólną strategią rozwoju przedsiębiorcy?                                                                                            |
| 11 | Czy naukowiec zna odbiorcę technologii?                                                                                                                       |
| 12 | Czy znany jest czas i koszt rozwoju produktu po zakończeniu projektu do poziomu produktu gotowego do sprzedaży?                                               |
| 13 | Czy zidentyfikowano źródła finansowania dla kolejnych etapów rozwoju produktu po zakończeniu projektu i czy są dostępne dla instytutu i firmy?                |
| 14 | Czy firma dostarczyła list intencyjny?                                                                                                                        |
| 15 | Czy wniosek został oceniony pozytywnie przez eksperta z instytutu, który zna rynek docelowy?                                                                  |
| 16 | Na jakim etapie rozwoju znajduje się technologia produktu ?                                                                                                   |
| 17 | Czy koszt produktu końcowego znacznie wzrośnie po wprowadzeniu komponentu zawierającego innowację?                                                            |
| 18 | Czy innowacja będzie wykorzystana do poprawy funkcjonalności elementu wykonującego kluczowe funkcje w produkcji?                                              |
| 19 | Czy innowacja poprawia funkcjonalności elementu wykonującego kluczowe funkcje w produkcji w sposób znaczący?                                                  |

Tabela 2.3 Kwestionariusz oceny potencjału wdrożenia i komercjalizacji, źródło: opracowanie własne.

Główną ideą formularza jest zwrócenie uwagi na ww. aspekty w czasie planowania prac naukowo-badawczych, które miałyby zakończyć się wdrożeniem. Punkty 17 – 19 opierają się na założeniach diagramu funkcjonalno-kosztowego, jednego z narzędzi TRIZ, mającego na celu osiągnięcie maksymalnej funkcjonalności produktu przy obniżonych kosztach. Zastosowanie narzędzia zaprezentowano w dalszej części pracy (podrozdział zastosowania TRIZ w praktyce).

### 2.4.3 Zalety i wady TRIZ-biznes

Zdaniem autora, rozwinięcia TRIZ-biznes posiadają szereg zalet. Po pierwsze, wymagają zazwyczaj niewielkiego przygotowania ze strony osób, które już mają wiedzę na temat TRIZ (gdyż bazują na dobrze znanych narzędziach). Po drugie, w niektórych przypadkach (np. Root Conflict Analysis V. Souchkova) stanowią rozwinięcie eliminujące wady oryginału (czyli oryginalnego root cause analysis)<sup>247</sup>. Ponadto TRIZ-biznes, tak jak oryginał, opiera się na algorytmach, czyli wskazuje konkretne kroki, które należy podjąć, by osiągnąć rozwiązanie problemu, zachowując konieczny poziom elastyczności – w czym ma przewagę nad innymi metodami rozwiązywania problemów zarządzania organizacjami. Ogólne sposoby rozwiązywania problemów zarządzania są częściowo tożsame z ustalonymi przez Altszullera (np. opisane dalej w pracy sprężenie zwrotne) na podstawie analizy świadectw autorskich (patentów). Bogactwo narzędzi TRIZ (technicznego) daje pole do szerokiego dostosowania do zróżnicowanej problematyki funkcjonowania organizacji (opisane wcześniej na przykładach z literatury). Przewaga TRIZ-biznes opiera się również na adresacie, gdyż doświadczeni inżynierowie są mniej zaskoczeni proponowanymi narzędziami i rozwiązaniami (ponieważ znają niektóre z nich z edukacji lub praktyki zawodowej), podczas gdy podejście bazujące na gotowych rozwiązaniach jest zupełnie nieznane kadryze administracyjnej czy menadżerom.

Jako wady można określić brak jednoznacznego kanonu podejść TRIZ-biznes, wymagania dotyczące znajomości metod bazowych (w większym stopniu wobec trenerów czy konsultantów niż uczestników) czy też, w niektórych przypadkach, wysoki poziom skomplikowania. W przypadku (częstym) stosowania TRIZ-biznes razem z analizą procesów w celu ich udoskonalania, zalety i wady będą pochodnymi zalet i wad analizy procesów (np. czasochłonność).

### 2.5. Porównanie do innych metod zarządzania

Rezultaty przeglądu metod alternatywnych oraz ich porównanie do TRIZ w kontekście rozwiązywania problemów w procesie komercjalizacji zawiera poniższa tabela.

---

<sup>247</sup> V. V. Souchkov, A Guide to Root Conflict Analysis (RCA+) For Business and Management Applications, Edition 2.0, ICG Training & Consulting, Enschede, The Netherlands, [https://www.xtriz.com/publications/RCA+\\_2\\_BM.pdf](https://www.xtriz.com/publications/RCA+_2_BM.pdf); dostęp: 19.07.2024.

W szczególności warta uwagi jest metoda QFD, jako że może ona stanowić doskonałe „biznesowe” uzupełnienie technicznego TRIZ.

TRIZ oczywiście nie stanowi odpowiedzi na wszystkie problemy związane z opracowaniem nowych produktów, koncentruje się na części działalności twórczej, która dotyczy producenta – konsument ma tu rolę pomocniczą, o ile inżynier stosujący metodę włączy go do tzw. super systemu, czyli otoczenia produktu. Metoda nie przewiduje włączenia użytkowników końcowych czy specjalistów od marketingu na wczesnych etapach procesu produkcji, zgodnie z popularną koncepcją design thinking, nakierowana jest bowiem na rozwiązywanie problemu technicznego, z pominięciem kwestii jego opakowania.

| Istota metody                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Porównanie do TRIZ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Total Quality Management                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Zarządzanie przez jakość (TQM) jest zespołem praktyk i narzędzi menadżerskich nakierowanych na całościowe (<i>total</i>) podniesienie jakości produktów i usług przedsiębiorstwa. Dzieje się to poprzez oddziaływanie zdeteminowanego na podniesienie jakości zarządu na cztery elementy organizacji: uczestnictwo pracownika, poprawę jakości wykorzystywanych materiałów oraz technologii (np. maszyn) oraz metody organizacji produkcji. Do zbioru narzędzi metody należy opisana dalej Six Sigma.</p> | <p>Spojrzenie na organizację z perspektywy procesów do poprawienia, co jest istotą podejścia, prowadzi do koncentracji na tzw. innowacjach przyrostowych i może prowadzić do skostnienia organizacji i koncentracji na poprawieniu istniejących produktów<sup>248</sup>. TRIZ służy rozwiązywaniu problemów w przełomowy sposób, zaś TRIZ-biznes ma wskazywać na rozwiązanie problemów związanych z procesami zarządzania. Stąd TQM nie będzie użyteczne do rozwiązywania problemów komercjalizacji, choć standaryzacja może stanowić odpowiedź na jednostkowe problemy. W szczególności w przypadku jednostek naukowych konieczne jest</p> |

<sup>248</sup> M. J. Benner, M. L. Tushman, Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited, *Academy of Management Review*, 28(2), 2003.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ostrożne stosowanie takich rozwiązań, gdyż mogą tłumić innowacyjność <sup>249</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lean Management                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>Koncepcja Lean Management, której rdzeń stanowi „ogniskowanie działań i projektowanie działań zgodnie ze strumieniami wartości”<sup>250</sup> zyskała popularność w związku z sukcesem rynkowym i ekspansją w USA koncernu Toyota.</p> <p>Jednym z jej kluczowych elementów jest nieustanna walka z marnotrawstwem na drodze dostosowania procesów w przedsiębiorstwie do potrzeb klienta.</p> <p>Podstawowa zasada tzw. szczupłego zarządzania to ustalenie, co klient postrzega jako wartość. Wykonywanie zadań przez pracowników ma na celu dostarczenie nabywcy tego, czego oczekuje.</p> | <p>Obie pokrewne metody łączą podobne ograniczenia w porównaniu do TRIZ.</p> <p>Koncepcja Lean Management zawiera pewne elementy, które mogą wydawać się interesującym punktem odniesienia do dalszych badań, m.in. zdefiniowanie wszystkich czynności w tzw. strumieniach wartości dla wytwarzanych produktów i usług<sup>251</sup>. Jednakże zarówno pozostałe elementy, jak i zastosowanie strumieniowania wartości w dotychczasowej praktyce nie udowodniły swojej użyteczności do procesów innowacyjności i komercjalizacji, gdyż: „Lean trudno jest wykorzystać w procesach związanych z eksperymentowaniem, tworzeniem i przetwarzaniem nowej wiedzy”<sup>252</sup>.</p> |
| Toyota Production System                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Wcześniej wspomniany Lean Management posiada wiele elementów wspólnych z Toyota Production System, który uważany jest za                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Podobnie, jak w przypadku ww. Lean Management.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

<sup>249</sup> *Ibidem*.

<sup>250</sup> I. Sobańska (red.), Lean accounting – integralny element lean management. Szczupła rachunkowość w zarządzaniu, 2013 Wolters Kluwer, s. 8

<sup>251</sup> A. Grycuk, Bariery w stosowaniu koncepcji lean management, Kwartalnik nauk o przedsiębiorstwie, 2016/3, s. 73

<sup>252</sup> *Ibidem*, s. 77.

|                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| prototyp Lean Management (m.in. zastosowanie Just-in-Time) <sup>253</sup> .                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Six Sigma                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Jest to metoda zasadniczego ograniczania defektów generowanych w procesie, do poziomu kilku sztuk na milion, poprzez realizację projektów mających na celu optymalizację procesów.                                 | Odkrywca metody Six Sigma, firma Motorola, już nie istnieje na rynku, istnieją zaś publikacje wskazujące (ww. Tushmann et al cytowany w tabeli w pozycji TQM), że stosowanie TQM (w tym: Six Sigma) przyczyniło się do upadku Motoroli poprzez hamowanie innowacyjności. Stąd nie wydaje się, by Six Sigma mogło zostać zastosowane do usprawniania procesu komercjalizacji jako jedyny zestaw narzędzi. |
| FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Metoda Analizy Skutków i Przyczyn Wad pomaga we wczesnym wykrywaniu możliwych źródeł usterek i problemów na etapie projektowania.                                                                                  | Metoda ta dzieli z TRIZ jeden z elementów, t.j. dogłębną analizę przyczyn podobną do metody Five Why oraz root-cause-analysis. Jednak na tym podobieństwa się kończą. Służy ona do zupełnie innego etapu rozwoju produktu, już po udanym procesie komercjalizacji i nie tyle do rozwiązania, co do zapobiegania problemom cyklu produkcyjnego.                                                           |
| 8D (Eight Disciplines Problem Solving)                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Metoda rozwiązywania problemów w ramach ośmiu etapów, począwszy od sformułowania zespołu, wszechstronne zdefiniowanie problemu i jego przyczyn, w tym przyczyn źródłowych oraz przeprowadzenie działań naprawczych | Użyteczność metody do rozwiązywania problemów procesu komercjalizacji jest niewielka ze względu na to, że została opracowana z myślą o procesie produkcyjnym, podczas gdy specyfiką komercjalizacji jest połączenie aspektów menedżerskich z działalnością naukową                                                                                                                                       |

<sup>253</sup> A. Janokis, Lean management: charakterystyka, Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Bezpieczeństwa nr 4, 2012, s. 181.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| łącznie z zapobieganiem nawrotowi problemu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | i dopiero na ostatnim etapie działalności – produkcyjną. Produkcja oznacza, że w zasadzie proces komercjalizacji jest zakończony, w związku z czym metoda ta mogłaby służyć jako dalszy etap rozwiązywania problemów dla działów produkcyjnych.                                                                                                                                                                                                   |
| QFD (Quality Function Deployment)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Istotą tej metody jest dopasowanie charakterystyk tworzonego produktu do oczekiwań klientów. Odbywa się to na drodze tworzenia kontradycji, które stanowią wytyczne dla opracowania ostatecznego produktu.                                                                                                                                                                                             | QFD stanowi uzupełnienie dla TRIZ w przypadku projektowania głównie dóbr konsumpcyjnych. Kontradycje pomiędzy charakterystykami produktu a oczekiwaniami klientów w niektórych przypadkach mogą być przełożone na kontradycje matrycy sprzeczności TRIZ (np. waga produktu a jego wytrzymałość) bądź stanowić wyjście do poszukiwania rozwiązań problemów w produkcji (w języku TRIZ: systemie technicznym).                                      |
| Design Thinking                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Design Thinking różni się od zwykłego procesu opracowywania produktu badaniem potrzeb użytkownika i projektowaniem produktu zgodnie ze zdiagnozowanymi potrzebami. Jest to myślenie jak projektant od początku tworzenia produktu <sup>254</sup> . Design Thinking wychodzi od głębokiego zrozumienia potrzeb konsumenta (tzw. insight), które definiują, co jest potrzebne, w odróżnieniu od typowego | Podejście typu Design Thinking nie może być wprost użyte do usprawnienia procesu komercjalizacji w jednostce badawczej. Główne założenia dotyczą projektowania w oparciu o rozpoznane i zrozumiane w odpowiedni sposób potrzeby użytkowników końcowych. Jednostki naukowe, w tym instytuty badawcze, znajdują się w innym miejscu tworzenia produktu i de facto element, w którym Design Thinking byłby najbardziej użyteczny przejmują na siebie |

<sup>254</sup> T. Brown, Design Thinking, Harvard Business Review, Czerwiec 2008.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>modelu, gdzie dostosowuje się wygląd opracowanego przez projektanta produktu do gustów użytkowników.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>przedsiębiorcy. Instytuty najczęściej nie są producentami rozwiązań, które bezpośrednio znajdują się na rynku, poza agendami takim jak np. Instytut Wzornictwa Przemysłowego. Zrozumienie potrzeb przedsiębiorcy jest bardzo istotne, działalność instytutów nie ogranicza się jednak tylko do strategii tzw. pull, czyli reakcji na potrzeby zgłaszane przez przedsiębiorców, ale również jest to generowanie nowych, przełomowych rozwiązań, które nie istnieją. Przedsiębiorcy i konsumenci nie są świadomi, że istnieje taka możliwość zaspokojenia ich potrzeb. TRIZ stanowi metodę komplementarną do Design Thinking.</p> |
| <p>Analiza morfologiczna</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>Analiza morfologiczna rozpoczyna się od określenia różnych elementów (komponentów) sytuacji problemowej oraz możliwych wariantów cech, które posiadają. W tym celu sporządzana jest dwuwymiarowa matryca o często bardzo dużej liczbie pól, łączone są w pary różne wartości dla komponentów w celu poszukiwania nowego rozwiązania. Na kolejnym etapie konieczna jest redukcja liczby możliwych kombinacji zgodnie z regułą m.in. logicznej niemożności zaistnienia większości (ponad 90%) wariantów. Twórcą analizy jest astronom szwajcarskiego pochodzenia</p> | <p>Przewagą TRIZ nad analizą morfologiczną jest kompleksowość – na TRIZ składa się szereg narzędzi, co daje większe możliwości różnorodnych zastosowań.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>F. Zwicky, który opracował ją w latach 40. i 50., pierwotnie w celu stworzenia nowego silnika rakietowego. Metoda wykorzystywana jest nie tylko do analizy systemów technicznych, ale również rozwiązań społeczno-politycznych, prawnych, architektonicznych oraz z dziedziny zarządzania<sup>255</sup>.</p> <p>Przykładowe zastosowanie analizy morfologicznej przedstawiono na rysunku 2.7 pod tabelą. W wyniku analizy opracowano rozwiązanie, które stanowi nowy system o wartości A1 komponentu A, B2 komponentu B, C1 komponentu C.</p> |                                                                                                                   |
| Diagram Ishikawy (diagram ryby)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                   |
| <p>Diagram przedstawiono na rys. 2.8. Jego nazwa wywodzi się od kształtu przypominającego szkielet ryby. Głowę (czoło) diagramu stanowi problem wyjściowy, który w następnym etapie pracy grupy jest charakteryzowany na poszczególnych głównych kategoriach (ościach). Dalsza analiza polega na uzupełnianiu diagramu o kolejne problemy (elementy) szczegółowe. Diagram stanowi sposób wizualizacji złożonych problemów, ułatwiający kompleksowe (bez pominięcia żadnych istotnych</p>                                                         | <p>Diagram Ishikawy pozwala zrozumieć problem, natomiast TRIZ dostarcza również narzędzi do jego rozwiązania.</p> |

<sup>255</sup> A. Alvarez, T. Ritchey, Applications of General Morphological Analysis, Acta Morphologica Generalis, Swedish Morphological Society, AMG Vol. 4 No. 1 (2015), s. 2.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wymiarów/ elementów) spojrzenie na jego składowe oraz zrozumienie relacji między nimi <sup>256</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Poka Yoke                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Metoda projektowania mająca na celu uniemożliwienie popełnienia błędu przez użytkownika (odpowiednik żargonowego terminu stosowanego przez programistów „idiotoodporność”). Zakłada eliminację błędów poprzez „systematyczne monitorowanie źródeł potencjalnych błędów podczas realizacji procesów (..)” <sup>257</sup> . Jedna ze składowych Toyota Production System oraz Lean Management. | Narzędzie o wąskim zakresie stosowania, zapewne możliwe do stosowania równolegle do TRIZ.                                                                                                                                                                                                           |
| Kaizen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Japońska metoda stopniowych udoskonaleń, „małych kroków”, pozwalająca każdorazowo wycofać się ze zmian, jeżeli okażą się niekorzystne (w odróżnieniu od często spotykanych w świecie zachodnim dużych zmian systemów technicznych czy organizacyjnych, trudnych do odwrócenia).                                                                                                              | Kaizen jest w równym stopniu metodą ulepszania, co filozofią ciągłej zmiany. Stąd możliwe jest stosowanie równolegle z TRIZ. TRIZ oznacza jednak odmienne spojrzenie na problem (w zależności od narzędzia) oraz dostarcza rozwiązań zredefiniowanego problemu (który ma charakter wady kluczowej). |
| Schemat komunikacji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Schemat (model) komunikacji, opracowany przez rosyjskiego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Schemat komunikacji może służyć jako metoda rozwiązywania problemów, o ile                                                                                                                                                                                                                          |

<sup>256</sup> T. Proctor, Twórcze rozwiązywanie problemów. Podręcznik dla menadżera, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2002, s. 210-211.

<sup>257</sup> P. Chmura, Poka-Yoke, w: D. Stadnicka (red.), Lean Manufacturing. Kompendium Wiedzy, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2021, s. 39.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| językoznawcę R. Jakobsona, wskazuje sześć niezbędnych elementów komunikacji: <sup>258</sup>                                                                                                                                                                                                                                            | stwierdzi się, że przyczyną jest np. niezrozumienie kierowanych komunikatów poprzez posługiwanie się innym kodem (np. żargon) bądź brak niezbędnego kontekstu. Brak wspólnego języka jest jednym ze zdiagnozowanych problemów procesu komercjalizacji, ale zdecydowanie nie jedynym i nie najważniejszym. Stąd nie podważa konieczności stosowania TRIZ, który poprzez stosowanie zdefiniowanych pojęć ma na celu m.in. wprowadzenie wspólnego języka (np. komponent systemu, funkcja). |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- nadawcę,</li> <li>- odbiorcę,</li> <li>- wiadomość,</li> <li>- kontekst,</li> <li>- wspólny, choćby częściowo, dla obu stron kod</li> <li>- kanał komunikacji.</li> </ul>                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Analiza przepływu informacji                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Analiza przepływu informacji może mieć miejsce w postaci tworzenia schematów przepływu informacji jako element poprawy procesów zarządzania <sup>259</sup> . Polega ona na identyfikacji wszystkich źródeł informacji, czynności jakie są dokonywane w celu ich przetworzenia oraz opisanie, jaka informacja zostaje przekazana dalej. | Analiza przepływu informacji może być częścią rozwinięcia TRIZ-biznes, i jako taka może być stosowana w IMIF jako punkt wyjścia dla poszukiwania problemów, które na dalszych etapach można rozwiązywać za pomocą TRIZ lub jego adaptacji.                                                                                                                                                                                                                                              |
| Projektowanie dla montażu (DFA), projektowanie dla produkcji (DFM)                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Designing for Assembly (projektowanie dla montażu, DFA) – projektowanie produktów w taki sposób, by montaż był możliwie bezproblemowy i tani, czemu                                                                                                                                                                                    | Główne ze zdiagnozowanych problemów komercjalizacji IMIF nie dotyczyły problemów technicznych związanych z montażem czy wdrożeniem do produkcji, ponadto produkty przeznaczone do montażu                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

<sup>258</sup> L. Linask, Differentiation of language functions during language acquisition based on Roman Jakobson's communication model, 2018, Sign Systems Studies, 46(4), s. 519.

<sup>259</sup> H. J. Harrington, K. Esseling, V. Nimwegen, Business Process Improvement Workbook: Documentation, Analysis, Design, and Management of Business Process Improvement, 1997, MC Graw-Hill, s. 181-183.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>towarzyszy zwykle wyższa jakość i bezawaryjność produktu<sup>260</sup>. Odpowiednio, Design for Manufacturing (projektowanie dla produkcji, DFM) oznacza analizowanie koncepcji produktu na wczesnych fazach projektowania, by uniknąć problemów w czasie wdrożenia do produkcji. Dzięki temu zyskuje się również skrócenie cyklu i obniżenie kosztu projektowania produktu<sup>261</sup>.</p> | <p>nie są dominującym typem rezultatów projektów Instytutu. Produkty tworzone w Instytucie nie są przeznaczone do masowej produkcji.</p>                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Teoria ograniczeń (TOC)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Główne założenia teorii sprowadzają się do dwóch twierdzeń: każdy system posiada co najmniej jeden słaby punkt, zaś na drodze do zwiększenia zysku przedsiębiorstwa stoją ograniczenia w systemie zarządzania, których usunięcie spowoduje jego wzrost<sup>262</sup>.</p>                                                                                                                      | <p>Teoria ograniczeń może być przydatna do udoskonalania wdrożonych technologii produkcyjnych, czy ustabilizowanych procesów, podczas gdy głównym zadaniem Instytutu jest prowadzenie badań na rzecz tworzenia nowych technologii w odpowiedzi na potrzeby przedsiębiorców i gospodarki. Stąd teoria ograniczeń może mieć niewielkie zastosowanie w udoskonalaniu procesu komercjalizacji IMIF.</p> |
| Analiza drzewa zdarzeń (ETA – Event Tree Analysis), analiza drzewa porażek (FTA – Failure Tree Analysis)                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>Metody analizy hipotetycznych lub przeszłych scenariuszy zdarzeń, wychodzące od pojedynczego zdarzenia (np. awaria komponentu</p>                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Zastosowania metody dotyczą głównie systemów, w których awarie mogą prowadzić do poważnych konsekwencji (np. przemysł wydobywczy, energetyka jądrowa).</p>                                                                                                                                                                                                                                       |

<sup>260</sup> C. H. Simmons, D. E. Maguire, N. Phelps, 3 - Design for manufacture to end of life w:

C. H. Simmons, D. E. Maguire, N. Phelps (red.), Manual of Engineering Drawing (Fifth Edition), Butterworth-Heinemann, 2020, s. 160.

<sup>261</sup> M. O'Driscoll, Design for manufacture, Journal of Materials Processing Technology 122 (2002) s. 318.

<sup>262</sup> Z. T. Şimşit, N. S. Günay, Ö. Vayvay, Theory of Constraints: A Literature Review, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 150, 2014, s. 930-931,

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>systemu technicznego) i analizujące kolejne możliwe następstwa w binarnym układzie prawda/fałsz (np. zadziałał system awaryjny TAK/NIE). Dla każdej odpowiedzi tworzone są kolejne odgałęzienia. Obliczane jest również prawdopodobieństwo zaistnienia kolejnych elementów łańcucha (np. prawdopodobieństwo wybuchu to X, prawdopodobieństwo awarii systemu powiadamiania jest Y razy mniejsze niż X itp.). Główną zaletą metody jest „schematyczna wizualizacja relacji przyczynowo-skutkowych w systemie”<sup>263</sup>.</p>  | <p>W związku z tym metoda nie odpowiada na potrzeby Instytutu, który bywa dostarczycielem jedynie komponentów dla ww. branż.</p>                                                                                                             |
| <p>Idealne projektowanie efektywnych i logicznych systemów</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>IDEALS (Ideal Design of Effective and Logical Systems; Idealne projektowanie efektywnych i logicznych systemów) to metoda usprawniania organizacji, opracowana przez G. Nadlera w latach 60-tych XX w. Jej kluczowym elementem jest założenie nie tyle poprawy poszczególnych elementów organizacji (jak zakłada to np. Kaizen), ale odnalezienie systemu idealnego (czyli takiego, w którym koszty jednostkowe realizacji zadania dla którego istnieje organizacja, wynoszą zero), a następnie dostosowanie go do warunków</p> | <p>W TRIZ istnieje bardzo podobne narzędzie pod nazwą „idealnego systemu końcowego”, które jest jednak uzupełnione szeregiem innych narzędzi wskazujących ścieżkę dojścia do wybranego systemu, na czym polega jego przewaga nad IDEALS.</p> |

<sup>263</sup> L. Chybowski, Analiza drzewa niezdatności. Podstawy teoretyczne i zastosowania. Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2017 za: L. Chybowski, Analiza drzewa niezdatności – wprowadzenie do metody, Industrial Monitor - produkcja i utrzymanie ruchu, Nr 2/(26) 2017, s. 45.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| rzeczywistych wdrożenia (gdzie, ze względu na ograniczenia techniczne i inne, koszty jednostkowe będą obecne) <sup>264</sup> .                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                              |
| Teoria domina Heinricha                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                              |
| Herbert W. Heinrich na podstawie analizy wypadków zaproponował teorię domina jako sposób wyjaśnienia ich przyczyn. Zgodnie z nią, niewłaściwe zachowania są powodowane szeregiem wcześniejszych, powiązanych czynników (biologicznych i środowiskowych) <sup>265</sup> . Usunięcie jednego z czynników oznaczałoby eliminację zdarzenia. | W TRIZ występuje narzędzie o podobnej funkcji: „analiza łańcucha przyczynowego wad”, które z powodzeniem może zastąpić teorię domina.                                                                                                        |
| Synektyka                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                              |
| Synektyka to metoda grupowego rozwiązywania problemów technicznych i teoretycznych. Została opracowana przez W.J.J. Gordona, zaś jej założenia opublikowane w 1961r. <sup>266</sup> . Jej główne założenia sprowadzały się do odpowiedniego doboru grupy projektowej, zmierzającej do rozwiązania problemów, np. technicznych, w celu    | Heurystyczna synektyka jest komplementarna do algorytmicznego TRIZ. W synektyce w odróżnieniu od TRIZ podkreśla się rolę składu grupy projektowej; z drugiej strony, TRIZ parametryzuje problem, co jest jego wielką zaletą <sup>269</sup> . |

<sup>264</sup> M. Szarucki, Modele doboru metod w rozwiązywaniu problemów zarządzania w ujęciu G. Nadlera, Zeszyty naukowe UEK, 2016, Nr 6.

<sup>265</sup> Z. Ibn Awal, K. Hasegawa, A Study on Accident Theories and Application to Maritime Accidents, Procedia Engineering, Volume 194, 2017, s. 298-306.

<sup>266</sup> W.J.J. Gordon, Syntectics The Development of Creative Capacity, Harper & Row, 1961.

<sup>269</sup> Wniosek z jednego z wywiadów z ekspertami TRIZ zawarty w odpowiednim podrozdziale pracy.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>opracowania nowego produktu, poprzez wyjście poza ramy myślenia o rzeczywistości przedsiębiorstwa za pomocą „uczynienia tego, co dobrze znajome, dziwnym”<sup>267</sup>. W tym celu grupa stosowała 4 rodzaje analogii: osobistą, bezpośrednią, symboliczną i fantastyczną<sup>268</sup>. Metoda ma bardziej ustrukturyzowany charakter niż, również heurystyczna, burza mózgów.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| SIPOC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Metoda analiz procesu poprzez budowę diagramu uwzględniającego następujące elementy: dostawcy (S-suppliers), nakład (I-input), proces (P-process), produkt końcowy (O-output), klient (C-customer). Nakłady dostawców są poprzez procesy wewnętrzne w organizacji przekształcane w produkty dla klientów<sup>270</sup>.</p>                                                          | <p>Głównym produktem tworzonym przez jednostki naukowe, w tym Instytut, dla klientów zewnętrznych jest realizacja badań naukowych (w procesie komercjalizacji). Ich nowatorstwo (warunek sine-qua-non) polega na niepewności naukowej, co powoduje, że nie podlegają łatwej standaryzacji czy mapowaniu procesów (jak diagram SIPOC).</p> |
| Projektowanie eksperymentów (DOE)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Design of experiments (DOE) – opiera się na analizie statystycznej związków pomiędzy zmiennymi i wynikami dla danego typu zjawisk, dzięki czemu</p>                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Zdiagnozowane problemy procesu komercjalizacji nie odnoszą się do problemów występujących w trakcie samego procesu badawczego, stąd nie podważając generalnie potencjalnej użyteczności DOE</p>                                                                                                                                        |

<sup>267</sup> *Ibidem*, np. s. 36.

<sup>268</sup> *Ibidem*.

<sup>270</sup> S. Meier, S. Klarmann, N. Thielen, Ch. Pfefferer, M. Kuhn, J. Franke, A process model for systematically setting up the data basis for data-driven projects in manufacturing, *Journal of Manufacturing Systems*, Volume 71, 2023, s. 5-6.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| możliwa jest optymalizacja warunków przeprowadzania eksperymentów <sup>271</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | dla IMIF, TRIZ stanowi lepszą odpowiedź na ww. problemy.                                                                                                                                                                                |
| Metoda Kano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>Odpowiada na potrzeby przedsiębiorców dotyczące dostosowania produktu do potrzeb klientów.</p> <p>W związku z tym, w ramach metody, potencjalni klienci pytani są, jakie cechy są wg nich<sup>272</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obowiązkowe, czyli takie, jakie produkt musi posiadać, by spełnić minimalne oczekiwania klienta</li> <li>- jednowymiarowe, czyli takie, których wzrost prowadzi do wzrostu zadowolenia klienta</li> <li>- atrakcyjne, które zwiększają satysfakcję, choć klient ich nie oczekiwał</li> <li>- obojętne.</li> </ul> <p>Dzięki uzyskanym odpowiedziom możliwe jest wskazanie cech produktu, które klienci uznają za priorytetowe.</p> | <p>Metoda ta może być z powodzeniem stosowana komplementarnie do TRIZ<sup>273</sup>.</p> <p>W takim ujęciu TRIZ służy do rozwiązania sprzeczności wynikających z wymagań wobec produktu sformułowanych w oparciu o opinie klientów.</p> |
| Metoda Feynmana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                         |

<sup>271</sup> A. Jankovic, G. Chaudhary, F. Goia, Designing the design of experiments (DOE) – An investigation on the influence of different factorial designs on the characterization of complex systems, Energy and Buildings, Volume 250, 2021, s. 2.

<sup>272</sup> Q. Xu, R. J. Jiao, X. Yang, M. Helander, H. M. Khalid, A. Opprud, An analytical Kano model for customer need analysis, Design Studies, Volume 30, Issue 1, 2009, s. 88.

<sup>273</sup> Np. Y. Yan, Y. Liang, H. Guan, Kano-DEMATEL-TRIZ-based product design for nail tables and chairs: A two-category user study, BioResources 20(2), 2025, s.31101–3117.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Metoda (technika), jaką stosował noblista z dziedziny fizyki, Richard Feynman, w trakcie swoich wykładów. Zakłada ona zasadnicze uproszczenie przekazu, by był zrozumiały dla odbiorcy, poprzez:<sup>274</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- spisanie swojej wiedzy na temat danego zagadnienia,</li> <li>- stworzenie prostego, zrozumiałego nawet dla dziecka, wyjaśnienia,</li> <li>- identyfikacja luk w wiedzy,</li> <li>- przeformułowanie zagadnienia do analogii.</li> </ul> | <p>Technika użyteczna w trakcie pracy pedagogicznej, której zasadniczo instytuty SBŁ nie realizują.</p>                                                                                                                  |
| Scrum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Metoda organizacji pracy małych grup roboczych o wyznaczonych celach. Źródłem jej pochodzenia jest fakt, że sekwencyjny system zarządzania projektami i tworzeniem oprogramowania, okazał się nieaktualny w świecie szybko starzejących się technologicznie produktów<sup>275</sup>. SCRUM posługuje się specyficzną terminologią: „product backlog” – lista działań służących ulepszeniu produktu, sprint – czyli zespołowe, krótkotrwałe działanie służące osiągnięciu celu częściowego.</p>      | <p>Scrum może zostać połączony z TRIZ (wtedy zespoły w ramach sprintu stosowałyby któreś z narzędzi TRIZ do ulepszenia systemu technicznego), stąd stanowi nie tyle alternatywę, co metodę organizacji zespołu TRIZ.</p> |

<sup>274</sup> E.P. Reyes, R.M.F.L. Blanco, D.R.L. Doroon, J.L.B. Limana, A.M.A. Torcende, Feynman Technique as a Heutagogical Learning Strategy for Independent and Remote Learning, Recoletos Multidisciplinary Research Journal 9 (2), 2021, s. 4.

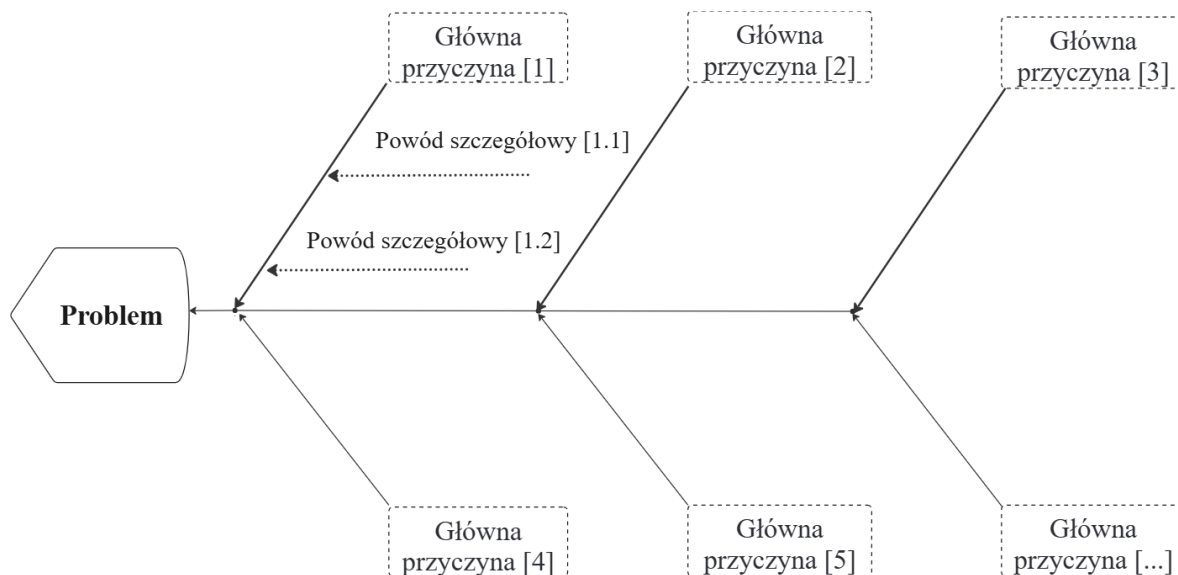
<sup>275</sup> H. Takeuchi, I. Nonaka, The New New Product Development Game, styczeń 1986, Harvard Business Review.

|                                                                                                                                                                                                                |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>„increment” czyli pojedyncze ulepszenie wytworzone w czasie sesji (tj. sprintu)<sup>276</sup>. Metoda ma charakter iteracyjny oraz ewolucyjny – ww. product backlog jest aktualizowany po każdym cyklu.</p> |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Tabela 2.4 Porównanie TRIZ do innych metod doskonalenia organizacji oraz produktów i procesów, źródło: opracowanie własne.

|             |                    |                    |                    |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Komponent A | Możliwa wartość A1 | Możliwa wartość A2 | Możliwa wartość A3 |
| Komponent B | Możliwa wartość B1 | Możliwa wartość B2 | Możliwa wartość B3 |
| Komponent C | Możliwa wartość C1 | Możliwa wartość C2 | Możliwa wartość C3 |

Rysunek 2.7 Model analizy morfologicznej, źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2.8, Schematyczne ujęcie diagramu ryby, źródło: opracowanie własne.

Podsumowując powyższe porównanie użyteczności metod stosowanych przez menadżerów w celu doskonalenia organizacji do użyteczności TRIZ i TRIZ-biznes w celu usprawnienia procesu komercjalizacji, zdaniem autora należy stwierdzić, że ze względu głównie na orientację na wybrane aspekty tworzenia

<sup>276</sup> K. Schwaber, J. Sutherland, Przewodnik po Scrumie: opis reguł, Listopad 2020, tłum. T. Włodarek, <https://scrumguides.org/>, dostęp: 22.07.2024.

produktów, brak połączenia aspektów menadżerskich z produkcyjnymi oraz wąski zakres proponowanych przez każdą metodę narzędzi, ich zastosowanie do usprawnienia procesu komercjalizacji byłoby potencjalnie mniej skuteczne, niż TRIZ oraz TRIZ-biznes. Zespół Altszullera oraz dzisiejsi eksperci TRIZ rozwijając metodykę przez dziesięciolecia mieli świadomość istnienia i pojawiania się innych podejść, a wybrane elementy były włączane do metod TRIZ. Istnieje również bogata literatura przedstawiająca metody łączące ww. konkurencyjne metody z TRIZ (np. Lean, Design Thinking, oraz – co szczególnie uzasadnione – QFD). W opisanych wyżej przypadkach stwierdzono zagrożenia płynące z koncentracji na doskonałości istniejących produktów dla procesów innowacyjnych, co podważa długofalową użyteczność części narzędzi, a nie dotyczy TRIZ ani TRIZ-biznes.

## Rozdział 3. Wykorzystanie TRIZ w procesie komercjalizacji w świetle badań jakościowych

### 3.1 Proces komercjalizacji w świetle badań jakościowych

Zarówno opisanie otoczenia procesu komercjalizacji, jak i przedstawienie egzemplifikacji jego przebiegu na podstawie danych zastanych w Ł-IMIF nie pozwala na odpowiedź na pytania dotyczące specyficznych barier, z jakimi borykają się we współpracy z otoczeniem gospodarczym jednostki naukowej, a w szczególności Instytut. Stąd pojawiła się konieczność uzupełniania obrazu przedstawionego w poprzednim rozdziale o rezultaty badań jakościowych (wywiadów) z pracownikami Ł-IMIF. Każde z zagadnień, o które pytano ekspertów, wyłoniło się jako rezultat przeprowadzonego przeglądu literatury przedstawionego w pierwszym rozdziale pracy lub doświadczeń badacza z wieloletniej pracy w jednostkach naukowych (pełne zestawienie zagadnień wraz z podstawą teoretyczną znajduje się w tabeli 3.6). Eksperti wskazali zarówno na ograniczenia dotyczące osobowości naukowców, niedoskonałości polityki państwa, jak i niezrozumienie specyfiki pracy naukowej przez przedsiębiorców. Podali również znane im pozytywne przykłady współpracy nauki i biznesu.

Istotą metody wywiadu badawczego jest przeprowadzenie celowej rozmowy pomiędzy co najmniej dwiema osobami. Ze względu na przygotowaną wcześniej listę pytań oraz poziom standaryzacji, wywiady możemy podzielić na: strukturyzowane (kwestionariusze), częściowo ustrukturyzowane oraz pogłębione. Znajomość przez badacza uwarunkowań teoretycznych dotyczących barier procesu komercjalizacji oraz znajomość terenu badania (tj. realizacji badań i współpracy naukowców z przedsiębiorcami – częściowa, ze względu na liczbę zatrudnionych i złożoność agendy badawczej Instytutu) zadecydowała o wyborze wywiadu częściowo ustrukturyzowanego jako metody badawczej. Wybór uzasadniony był również eksploracyjnym charakterem badania (zebranie informacji na temat egzemplifikacji danego rodzaju bariery w komercjalizacji w przypadku Instytutu oraz znanych dobrych praktyk komercjalizacji) oraz niemożnością pełnego przewidzenia pojawienia się wątków istotnych ze względu na główny cel pracy.

Podstawowym celem badania było uzupełnienie obrazu procesu komercjalizacji w Ł-IMIF. W okresie styczeń-marzec 2022 roku przeprowadzono 6 wywiadów z byłymi i obecnymi pracownikami oraz członkami kadry kierowniczej. Ekspertów poinformowano wcześniej o celu badania i głównych tematach, które zostaną poruszone (tabela 3.1).

Wywiady nagrywano, następnie poddano wstępnej transkrypcji za pomocą narzędzia bazującego na metodzie rozpoznawania głosu (narzędzie „transkrybuj”) MS Word 365, oraz (ze względu na występowanie błędów) korektom dokonanym przez badacza w porównaniu do nagrań. Sposób przeprowadzenia wywiadów podyktowany był wygodą ekspertów, stąd przeprowadzono: dwa wywiady bezpośrednie, dwa z wykorzystaniem platformy MS Teams oraz dwa telefoniczne. Transkrypcje zostały poddane kodowaniu w grupy barier oraz dobrych praktyk dotyczących procesu komercjalizacji. Dobór osób do badania miał charakter celowy, poniżej przedstawiono kryteria włączenia do badania:

- posiadanie stopnia naukowego (niezbędne ze względu na złożoność problematyki);
- zróżnicowanie jak chodzi o reprezentowaną dziedzinę nauki (2 ekspertów z dziedziny nauk społecznych , 4 z dziedziny nauk ścisłych);
- zróżnicowanie doświadczenia w obszarze problematyki wdrożeń i komercjalizacji:
  - a) modelu funkcjonowania gospodarki – dwóch ekspertów mogło odnieść się do sposobu funkcjonowania współpracy nauki z przedsiębiorstwami, zarówno w ramach gospodarki centralnie planowanej, jak i po 1989 r., a pozostałych czterech wyłącznie do drugiego okresu;
  - b) roli w procesie komercjalizacji – dwóch byłych członków dyrekcji obu instytutów reprezentowało perspektywę menadżerską, z którą wiązała się m.in. odpowiedzialność za podejmowane decyzje; kolejnych dwóch było właścicielami własnych przedsiębiorstw, stąd posiadali możliwość porównania systemu wartości charakterystycznego dla przedsiębiorców oraz dla naukowców. Jeden z ekspertów, ze względu na doświadczenie zawodowe związane z pracą w instytucjach grantodawczych, mógł przyjąć perspektywę spojrzenia na procesy zachodzące w Instytucie w kontekście funkcjonowania całego systemu wsparcia innowacji w Polsce (opisanego w podrozdziale „Otoczenie procesu komercjalizacji”). Wreszcie jeden z ekspertów prezentował perspektywę wyłącznie pracownika naukowego Ł-IMIF.

| Zagadnienie                         | Podstawa teoretyczna                                                                                                         |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dobór tematów do badań podstawowych | Koncepcja „user-driven” research                                                                                             |
| Generowanie nowych pomysłów         | Przegląd literatury nt. roli i problemów w generowaniu pomysłów na innowacje (Harvard Business Review oraz MiT Sloan Review) |

|                                           |                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Selekcja projektów do dalszego rozwoju    | Porównanie niemieckiego i polskiego modelu wsparcia publicznego dla procesu innowacji                                                   |
| Patentowanie i problemy prawne            | Przegląd literatury (HBR i MiT Sloan Review)                                                                                            |
| Wyszukiwanie partnerów biznesowych        | Przegląd literatury (HBR i MiT Sloan Review)                                                                                            |
| Finansowanie komercjalizacji              | Przegląd literatury (HBR i MiT Sloan Review)                                                                                            |
| Problemy kulturowe i współpraca w zespole | Rola kultury organizacyjnej w procesie innowacji opisana w jednym z podrozdziałów pracy                                                 |
| Dobre praktyki w procesie komercjalizacji | Zagadnienie o charakterze czysto eksploracyjnym; własne doświadczenia badacza ze współpracy z partnerami z sektora przedsiębiorstw ITME |

Tabela 3.1 Zagadnienia wywiadu wraz z uzasadnieniem teoretycznym, źródło: opracowanie własne.

Interlokutorzy wskazali jako przykłady dobrych praktyk instytucje otoczenia biznesu, czyli akceleratory przedsiębiorczości, w tym świadczone przez nie konkretne usługi oraz kilka firm technologicznych, które znają, a które powstały w związku z działalnością jednostek naukowych (omówione na końcu podrozdziału). Wymieniono akceleratory przedsiębiorczości Politechniki Warszawskiej, Akademii Górniczo – Hutniczej oraz Centrum Łukasiewicz (opisane w części teoretycznej pracy).

Wywiady miały na celu zarówno wskazanie wewnętrznych barier dla przeprowadzenia procesu w Ł-IMIF jak i – w przypadku prowadzenia przedsiębiorstwa spin-off – omówienie roli badań podstawowych i ochrony własności intelektualnej w procesie, możliwości łączenia ról naukowca i przedsiębiorcy, czy też barier systemowych polityki państwa. Wybrane najważniejsze opinie ekspertów przedstawiono poniżej. W szczególności wskazano, że wyzwania dla procesu komercjalizacji dotyczą nie tylko finansowania projektów i problematyki technologicznej, ale także kwestii patentowania, kultury organizacyjnej, znalezienia właściwych partnerów, czy wreszcie samych pomysłów na skuteczne wdrożenie nowego rozwiązania. Ponadto wskazano czynniki, które mogą sprzyjać powodzeniu procesu.

### **Bariery finansowe**

W niektórych przypadkach o niepowodzeniu procesu komercjalizacji decyduje brak zasobów finansowych potrzebnych do rozpoczęcia produkcji czy ukończenia prac nad innowacją. Warto przy tym pamiętać, że koszty przejścia na kolejne poziomy gotowości technologicznej rosną. W przypadku rozwiązań medycznych mogą być potrzebne np. badania kliniczne, których koszt liczy się w milionach złotych.

### **Nieznajomość potrzeb przemysłu**

Brak znajomości potrzeb przemysłu, powszechny wśród naukowców, może owocować niewiedzą na temat możliwych potencjalnych zastosowań opracowanego rozwiązania. Tworzenie wartościowych pomysłów utrudnia hermetyczność środowiska biznesowego, które nie dzieli się planami na przyszłość (stąd brak wiedzy jakie badania prowadzić). Naukowcy z kolei często spędzają całe życie w jednym środowisku, co utrudnia powstawanie nowych koncepcji. Realizacja projektów z partnerami z różnych dziedzin częściowo niweluje ten negatywny efekt, jednak mimo to, zdaniem ekspertów, niewielu naukowców ma rozległe kontakty z przedsiębiorstwami, szczególnie wśród najcenniejszych głównych firm technologicznych. Przedsiębiorcy, z którymi się kontaktują często są niechętni współfinansowaniu tworzenia produktów innowacyjnych, najchętniej kupiliby gotowy produkt, przy czym nie są skłonni informować o swoich planach i potrzebach z kilkuletnim wyprzedzeniem, co umożliwiłoby prowadzenie ukierunkowanych badań.

### **Struktura jednostek naukowych jako bariera w procesie komercjalizacji**

Realizację komercjalizacji wewnątrz jednostek naukowych utrudnia bezwładność tego typu dużych struktur<sup>277</sup>. Ze względu na zmienność rynku oraz konieczność utrzymania płynności finansowej firmy, przedsiębiorcy muszą podejmować szybkie decyzje (jest to czas ograniczony chociażby działaniami konkurencji), podczas gdy proces podejmowania decyzji w jednostkach naukowych jest wieloetapowy i długotrwały.

---

<sup>277</sup> Jednostki naukowe to średnie lub duże przedsiębiorstwa, o rozbudowanej strukturze i z góry ustalonych stanowiskach (np. dyrektor, główny księgowy, radca prawny, rzecznik patentowy), licznych regulacjach wewnętrznych oraz dysponujące publicznymi zasobami wg restrykcyjnych reguł (np. prawo zamówień publicznych, zgody organów nadrzędnych na zbycie składników majątku), co wydłuża proces podjęcia decyzji.

### **Polityka państwa jako bariera w procesie komercjalizacji**

Dla tworzenia innowacji potrzebna jest również sprzyjająca polityka państwa. Zdaniem ekspertów państwo polskie nie tworzy polityki przemysłowej i będących jej rezultatem programów wieloletnich, gdzie poszczególne granty w łańcuchu rozwoju produktu prowadziłyby ostatecznie do produkcji. Dofinansowane projekty opierają się na pomysły najczęściej pochodzącym od naukowca. Szczególnie w elektronice, wymagającej wielkich nakładów, uniemożliwia to odtworzenie krajowej produkcji. Dodatkowo system finansowania stawia na firmy MŚP, a nie duże, które w elektronice odgrywają kluczową rolę.

Ponadto system grantowy oceniono jako zbyt zdefragmentowany, o krótkiej perspektywie czasowej, a także wymuszający skostniałość merytoryczną projektu, w sytuacji zmieniającego się rynku – w miarę upływu czasu wiele projektów zaczyna tracić sens. Logika administracyjna jest dla przedsiębiorców ryzykowna, realizacja projektu oznacza bycie przez wiele lat „na łasce” instytucji nadzorczej, która może np. zmienić zdanie i zażądać nagle zwrotu dofinansowania.

### **Orientacja na realizację badań podstawowych**

Zdaniem ekspertów hojne finansowanie badań podstawowych jest niezbędne, gdyż liczba pomysłów na produkty czy usługi jest wielokrotnie mniejsza od liczby przeprowadzanych badań, które mogą doprowadzić do ich powstania. Rezultaty badań podstawowych służą także dla tworzonych przez lata technologii, na których bazują produkty czy usługi. Czasami jednak powodem, dla którego naukowcy angażują się badania tego typu jest brak przemysłu, z którym mogą współpracować. Badania podstawowe powinny opierać się na prognozach co do potrzeb przemysłu w przyszłości – jeżeli nie znamy technologii, która może je zaspokoić.

### **Prawo własności intelektualnej**

Kwestią problematyczną jest nacisk (lub jego brak) na uzyskiwanie praw ochrony własności intelektualnej (np. patentu, wzoru użytkowego). Publiczny system wsparcia tworzenia innowacji, poprzez przyznawanie punktów w procesie oceny (np. ocena parametryczna, granty), starał się zachęcać naukowców do zabezpieczenia praw do technologii. Również w procesie oceny startupów przez rynek VC<sup>278</sup> posiadanie ochrony

---

<sup>278</sup> np. Metoda wyceny Scorecard Valuation B. Payna.

uważane jest za korzystne. Z drugiej strony, zdaniem ekspertów patentowanie nie jest elementem niezbędnym do komercjalizacji – powinno następować po analizach ekonomicznych potencjału rynkowego, a nie doskonałości naukowej. Często utrudnia komercjalizację, gdyż występują trudności z wyceną wartości patentów. Z kolei jednostki naukowe niechętnie godzą się na udział w zyskach w zamian za wniesienie patentu do spin-off, preferowana jest płatność w momencie przekazania.

### **Bariery kulturowe jako bariery w procesie komercjalizacji**

Eksperci, którzy będąc naukowcami samodzielnie prowadzili działalność gospodarczą, wskazali również na bariery kulturowe utrudniające realizację procesu komercjalizacji. Większość naukowców nie ma doświadczeń z prowadzeniem biznesu, w związku z tym zwykle nie rozumie, że dla przedsiębiorcy najważniejsze są wymierne rezultaty, o określonym poziomie i czasie, oraz że pozycję partnera godnego zaufania zdobywa się poprzez wiarygodność wywiązywania się z kontraktu, a nie światowy poziom realizowanych badań. Realizując pomysł, naukowiec myśli kategoriami nowości na skalę światową, podczas gdy często problem przedsiębiorcy można rozwiązać technologiami o średnim poziomie zaawansowania. Współpracę z innymi podmiotami utrudnia powszechna obawa o kradzież własności intelektualnej (pomysłów itp.). Naukowcy i kadra kierownicza Instytutu mogą przy podejmowaniu decyzji w większym stopniu korzystać na ekspertyzach i wiedzy naukowej (evidence-based policy, np. raporty rynkowe), również zastanawiając się nad tworzeniem innowacji (czy znajdziemy właściwy rynek, jaką przyjmiemy politykę cenową, czy nie są dostępne substytuty w innych krajach).

Badani, którzy mieli doświadczenie w prowadzeniu działalności gospodarczej, wskazywali na odmienność uwarunkowań pracy naukowca w Instytucie i menadżera. Przykładowo, jeżeli naukowiec decyduje się wyjść z technologią poza obszar macierzystej jednostki, naraża się na szereg ryzyk. Założenie i prowadzenie działalności gospodarczej niesie ze sobą zjawiska nieznane naukowcom. Oznacza pracę bez możliwości wzięcia urlopu i etatu przez wiele lat oraz ryzyko niepowodzenia - naukowcy nie są zazwyczaj ludźmi majątnymi i potencjalnie oznacza to dla nich życiową katastrofę.

### **Bariery technologiczne jako bariery w procesie komercjalizacji**

Problemy technologiczne mają zdaniem ekspertów zarówno charakter wewnętrzny, jak i zewnętrzny. Jednostki naukowe posiadają urządzenia służące do badań lub ewentualnie

małej produkcji, a nie produkcji masowej. Problemy zewnętrzne to brak przedsiębiorców o podobnym profilu technologicznym oraz upadek dawnych klientów w postaci państwowych przedsiębiorstw, połączone z niedostosowanymi do potencjału jednostek oczekiwaniami agend państwowych co do przełomowych efektów tworzonych innowacji dla społeczeństwa i gospodarki.

Poza systemem grantowym, środki prywatnych inwestorów trafiają do produktów bliskich zastosowaniu rynkowemu, a takich w instytutach jest niewiele.

### **Sprzeczność ról naukowca i przedsiębiorcy**

Jednym z tematów poruszanych w czasie wywiadów była koncepcja łączenia ról naukowca i przedsiębiorcy. Eksperti mieli różne zdanie na ten temat – niektórzy uważali, że są to role sprzeczne i utrzymywanie naukowców poza sferą przedsiębiorczości jest korzystne. Argumentowano również, że nie zawsze mentalność naukowca i przedsiębiorcy są rozbieżne, ale osoby łączące obie należą do rzadkości. Umiejętność ta jest częstsza w młodym pokoleniu naukowców, którzy np. tworzą start-upy. Trudno jednak być najlepszym naukowcem, kiedy jednocześnie prowadzi się biznes.

Pomysł na startup musi odpowiadać na potrzeby rynku, a takie są w przypadku naukowców rzadkością. Niektóre rodzaje działalności, np. produkcja, wymagają nakładów finansowych niemożliwych do samodzielnego zgromadzenia przez naukowców.

Warto dodać, że system finansowania spin-offów opartych na zaawansowanych technologiach jest w Polsce i Europie dużo słabiej rozwinięty niż w USA.

### **Dobre praktyki komercjalizacji**

Bazując na swoim wieloletnim doświadczeniu, eksperci wskazywali różne czynniki sprzyjające komercjalizacji. Po pierwsze, niektóre branże gospodarki są bardziej chłonne na innowacje niż inne – wskazano branżę medyczną jako posiadającą sprecyzowane oczekiwania i w której proces komercjalizacji prowadzą praktycy. Warto dodać, że medycyna może być również wdzięczną branżą z powodu pewności co do popytu na rozwiązania, generowanego przez mnogość chorób dotyczących ludzi<sup>279</sup>. Jednocześnie problemy zdrowotne są traktowane priorytetowo, stąd skłonność do zakupu innowacji, a nie tylko powierzchownego zainteresowania potencjalnych klientów. Uczestnicy

---

<sup>279</sup> A. Arora, S. Belenzon, S. Jungkyu, Why the U.S. innovation ecosystem ..., op.cit.

wywiadów wskazali także na rolę pomocy prawnej przy zakładaniu swojego przedsiębiorstwa przez naukowców, którzy nie mają nawet podstawowego wykształcenia w tym zakresie, w szczególności, że przepisy dotyczące działalności gospodarczej oceniane są jako skomplikowane. Komercjalizację ułatwia też znalezienie niszowego zastosowania technologii, dostosowanego do potrzeb wąskiej grupy przedsiębiorców. Jednak by było to możliwe konieczna jest dogłębna znajomość ich potrzeb. Kontakty mogą ułatwić związki ze znanym ośrodkiem naukowym o uznanym prestiżu. Praktyczna wiedza lidera odpowiedzialnego za komercjalizację oraz zdolność do stworzenia zespołu posiadającego kompletne kompetencje do wykonania zadania to kolejne z wymienionych czynników sukcesu.

W czasie wywiadów eksperci byli proszeni o wskazanie znanych im dobrych praktyk komercjalizacji. Wskazano branżę medyczną jako taką, a także spółki Fluence i Amazemet oraz model wsparcia występujący w Akademii Górniczo-Hutniczej.

Zdaniem jednego z ekspertów: „W naukach medycznych są bardzo sprecyzowane oczekiwania i za każdym razem komercjalizację organizuje praktyk na podstawie konkretnych przypadków, występuje tam bardzo wysoki stopień zrozumienia przemysłu”.

Wspomniany przez jednego z ekspertów Fluence sp. z o.o. powołano w 2016 r. Przedsiębiorstwo jest producentem rozwiązań laserowych femtosekundowych (0,000 000 000 001 sekundy; jedna bilardowa część sekundy) dostosowanych do potrzeb przedsiębiorców.

Firma została założona przez pracowników naukowych dwóch wydziałów Uniwersytetu Warszawskiego: Fizyki i Instytutu Chemii Fizycznej (Uniwersytet nie jest udziałowcem, co pozwala na klasyfikację jako spin-out). Współpraca założycieli w ramach uniwersytetu trwała od 2003 r., przez 13 lat do momentu założenia spółki<sup>280</sup>; kluczowe było wykupienie patentu od UW. Źródłem technologii były samodzielnie opracowywane rozwiązania dla problemów z laserami pojawiające się w czasie pracy naukowej<sup>281</sup>.

Eksperci firmy potrafią zaprojektować laser dzięki symulacjom komputerowym opartym na modelach matematycznych, co jest unikalne w stosunku do jednostek naukowych ze względu na kompletne kompetencje zespołu. Rozwój firmy ma umożliwić pozyskiwanie

---

<sup>280</sup> <https://fluence.technology/pl/zespol/>; dostęp: 08.12.2023.

<sup>281</sup> <https://fluence.technology/pl/wartosci/>; dostęp: 08.12.2023.

inwestorów z zewnątrz, przedsiębiorstwo jest również beneficjentem wsparcia prac b+r ze środków publicznych.

Kolejny z podanych przykładów udanej komercjalizacji stanowi firma Amazemet sp. z o.o. Jest to spin-off pracowników naukowych dwóch wydziałów Politechniki Warszawskiej, zajmujący się m.in. wytwarzaniem metalicznych materiałów proszkowych.

Amazemet oferuje dostęp do własnych laboratoriów, usługi rozwiązywania problemów inżynierskich, ekspertyzy naukowe, dostęp do dodatkowych zasobów Politechniki Warszawskiej, specjalistyczny druk 3D oraz produkcję proszków metalicznych<sup>282</sup>.

Politechnika Warszawska<sup>283</sup> początkowo posiadała udziały w firmie, jednakże zespół w 2020 r. je wykupił. Zdaniem założyciela spółki, Łukasza Żrodowskiego, model biznesowy zasadza się w podobnych proporcjach na zapewnianiu przewagi konkurencyjnej producentom urządzeń w łańcuchu wartości specjalistycznego druku 3D poprzez oferowanie usprawnień urządzeń opracowanych przez spółkę w toku rozwiązania własnych problemów inżynierskich oraz sprzedaży patentów globalnym producentom<sup>284</sup>.

Ł. Żrodowski wskazuje również na komplementarny charakter jednostki badawczej (w tym przypadku Politechniki Warszawskiej) ze spółką, poprzez wzajemne niwelowanie wad obu struktur (PW posiada znaczącą infrastrukturę oraz rozpoznawalną markę)<sup>285</sup>.

Istotną rolę w działalności odgrywają patenty (założyciel jest wskazany jako wynalazca lub współwynalazca kilkunastu patentów), wyżej wspomniana sprzedaż praw własności intelektualnej zazwyczaj jest motywowana przez nabywcę chęcią zablokowania możliwości nabycia jej przez konkurencję i pozywania za ich naruszenie.

Z punktu widzenia budowy optymalnego modelu komercjalizacji warto podkreślić pozytywną rolę patentów, ale tylko w modelu push i w oparciu o rozwiązanie, które samodzielnie stosowało się wcześniej w działalności komercyjnej.

---

<sup>282</sup> <https://www.amazemet.com/research-and-development>; dostęp 8.12.2023

<sup>283</sup> dokładnie: Instytut Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej sp. z o.o.

<sup>284</sup> Rozmowa Mec. M. Miernik-Grzesiowski z Ł.Żrodowskim, <https://lookreatywni.pl/baza-wiedzy/iptalk-nowy-cykl-rozmow-z-innowatorami-o-wlasnosci-intelektualnej-lukasz-zrodowski/>; opublikowano 02.07.2021, dostęp: 08.12.2023.

<sup>285</sup> *Ibidem*.

## 3.2 Wykorzystanie TRIZ w świetle badań jakościowych

### 3.2.1 Sposób przeprowadzenia badania

Wywiady przeprowadzono z ekspertami i naukowcami posługującymi się TRIZ, a także uczestnikami szkoleń w okresie luty – maj 2024 r. Jeden z wywiadów przeprowadzono w Ł-IMIF, pozostałych 6 z ekspertami z całego kraju. Zastosowano metodę doboru tzw. kuli śnieżnej, ze względu na fakt, że środowisko specjalistów TRIZ nie jest zbyt liczne (mowa nie o osobach przeszkolonych, ale o ekspertach posługujących się TRIZ w życiu zawodowym i mających osiągnięcia bazujące na TRIZ takie jak patenty, publikacje, prowadzenie szkoleń, prowadzenie startupów wykorzystujących TRIZ do tworzenia produktów). Generalnym założeniem wywiadów była anonimowość, jednakże spośród ekspertów dwóch zezwoliło na oznaczanie swoich wypowiedzi. Był to profesor doktor habilitowany inżynier, II oficer mechanik okrętowy Leszek Chybowski, autor szeregu patentów, publikacji poświęconych TRIZ (w tym cytowanych w niniejszej pracy), stosujący TRIZ w pracy zawodowej, a także prowadzący szkolenia dla innych (m.in. Politechnika Śląska, Akademia Morska w Szczecinie) oraz Jerzy Obojski, wykładowca, trener i konsultant z wieloletnim doświadczeniem w szkoleniach z TRIZ (m.in. 1300 pracowników koncernu ABB w Chinach) oraz równie rozległym praktycznym doświadczeniem w stosowaniu TRIZ w pracy zawodowej do rozwiązywania problemów inżynierskich w tworzeniu nowych produktów.

Badanie miało odpowiedzieć na następujące pytania badawcze:

1. Jakie są alternatywne do TRIZ metody rozwiązywania problemów technicznych i tworzenia nowych produktów?
2. Jaki jest stosunek ekspertów do metod TRIZ-biznes?
3. Jakie są najczęściej wykorzystywane narzędzia TRIZ?
4. W jaki sposób ekspert praktycznie wykorzystuje TRIZ?
5. Jakie są wady i zalety metody?
6. Czy znane są przykłady praktycznego wykorzystania TRIZ w jednostkach naukowych?

Poza odpowiedziami na ww. pytania, wywiady dostarczyły poważnej dawki użytecznych informacji dotyczących biografii H. Altszullera, środowiska TRIZ (organizacji, które je tworzą) oraz przyszłych zastosowań TRIZ, w szczególności w sztucznej inteligencji. Eksperci wskazali również szereg publikacji i narzędzi IT, które usprawniają stosowanie

metody lub stanowią jej rozwinięcie. Uzupełniono także informacje na temat warunków stosowania TRIZ.

Niektóre wywiady w istotnej części dotyczyły zagadnień poruszanych w podrozdziale dotyczącym specyfiki tworzenia startupów. Eksperci TRIZ doradzają bowiem młodym twórcom innowacyjnych przedsiębiorstw oraz sami tworzą takowe.

Jedną z kwestii poruszanych w wywiadach były kontrowersje wokół liczby patentów jakie zbadał, w celu stworzenia kluczowych narzędzi, H. Altszuller. Instytut Altszullera, który ma dostęp do dokumentów źródłowych wskazuje liczbę ok. 25 tys., ale nie tyle patentów, co tzw. świadectw autorskich, które obowiązywały w ZSRR i były zasadniczo uboższe w treść w stosunku do patentów w rozumieniu świata zachodniego. Wynikało to z zamkniętego systemu gospodarczego ZSRR i braku obaw o działania konkurencji. Drugim istotnym elementem był fakt, że prace wykonała grupa badaczy, stąd możliwość przeanalizowania tak dużej liczby.

### 3.2.2 Opinie ekspertów odnośnie startupów

Eksperci doradzający twórcom startupów nie ograniczają się wyłącznie do TRIZ. Doradztwo może dotyczyć działań związanych z weryfikacją użyteczności samego pomysłu, np. czy nie popełniono błędu lokalizmu, czyli czy potrzeba, jaką ma zaspokoić, występuje poza macierzystym środowiskiem, co będzie miało kluczowe znaczenie przy skalowaniu. Odnośnie tworzenia startupów zwrócono uwagę, że mogą osiągnąć wysoką stopę zwrotu z inwestycji i możliwość reinwestycji poprzez modyfikacje istniejących rozwiązań, które nie są chronione autorskimi prawami majątkowymi – w odróżnieniu od koncentracji na wysokich technologiach, które oznaczają dziesięcioletnią pracę nad innowacją radykalną czy też substytucyjną. Tak długi okres rodzi przede wszystkim problem sfinansowania prac i działalności startupu. Z drugiej strony otworenie działalności gospodarczej pozwala na poznanie wielu problemów, np. z poddostawcami, które podczas tworzenia rozwiązania za pomocą TRIZ czy synektyki nie są widoczne, podobnie jak umożliwia włączenie odbiorców w proces projektowania, co może oznaczać zmianę pierwotnej koncepcji produktu. TRIZ pomaga tworzyć produkt, ale bez uwzględnienia szeregu problemów (omówionych w rozdziale dotyczącym uwarunkowań komercjalizacji) nie odniesie on sukcesu rynkowego. Jeden z ekspertów, który jest właścicielem startupu, podał przykład zastosowania TRIZ do usprawnienia produktu, który sprzedaje, poprzez modyfikacje struktury materiału.

### 3.2.3 Warunki stosowania TRIZ w jednostkach naukowych

W zasadzie eksperci byli zgodni, że szkolenie jako takie jest niewystarczającym elementem dla skutecznego stosowania TRIZ. Przede wszystkim wskazano, że znajomość dziedziny dla jakiej opracowuje się rozwiązanie jest kluczowa, chociażby po to, by opracowane rozwiązanie nie dublowało już istniejących na rynku. Jedna z osób przytoczyła wypowiedź, że do poprawnego stosowania TRIZ wymagana jest dziesięcioletnia praktyka. Inni nie byli tak radykalni, aczkolwiek wskazano, że do osiągnięcia wysokiego poziomu znajomości TRIZ potrzebne jest przede wszystkim jego ciągłe stosowanie.

W ramach badania przeprowadzono również wywiad z jednym z uczestników szkolenia, który był jednocześnie propagatorem jego organizacji w jednostce naukowej. Jako motywator wskazano efekt nowości oraz zaciekawienie wstępnymi informacjami, które spowodowały chęć głębszego poznania metody. Szkolenie I stopnia w pełni zaspokoilo oczekiwania uczestników, wskazano wręcz na „zauroczenie”. Było to też pretekstem do stworzenia grupy roboczej i zrzeszenia pracowników jednostki. Ostateczne wrażenie kilka lat po szkoleniu jest takie, że jest to „fajna rzecz, ale nie wiadomo jak tego użyć”. W ocenie użytkownika do stosowania TRIZ konieczne jest posiadanie produktu lub linii technologicznej. Zabrakło wiedzy, jak wdrożyć TRIZ w pracę w laboratorium. Ponadto żeby dokonać wdrożenia, zdaniem uczestnika potrzebny jest „suport, ludzie, którzy gdzieś próbują to robić”. Uczestnicy szkolenia odnieśli wrażenie, że TRIZ jest przeznaczony do dużych fabryk (wskazano przykład Huawei). Zdaniem interlokutora nie było prawdą twierdzenie, które padło w czasie szkolenia, że TRIZ da się rozwiązać każdy problem, nie znając dziedziny techniki, której dotyczy.

Inni eksperci również wskazywali na liczne szkolenia, które odbywają się w jednostkach naukowych w całej Polsce, oceniając, że często jest to „martwa” wiedza. Warunkiem utrwalenia TRIZ jest posiadanie „promotora” metody w zarządzie jednostki, wykazującego zainteresowanie i pobudzającego grupę do działania. Co warto podkreślić, TRIZ jest lepiej wykorzystywany w grupach. Konieczne jest jednak zaznajomienie członków z założeniami stojącymi za danym narzędziem (np. analizą funkcyjną) przed jego zastosowaniem, np. w trakcie szkolenia, gdyż w innym przypadku uzyskane rezultaty będą bezwartościowe.

Znane z praktyki ekspertów zastosowania TRIZ do badań naukowych dotyczyły wykorzystania analizy funkcyjnej do stworzenia metody pomiarowej oraz rozwiązywania

problemów, które występują w badaniach, np. opracowania stanowiska badawczego, braku wiarygodności wyników, spójności pomiarowej, określenia błędu pomiaru, eliminacji zakłóceń z otoczenia dla badania poprzez przeniesienie zjawiska do laboratorium (czyli problemu, jak przeprowadzić badania w warunkach laboratoryjnych?). Jednostki naukowe stosują TRIZ także do zleceń komercyjnych wykonywanych na rzecz przemysłu, do planowania i rozwoju badań naukowych oraz rozwiązywania problemów w trakcie procesu badawczego.

Nowością wskazaną przez jednego z badanych jest wykorzystanie w TRIZ algorytmów sztucznej inteligencji do np. uproszczenia stosowania macierzy sprzeczności. W szczególności zintegrowanie narzędzi z Chat GTP pozwala na stworzenie przyjaznego interfejsu, gdzie za pomocą języka naturalnego możemy zlecić rozwiązanie sprzeczności technicznych i fizycznych z wykorzystaniem macierzy sprzeczności. Opis problemu następuje w postaci ogólnej (np. jednego akapitu), podczas gdy algorytm proponuje rozwiązania na podstawie zasad wynalazczych (można polecić zaproponowanie np. trzech rozwiązań).

Wskazano przykłady stosowania TRIZ w przemyśle, w tym systemy wytwarzania i dystrybucji energii, wytworzenia biowęgla, a także innych procesów na pograniczu biologii, chemii i mechaniki, a także na wykorzystanie w przemyśle samochodowym. TRIZ może być użyteczny również dla programistów poprzez stworzenie podstawy specyfikacji dla oprogramowania.

Eksperti byli pytani o powody zainteresowania metodą. W przypadku Leszka Obojskiego było to zatrudnienie w korporacji ABB w dziale poszukującym sposobu na rozwiązywanie problemów technicznych. Dzięki TRIZ w krótkim czasie uzyskano 10 patentów. Sukces wzmocnił jego motywację do pogłębienia wiedzy i rozpoczęcia prowadzenia szkoleń – szczególnie duże zainteresowanie występowało w Chinach, gdzie w ciągu roku przeszkolił 1300 osób.

W innym przypadku zainteresowanie TRIZ wiązało się ze stworzeniem projektu na studiach (budowa stołu ogrodowego); następnie rozpoczęto wykorzystywanie TRIZ do rozwiązywania problemów pochodzących np. z przemysłu czy też występujących w badaniach.

W trakcie wywiadu przytaczano przykłady firm stosujących TRIZ: ABB, Cornig (polski producent światłowodów), Samsung czy Pampers.

### 3.2.4 Wykorzystywane narzędzia TRIZ

Wśród praktyków TRIZ nie ma zgody co do wyboru najlepszego narzędzia TRIZ.

W wywiadach wskazali te wykorzystywane najczęściej:

- Krzywa S
- Poszukiwanie ukierunkowane funkcyjnie
- System 9 okien
- Metody morfologiczne
- Prawo kompletności systemu technicznego
- Analiza morfologiczna
- Analiza funkcyjna
- Metoda małych ludzików

Najczęściej wymienianym narzędziem było Poszukiwanie Ukierunkowane Funkcyjnie (PUF) – wskazał je m.in. L. Chybowski.

Jako użyteczną w pracy z ludźmi nieobeznanymi z TRIZ i niebędącymi inżynierami, jeden z ekspertów wskazał metodę małych ludzików. Często wymieniana była także krzywa S i jej użyteczność dla przewidywania przyszłości systemów technicznych.

### 3.2.5 TRIZ-biznes

W zasadzie eksperci byli zgodni co do istnienia takiego podejścia i nie podważali jego słuszności. W tym kontekście często padało nazwisko Valeriego Souchkova, założyciela organizacji International Business TRIZ Organization<sup>286</sup>. Kluczem jej działania jest analiza i ulepszenie procesów biznesowych, ponadto opracowano w niej własną wersję łańcucha przyczynowo-skutkowego wad. Analiza sprzeczności bazowych (Root Conflict Analysis – RCA +) bazuje na spostrzeżeniu, że w typowej analizie poszukiwania przyczyny podstawowej wady (Root Cause Analysis) eliminowany może być czynnik, który w systemie pełni również pozytywną rolę, stąd odkrywa się sprzeczności i wykorzystuje narzędzia TRIZ do ich rozwiązania<sup>287</sup>. Istnieje również wersja dostosowana do rozwiązywania problemów zarządzania, przykładowo problemu niskiej sprzedaży<sup>288</sup>.

---

<sup>286</sup> <https://www.biztriz.net/>

<sup>287</sup> V. V. Souchkov, A Guide to Root Conflict Analysis (RCA+), Edition 2.0, ICG Training & Consulting, Enschede, The Netherlands, [https://www.xtriz.com/publications/ValeriSouchkov\\_RCA\\_Plus\\_Edition\\_2.pdf](https://www.xtriz.com/publications/ValeriSouchkov_RCA_Plus_Edition_2.pdf); dostęp: 19.07.2024.

<sup>288</sup> V. V. Souchkov, A Guide to Root Conflict Analysis (RCA+) For Business and Management..., op.cit.

Jeden z ekspertów uważał, że tworzenie oddzielnego podejścia jest zbędne, gdyż problemy przedsiębiorstwa rozwiązywać można za pomocą narzędzi TRIZ technicznego. Zwrócono uwagę, że o ile dla inżynierów niektóre proponowane działania TRIZ mogą wydawać się oczywiste, to ze względu na brak w kształceniu przedsiębiorców czy administracji treści dotyczących metod rozwiązywania problemów mogą być one dla nich bardziej użyteczne.

Zdaniem J. Obojskiego, wynikającym z własnej praktyki (co potwierdzały również jego rozmowy z osobami stosującymi TRIZ w biznesie), TRIZ dla biznesu działa lepiej niż np. w klasycznej mechanice, gdyż naukowcy-inżynierowie obeznani z patentami intuicyjnie stosują podobne chwytły wynalazcze, podczas gdy dla administracji czy managerów jest to spotkanie z zupełnie nowymi rozwiązaniami. Narzędzie „Krzywa S” powinna stać się obowiązkowym punktem kształcenia na uczelniach ekonomicznych.

Również według opinii ekspertów, z którymi przeprowadzono wywiady, TRIZ nie jest przeznaczony wyłącznie dla inżynierów. Podawano przykłady, gdy zaproszenie na sesję TRIZ zmierzające do opracowania nowych produktów osób z administracji, np. księgowych czy HR, wprowadzało świeże spojrzenie i prowadziło do zadawania pytań o właściwości, które dla inżynierów były oczywiste, choć nie powinny (np. „dlaczego to jest przezroczyste u konkurencji?”).

Matryca sprzeczności technicznych Altszullera zawiera 39 parametrów systemu technicznego. Poprawa wartości jednego parametru może stać w sprzeczności z pogorszeniem wartości innego. Dla procesów, które przebiegają w organizacjach powstały alternatywne matryce biznesowe. W opinii badanych, rozwiązania TRIZ biznes będą dotyczyły usprawnień procesów (w odróżnieniu od TRIZ technicznego, tworzącego np. nowe produkty). Podkreślano, że zasadniczo wszystkie metody inwencyjne są uniwersalne, bo dotyczą zmiany sposobu myślenia i są możliwe do zastosowania do dowolnego problemu.

Pogląd jednego z ekspertów był tożsamy z poglądem autora niniejszej pracy: „jak dla mnie nie ma nic złego w podejściu i w dążeniu do zastosowaniu TRIZ szerzej – nawet do problemów stricte biznesowych i dotyczących kwestii zarządzania. Natomiast wymagałoby to z pewnością rozbudowania i adaptacji metod w taki sposób, żeby nadawały się one do nieco innego obszaru zastosowania”.

### 3.2.6 TRIZ a alternatywne narzędzia

Większość osób, z którymi przeprowadzono wywiady nie ograniczała się do stosowania TRIZ w kształceniu, ale również wykorzystywała metodę w pracy własnej nad stworzeniem innowacji. O ile w przypadku TRIZ dla biznesu można mówić o większej przydatności ze względu na brak zaznajomienia z zagadnieniami rozwiązywania problemów w ogóle, o tyle w przypadku np. inżynierów w firmach jest odwrotnie – brak na studiach tzw. przedmiotów miękkich (lub nieprzykładanie do nich większej wagi) doprowadza do tego, że w trakcie warsztatów w firmach bardzo często przyczyną problemów nie są sprawy techniczne, a braki w komunikacji. W tym kontekście wymieniono schemat komunikacyjny i jego założenia jako remedium, podobnie jak analizę przepływu informacji. Uczestnik szkolenia TRIZ wskazał z kolei Diagram Ishikawy czy Poka Yoke jako wykorzystywane narzędzia. Współpracujący z firmami produkcyjnymi mówili, że częstym rozwiązaniem jest traktowanie TRIZ jako etapu uzupełniającego do SIX Sigma czy Lean. Część przedsiębiorstw stosujących TRIZ nie afiszuje się z tym, tak jest np. w przypadku metodyki Samsung Innovation, która wywodzi się na TRIZ.

Istotnym uzupełnieniem TRIZ jest synektyka – w szczególności wskazano na komplementarność TRIZ jako metody algorytmicznej z heurystyczną synektyką. TRIZ (na co zwrócił uwagę jeden z badanych) parametryzuje problem, co jest jego wielką zaletą. Wskazano na pominiętą w TRIZ kwestię stworzenia projektu oraz dopasowania go do osobowości i doświadczeń grupy. Realizacja projektu niesie ze sobą nie tylko problemy techniczne, ale również problemy z budżetem, zakresem, jakością i doбором zespołu.

| Ekspert    | Metoda                          |
|------------|---------------------------------|
| 1          | Poka Yoke                       |
|            | Diagram Ishikawy                |
|            | Kaizen                          |
| 2,3        | Schemat komunikacyjny           |
|            | Six Sigma                       |
|            | Analiza przepływu informacji    |
| J. Obojski | Projektowanie dla montażu (DFA) |

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
|                 | Projektowanie dla produkcji (DFM) |
|                 | Teoria ograniczeń                 |
| L.<br>Chybowski | Drzewa zdarzeń (ETA)              |
|                 | Ideals                            |
|                 | Teoria domina Heinricha           |
|                 | Analiza drzewa porażek (FTA)      |
|                 | Drzewa ataków                     |
| 6               | Synektyka                         |
|                 | SIPOC                             |
|                 | Projektowanie eksperymentów       |
| 7               | Metoda Kano                       |
|                 | Metoda Feynmana                   |
|                 | Analiza morfologiczna             |

Tabela 3.2 Zestawienie alternatywnych narzędzi wykorzystywanych przez ekspertów, źródło: opracowanie własne.

### 3.2.7 Zalety i wady TRIZ

TRIZ pozwala generować pokaźną liczbę pomysłów innowacyjnych. J. Obojski przytoczył przykład ze szkolenia, gdzie zastosowano 40 zasad wynalazczych do wymyślenia „kreatywnych butów”. W rezultacie powstało ponad 800 pomysłów. Oddzielną kwestią jest selekcja spośród takiej liczby projektów, jednakże sprawdzenie, czy podobne rozwiązanie nie zostało wcześniej opatentowane, pozwala na jej redukcję.

TRIZ znajduje zastosowanie w zdefiniowaniu problemu w kontekście skutku i przyczyny, a także parametrycznego opisu problemu, czego nie umożliwiają metody heurystyczne (np. synektyka).

Zdaniem niektórych ekspertów, to, czego brakuje w TRIZ, to podejście projektowe. Z drugiej jednak strony jeden z interlokutorów był zdania, że TRIZ dobrze „komponuje się” z elementami zarządzania projektami, takimi jak znany z metodologii SCRUM tzw. sprint (czyli sesja o określonej długości, w trakcie której „pomysły są przekształcane w wartość”)<sup>289</sup>

<sup>289</sup> K. Schwaber, J. Sutherland, Przewodnik po Scrumie..., op.cit.

Niektórzy postulowali również np. zmniejszenie liczby zasad wynalazczych z 40 (część się dubluje lub są dość podobne). Spowodowałoby to uproszczenie systemu. Ponadto zasada „zastosuj materiały kompozytowe” straciła użyteczność ze względu na swoją oczywistość.

Niektóre z narzędzi, proste w założeniach, okazują się trudne do zastosowania, np. łańcuch przyczynowo-skutkowy wad wymaga wyczucia, w którym miejscu zatrzymać się z zadawaniem kolejnych pytań. Co prawda istnieją wytyczne nakazujące zakończyć analizę w momencie zadawania pytań o oczywiste zależności fizyczne (np. dlaczego woda składa się z wodoru i tlenu?) czy też wtedy, gdy bariera ma charakter prawny, ale nie są one wystarczające do poprawnego korzystania z CECA.

Jako wadę traktuje się typową długość szkolenia wymaganego do uzyskania trzeciego poziomu certyfikacji TRIZ, co trwa ok. półtora miesiąca. Co więcej, samo szkolenie nie jest wystarczające do sprawnego posługiwania się narzędziami TRIZ, konieczne jest poświęcenie czasu na ćwiczenia. Stąd wielu małych i średnich przedsiębiorców nie stać na tak długie wyłączenie oddelegowanych pracowników z działalności będącej źródłem przychodów. Stąd pojawia się zainteresowanie innymi metodami, które przynoszą szybsze rezultaty. Skomplikowanie metody powoduje, że zdarzają się zamówienia na szkolenia po latach, z argumentacją: „mieliśmy szkolenie, ale już nie pamiętamy”.

Jednym ze sposobów wyeliminowania wady związanej z liczbą narzędzi może być stosowanie tylko jednego z nich – J. Obojski podał przykład tzw. TRIZ mastera, który stosował wyłącznie 40 zasad wynalazczych, uważając, że pozostałe narzędzia są jedynie jego rozwinięciami.

Niestety ze względu na obecną (lipiec 2024 r.) sytuację polityczną i agresję Rosji na Ukrainę, niezamierzonym problemem z TRIZ (wskazał na to np. L. Chybowski) jest pochodzenie metody – wiele osób uważa, że metoda pochodząca z ZSRR jest automatycznie ma niewielką wartość. Należy przy tym podkreślić, że wobec niezwykle prężnego rozwoju TRIZ np. w Korei Południowej, ale także zainteresowania i stosowania metody w USA, trudno uznać to za jej rzeczywistą „wadę”.

## Rozdział 4 Studium przypadku zastosowania TRIZ w procesie komercjalizacji Ł-IMIF

Studium przypadku to szczegółowy opis, zazwyczaj rzeczywistego, zjawiska gospodarczego, np. organizacji, procesu zarządzania, jego elementów lub otoczenia organizacji, w celu sformułowania wniosków o przyczynach i rezultatach jego przebiegu. W przypadku Instytutu Mikroelektroniki i Fotoniki, studium ma obrazować współpracę naukowców z przemysłem i przedsiębiorcami, w szczególności uwarunkowania dla wdrożeń oraz procesu komercjalizacji. Studium obejmuje zarówno historię, jak i aktualny stan Instytutu oraz określa główne ścieżki rozwoju w przyszłości. Może być traktowane jako egemplifikacja problemów typowych dla instytutów badawczych, a także sektora nauki w Polsce.

### 4.1 Charakterystyka instytucji

#### 4.1.1 Zanim powstał Ł-IMIF, czyli historia ITME i ITE

Historia Instytutu jest nierozzerwalnie związana z przemysłem półprzewodnikowym w Polsce, zwłaszcza po II wojnie światowej, gdzie zapotrzebowanie na podzespoły elektroniczne (w tym diody, rezystory, układy hybrydowe, aż po układy scalone) zostało dostrzeżone zwłaszcza w sektorze obronności Układu Warszawskiego. Tylko zrozumienie wspomnianych uwarunkowań pozwala na stworzenie obrazu obecnego Instytutu i jego przyszłości.

Okres PRL, pomimo ograniczeń wynikających z tzw. zimnej wojny i żelaznej kurtyny, nie był czasem całkowitego odcięcia polskich naukowców i inżynierów, a także przemysłu, od osiągnięć technologicznych krajów zachodnich (w przypadku produkcji układów scalonych szczególnie USA, a później również krajów azjatyckich). Dochodziło do wymiany myśli, choć w skromnym zakresie, co dawało szansę na jej rozwój mimo barier politycznych. Ogromna rola elektroniki w powojennej produkcji zbrojeniowej wymusiła wprowadzenie przez kraje rozwinięte, pod przewodnictwem USA, restrykcji wobec sprzedaży licencji czy urządzeń do krajów bloku wschodniego (CoCom). Nie oznaczało to jednak, że nie można było ich nabyć np. w krajach trzecich, choć było to kosztowne i uciążliwe. Oczywiście, nie wszystkie technologie zostały objęte sankcjami i PRL wiele licencji nabył w krajach zachodnich legalnie. Jednocześnie był to okres, gdy naukowcy w dziedzinie elektroniki w Polsce starali się wykorzystać swój potencjał

intelektualny i, pomimo przeciwności natury technicznej, dogonić kraje zachodu<sup>290</sup>. Zarówno w Polsce, jak i w ZSRR, ogromną rolę odegrał wywiad gospodarczy, dzięki czemu wiele instytucji skupiło się kopiowaniu technologii z USA. W Rosji, w ramach specjalnie stworzonego ośrodka Zielenograd, wzorującego się na Dolinie Krzemowej<sup>291</sup>, produkowano podzespoły elektroniczne, w technologiach wykazujących zaledwie kilkuletnie opóźnienie w stosunku do czołówki światowej.

Potwierdzone w czasie II wojny światowej ogromne (jak na ówczesne czasy) możliwości obliczeniowe pierwszego komputera lampowego ENIAC zwróciły uwagę wojska w kierunku tego typu maszyn, co wraz z prezentacją dużo mniej energochłonnego tranzystora (1947r.) zastępującego lampy próżniowe zapoczątkowało lawinowy wzrost inwestycji: najpierw w komponenty elektroniczne, a następnie w maszyny matematyczne – pierwsze komputery. W USA doprowadziło to w początkowym okresie rozwoju elektroniki do swoistego mariażu biznesu i środków rządowych, a zdolni naukowcy i wynalazcy w latach 50-tych i 60-tych dokonywali kolejnych przełomowych odkryć, które znajdowały szansę wdrożenia do produkcji w prowadzonych przez nich firmach. Efekty tej pracy, ze względu na bardzo wysokie koszty i brak zastosowań konsumenckich, kupowało wojsko. Celem armii było posiadanie lepszych i bardziej wydajnych systemów naprowadzania na cel bomb i rakiet. Stąd też kraje bloku wschodniego nie mogły pozwolić sobie na brak takiego przemysłu, w szczególności w sytuacji embarga na gotowe wyroby.

W 1958 r. powstała fabryka półprzewodników FP TEWA, która była pierwszym dużym podmiotem skupiającym wiele rozproszonych wcześniej przedsiębiorstw. Zakładano, że dzięki efektowi skali i kumulacji różnorodnych umiejętności z dotychczasowych zakładów możliwe stanie się wejście na rynek z elementami o większej złożoności w produkcji. Powstały w 1966 r. Instytut Technologii Elektronowej (w latach 1966-1970 w strukturach PAN, a później w Zjednoczeniu CEMI) stanowił od początku zaplecze naukowo-badawcze dla fabryki, projektując nowe wyroby i ulepszając te, które znajdowały się już w produkcji. Od początku ITE PAN współpracował blisko z Fabryką Półprzewodników TEWA, produkującą tranzystory i diody dla przemysłu

---

<sup>290</sup> Np. A. Filipkowski w artykule „Stan i perspektywy rozwojowe elektroniki” w 1971 r. szacował, że zapóźnienie względem „krajów średniozaawansowanych” wyniosło pomiędzy 7 a 10 lat, rozdział z publikacji II Kongresu Nauki Polskiej: Materiały i dokumenty, Tom II, część 2, PAN, s. 727 – 747.

<sup>291</sup> Ch. Miller, Wielka wojna o chipy. Jak USA i Chiny walczą o technologiczną dominację nad światem, Przegląd, 2023, podrozdział: Sowiecka Dolina Krzemowa.

elektronicznego<sup>292</sup>. W 1970 r. powołano Naukowo-Produkcyjne Centrum Półprzewodników (CEMI). Zgodnie z nazwą w jego skład weszły zarówno zakłady produkcyjne, w tym ww. FP TEWA, jak i instytuty badawcze, w tym ITE. Produkcja rosła i była coraz bardziej zróżnicowana, co – dzięki licencjom na tranzystory, diody i układy scalone zakupionym z krajów ościennych – wzmacniało potencjał przemysłu półprzewodnikowego w Polsce. Równoległe z rozwojem gotowych podzespołów elektronicznych rosła świadomość tego, jak istotne są materiały do produkcji tych elementów. Zakłady doświadczalne zajmujące się inżynierią materiałową także zostały włączone do większych jednostek jako Ośrodek Naukowo-Produkcyjny Materiałów Półprzewodnikowych, który ostatecznie przyjął w 1979 r. na ponad trzydzieści kolejnych lat nazwę Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych<sup>293</sup> (ITME). Instytut funkcjonował wraz z Centrum Naukowo-Produkcyjnym Materiałów Elektronicznych, (później jako Unitra-CEMAT, a następnie CEMAT'70), zlokalizowanym przy ul. Wólczyńskiej 133 na warszawskich Bielanach, opracowując nowoczesne technologie materiałowe i dostarczając unikatowych materiałów elektronicznych do produkcji niskoseryjnych specjalizowanych urządzeń.

ITE w latach 70-tych projektowało i wdrażało coraz bardziej zaawansowane układy scalone, służące nie tylko aplikacjom wojskowym, lecz także cywilnym – przykładem może być produkcja zegarka elektronicznego w Unitra Warel z polskim układem sterującym. Dekada lat siedemdziesiątych obfitowała także w zakupy nowych licencji, w tym podzespołów elektronicznych. W tym kontekście warto wspomnieć negocjacje (ostatecznie nieudane) z firmą Fairchild z USA w latach 70-tych. Przedsiębiorstwo to odegrało wyjątkową rolę w powstaniu przemysłu elektronicznego oraz Doliny Krzemowej, opracowując w drugiej połowie lat 50-tych pierwsze układy scalone<sup>294</sup>. Jednym z jego założycieli był Gordon Moore, autor słynnego prawa o podwajaniu liczby tranzystorów w równych odstępach czasu. To właśnie prawo Moore'a powodowało, że przemysł elektroniczny bloku wschodniego musiał nieustannie doganiać i modernizować produkowane urządzenia, chociażby ze względu na rywalizację militarną. Z tego samego powodu sprzedaż technologii, nawet opracowanych w firmach prywatnych, pozostawała

---

<sup>292</sup> P. Dumania, Utworzenie PEWA i TEWA oraz powstanie ITE i NPCP, w: M. Sikora, High-tech za żelazną kurtyną. Elektronika, komputery i systemy sterowania w PRL, Instytut Pamięci Narodowej, Katowice 2017.

<sup>293</sup> *Ibidem*.

<sup>294</sup> Ch. Miller, Wielka wojna o chipy. Jak USA i Chiny walczą o technologiczną dominację nad światem, Prześwity, 2023, podrozdział: Noyce, Kilby i układ scalony.

pod kontrolą rządu USA, który nie wydał zgody na licencjonowanie do PRL np. technologii MOS. Stąd zadanie samodzielnego opracowania tej technologii przypadło inżynierom ITE. W tym czasie ITE tworzyło pamięci RAM, kalkulatory inżynierskie, zegarki elektroniczne oraz kopię procesora Intel 8080, MCY7880 (ok. roku 1980). Opracowane mikroprocesory weszły w skład produkowanego od 1983 r. polskiego komputera ELWRO 523 (dostępnego za ówczesne 2 mln zł)<sup>295</sup>. Warto wspomnieć, że przeciętne roczne wynagrodzenie wynosiło wtedy 173 300 zł, stąd oczywiste było przeznaczenie takiego komputera na potrzeby przedsiębiorstw czy administracji rządowej<sup>296</sup>.

W wyniku transformacji ustrojowej i wdrożeniu tzw. „planu Balcerowicza”, sytuacja finansowa wielu dużych firm w Polsce stała się trudna. Brak możliwości szybkiego wdrażania nowych technologii, import zachodnich urządzeń elektronicznych i brak zamówień ze strony wojska spowodowały, że lata 90-te przyniosły upadek krajowego przemysłu elektronicznego, na rzecz którego pracowały ITE i ITME. Skutkowało to np. redukcją zatrudnienia w ITE o 30 %, powodowaną zmniejszeniem finansowania ze strony państwa<sup>297</sup>. Z kolei w ITME zmiany spowodowały redukcję kadry naukowej oraz pierwsze próby prywatyzacji tych części Instytutu, które były w stanie konkurować na rynku swoimi produktami. W 1994 r. upadła Fabryka Półprzewodników TEWA. W sytuacji kryzysu ITE poszukiwało możliwości współpracy z przedsiębiorstwami zagranicznymi, m.in. z Advanced Photonics INC z USA, wytwarzającym opracowane w ITE chipy fotodiod<sup>298</sup>. Finansowanie z dotacji państwowych uzupełniano poprzez realizację grantów KBN, NCBR, NCN czy programów ramowych. Dzięki temu możliwe było unowocześnienie bazy infrastrukturalnej Instytutu. Jednocześnie kontynuowano działalność naukową w postaci publikacji czy nadawania tytułów doktora oraz doktora habilitowanego (zakończone wraz z wejściem Instytutów do Sieci Łukasiewicz). Na początku XXI wieku nastąpiło przyłączenie do ITE Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Mikroelektroniki Hybrydowej i Rezystorów w Krakowie, funkcjonującego obecnie jako

---

<sup>295</sup> East Europe Report. Science & Technology, Joint Publications Research Service Arlington VA, 26.02.1984 r.

<sup>296</sup> <https://www.zus.pl/baza-wiedzy/skladki-wskazniki-odsetki/wskazniki/przecietne-wynagrodzenie-w-latach>; dostęp: 28.07.2024 r.

<sup>297</sup> B. Mroziewicz, Instytut Technologii Elektronowej widziany z perspektywy jego 50-letniej działalności, 50 lat Instytutu Technologii Elektronowej, materiały ITE/ IMIF.

<sup>298</sup> *Ibidem*.

oddział zamiejscowy Instytutu, zaś w 2011 r. warszawskiego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego PREDOM-OB<sup>299</sup>.

W przypadku ITME, lata 90-te oznaczały kontynuację współpracy z CEMAT'70 na nowych zasadach. W 1992 r. powołano do życia spółkę akcyjną CEMAT-SILICON, akcje której objął CEMAT'70 S.A. (rok wcześniej sam stał się spółką akcyjną), ITME oraz pracownicy obu instytucji zajmujący się produkcją i badaniem krzemu<sup>300</sup>. Wobec braku popytu krajowego, rozwijano sprzedaż do Azji i Europy Zachodniej, osiągającą wartość 250 tys. sztuk płytek krzemowych<sup>301</sup>. Od 2008 r. 77,4% akcji przejął duński Topsil. W 2016 r. Topsil sprzedał akcje producentowi płytek krzemowych GlobalWafers Co. Ltd. z Tajwanu, który trzy lata później, po demontażu i wysłaniu urządzeń produkcyjnych na Tajwan, zakończył działalność Topsil Semiconductors Materials S.A. ITME w kolejnych latach kontynuowało działalność badawczo-rozwojową i produkcyjną, realizując zlecenia w produkcji niskoseryjnych materiałów na potrzeby elektroniki: płytek z różnych materiałów na bazie krzemu, fosforku galu, arsenku galu, czy węgla krzemu. Ponadto starało się wejść na rynek ze swoimi produktami, takimi jak filtry telewizji satelitarnej, pasty przewodzące, kryształy kwarcu, kryształy tlenkowe, materiały dla optoelektroniki, materiały ceramiczne, spieki specjalne czy złącza ceramiczno-metalowe. Jednocześnie ITME rozbudowywało swój potencjał naukowo-badawczy, zakupując nowe urządzenia badawcze i starając się wejść na rynek usług badawczych w Polsce. Instytut posiadał także jedno z nielicznych laboratoriów z certyfikatem do badań o wysokiej czystości. Od 2010 r. ITME ma status instytutu badawczego: rozwijane są m.in. technologie optoelektroniczne, w tym materiały krystaliczne dla optoelektroniki, ceramiczne, grafenu (tzw. chemicznego – płatkowego oraz na podłożach, np. miedzi), materiały będące przyszłością elektroniki, jak azotek galu (GaN), a także szkła wieloskładnikowe i światłowody. Zakupy aparatury o wartości nierzadko przekraczającej milion euro finansowane są ze środków UE (projekty Centrum Grafenu i Innowacyjnych Nanotechnologii) oraz ministra ds. nauki. Podobnie jak ITE, ITME realizowało (i realizuje, już jako IMIF) projekty finansowane z grantów KBN, NCBR, programów ramowych UE (w tym Graphene Flagship) i NCN. Nowym źródłem

---

<sup>299</sup> *Ibidem*.

<sup>300</sup> B. Jakowlew, Centrum Naukowo-Produkcyjne Materiałów Elektronicznych – CEMAT oraz Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych – ITME, w: Zarys historii elektroniki w Polsce. Tak to pamiętamy, Majax PI Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2015.

<sup>301</sup> *Ibidem*.

finansowania badań od 2020 r. są dotacje celowe Centrum Łukasiewicz, z których ponad 10 realizowanych było i jest w Ł-IMIF.

Etap przekształceń obu instytutów zakończył się utworzeniem w 2020 r. wspólnego podmiotu Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki<sup>302</sup>.

W kontekście historii obu podmiotów, tj. ITE i ITME oraz ich ewentualnej przyszłości konieczne są pewne uwagi. Po pierwsze, w okresie PRL instytuty nie działały w próżni, tylko w ścisłym powiązaniu z potrzebami państwa i przemysłu. Stąd problematyka braku wdrożeń osiągnięć naukowych nie występowała. Zamknięty, autarkiczny system gospodarki centralnie planowanej oraz niemożliwy do zaspokojenia popyt, przy braku realnej konkurencji powodowanej niską siłą nabywczą ludności wyrażoną w dolarach, pozwalały na niezagrożony rozwój przez dziesięciolecia. Instytuty funkcjonowały w tym okresie głównie w ramach tzw. zjednoczenia branżowego, będącego formą zarządzania przez państwo szeregiem organizacji (przedsiębiorstw, jednostek naukowych) pracujących w ramach jednej branży (rysunek 3.1 w ujęciu trzech sektorów modelu potrójnej helisy). Co warto podkreślić, PRL dysponował pełnym łańcuchem produkcyjnym elektroniki, od materiałów po produkty końcowe. Ograniczenia dotyczyły konieczności zakupu know-how za granicą oraz maszyn do produkcji. Zatrudnienie sięgało dziesięciu tysięcy osób, co z dzisiejszego punktu widzenia jest wartością abstrakcyjną (fabryka Intelu pod Wrocławiem, której koszt oceniano na 20 mld zł, miała zatrudnić ok. 2 tys. osób).

---

<sup>302</sup> Uchwała Nr 10/2020 Rady Centrum Łukasiewicz



Rysunek 4.1 Model funkcjonowania instytutów badawczych w ramach Zjednoczenia „Unitra”, źródło: opracowanie własne.

Lata 90-te stanowiły dla instytutów podwójny cios, gdyż z jednej strony upadał krajowy przemysł elektroniczny, będący ich głównym klientem, a z drugiej państwo ograniczało środki przeznaczane na naukę.

Oba instytuty były zmuszone poszukiwać odbiorców za granicą oraz koncentrować się na produkcji bardziej specjalizowanej. W przypadku ITE B. Mroziejewicz ocenił, że doszło w tym okresie do „swoistej dezintegracji tematycznej całości Instytutu”, choć jednocześnie kierownicy zakładów uzyskali wolność w pozyskiwaniu środków z zewnątrz<sup>303</sup>. Podobne procesy zachodziły z różną prędkością przez ostatnie dziesięciolecie w ITME, gdzie w zależności do możliwości znalezienia źródeł finansowania badań i ewentualnych klientów likwidowano i tworzone kolejne zakłady naukowe. Spowodowało to z pewnością wyłonienie zakładów o wysokiej renomie i poziomie prowadzonych badań, jednakże utracono kompletność kompetencji w łańcuchu produkcji elektroniki. Ponadto instytuty narażone są na te same problemy, co reszta środowiska naukowego w Polsce, polegające m.in. na poświęcaniu dużej ilości czasu przez naukowców na sprawy formalnego pozyskiwania i rozliczania grantów, kontrole

<sup>303</sup> B. Mroziejewicz, Instytut Technologii Elektronowej widziany z perspektywy jego 50-letniej działalności..., op.cit. s.9.

itp. Stąd liczne, wyrażane przez pracowników pamiętających system funkcjonujący przed 1990 r., opinie o jego przewadze. Młodszy pracownicy, nie znający go, dostosowali się do nowego, doceniając większy stopień autonomii, który przyniosły zmiany ustroju. W nowej rzeczywistości instytuty pracują na rzecz większej grupy podmiotów, których skład jest bardziej zróżnicowany i zmienny w czasie, choć z drugiej strony są pewni stali partnerzy, jak Vigo System czy przemysł zbrojeniowy (np. WB Electronics). Niektórzy pracownicy starają się dokonywać komercjalizacji poprzez tworzone przez siebie przedsiębiorstwa odpryskowe.



Rysunek 4.2 Model finansowania publicznego badań dla przemysłu elektronicznego Łukasiewicz – IMIF, źródło: opracowanie własne.

W związku z powyższym, aktualny model funkcjonowania instytutów można nazwać zdecentralizowanym (w ujęciu finansowym przedstawiony na rynku 3.2). Jednakże na horyzoncie pojawiają się możliwości zmiany sytuacji oraz zwiększonej roli Polski i Unii Europejskiej. Epidemia COVID-19, uświadomienie sobie roli chipów dla całej gospodarki oraz przyjęcie zobowiązań inwestycyjnych zarówno przez UE, jak i kraje członkowskie będą powodowały pojawienie się inwestycji liczonych w miliardach dolarów i najnowocześniejszych fabryk.

Wśród specjalistów branży trwa dyskusja nad możliwościami, na razie czysto teoretycznymi, odbudowy przemysłu półprzewodnikowego w Polsce w jakiegokolwiek

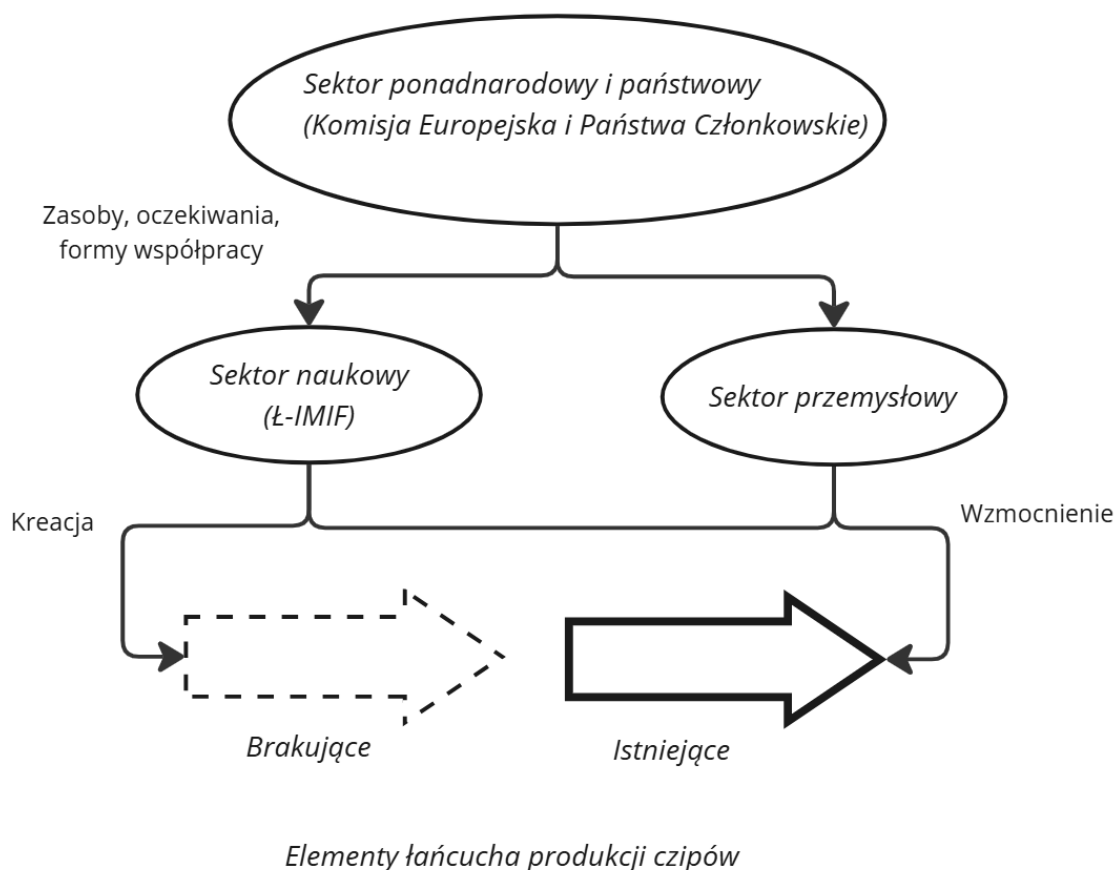
formie<sup>304</sup>. Główna argumentacja za takim rozwiązaniem dotyczy kwestii zapewnienia bezpieczeństwa poprzez możliwość kontrolowania produkcji na miejscu, co ma znaczenie dla infrastruktury krytycznej i obronności. Ze względu na możliwości finansowe i kompetencje specjalistów, siłą rzeczy oznaczałoby to produkcję z wykorzystaniem starszych technologii. Jest to o tyle uzasadnione, że dla wielu niszowych zastosowań są one zupełnie wystarczające, stąd produkcja takich układów np. w USA. Jednocześnie, państwo polskie przyjmuje nową rolę – nie tyle w tworzeniu i kontroli produkcji układów scalonych, co w zachęcaniu głównych producentów światowych do inwestowania. „Krajowe Ramy Wspierania Strategicznych Inwestycji Półprzewodnikowych” z grudnia 2023 r. zakładają przeznaczenie w ciągu trzech lat, tj. do 2026 r., 1 mld 840 mln USD (ponad 7,3 mld zł wg kursu z lipca 2024 r.) na ww. wsparcie<sup>305</sup>. Biorąc pod uwagę koncepcję budowy komplementarnych fabryk w całej UE, wyłaniający się nowy model możemy nazwać „modelem paneuropejskim”. W jego ramach żaden kraj nie posiada całości potencjału ani środków finansowych pozwalających na realizację od projektu do produkcji w fabryce, jednak dzięki koordynacyjnej roli UE oraz środkom finansowym, współpracujące przedsiębiorstwa z Unii Europejskiej tworzą łańcuch wartości. Warto wspomnieć, że podobne założenia przyświecały utworzeniu Airbusa, który aktualnie zatrudnia 130 tys. pracowników w 180 lokalizacjach na świecie. Współpraca licznych podmiotów na rzecz jednego produktu jest koniecznością, a nie preferowaną opcją, gdyż rządy wolą, o ile to możliwe, realizację działań przez jeden podmiot<sup>306</sup>.

---

<sup>304</sup> G. Kamiński, Nie widzę dzisiaj możliwości rozwoju przemysłu półprzewodnikowego w Polsce, portal Mikrokontroler, <https://mikrokontroler.pl/wywiad/nie-widze-dzisiaj-mozliwosci-rozwoju-przemyslu-polprzewodnikowego-w-polsce-mowi-grzegorz-kaminski-z-firmy-onsemi/> oraz P. Grabiec, Widzę dzisiaj konieczność rozwoju przemysłu półprzewodnikowego w Polsce, portal Mikrokontroler, <https://mikrokontroler.pl/2024/04/23/widze-dzisiaj-koniecznosc-rozwoju-przemyslu-polprzewodnikowego-w-polsce-mowi-piotr-grabiec-emeryt-prof-ite-obecnie-instytutu-mikroelektroniki-i-fotoniki/>; dostęp: 29.07.2024.

<sup>305</sup> Uchwała nr 239 Rady Ministrów z dnia 8 grudnia 2023 r. w sprawie ustanowienia rządowego programu pod nazwą „Krajowe Ramy Wspierania Strategicznych Inwestycji Półprzewodnikowych”, ogłoszenie: 2023-12-18, Monitor Polski, 2023, poz.1419.

<sup>306</sup> K. Hayward, Airbus: Twenty Years of European Collaboration, *International Affairs*, 64(1), 1987, 11–26.



Rysunek 4.3 Model funkcjonowania Ł-IMIF „Chips Act”, źródło: opracowanie własne.

Rola Ł-IMIF w nowym modelu wyłania się powoli i nie jest zapewne jeszcze w pełni określona, ze względu na względną „świeżość” sytuacji. W tym kontekście warto jednak wspomnieć dwie inicjatywy – warsztaty, które IMIF zorganizował wspólnie z pracownikami Intel’a w październiku 2023 r. Rozmowy dotyczyły ewentualnego wspólnego opracowywania prototypów urządzeń półprzewodnikowych oraz utworzenia programu szkoleń na temat technologii półprzewodnikowych<sup>307</sup>. Pojawiają się również głosy krytyczne – zdaniem niektórych ekspertów (np. dr Grzegorza Jańczyka, Ł-IMIF) inwestycja nie przyczyni się do rozwoju polskiej mikroelektroniki chociażby ze względu na brak producentów półprzewodników<sup>308</sup>. Z kolei dr P. Cywiński, ówczesny Kierownik Działu Komercjalizacji Ł-IMIF, oceniał, że inwestycja może zachęcić innych

<sup>307</sup> Wywiad A. Kubasik z A. Szerling, Łukasiewicz-IMiF w łańcuchu produkcyjnym firmy Intel?, portal Mikrokontroler, 19.12.2023, dostęp: 30.07.2024.

<sup>308</sup> G. Jańczyk, Inwestycja Intel’a w Polsce, <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/inwestycja-intela-w-polsce/>, 29.06.2023, dostęp: 30.07.2024.

producentów czipów do inwestycji w Polsce<sup>309</sup>, a także rozwinąć sieć wyspecjalizowanych poddostawców<sup>310</sup>.

Druga inicjatywa dotyczy budowy linii pilotażowej półprzewodników szerokopasmowych we współpracy z Instytutem Wysokich Ciśnień PAN, finansowanej w ramach programu Chips Act, jednej z czterech budowanych w UE, o wartości 50 mln zł<sup>311</sup>. Inwestycje publiczne w linie pilotażowe są niezbędne, ze względu na wysokie koszty oraz ryzyko, co utrudnia rozwój całego sektora<sup>312</sup>. Linie pilotażowe są ogniwem pomiędzy badaniami w laboratorium a producentami.

Symbolem zmiany myślenia strategicznego o znaczeniu suwerenności elektronicznej jest również przeznaczenie w najbliższych latach blisko 300 mln zł ze środków Krajowego Planu Odbudowy na doposażenie w aparaturę Ł-IMIF.

#### 4.1.2 Forma prawna instytucji

SBŁ – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki jest państwową osobą prawną powstałą na podstawie uchwały Rady Centrum Łukasiewicz z dnia 18 września 2020 r. o połączeniu SBŁ-Instytutu Technologii Elektronowej i SBŁ-Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych, powołaną do prowadzenia badań naukowych i prac rozwojowych. Instytut prowadzi działalność naukową w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych oraz nauk ścisłych i przyrodniczych. Rolą instytutów jest realizacja badań służących potrzebom gospodarki; w przypadku Instytutu jest to przemysł mikroelektroniczny i fotoniczny.

Przed utworzeniem nowego podmiotu ostatnia zmiana podstawy prawnej funkcjonowania obu instytutów miała miejsce w 2019 r. (na mocy ustawy z 21 lutego 2019 r. o Sieci Badawczej Łukasiewicz) poprzez włączenie ITME i ITE do Sieci Badawczej Łukasiewicz. Zadania instytutów Sieci Badawczej Łukasiewicz zostały określone jako realizacja projektów dotyczących badań (głównie aplikacyjnych) i prac rozwojowych w odniesieniu do celów państwa, komercjalizacja oraz współpraca międzynarodowa<sup>313</sup>. Centrum sieci miało na celu, oprócz ww. zadań tożsamyh z

---

<sup>309</sup> Intel zbuduje w Polsce fabrykę czipów. Nasz komentarz dla „Pulsu Biznesu”, <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/intel-inwestuje-w-polsce/>, 18.06.2023 r. dostęp: 30.07.2024.

<sup>310</sup> Warsztaty Intel-Łukasiewicz [PODSUMOWANIE], <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/inwestycja-intela-w-polsce/>, 30.10.2023, dostęp: 30.07.2024.

<sup>311</sup> Budujemy linię pilotażową w ramach Chips Act, <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/linia-pilotazowa-chips-act/>, 24.06.2024, dostęp: 30.07.2024.

<sup>312</sup> <https://www.chips-ju.europa.eu/Pilot-lines/>, dostęp: 30.07.2024.

<sup>313</sup> Ustawa z dnia 21 lutego 2019 r. o Sieci Badawczej Łukasiewicz.

zadaniami instytutów, stworzenie mechanizmów współpracy międzysieciowej, dystrybucję środków finansowych<sup>314</sup> oraz sprawowanie funkcji kontrolnych wobec instytutów sieci. Ustawa określała, które z aktualnie funkcjonujących instytutów zostały włączone w jej skład. Reforma instytutów zasadzała się na koncepcji stworzenia sieci badawczej, czyli podmiotów odrębnych w świetle prawa (każdy z instytutów jak i Centrum posiadają osobowość prawną), powiązanych poprzez cele funkcjonalne (grupa zadań wymienionych w ustawie, którą ma realizować „sieć”, czyli instytuty sieci i Centrum Sieci), osobowo (poprzez udział w posiedzeniach Rady Instytutu przedstawiciela Prezesa CŁ, powoływanie Dyrektora przez Prezesa CŁ) oraz w sposób rzeczywisty, poprzez realizację wspólnych projektów oraz regularny udział w spotkaniach dotyczących np. opracowywania koncepcji regulaminów obowiązujących wszystkie instytuty. Jednocześnie, co odróżnia sieć Łukasiewicz od np. Polskiej Akademii Nauk, Centrum Sieci jest jednostką finansów publicznych, podczas gdy instytuty nie należą do tego grona. W ustawie możemy także znaleźć ustępy charakterystyczne dla centralnych organów państwa (np. ministerstw), jak art. 2 ust. 4 ustawy, określający wzór okrągłej pieczęci z wizerunkiem orła, którym może posługiwać się Centrum i instytuty sieci. W świetle krajowego rejestru sądowego, ministrem nadzorującym instytut jest „Prezes Centrum Łukasiewicz”.

Organami instytutów SBŁ są: dyrektor oraz rada. W porównaniu do poprzedniego stanu prawnego, tj. zaliczenia instytutów do ogólnej kategorii instytutów badawczych, zmieniła się nazwa rady (z rady naukowej na radę instytutu), co jednak nie oznacza całkowitego wyłączenia z zakresu jej działania spraw dotyczących nauki (rada określa kierunki działalności badawczej i wdrożeniowej). W jej skład poza pracownikami wchodzi również eksperci spoza instytutu. W 2023 r. byli to przedstawiciele następujących przedsiębiorstw<sup>315</sup>:

- Lars Lighting Sp. z o.o.
- WB Electronics System S.A.
- VIGO System S.A.
- DACPOL Sp. z o.o.

Są to firmy współpracujące z instytutem od lat (również z dawnym ITME i ITE).

---

<sup>314</sup> W przypadku komercjalizacji Centrum odnosiło się do celów całej sieci oraz know-how.

<sup>315</sup> <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/o-nas/> [dostęp: 6.07.2023 g. 9:25]

W XXI w. budowa innowacji odbywa się najczęściej w kooperacji między podmiotami, w związku z czym zdolność do tworzenia struktur sieciowych o charakterze krótkotrwałym (tj. ograniczonym do czasu trwania projektu innowacyjnego) odgrywa istotną rolę.

Rozwój i upowszechnienie technologii informacyjnych ułatwiają współpracę odległych geograficznie podmiotów. Tworzenie struktur sieciowych pomiędzy jednostkami naukowymi ma powodować poprawę współpracy w kierunku komercjalizacji dokonań naukowych. W Europie najbardziej znane sieci naukowe krajowych systemów innowacji to: Fraunhofer-Gesellschaft (Niemcy), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS-Francja), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC-Hiszpania), Consiglio Nazionale delle Ricerche (Włochy). Model Sieci Badawczej Łukasiewicz ma charakter holdingowy z mocno zaakcentowaną rolą Centrum, przez co korzyści ze współpracy są uzależnione od jego sprawności organizacyjnej<sup>316</sup>.

Analizując sposób prawnej organizacji Centrum Łukasiewicz warto porównać ją z organizacją, która w powszechnej opinii była jej pierwowzorem, czyli Towarzystwa Fraunhofera (dalej zwanego T.F.). Instytuty T.F. nie posiadają osobowości prawnej, stąd pierwotnym elementem reformy Sieci Badawczej Łukasiewicz była próba podobnego ubezwłasnowolnienia poszczególnych instytutów (nieudana). Jednakże na tym podobieństwa się kończą. Analizując formę prawną, należy abstrahować od osiąganych rezultatów przez obie formy organizacyjne – czyli scentralizowaną, kontrolowaną przez państwo, jak w przypadku CŁ oraz opartą o koncepcję samorządu, jak w przypadku T. F. Gospodarka niemiecka posiada większy potencjał niż polska, w szczególności w obszarze innowacyjności, czego dowodem może być pozycja w European Union Scoreboard (zarówno edycja 2023, jak i wcześniejsze), liczbie zgłaszanych i przyznawanych patentów oraz dostępnych na rynku produktów przemysłowych obu krajów, a także specjalizacji Niemiec w produkcji maszyn dla przemysłu. Stąd polscy naukowcy pracujący w instytutach mają trudniejsze zadanie w pozyskaniu partnerów do komercjalizacji. Porównanie powinno dotyczyć w związku z tym teoretycznej przydatności obu struktur do zadań, jakie wyznaczono podmiotom (bardzo podobnych). Odrzucić należy argument, że forma stowarzyszeniowa nie jest możliwa dla polskich instytutów, ze względu na ich historię czy użytkowanie majątku państwowego (np. bezpłatne korzystanie z użytkowania wieczystego gruntów), możliwe było bowiem

---

<sup>316</sup> Z. Matyjas, L. Bohdanowicz, Projekt Sieci Badawczej Łukasiewicz – analiza porównawcza na tle rozwiązań międzynarodowych. 16(4), 2018, s. 149.

przyłączenie do T.F. instytutów funkcjonujących w dawnej NRD (np. pracujących dla przemysłu elektronicznego w rejonie Drezna), co oznacza że przeszkody formalno-prawne są możliwe do przezwyciężenia. T.F. jako organizacja samorządna posiada Senat (wybierany przez zgromadzenie generalne, w którym każdy członek F.T. dysponuje jednym głosem), który z kolei wybiera prezesa. W CŁ prezesa nominuje minister. Instytuty i ich pracownicy są po prostu informowani o jego powołaniu, co najwyżej mogą po jego wyborze składać skargi do ministra na jego działalność. Elementy samorządu występują w przypadku rady instytutu, jednakże nie zmienia to ogólnego stanu rzeczy, jakim jest państwowy zarząd instytutów. Samorządność nie oznacza, że T.F. jest całkowicie niezależne od państwa niemieckiego. Statut określa bowiem, że 7 członków senatu (na 18) to przedstawiciele władz federalnych i landów. Koordynacja z polityką państwa jest niezbędna choćby ze względu na korzystanie przez T.F. ze środków publicznych przyznawanych na projekty naukowe. Dyrektorzy poszczególnych instytutów, które nie posiadają osobowości prawnej, są wybierani przez Zarząd T.F. (których z kolei wybiera, tak jak prezesa, Senat). Reforma instytutów tworząca Sieć Łukasiewicz w Polsce zmierzała nie w kierunku samorządu naukowców, samodzielnie wybierających organy stanowiące, ale stworzenia instytucji uzależnionej od państwa (w większym stopniu niż posiadająca Zgromadzenie Ogólne Polska Akademia Nauk). W zasadzie stanowi to kontynuację zapisów poprzedniej ustawy o instytutach badawczych, w których dyrektora powoływał minister nadzorujący. Biorąc pod uwagę fakt, że proces prac naukowych czy innowacyjnych jest siłą rzeczy autonomiczny (nikt poza zainteresowanym naukowcem nie jest w stanie doprowadzić go do końca, szczególnie gdy mowa o kierowniku projektu badawczego), takie podejście jest niezrozumiałe. Pracownicy nie mają wpływu na obsadę stanowisk kierowniczych instytutu – mają ją politycy, co oznacza brak gwarancji mianowania na stanowisko dyrektora osoby spełniającej oczekiwania naukowców (przy czym może ona na fali zmian politycznych zostać odwołana, zaś pracownikom pozostają inicjatywy w postaci pisanie np. listów poparcia, które mogą zostać uwzględnione przez prezesa CŁ lub nie). Taki centralny system zarządzania miał uzasadnienie w okresie PRL, kiedy instytuty pracowały w ścisłej kooperacji na zlecenie państwowego przemysłu. Tam, gdzie zakłady państwowe przetrwały wraz z towarzyszącymi instytutami, zapewne nadal ma to większe uzasadnienie, niż w przypadku instytutów pozbawionych jednoznacznego odbiorcy prac badawczych.

W kontekście czasochłonności procesu tworzenia nowych technologii (który może trwać 10 – 20 lat) niezrozumiały jest zakaz pełnienia funkcji dyrektora instytutu przez więcej niż dwie pięcioletnie kadencje (wzorowany zapewne na podobnych zakazach dotyczących władz samorządowych czy Prezydenta RP), nie istniejący w T.F.

Interesujące zapisy (w praktyce, a przynajmniej w latach 2019 – 2023, martwe) dotyczące procesu komercjalizacji znaleźć można w rozdziale 4a ustawy dot. finansowania inwestowania przedsiębiorców w działalność naukową. Model takiego inwestowania miał polegać na finansowaniu w formie konkursów projektów w zakresie tematycznym, określanym przez prezesa CŁ w ramach programów strategicznych. Do konkursu miały przystępować m.in. wybrane podmioty systemu nauki, a także przedsiębiorcy posiadający status centrum badawczo-rozwojowego lub prowadzący działalność naukową w inny sposób. Jest to model spotykany w Polsce np. w formie programów strategicznych realizowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. W rozdziale wprowadzono, aczkolwiek bez szczegółowego rozwinięcia, pojęcie „zdolności do komercjalizacji”. Można domniemywać, że chodzi o zdolność do wdrożenia, świadczenia usług lub produkcji poprzez wykorzystanie własności intelektualnej wypracowanej w ramach projektu (wymóg zdolności do prowadzenia badań naukowych jest sprawdzany w inny sposób, poprzez wskazanie rodzajów pomiotów uprawnionych do uczestniczenia w konkursie).

Koncepcja Sieci jest zapewne pokłosiem innego, wcześniejszego pomysłu, tj. powołania tzw. Narodowego Instytutu Technologicznego (NIT). Zakładał on scalenie wszystkich instytutów w jeden podmiot prawny (państwową osobę prawną). Praktyka funkcjonowania Sieci, na którą składa się m.in. korzystanie z prawa łączenia instytutów (rozdział 7 ustawy), doprowadziła do redukcji liczby instytutów z 37 w 2019 r. do 22 w roku 2023, zatem o ponad jedną trzecią. Nazwy nadawane niektórym instytutom po połączeniach (Poznański Instytut Technologiczny, Krakowski Instytut Technologiczny, Warszawski Instytut Technologiczny – PIT, KIT, WIT) sugerowały, że ostatecznym celem planowanych połączeń mogło być powołanie pojedynczego NIT.

Poszczególne instytuty w wyniku reformy utraciły autonomię w dziedzinie określania procedur związanych z procesem komercjalizacji oraz korzystania z aparatury przez podmioty trzecie. Ustawa ceduje na prezesa CŁ określenie zapisów regulaminów zarządzania prawami autorskimi i prawami pokrewnymi oraz prawami własności przemysłowej wraz z zasadami komercjalizacji, a także korzystania z infrastruktury badawczej Centrum Łukasiewicz i instytutów Sieci.

Instytuty Sieci zobowiązane są do sporządzania i przedkładania prezesowi Sieci sprawozdania finansowego. SBŁ-IMIF, ze względu na spełnianie warunków art. 64 ustawy o rachunkowości (średnioroczne zatrudnienie powyżej 50 etatów), przedkłada również opinię biegłego rewidenta.

Poprzednia forma prawna funkcjonowania instytutów cedowała funkcje nadzorcze na Ministra ds. Nauki oraz opierała sposób dystrybucji subwencji o wyniki oceny funkcjonowania, przeprowadzanej w cyklach 4-letnich (tzw. ocena parametryczna w czterostopniowej skali). Ocena dotyczyła nie tylko instytutów badawczych, ale ogółu podmiotów zaliczanych do systemu nauki (głównie uniwersytetów i politechnik).

W trakcie ostatniej oceny<sup>317</sup>, zarówno ITME, jaki i IMIF zaliczono do wspólnej grupy oceny SI3EI, dotyczącej przemysłu elektronicznego i informatycznego. Oba instytuty uzyskały kategorię A (w skali od C do A+, gdzie C oznaczało ocenę najniższą). Jednym z kryterium oceny była komercjalizacja, rozumiana jako osiągnięte przychody ze sprzedaży własności intelektualnej z sektora przedsiębiorstw o wartości powyżej 500 tys. zł. Ocena częściowa obu instytutów wskazuje na komplementarny charakter ich działalności, zgodny z koncepcją leżącą u zarania ich powołania (badania o charakterze podstawowym, których wynikiem były publikacje – przewaga ITME, rozwój technologii elektronicznej na dalszych etapach TRL – ITE). Ocena, na którą składają się liczne parametry, uwzględnia m.in. liczbę pracowników naukowych, nie wskazując na różnicę w skali podejmowanej działalności (np. ITME realizowało więcej projektów wdrożeniowych niż ITE, ale zatrudniało więcej pracowników naukowych). Połączenie obu instytutów w Ł-IMIF powinno długofalowo przynieść pozytywne rezultaty dla procesu komercjalizacji, zgodnie z zasadą synergii.

#### 4.1.3 Specyfika Sieci Badawczej Łukasiewicz

Na Sieć Badawczą Łukasiewicz składają się dwa elementy: Centrum SBŁ oraz Instytuty SBŁ. Jest to struktura, w której Centrum pełni rolę koordynującą współpracę międzysieciową oraz z otoczeniem zewnętrznym, kontrolną, regulacyjną a także dystrybucji środków finansowych.

Koordynacja współpracy międzysieciowej ma miejsce w postaci zapewnienia wspólnych kanałów komunikacji (np. intranet), inicjatyw takich jak akcelerator pomysłów, organizacji konferencji, targów czy szkoleń. Koordynacji współpracy z otoczeniem zewnętrznym służy służenie jako skrzynka kontaktowa dla instytutów (pojedynczy punkt,

---

<sup>317</sup> Za lata 2012-2016, publikacja wyników w 2017 r.

z którym przedsiębiorcy mogą się kontaktować, i który przekazuje dalej kontakt na podstawie wiedzy na temat kompetencji i zasobów instytutów). Kolejnym z zadań sieci jest przeprowadzanie kontroli w instytutach, a także organizowanie indywidualnych spotkań za kadrą instytutów mających na celu wyjaśnianie sytuacji problemowych. Funkcja regulacyjna sprowadza się głównie do ustalania regulaminów (zgodnie z Art. 31. Pkt 1 ustawy o SBŁ) dotyczących zarządzania własnością intelektualną i udostępnianiem infrastruktury badawczej. Centrum uczestniczy też w procesie pozyskiwania subwencji ministra właściwego do spraw nauki przez instytuty (opiniuje i przekazuje wnioski instytutów) a także dystrybuuje dotacje na badania i inwestycje. Dotacje celowe są uzyskiwane przez instytuty sieci w ramach cyklicznych konkursów. Tematyka badań ma służyć realizacji strategicznych celów gospodarczych i naukowych państwa polskiego. Poza dokumentami zewnętrznymi sieć określa własne priorytety badawcze, zawarte strategiach działalności (na cztery i dziesięć lat)<sup>318</sup>.

Struktura Sieci Badawczej Łukasiewicz (rysunek 4.4) jest następująca: minister ds. nauki powołuje Prezesa oraz wiceprezesów Centrum, sprawuje również nadzór nad jej działalnością oraz ocenia osiągnięte rezultaty. Organem Centrum jest również siedmioosobowa Rada CŁ, której przedstawiciele delegują ministrowie gospodarki, energii, informatyzacji, nauki oraz klimatu. Rada ma za zadanie określać agendę badawczą dla sieci (zapewne w postaci transmisji priorytetów poszczególnych ww. ministerstw). Ponadto m.in. zatwierdza plany, sprawozdania i strategie, a także zmiany organizacyjne instytutów sieci (połączenia czy likwidacje). Poza Radą CŁ funkcjonuje również dwudziestoosobowe Kolegium Doradców, stanowiących rodzaj zaplecza intelektualnego dla prezesa, którego opinie czy propozycje nie mają charakteru wiążącego. Kolegium formułuje ponadto stanowiska odnośnie określenia zachodzących zmian technologicznych i ich skutków społecznych, a także tzw. map drogowych dotyczących technologii<sup>319</sup>.

Prezes Sieci powołuje poszczególnych dyrektorów instytutów i ich zastępców oraz co najmniej 60 % składu rady instytutu Sieci (opis zadań rady zawarto w poprzednim podrozdziale).

Specyfiką działalności Sieci w publicznym systemie jednostek naukowych jest realizacja głównie badań aplikacyjnych i prac rozwojowych<sup>320</sup>, których rezultaty podlegać powinny

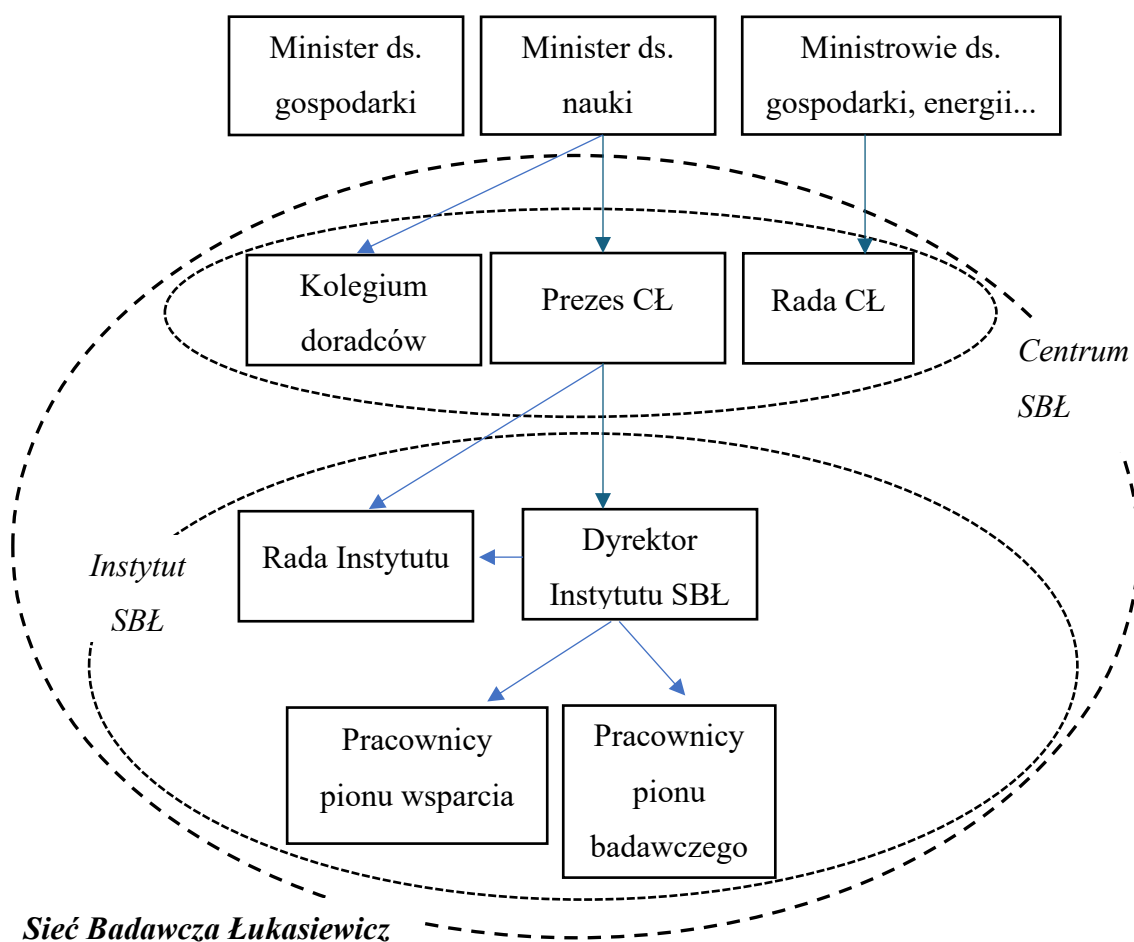
---

<sup>318</sup> Zatwierdzone po raz pierwszy przez Radę Centrum Łukasiewicz 23 grudnia 2024 r.

<sup>319</sup> Art. 1 ust. 2 pkt 3 ustawy o SBŁ.

<sup>320</sup> Ustawa o SBŁ, art. 1, pkt. 1, podpkt 1.

komercjalizacji. Badania podstawowe mają być wyjątkiem (stąd też szczególna przydatność TRIZ, zorientowanego na tworzenie rozwiązań wdrożeniowych poprzez udoskonalanie systemów technicznych). Tematyka badań ma wynikać z państwowych dokumentów strategicznych. Zakazane jest samodzielne kształcenie doktorantów (może być realizowane w podmiotach zewnętrznych). Oznacza to koncentrację na badaniach na potrzeby przemysłu oraz odejście od orientacji na tworzenie czystej wiedzy naukowej (co wyraża się w używanym nazewnictwie, gdzie nie występuje przymiotnik ‘naukowy’ zarówno jak chodzi o organy sieci jak i nazwy stanowisk pracowników).



Rysunek 4.4 Schemat zależności instytucjonalnej Sieci Badawczej Łukasiewicz, źródło: opracowanie własne.

Z kolei pozostawione poza siecią publiczne instytuty badawcze mogą prowadzić generalnie badania naukowe (bez zawężenia do aplikacyjnych) i prace rozwojowe, niekoniecznie w związku z polityką strategiczną, poza tym mogą prowadzić kształcenie

w szkołach doktorskich i poddawane są cyklicznej ewaluacji jednostek naukowych, która jest podstawą otrzymywania dotacji z budżetu państwa. Struktura stanowisk, na jakich zatrudnieni są w tych instytutach pracownicy, w odróżnieniu od SBŁ, odpowiada etapom kariery naukowej (od asystenta do profesora).

Pozostałe najistotniejsze podmioty systemu nauki czyli Instytuty Polskiej Akademii Nauk, prowadzą głównie badania podstawowe, zaś sektor szkolnictwa wyższego poza działalnością naukową koncentruje się na kształceniu.

#### 4.1.4 Zasoby Ł-IMIF

Spojrzenie na przedsiębiorstwo z perspektywy zasobów (Resource Based View) ma ugruntowaną pozycję wśród badaczy zarządzania strategicznego. Od czasów analiz E. Penrose, podkreślających rolę zróżnicowanego wykorzystania zasobów do świadczenia usług (unikalnego dla każdej firmy), które w rezultacie decyduje o przewadze konkurencyjnej i tworzeniu innowacji, rola zasobów w rozwoju przedsiębiorstwa jest niekwestionowana. Posiadane zasoby są jednym z czynników determinujących przyszłość Instytutu i szanse na komercjalizację powstających w nim innowacji.

Analizy zasobów dokonano zgodnie z podziałem zaproponowanym przez R.W. Griffina na zasoby ludzkie, finansowe, rzeczowe oraz informacyjne.

Wraz z utworzeniem Sieci Badawczej Łukasiewicz zasoby ludzkie instytutów przyporządkowano do dwóch pionów: wsparcia i badawczego<sup>321</sup>. Liczba pracowników Instytutu wynosi ok. 400 osób (2024 r.), z czego w pionie badawczym 179<sup>322</sup>. Siatkę stanowisk, wraz z wymaganymi kwalifikacjami, wprowadzono ogólnie dla wszystkich instytutów sieci w drodze rozporządzenia. W pionie badawczym można wyróżnić dwie generalne kategorie stanowisk: specjalista (od młodszego po głównego) oraz lidera obszaru, przy czym zarówno w przypadku głównego specjalisty, jak i lidera wymagane jest m.in. posiadanie stopnia doktora. W dziale wsparcia przewiduje się również specjalistów (gradacja jak dla pionu badawczego) i inżynierów (młodszy, inżynier, samodzielny, starszy, główny), liderów obszarów, dyrektora oddziału instytutu, specjalistę technicznego, oraz zawody regulowane, tj. główny księgowy, rzecznik

---

<sup>321</sup> Ustawa o SBŁ.

<sup>322</sup> <https://radon.nauka.gov.pl/dane/nauczyciele-akademiccy-badacze-i-osoby-zaangazowane-w-dzialalnosc-naukowa> [dostęp:19.08.2024 g. 07:58]

patentowy, radca prawny. Ponadto instytuty mogą zatrudniać kierowców, pracowników technicznych i obsługi oraz praktykantów/ stażystów.

Wprowadzenie sztywnych wymogów dotyczących kwalifikacji, opierających się na stażu pracy oraz pozycji w hierarchii może zastanawiać w kontekście wysiłków na rzecz komercjalizacji sieci. Awans w instytucjach, których celem jest tworzenie innowacji powinien zależeć od wyników, zaś hierarchiczna, wielopoziomowa struktura sprzyja prowadzeniu działań na rzecz wewnętrznej polityki, a nie zdobywaniu przez pracownika pozycji dzięki osiągnięciom, np. na polu gospodarczego wykorzystania wyników.

| Stopień / tytuł naukowy  | Liczba naukowców |
|--------------------------|------------------|
| Doktor                   | 67               |
| Doktor habilitowany      | 19               |
| Profesor zwyczajny       | 8                |
| Brak stopnia             | 85               |
| Ogółem w pionie naukowym | 179              |

Tabela 4.1 Zatrudnienie naukowców ze stopniem doktora, doktora habilitowanego i profesora w Ł-IMIF, sierpień 2024, źródło: opracowanie własne na podstawie danych z systemu POLON [19.08.2024].

W pionie naukowym stosunek naukowców posiadających stopnie i tytuły naukowe do pozostałych jest bliski połowie (52%), natomiast jeśli chodzi o porównanie do ogółu zatrudnionych w Instytucie wynosi 23%. Zatrudnianie wysokiego odsetka naukowców stanowi o charakterze Instytutu, odróżniając go od np. typowego przedsiębiorstwa produkcyjnego. Naukowcy osiągnęli swoje stopnie naukowe w następujących dyscyplinach: elektronika (41 na 88 doktorów i dr hab.), fizyka (odpowiednio 18), inżynieria materiałowa (odpowiednio 17), chemia (odpowiednio 4) oraz pojedyncze przypadki innych dyscyplin.

Zatrudnienie w Ł-IMIF należy oceniać w stosunku do zakładanych zadań, stąd można je porównać np. z odpowiednikiem z Towarzystwa Fraunhofera. Przede wszystkim, w T.F. funkcjonuje dedykowana mikroelektronice grupa badawcza zrzeszająca 11 instytutów, z których tylko jeden, Fraunhofer Institute for Integrated Circuits (IIS), zatrudnia ok. 1050 pracowników. Nawet biorąc pod uwagę mniejszą liczbę ludności Polski, zatrudnienie w Ł-IMIF należy uznać za skromne.

Art. 18 pkt 2 ustawy o SBŁ stanowi, że instytut należący do Sieci pokrywa koszty bieżącej działalności z uzyskiwanych przychodów. Ustawa wymienia cały szereg

potencjalnych źródeł finansowania, zgodnie jednak ze sprawozdaniem finansowym Ł-IMIF za rok 2022 na przychody ze sprzedaży produktów i usług o wartości blisko 92 mln zł składały się głównie subwencja (34,5 mln, 37%), dotacje ze źródeł krajowych (22 mln, 24%) i zagranicznych (5 mln, 5%), przychody z tytułu amortyzacji finansowanej z dotacji inwestycyjnej lub subwencji na zadania inwestycyjne (15 mln, 16%), przychody ze sprzedaży prac b+r (5,5 mln, 6%), przychody z opracowania i wykonania prototypów układów (0,7%), oraz procesów technologicznych (0,9%). Komercja gospodarcza przyniosła 2,3 mln czyli 2,4%. Tytułem objaśnienia warto dodać, że przez subwencję należy rozumieć środki finansowe, o które wnioskuje instytut SBŁ do Ministra ds. Szkolnictwa Wyższego wraz z opinią Prezesa CŁ. Wniosek oceniany jest na podstawie kryteriów wymienionych w ustawie, aczkolwiek brak szczegółowego, punktowego algorytmu oceny parametrycznej, stąd swoboda w ustalaniu konkretnej wartości pozostawiona jest Ministrowi. Z kolei pozycję „komercja gospodarcza” należy odróżnić od „komercjalizacji”. Komercja dotyczy wykorzystania składników majątku do świadczenia usług niemających komponentu naukowego, czyli np. najmu powierzchni. Dotacje ze źródeł krajowych i zagranicznych są przekazywane na realizację projektów naukowo-badawczych (np. dla roku 2024 są to 32 trwające projekty) przez instytucje mogące finansować dany projekt (z reguły publiczne, choć zdarzają się wyjątki).

Na zasoby rzeczowe Ł-IMIF składają się grunty (w tym użytkowane wieczysto), budynki, urządzenia techniczne i maszyny, środki transportu oraz inne środki trwałe (np. urządzenia biurowe, komputery itp.).

Po połączeniu w 2021 r., Instytut prowadzi działalność w czterech lokalizacjach: w Warszawie (dawne ITE i ITME, Predom - Centrum Badań i Certyfikacji), Piasecznie (Zakład Technologii Mikrosystemów) oraz Krakowie (Centrum Mikroelektroniki Hybrydowej i LTCC). Grunty użytkowane wieczysto, na których zlokalizowany jest Instytut wraz z oddziałami (z wyjątkiem PREDOM), mają łączną powierzchnię 52 687,56 m<sup>2</sup>.

Budynki, którymi dysponuje Instytut, pochodzą z lat 70 i 80-tych. W ramach kolejnych inwestycji aparaturowych i budowlanych zmodernizowano szereg laboratoriów – prezentują one światową klasę wyposażenia i czystości, dzięki czemu m.in. możliwa jest praca nad nanomateriałami. Na dofinansowaną ze środków publicznych aparaturę składa się kilkaset urządzeń, niektóre o charakterze unikalnym na skalę krajową, o łącznej wartości blisko 56 mln zł (dane za 2022 r.). Z punktu widzenia przedsiębiorców to

właśnie ta aparatura stanowi przewagę konkurencyjną Instytutu nad podmiotami typu MŚP, które nie dysponują powierzchnią ani środkami na zakup drogiego sprzętu.

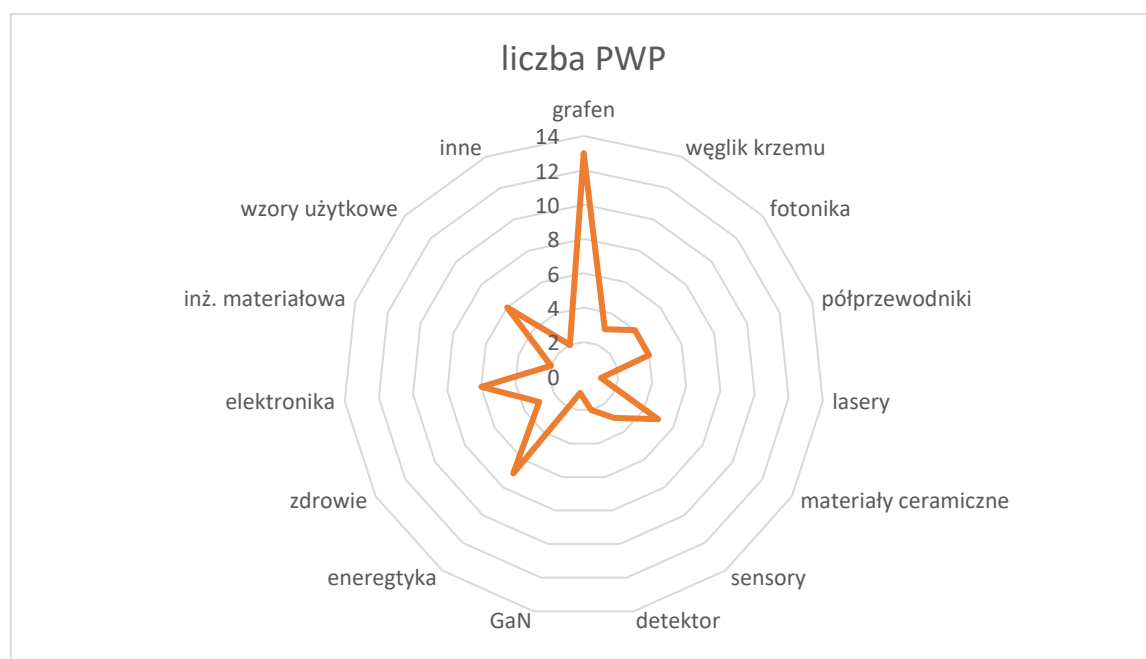
Ł-IMIF jest właścicielem (lub współwłaścicielem) praw własności przemysłowej do 48 patentów (w tym 8 europejskich) oraz 2 wzorów użytkowych<sup>323</sup>.

|      | 2017-2020   |      | 2020-2023                 |
|------|-------------|------|---------------------------|
| ITME | 15 (w mocy) | IMIF | 1 (w mocy) oraz 10 w toku |
| ITE  |             |      |                           |

Tabela 4.2 Patenty (ogółem) i wzory użytkowe w okresie trzech lat (wg daty zgłoszenia) przed i po połączeniu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych UPRP.

|      | 2017-2020  |      | 2020-2023 |
|------|------------|------|-----------|
| ITME | 7 (w mocy) | IMIF | 0         |
| ITE  |            |      |           |

Tabela 4.3 Patenty europejskie w okresie trzech lat (wg daty zgłoszenia) przed i po połączeniu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych UPRP.



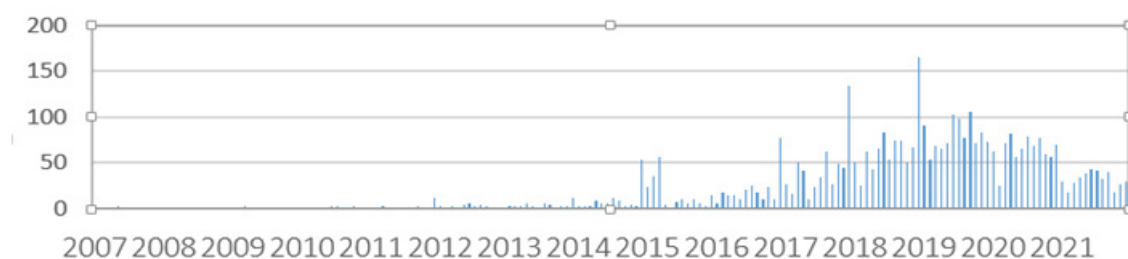
Rysunek 4.5 Zgłoszenia praw własności intelektualnej (w mocy i w toku) Ł-IMIF wg zastosowań, źródło: opracowanie własne na podstawie danych UPRP.

Zgodnie ze sprawozdaniem finansowym, przychody z komercjalizacji wyniosły w 2022 r. 1 485 129,72 zł, przy czym te ze sprzedaży patentów i udzielania licencji wyniosły 0 zł.

<sup>323</sup> Stan na 22.08.2023 r., Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, <https://ewyszukiwarka.pue.uprp.gov.pl/>

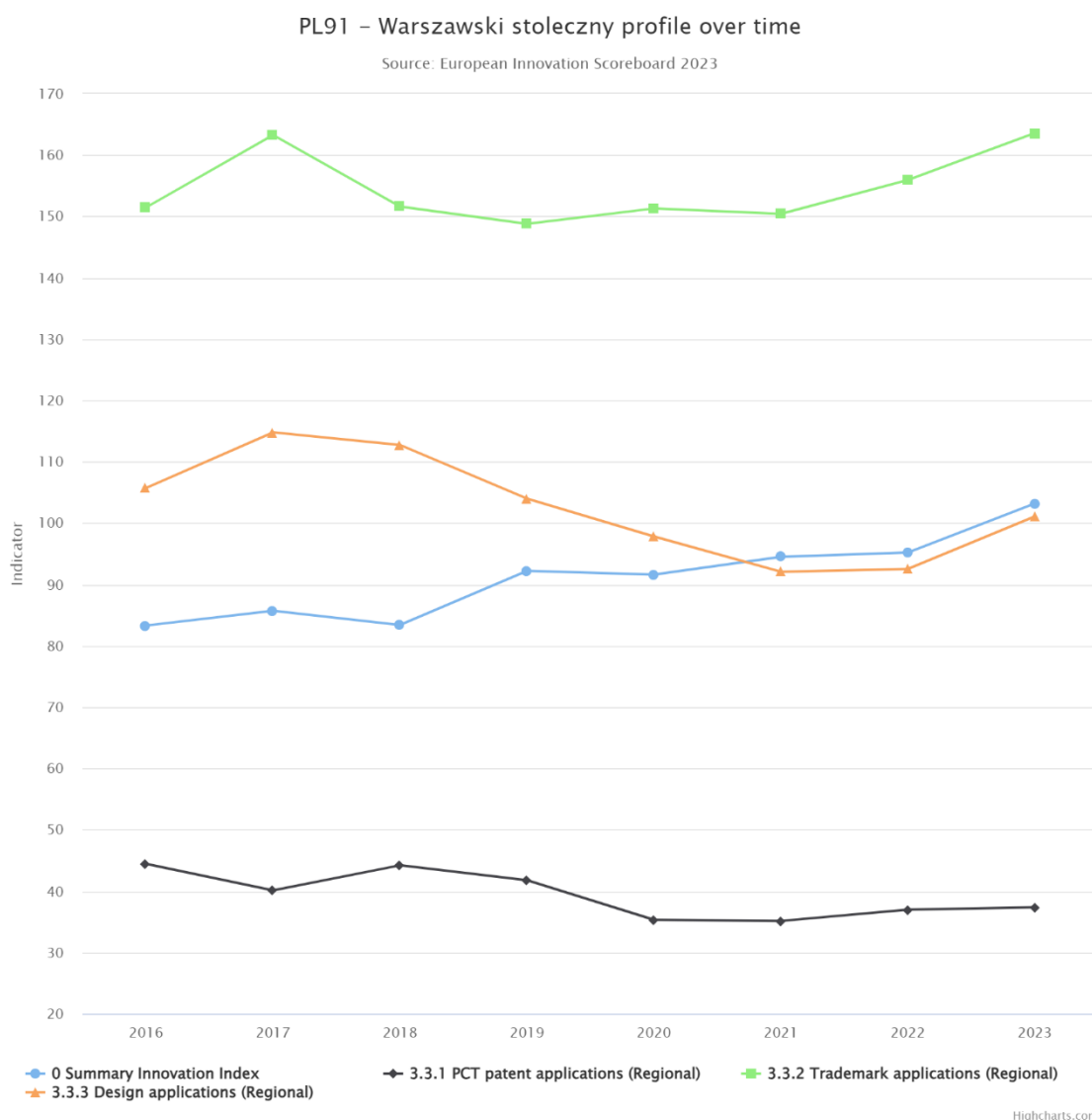
Zmniejszona aktywność dotycząca ochrony własności intelektualnej może wynikać ze zmiany polityki państwa, tj. zmniejszenia roli liczby patentów w procedurze przyznawania dotacji (aktualnie, po utworzeniu SBŁ, jest to subwencja) dla instytutów. Zgodnie z ustaleniami z badań jakościowych, eksperci związani z Instytutem uważają tę zmianę za korzystną, tj. odejście od odgórnego motywowania do tworzenia wniosków o ochronę własności intelektualnej. Patentowanie nie gwarantuje osiągnięcia przychodów z licencjonowania, gdyż patent musi znaleźć nabywcę, a także posiada wady (np. narażenie na imitację poza obszarem patentowania).

Pokaźny udział patentów związanych z grafenem, zgłaszanych głównie w drugiej dekadzie lat dwutysięcznych, związany był z jednej strony z licznymi programami rządowymi, z drugiej – z naturalnym zainteresowaniem badaczy nowym materiałem i oczekiwaniami dotyczącymi jego możliwych zastosowań. Zaangażowanie w badania grafenem w Polsce (jeśli mierzyć je liczbą zgłoszeń i uzyskanych praw ochrony własności intelektualnej) jest zbieżne z tendencjami światowymi, co prezentuje poniższy wykres.



Rysunek 4.6 Liczba patentów dla technologii (produktów) wykorzystujących grafen, źródło: A. Żołnierski, W. Cetera, D. Jaruga, J. Grzegorek, G. Sowula, Graphene and its Applications. Study on the Development trends in research and on the Implementation Potential using big data and Information Refining Methods, Journal of Nanotechnology Research, 4, 2022, s.117-124.

Aktywność Ł-IMIF w zgłoszeniach wniosków o ochronę praw własności intelektualnej możemy porównać do innych w jego najbliższym otoczeniu, czyli regionie warszawskim (stołecznym – wyodrębnionym z woj. mazowieckiego pod względem statystycznym oraz zasad dotyczących podziału subsydiów UE) na podstawie Regionalnego Rankingu Innowacyjności UE, umożliwiającego dla wybranych zmiennych porównanie regionów w kraju i poza nim.



Rysunek 4.7 Regional Innovation Scoreboard 2023 – Warszawa – Własność intelektualna, źródło: opracowanie własne.

Tendencje w badanym okresie 2016 – 2023 pokrywają się ze wskazanymi jako silne i słabe strony Polski w Europejskim Rankingu Innowacyjności (edycja 2023) – mniej zgłoszeń dotyczących międzynarodowej ochrony patentowej, więcej – znaków towarowych, natomiast zgłoszenia dotyczące wzorów użytkowych na podobnym poziomie. Wartości zmiennych mają charakter relatywny – jest to liczba wniosków o ochronę dla danej kategorii (patenty PCT, znaki towarowe, wzory użytkowe) do wartości Produktu Krajowego Brutto.

|                                                                                  |                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Kategorie, w których Polska wyróżnia się pozytywnie na tle pozostałych krajów UE | Kategorie, w których Polska wyróżnia się negatywnie na tle pozostałych krajów UE |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|

| (wartości dla wskaźników powyżej średniej dla UE)                                                                                                                                                                                                                                                               | (wartości dla wskaźników poniżej średniej dla UE)                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zgłoszenia wzorów użytkowych</li> <li>• Przedsiębiorstwa oferujące pracownikom szkolenia ICT</li> <li>• Mobilność między miejscami pracy w nauce i technologii</li> <li>• Zgłoszenia znaków towarowych</li> <li>• Odsetek ludności z wyższym wykształceniem</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Absolwenci studiów doktoranckich</li> <li>• Zgłoszenia patentowe PCT</li> <li>• Technologie związane ze środowiskiem</li> <li>• Innowatorzy procesów biznesowych</li> <li>• Wydatki na innowacje na pracownika</li> </ul> |

Tabela 4.4 Pozycja Polski w European Union Scoreboard 2023 – wybrane wskaźniki, źródło: opracowanie własne.

4.1.5 Wdrożenia, komercjalizacja oraz współpraca z przedsiębiorcami w Ł-IMIF Instytut współpracuje z otoczeniem gospodarczym w zróżnicowany sposób. Może być to:

- a) realizacja projektów z partnerem przemysłowym w celu wdrożenia i sprzedaży,
- b) realizacja projektów w celu tzw. wdrożenia wewnętrznego (tj. skierowanie wyników projektu do produkcji własnej),
- c) wykonywanie na specjalistycznej aparaturze badawczej usług komercyjnych (np. pomiarów),
- d) udziały w zewnętrznych podmiotach gospodarczych typu spin-off,
- e) wynajem powierzchni wraz z aparaturą badawczą,
- f) inne, niezwiązane sensu stricto z działalnością naukową („zwykły” wynajem powierzchni, np. magazynowej).

Proces komercjalizacji w IMIF zostanie przedstawiony w odniesieniu do podpunktów a-d.

W celu zintensyfikowania procesu komercjalizacji, w 2018 r. powołano w ITME dział komercjalizacji i marketingu. Po połączeniu (zgodnie z polityką Centrum Łukasiewicz) funkcjonuje jeden dział dla całego instytutu. Dział Komercjalizacji i Sprzedaży współpracuje z pionem badawczym (w ramach grup badawczych), oferując pomoc w

różnych wymiarach w zakresie swoich kompetencji. Zakres działalności obejmuje zarówno koncepcję pull (tj. pozyskiwanie klientów/partnerów, badania rynkowe na rzecz wniosków projektowych) jak i push (tworzenie spółek zależnych, czystość patentowa), a także działania strategiczne (np. zarządzanie portfelem technologii).

Zgodnie z bilansem za rok 2022 r., odnośnie komercjalizacji bezpośredniej, a więc samodzielnej sprzedaży, Instytut wykazuje przychody w dwóch kategoriach: opracowania i wykonania prototypów układów oraz opracowanie i wykonanie procesów technologicznych. Przez opracowania i wykonania prototypów układów należy rozumieć projektowanie układów scalonych i systemów (we współpracy z producentami światowymi w modelu fabless)<sup>324</sup>. Opracowanie i wykonanie procesów technologicznych dotyczy „(...) elektronolitografii, fotolitografii, litografii laserowej i nanostemplowania, trawienia plazmowego RIE/ICP, implantacji jonów oraz procesów termicznych”<sup>325</sup>.

Z punktu widzenia Ł-IMIF istotnym elementem komercjalizacji są projekty naukowo-badawcze z przedsiębiorcami. Typowy kształt takiego projektu zakłada wykonanie przez grupę badawczą Instytutu zleconych przez przedsiębiorcę badań, ewentualne opatentowanie opracowanego rozwiązania, podczas gdy wdrożenie i ewentualną sprzedaż realizują przedsiębiorcy.

Instytut dysponuje portfelem technologii na tyle dojrzałych, że nadających się do wykorzystania przez otoczenie gospodarcze. Przedstawiono je w poniższej tabeli.

| <b>Technologia</b>              | <b>Zastosowanie</b>                                                                                                                                                |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kwantowe lasery kaskadowe       | Komunikacja, monitorowanie środowiska, medycyna i przemysł obronny                                                                                                 |
| G-Flake® Graphene               | Akumulatory, materiały kompozytowe i powłoki mostów, jachtów, samochodów, silniki elektryczne, metalowe części                                                     |
| Grafen epitaksjalny             | Elektronika fal milimetrowych, detekcja THz, diagnostyka opartej o wysokotemperaturowe pole magnetyczne                                                            |
| Urządzenia na bazie azotku galu | Elektronika użytkowa, ładowanie bezprzewodowe, sektor ICT, centra danych, konwersja i magazynowanie energii, sterowanie silnikami elektrycznymi i oświetleniem LED |

<sup>324</sup> Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki, Oferta biznesowa Instytutu, <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/>, [dostęp: 20.08.2024]

<sup>325</sup> *Ibidem*.

|                                                  |                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Specjalistyczne układy scalone i rozwój systemów | Moduły Czujników Internetu Rzeczy, przetwarzanie sygnałów, przetwarzanie danych, cyberbezpieczeństwo, współprojektowanie sprzętu – oprogramowanie, ASIC, eksperymenty kosmiczne |
| Platforma oparta na Si                           | oparte na krzemie mikro i nanourządzenia do zastosowań interdyscyplinarnych, głównie przemysłowych, środowiskowych, obronnych i biomedycznych                                   |
| Moduły termoelektryczne                          | Chłodzenie urządzeń półprzewodnikowych                                                                                                                                          |
| Wkładka piezoelektryczna                         | Medycyna i sport                                                                                                                                                                |

Tabela 4.5 Technologie Ł-IMIF z zakresem zastosowań, źródło: opracowanie własne na podstawie: Technologie gotowe do użytku komercyjnego, <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/katalogi-do-pobrania/>, dostęp: 20.08.2024 r.

Poza komercjalizacją bezpośrednią, Instytut obejmuje również udziały w podmiotach powołanych w celu wdrożenia i komercjalizacji wyników odkryć naukowych (komercjalizacja pośrednia). Aktualnie jest to Ensemble 3 Sp. z o.o. w której Instytut posiada 100 % udziałów. Powstanie spółki jest związane z projektem o tożsamej nazwie, realizowanym przez Ł-IMIF oraz Uniwersytet Warszawski, z wkładem finansowym z programu Horizon 2020<sup>326</sup> (10,81 mln euro). Spółka jest wymieniana w pierwszej dziesiątce inicjatyw z największym wkładem finansowym przez Komisję Europejską<sup>327</sup>. Samo posiadanie spółki przez Instytut nie jest niczym szczególnym (zgodnie ze sprawozdaniami finansowymi, na 22 instytuty SBŁ 15 posiada zaangażowanie w kapitale lub 20% w ogólnej liczbie głosów). Specyfiką Ensemble 3 jest fakt, że z punktu widzenia klasyfikacji gospodarczej jest to spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, podczas gdy z punktu widzenia organizacji finansujących jest ona Centrum Doskonałości (w sensie doskonałości naukowej). Wskazuje to na zarówno naukowy, jak i gospodarczy cel powołanego podmiotu. Zakres działania określono jako technologie oparte na wzroście kryształów oraz materiały funkcjonalne o własnościach elektromagnetycznych, co

<sup>326</sup> Centra Doskonałości są obecne również w IX edycji Programów Ramowych UE Horizon Europe (2021 - 2027), Inicjatywa Teaming for Excellence: Tworzenie nowych lub modernizacja istniejących Centrów Doskonałości w krajach uczestniczących w rozszerzeniu poprzez strategiczne partnerstwa z wiodącymi instytucjami za granicą.

<sup>327</sup> [https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs\\_digit\\_dashboard\\_mt/public/sense/app/1213b8cd-3ebe-4730-b0f5-fa4e326df2e2/sheet/0c8af38b-b73c-4da2-ba41-73ea34ab7ac4/state/analysis/select/Programme/H2020/select/Country%20Code/PL](https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs_digit_dashboard_mt/public/sense/app/1213b8cd-3ebe-4730-b0f5-fa4e326df2e2/sheet/0c8af38b-b73c-4da2-ba41-73ea34ab7ac4/state/analysis/select/Programme/H2020/select/Country%20Code/PL) [dostęp: 22.07.2023]

stanowi kontynuację działalności jednego z zakładów dawnego ITME. Poza finansowaniem ze środków europejskich, występuje finansowanie ze źródeł krajowych (MAB – międzynarodowe agendy badawcze), uzasadnione ze względu na formę współpracy sieciowej (założeniem projektu jest zatrudnienie najlepszych naukowców polskich i zagranicznych).

#### 4.1.6. Projekty Ł-IMIF jako element procesu komercjalizacji

W Instytucie realizowanych jest kilkadziesiąt projektów naukowych i infrastrukturalnych (m.in. zakupu aparatury naukowej niezbędnej do badań) o wartości kilkuset milionów złotych. Są to projekty badań podstawowych (głównie Narodowego Centrum Nauki), badań przemysłowych i prac rozwojowych, realizowane we współpracy z przemysłem oraz firmami MŚP (finansowane ze środków budżetu państwa za pośrednictwem Centrum Sieci Badawczej Łukasiewicz oraz NCBR). Wymagają one dokonania analiz rynkowych, współpracy z partnerami przemysłowymi i podjęcia działań marketingowych (m.in. wizyt na targach przemysłowych) w celu wdrożenia i ewentualnej późniejszej komercjalizacji.

Ze względu na istotność dla Instytutu formuły projektowej prowadzenia badań naukowych, przeprowadzono analizę projektów realizowanych w Instytucie w odniesieniu do ustaleń teoretycznych (głównie zawartych w TRPK) oraz wyników badań jakościowych. Przeanalizowano 31 zakończonych projektów współfinansowanych, realizowanych od 2010 r. do maja 2023 r., które przewidywały możliwość wdrożeń. Typowa formuła projektu zakładała realizację przez Instytut badań na rzecz przedsiębiorcy zainteresowanego wdrożeniem. Możliwa była również sytuacja wdrożenia wewnętrznego (w kilku projektach). Efekty praktyczne projektów obejmowały:

- opracowanie technologii,
- patent,
- przekazanie do komercjalizacji przez przedsiębiorcę,
- opracowanie prototypu.

Projekty służyły rozwiązaniu problemu naukowego formułowanego w publikacjach naukowych lub sygnalizowanego przez przedsiębiorców, odpowiadały również na wyzwania społeczne (takie jak zdrowie, ochrona środowiska), a także określały parametry rozwiązania docelowego. W szczególności oparcie pomysłu na projekt na potrzebach wyrażanych przez wiele grup interesariuszy zwiększa szansę na wdrożenie,

podobnie jak zawarcie w koncepcji projektu analizy rynku (co było regułą w analizowanych projektach).

#### 4.1.7 Studium przypadku projektu naukowego

W celu zarysowania specyfiki funkcjonowania Ł-IMIF zostanie przedstawiony jeden z realizowanych projektów naukowych: „Przyrządy grafenowe na węgliku krzemu do detekcji pola magnetycznego w skrajnych warunkach temperaturowych”, finansowany z programu Lider Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Projekt realizowano od 1.01.2018 do 31.12.2021 r. Może on stanowić przykład rozwoju badań nad nanomateriałem, jakim jest grafen. Od publikacji przełomowego artykułu, opisującego udane pozyskanie warstwy grafenu<sup>328</sup> w 2004 r. do momentu zakończenia projektu minęło 14 lat, co należy uznać za krótki okres, biorąc pod uwagę, że mamy do czynienia z badaniami z dziedziny inżynierii materiałowej, które wymagają wielu lat badań podstawowych, zanim uzyskane rezultaty pozwalają na przejście na poziom badań przemysłowych (TRL II – IV). Na początku opracowywania technologii może nie być znane jej ostateczne zastosowanie; w poniższym przypadku będą to najprawdopodobniej elektrownie termojądrowe, ze względu m.in. na odporność na promieniowanie neutronowe<sup>329</sup>.

Problematyka komercyjnego zastosowania grafenu była poruszana w szeregu prac opublikowanych przez pracowników naukowych ITME i IMIF, głównie w kontekście badań o charakterze podstawowym lub wdrożeń na wczesnych poziomach TRL. Istotnym rozróżnieniem w przypadku tego nanomateriału jest sposób jego uzyskiwania: metody chemiczne służą do otrzymywania płatków grafenu, co sugeruje użycie m.in. w kompozytach, podczas gdy wypalanie w specjalistycznych piecach warstwy ciągłej i pokrywanie nią np. miedzi wskazuje na możliwe zastosowanie m.in. w przemyśle elektronicznym. Grafen płatkowy produkowany w IMIF jest bliższy zastosowania komercyjnego w takich dziedzinach przemysłu jak magazynowanie energii czy jako zabezpieczenie przed korozją<sup>330</sup>. Niestety w tym przypadku jego technologia jest również

---

<sup>328</sup> K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, et al. Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films. *Science* 306 (2004): 666-669.

<sup>329</sup> S. El-Ahmar, M. J. Szary, T. Ciuk, R. Prokopowicz, A. Dobrowolski, J. Jagiełło, M. Ziemia, Graphene on SiC as a promising platform for magnetic field detection under neutron irradiation, *Applied Surface Science*, Volume 590, 2022.

<sup>330</sup> Z. Matyjas, Graphene Flakes – Prospects for Commercialization, *Przedsiębiorczość i Zarządzanie* 2018, Vol. XIX, wyd. 6, cz. I, s. 305.

prostsza do wdrożenia i przeskalowania przez konkurencję (tj. zwiększenia wolumenu produkcji od produkcji niszowej do masowej), ponadto jako produkt substytucyjny można traktować nanowarstwy grafitu. W przypadku zastosowania masowego (tj. produkcji np. w dziesiątkach ton) najprostszą metodą jest uzyskiwanie grafenu płatkowego z grafitu, co oznacza przewagę konkurencyjną krajów posiadających złoża (w Europie jest to np. Norwegia). Przewagą IMIF jest wysoka jakość produkowanego materiału, szczególnie istotna dla zastosowań naukowych i badań (które obecnie dominują). „Dolina śmierci” dla grafenu otrzymywanego tą metodą wydaje się krótsza, jednakże występują inne ryzyka, o których wspomniano w części teoretycznej (np. przejęcia dużej części wartości generowanej przez innowację przez imitatorów).

Analiza ilościowa zastosowań grafenu z użyciem metod big-data wykonana w 2022 r. wskazuje na dominację zastosowań nanomateriałowych i elektrotechnicznych (charakterystyczne dla grafenu uzyskanego metodą ekstrakcji), na dalszych pozycjach występują zastosowania do magazynowania energii oraz biotechnologiczne (charakterystyczne dla grafenu płatkowego)<sup>331</sup>. Można to interpretować jako zwiększone wysiłki w celu uzyskania użytecznych komercyjnie rezultatów oraz potwierdzenie potencjalnych zastosowań nanomateriałów. Przedmiotowy projekt grafenowego czujnika wpisuje się w zastosowania elektrotechnologiczne. Kolejne badania ujawniły przydatność jego właściwości dla energetyki jądrowej<sup>332</sup>.

#### 4.2 Historia zastosowania TRIZ w Ł-IMIF

W 2017 roku odbył się pilotaż programu, w ramach którego trzech pracowników Instytutu brało udział w szkoleniu organizowanym przez firmę NOVISMO. Raport po szkoleniu, obejmujący zalecenia został przedstawiony ówczesnej Dyrekcji Instytutu. Ponadto, zorganizowane zostało seminarium pokazujące sukcesy tej metody w opracowywaniu nowych rozwiązań technologicznych.

W 2018 r. w ITME odbyły się dedykowane szkolenia dla kilkudziesięciu pracowników (głównie naukowych), mające na celu zapoznanie z narzędziami TRIZ. Szkolenia dotyczyły I i II poziomu certyfikacji.

Zakres szkolenia na poziomie I obejmował:

---

<sup>331</sup> A. Żołnierski, W. Cetera, D. Jaruga, J. Grzegorek, G. Sowula, Graphene and its Applications. Study on the Development trends in research and on the Implementation Potential using big data and Information Refining Methods. Journal of Nanotechnology Research, 4, 2022, s.117-124.

<sup>332</sup> T. Ciuk et al., High-Temperature Thermal Stability of a Graphene Hall Effect Sensor on Defect-Engineered 4H-SiC(0001), IEEE Electron Device Letters, Vol. 45, nr 10, październik 2024.

- analizę funkcyjną (w tym: analizę komponentów, analizę interakcji, modelowanie funkcyjne),
- analizę łańcucha przyczynowo-skutkowego wad,
- trimming,
- zasady wynalazcze (w tym: pojęcie sprzeczności technicznej, matryca sprzeczności, pojęcie sprzeczności fizycznej, rozwiązywanie sprzeczności fizycznych, rodzaje zasobów w TRIZ, baza efektów naukowych),
- poszukiwanie ukierunkowane funkcyjnie,
- uzasadnienie pomysłów.

Szkolenie zakończyło się egzaminem, w wyniku którego 26 uczestników uzyskało certyfikat MA TRIZ pierwszego poziomu.

Zakres szkolenia na poziomie II obejmował:

- analizę funkcyjną procesów,
- poszukiwanie ukierunkowane funkcyjnie i trimming w procesach technologicznych,
- transfer cech,
- Algorytm Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań (ARIZ),
- modelowanie wepolowe i system standardowych rozwiązań wynalazczych,
- krzywą S rozwoju systemów.

Podobnie jak poprzednio, szkolenie zakończyło się egzaminem, w wyniku którego 23 uczestników uzyskało certyfikat MA TRIZ drugiego poziomu.

Warto nadmienić, że w Polsce szkolenie MA TRIZ na poziomie pierwszym (stan na 18.10.2023 r.) ukończyło 718 osób, na poziomie drugim 154 osoby, na poziomie trzecim 28 osób, na poziomie czwartym 2 osoby, a na poziomie piątym jedna osoba. Oznacza to, że uczestnicy Ł-IMIF stanowią 3,2 % certyfikowanych w Polsce przez MA TRIZ ekspertów poziomu pierwszego oraz 14,9 % poziomu drugiego.

Efektem warsztatów było nie tylko rozpoczęcie prac nad niniejszym doktoratem wdrożeniowym (matryca sprzeczności technicznych zainspirowała autora do stworzenia w jego ramach TRPK), ale również realizacja projektu o charakterze wdrożeniowym przez pracowników Ł-IMIF (został on omówiony poniżej). Świadczy to o tym, że TRIZ pobudza u pracowników kreatywność (co jest zgodne z ustaleniami rozdziału na temat zastosowań nietechnicznych), zaś w przypadku Ł-IMIF – również myślenie w kategorii praktycznego zastosowania posiadanej wiedzy.

### *Metoda oznaczania próbek (IT'sME)*

Projekt dotyczył pierwotnie poprawy efektywności w jednym z projektów realizowanych w ITME, a ostatecznie opracowane zostało rozwiązanie pozwalające na monitorowanie obiegu próbki badawczej, wraz z dostępem do wszystkich badań jakie na niej wykonano<sup>333</sup>. Zakładał cztery cele:

- stworzenie prototypu bazy obsługującej obieg próbki w laboratorium, projekcie lub grupie badawczej,
- gromadzenie wiedzy i korzystanie z niej grupowo (w tym także historycznie),
- przyspieszenie pracy w przypadku poszukiwań wartości i parametrów dla danej próbki/procesu/charakteryzacji,
- pomoc w planowaniu kosztów, harmonogramów, czasu pracy urządzenia, analizie zużycia.

Projekt IT'sME miał na celu wprowadzenie systematycznego i uporządkowanego obiegu informacji o próbkach wytwarzanych w Instytucie. Ilość wytwarzanego materiału, różnorodność metod charakteryzacji i optymalizacja czasu na ich wykonanie wymagały wprowadzenia określonych procedur związanych z nazewnictwem, oznaczaniem i dostępem do konkretnych danych jak najszybciej i jak najprościej.

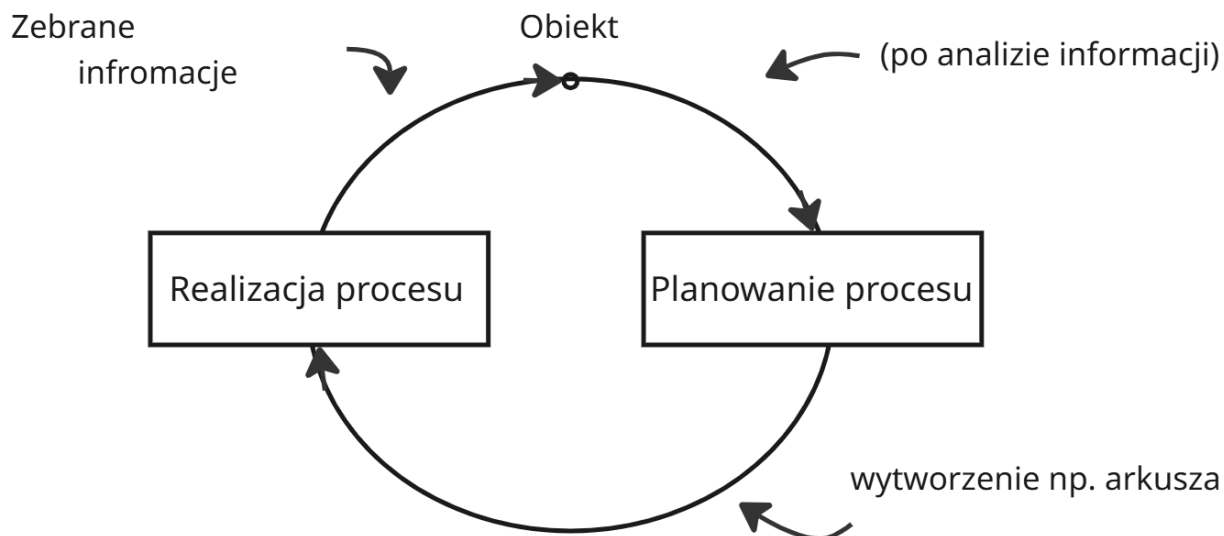
Tam, gdzie było to możliwe, planowano również użycie czytnika kodów i drukarki etykiet. Wytyczne dotyczące postępowania z próbką, kodem do niej przypisanym oraz tworzenia „historii” próbki (powinna podążać za próbką, być uzupełniana na każdym etapie, dane powinny być chronione) pochodziły z wcześniejszych, podobnych inicjatyw zrealizowanych w ITME.

Na rys. 3.7 przedstawiono przykładowy, pojedynczy cykl, jakiemu podlegała próbka.

---

<sup>333</sup> Prezentacja W. Kaszuba podsumowująca wyniki pilotażowego wdrożenia, ITME, 2019.

## Cykl dodawania informacji



Rysunek 4.8 Cykl dodawania informacji w projekcie IT'sME, źródło: opracowanie własne na podstawie prezentacji W. Kaszuba podsumowującej wyniki pilotażowego wdrożenia, ITME, 2019.

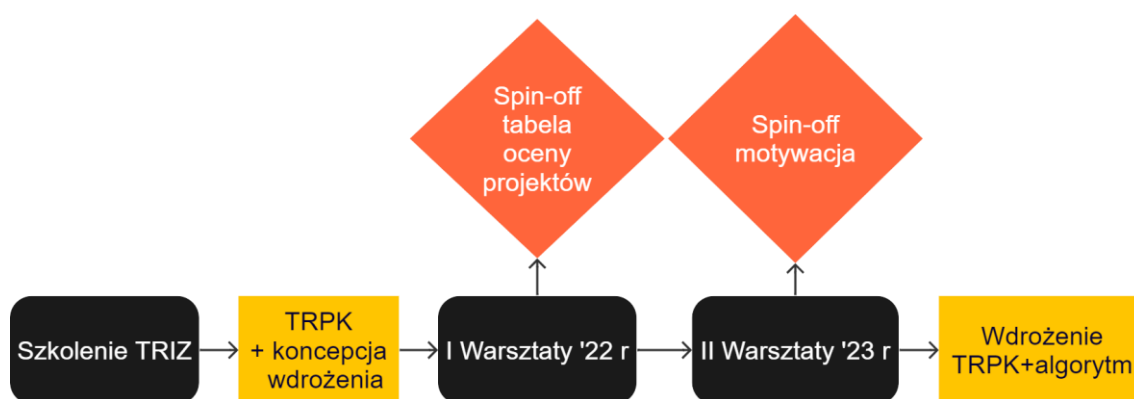
Zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku, po wytworzeniu próbki (obiekt) następowało planowanie procesu (charakteryzacja, nakładanie kontaktów, cięcie, itp.); po jego zakończeniu kartę próbki (w formie np. arkusza XLS) uzupełniano o wyniki danego procesu. Cykl był powtarzalny dla kolejnych operacji wytwarzanych na konkretnej próbce. Analiza danych następowała po zebraniu wyników. W czasie tworzenia narzędzia, do wyobrażenia całego skomplikowanego procesu zastosowano pochodzącą z TRIZ tzw. metodę małych ludzików (MML, eng. smart little people), opisaną w rozdziale dotyczącym TRIZ. Jeden „ludzik” miał za zadanie przeprowadzić próbkę przez planowanie procesu, jego realizację i umieścić wynik na karcie. Operacji na próbce mogło być bardzo wiele (ograniczeniem był program MS Excel, pozwalający na stworzenie maksymalnie 256 kolumn i miliona wierszy), w którym osadzona została baza danych w formie skryptu w języku VBA (Visual Basic for Applications).

Oznaczanie próbek zgodnie z opracowaną metodą okazało się skutecznym rozwiązaniem i jest nadal stosowane w ramach grupy.

## Rozdział 5 Adaptacja TRIZ do problematyki komercjalizacji

### 5.1 Zastosowanie opracowanego narzędzia w IMIF

Do poprawy procesu komercjalizacji w ITME, a w późniejszym okresie Ł-IMIF, wykorzystano formułę warsztatową, która służyła jednocześnie doskonaleniu zaproponowanego algorytmu rozwiązywania problemów procesu komercjalizacji, opisanego wcześniej w pracy. Każdorazowo prowadzący weryfikował stan wiedzy na temat barier procesu komercjalizacji (zarówno na podstawie wiedzy teoretycznej, której wyrazem jest rozdział I pracy, jak i doświadczenia) w odniesieniu do grupy docelowej (naukowcy zakładów / grup badawczych, pracownicy działu komercjalizacji). Na tej podstawie powstawały projekty typu spin-off, służące usunięciu barier w procesie komercjalizacji (schemat na rysunku poniżej).



Rysunek 5.1 Schemat powstania i wdrożenia metody TRPK, źródło: opracowanie własne.

Jeżeli w trakcie warsztatów grupa sygnalizowała, że rozwiązanie z literatury nie jest zgodne z doświadczeniami członków grupy, proponowano rozwiązanie bardziej ogólne. Jeśli któreś z zaproponowanych rozwiązań wzbudziło zainteresowanie, prezentowano szerszy kontekst zjawiska na podstawie badań, na których oparto rozwiązanie (np. generalne zależności między traktowaniem pracownika w przedsiębiorstwie a motywacją). Rozwiązania szczegółowe (3 typu) były formułowane przez grupę.

Następnie na podstawie rozwiązania tworzone konkretne działania do zrealizowania przez grupę lub prowadzącego. W przypadku pracy z grupą badawczą warsztaty odbyły się w dwóch turach. W celu usprawnienia pracy nad rozwiązaniem, w I turze przedstawiano schemat procesu komercjalizacji w Ł-IMIF, natomiast w II turze schemat rozwoju technologii.

Pierwsze warsztaty w roku 2022 zostały zrealizowane z działem komercjalizacji w dwóch turach, w odstępie dwutygodniowym. W ich ramach zaprezentowano wersję TRPK, która spotkała się z przychylnym przyjęciem kierownika działu, oraz zasygnalizowano szczególne oczekiwania dotyczące diagnozy potrzeb przedsiębiorców (co jest zgodne z wnioskami z przeprowadzonych badań jakościowych wskazano, że przedsiębiorcy nie są chętni do dzielenia się wiedzą na temat swoich przyszłych potrzeb). Ze względu na zróżnicowanie Instytutu (kilka grup badawczych, kilkaset zrealizowanych w ciągu ostatnich lat projektów naukowych i wdrożeniowych) uznano, że najlepszym możliwym źródłem wiedzy na temat potrzeb przedsiębiorców mogą być projekty naukowe, gdyż z reguły zawierają obowiązkowy element badania rynku (z wyjątkiem projektów badań podstawowych, gdzie jest on obecny w stopniu śladowym). Jednocześnie jest to element oceniany przez agendy dystrybuujące środki, w związku z tym uznano, że podniesienie jakości opisów tej części wniosku może przynieść podwójnie pozytywny efekt. Dla działu komercjalizacji byłaby to gotowa diagnoza wskazująca na potrzeby przedsiębiorców odnośnie danej grupy tematów badawczych. Przykładowo: jeżeli projekt dotyczyłby wykorzystania materiału „X” do poprawy właściwości np. paneli fotowoltaicznych, to dobrze przygotowana diagnoza wskazywałaby potencjalnych klientów i ich potrzeby, wynikające z wiedzy naukowca oraz badania rynku. Stąd jako efekt warsztatów powstał formularz oceniający projekty (opisany wcześniej w rozdziale dotyczącym zastosowania TRIZ w komercjalizacji na stronie 90).

Warsztaty II z grupą badawczą odbyły się w 2023 r. w dwóch turach. W celu usprawnienia pracy nad rozwiązaniem, w I turze przedstawiano schemat procesu komercjalizacji w Ł-IMIF, zaś w II turze schemat rozwoju technologii.

Poza prezentacją formularza oceny projektów, o którym była mowa wcześniej, warsztaty poświęcone były:

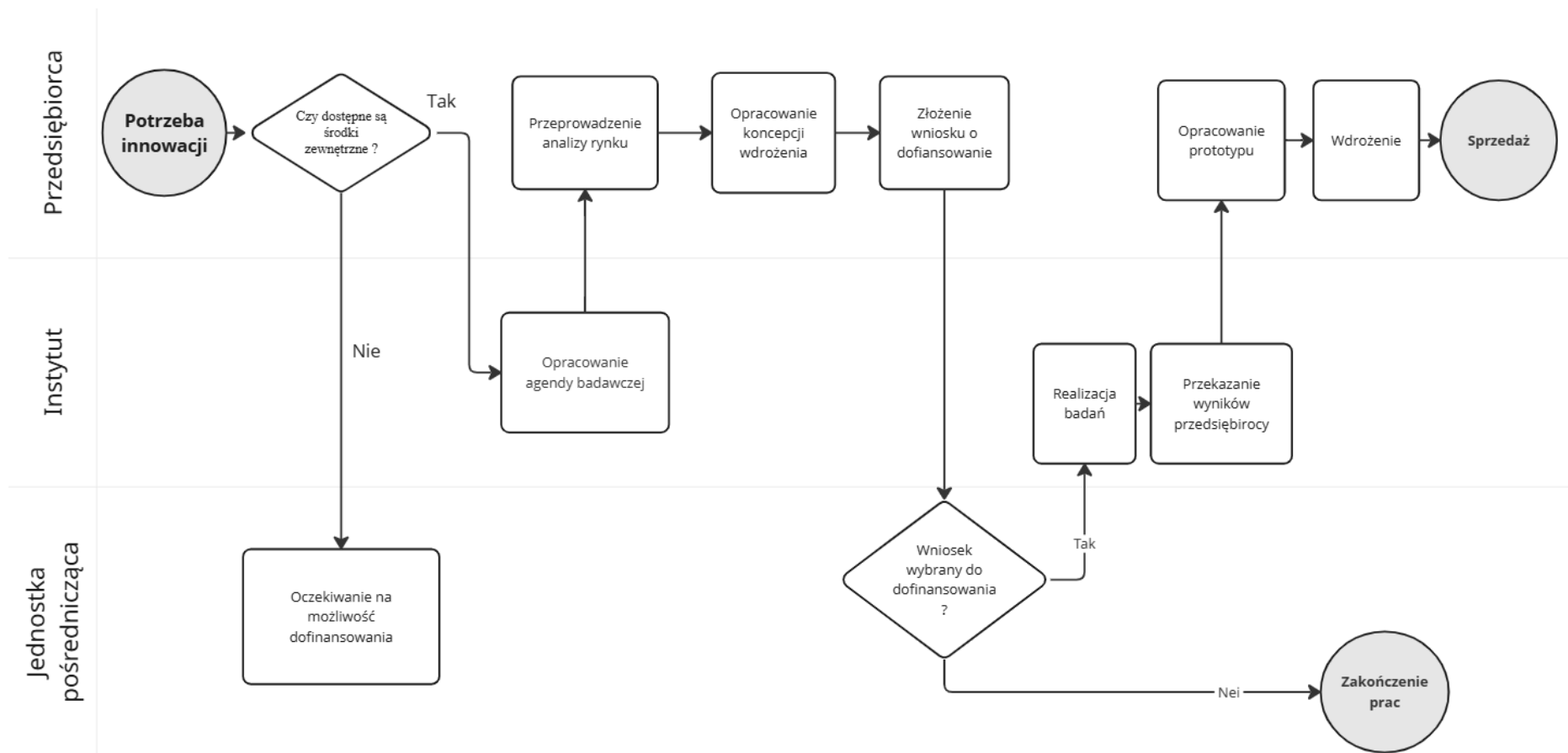
- prezentacji tabeli rozwiązywania problemów komercjalizacji,
- przedstawieniu modelu procesu komercjalizacji w IMIF (na podstawie przeanalizowanych projektów naukowo-wdrożeniowych).

Przed częścią praktyczną zaprezentowano teoretyczne ustalenia dotyczące możliwości spojrzenia na badania podstawowe z punktu widzenia praktycznego zastosowania przed ich rozpoczęciem – tzw. kwadrat Pasteura, który jest stosowany przez DARPA<sup>334</sup>. Model ten zakłada, że wybitni teoretycy w trakcie ograniczonego w czasie projektu rozwiązują

---

<sup>334</sup> R.E. Dugan, K.J. Gabriel, “Special Forces” Innovation: How DARPA attacks problems, Harvard Business Review, 2013, no. OCT.

zarówno problem o fundamentalnym znaczeniu dla nauki, jak i przygotowują wdrożenie (w przypadku DARPA – o znaczeniu militarnym dla przemysłu obronnego USA). Grupa uznała pomysł za interesujący, choć jego praktyczne wdrożenie w Instytucie wymagałoby dłuższych prac koncepcyjnych. Problemem zasygnalizowanym przed spotkaniem przez kierownika Grupy Badawczej było podniesienie motywacji w zespole.



Rysunek 5.2 Proces współpracy Ł-IMIF z otoczeniem gospodarczym, źródło: opracowanie własne.

W odpowiedzi przygotowano prezentację rozwiązania pochodzącego z TRPK:

*Włączenie do zespołu osób o motywacji pozamaterialnej oraz zastosowanie motywacji pozamaterialnej generalnie w zespole.*

Rozwiązania szczegółowe były formułowane przez grupę, w tym przypadku rozważano rolę pracy naukowej jako motywatora – uznano, że jej udział jest wystarczający dla motywacji pracowników. W szczególności wskazywano na możliwości twórcze, jakie daje np. pisanie publikacji w opozycji do pracy typowo produkcyjnej.

Kolejne warsztaty poświęcone były motywacji do pracy naukowej wyłącznie w ramach grupy badawczej. W tym celu dokonano schematyzacji problemu odnośnie do oczekiwanych przez kierownika rezultatów w postaci udziału pracowników w tworzeniu danej technologii, co jest procesem wieloletnim (typowy okres to dziesięć lat). Spośród proponowanych rozwiązań wstępną akceptację kierownika grupy zyskał pomysł cyklicznej prezentacji wkładu w technologię przez pracowników. Ze względu na długość procesu (10 lat) i prawdopodobną częstotliwość prezentacji (raz na kwartał), konieczny jest dalszy monitoring rezultatów zaproponowanego rozwiązania oraz ewentualne korekty / poszukiwanie innych rozwiązań.

Ponadto w ramach przeglądu literatury po warsztatach wskazano wybrane publikacje klasyków zarządzania odnośnie motywacji (P. Drucker, F. Herzberg<sup>335</sup>, W. Taylor) oraz teorie (behawioralna).

Podsumowując prace przeprowadzone w trakcie warsztatów należy wskazać, że rozwiązania zawarte w tabeli stanowiły podstawę do opracowania rozwiązań praktycznych, aczkolwiek w przypadku bardziej złożonych zjawisk (jak np. motywacja) konieczne było ich dodatkowe opracowanie w formie uzupełnień po warsztatach.

Doświadczenia z realizacji warsztatów w roku 2021 i 2022 wskazują, że korzystne jest zorganizowanie warsztatów wstępnych, poświęconych:

- a) diagnozie problemów w procesie komercjalizacji,
- b) dotarciu do problemów źródłowych w procesie za pomocą analizy RCA.

Zarówno warsztaty wstępne, jak i te poświęcone wypracowaniu rozwiązania powinny zawierać następujące elementy:

---

<sup>335</sup> F. Herzberg, One More Time: How Do You Motivate Employees?, Business Review, Vol. 81, No. 1, 1968, s. 87-96.

- a) sprawdzenie, czy zdiagnozowane problemy nie leżą poza zasięgiem wpływu grupy warsztatowej (np. wynikające z przepisów prawa, wymagające działań dyrekcji);
- b) analiza, czy któreś z ogólnych i szczegółowych rozwiązań wynikających z przeglądu literatury może mieć zastosowanie do danego problemu;
- c) opracowanie na podstawie rozwiązań ogólnych lub szczegółowych konkretnych działań (w formie projektu do realizacji);
- d) powołanie zespołu projektowego.

Rezultaty przeglądu literatury możemy podzielić ze względu na:

- narzędzia, które zalecają praktycy zarządzania do wykorzystania w celu poprawy rezultatów procesu komercjalizacji,
- etap procesu komercjalizacji, od badań podstawowych po wdrożenie i sprzedaż,
- problematykę dotyczącą zasobów, struktury, kadr organizacji oraz współpracy z otoczeniem (głównie partnerami),
- poziom zastosowania (dotyczące strategii przedsiębiorstwa względem innowacji lub rozwiązania problemów szczegółowych).

O podziale powinna decydować specyfika grupy, w pracy z którą będzie wykorzystywana tabela.

Po zakończeniu prac nad niniejszą rozprawą doktorską planuje się wdrożenie opracowanych narzędzi (formularza oceny projektów, algorytmu wraz z tabelą rozwiązań) w formie przyjęcia procedury wewnętrznej w Ł-IMIF.

## 5.2 Potencjał TRIZ-biznes do zastosowania w Wyzwaniach Łukasiewicza

Jedną z form współpracy sektora publicznego i przedsiębiorców z jednostkami naukowymi stanowią tak zwane wyzwania. Formułowane są przez ONZ w przypadku dotkliwych problemów rozwojowych, dla których poszukuje się rozwiązań technologicznych (np. oczyszczanie wody na terytoriach o niskim poziomie rozwoju gospodarczego i społecznego) czy Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w przypadku nowoczesnych technologii proekologicznych.

Do tej klasy należy zaliczyć również tzw. Wyzwania Łukasiewicza, czyli regularnie ogłaszane konkursy na rozwiązania zgłaszane przez przedsiębiorców (głównie krajowych) dla instytutów znajdujących się w Sieci Badawczej Łukasiewicza. Potrzeby przedsiębiorców czy społeczne mogą być również punktem wyjścia do prowadzenia badań podstawowych, o ile okaże się, że aktualny zasób wiedzy nie pozwala na rozwiązanie problemu. Konieczne jest jednak przetłumaczenie potrzeb użytkowników na parametry techniczne, w czym pomóc może TRIZ, poprzez integrację z wspomnianym wcześniej Quality Function Deployment.

Wkładem niniejszej pracy do dyscypliny naukowej – nauk o zarządzaniu i jakości jest określenie roli, jaką może pełnić TRIZ-biznes w narzędziu opracowanym przez organ centralny Sieci Badawczej Łukasiewicza, czyli Centrum Łukasiewicza, służącym intensyfikacji współpracy komercyjnej pomiędzy instytutami sieci a przedsiębiorstwami. Wyzwania Łukasiewicza to otwarty program zachęcający przedsiębiorców (np. poprzez ogłoszenie na stronie internetowej Centrum) do bezpłatnego opisanie problemu, z jakim mierzą się w swojej działalności i na jaki nie mogą znaleźć rozwiązania (zazwyczaj oznacza to, że nie jest ono dostępne na rynku, lub niemożliwe do wdrożenia, np. z powodu wymaganych parametrów infrastruktury czy braku innych zasobów). System działa w sposób następujący: centrala otrzymuje zgłoszenie od przedsiębiorcy, a następnie kieruje je do ogółu lub niektórych instytutów sieci, które z kolei dystrybuują je do odpowiednich grup badawczych. Jeżeli problem wyda się interesujący i możliwy do rozwiązania, grupa odpowiada CŁ (oczekiwany przez Centrum czas na reakcję jest krótki, zgodnie z oczekiwaniami przedsiębiorców), które w ramach wewnętrznego panelu ocenia zgłoszone propozycje i kontaktuje się z przedsiębiorcą. W ten sposób powstają pomysły na wspólne prace badawcze w kierunku opracowania nowych produktów czy procesów.

W tym kontekście TRIZ-biznes może być użyteczny do analizy i usprawnienia procesów realizowanych przez przedsiębiorstwo poprzez<sup>336</sup>:

- określenie listy możliwych rozwiązań,
- określenie wpływu (i sprzeczności) pomiędzy rozwiązaniami odnośnie trzech głównych celów usprawniania procesów: poprawy wydajności, obniżenia kosztu i poprawy jakości.

Przykładowo, na zaproponowanej przez H. J. Harringtona liście 41 rozwiązań usprawniających procesy znajduje się grupa „problemów z pracownikami”, a wśród nich „szkolenie pracowników”. Jest ono pozytywnie (pojedynczy +) skorelowane z wydajnością, bardzo pozytywnie (++) z jakością oraz negatywnie z kosztem procesu. W zależności od preferencji menadżera, to rozwiązanie może być korzystne, o ile priorytetem jest podniesienie jakości. Co warto podkreślić, dotyczy to tych aspektów problemów, które nie są stricte techniczne, ale mogą towarzyszyć problemom technicznym (w tym przypadku związanym z jakością) i które mogą znajdować się w sprzeczności. Bazowe rozwiązanie „szkolenie pracowników” wymaga oczywiście uszczegółowienia i wypełnienia treścią w ramach pracy grupy projektowej oddelegowanej do usprawnienia procesu.

Innym proponowanym przez autora zastosowaniem podejścia TRIZ-biznes jest wykorzystanie zmodyfikowanej TRPK, która może pomóc w rozwiązaniu problemów które mogą zastopować udany proces komercjalizacji i drożenia rozwiązania opracowanego w ramach Wyzwań. Modyfikacja łączyłaby TRPK z wybranymi kategoriami oceny rozwiązań zaproponowanych przez H.J. Harringtona.

Lista 41 rozwiązań H.J. Harringtona dotyczy ogółów procesów występujących w przedsiębiorstwie. Jej analiza wskazuje, że powstała z myślą o fazie eksploatacji, a nie eksploracji. Innowacje są traktowane jako jedno z rozwiązań listy i występują w kontekście usprawniania metod (zapewne chodzi o sposoby produkcji). Stąd rozwiązania w większości nie mogą być stosowane bezpośrednio do usprawnienia procesu realizacji wyzwań. Proponowana modyfikacja polega na użyciu wybranych rozwiązań z TRPK, jednocześnie uzupełniając listę o dwie z trzech kategorie oceny H.J. Harringtona (tj. wpływ na jakość i koszt). Kategoria produktywności, jako nieadekwatna do procesu komercjalizacji, została zastąpiona kategorią czasu (długość procesu innowacji jest istotnym czynnikiem dla przedsiębiorców odnośnie decyzji o realizacji projektów innowacyjnych). Tak uzupełnioną listę zaprezentowano w tabeli 5.1 poniżej. ‘+’ przy

---

<sup>336</sup> H. J. Harrington, *Lean TRIZ*, CRC Press, 2017, s. 50-63.

kategorii oznacza przewidywany pozytywny wpływ na kategorię procesu, ‘–’ negatywny, 0 neutralny. Przykładowo, rozwiązanie ‘Wypuść wersję podstawową i zbierz opinie z rynku’ ma neutralny wpływ na czas procesu (gdyż dokonaliśmy komercjalizacji, tyle że w mniejszym wymiarze), pozytywny na koszt (jest tańsza, niż docelowa, a także pozwala na generowanie przychodu w trakcie tworzenia innowacji docelowej) oraz pozytywny na jakość docelowego, bardziej skomplikowanego rozwiązania (gdyż będzie uwzględniało opinie i uwagi dla wersji podstawowej).

Autor postuluje włączenie opracowanej tabeli jako części zarządzenia Centrum Łukasiewicz skierowanego do ogółu instytutów SBŁ jako fakultatywnego elementu do stosowania w trakcie realizacji procesu obsługi poszczególnych wyzwań przedsiębiorców. Zarządzenie mogłoby zawierać w treści następujące sformułowanie: „W celu skrócenia czasu realizacji procesu innowacyjnego, obniżki kosztu lub podniesienia jakości (rozumianej jako dopasowanie do potrzeb użytkownika końcowego), w zależności od priorytetów kierownika projektu będącego efektem wyzwań Łukasiewicza, zaleca się stosowanie rozwiązań z niniejszej tabeli”.

| Rozwiązanie zawarte w źródle                                                                                                                                                                                                                                            | Czas | Koszt | Jakość |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|--------|
| Przydziel pracowników, którzy mają osobistą motywację do rozwiązania problemu (np. zdrowotną) <sup>337</sup> .                                                                                                                                                          | +    | +     | 0      |
| Zbierz opinie ludzi z różnych branż na temat problemu, który będziesz się starał rozwiązać. Zbierz opinie grup najbardziej zainteresowanych opracowywanym rozwiązaniem. Zbierz opinie osób z innych jednostek organizacji na temat problemów wdrożenia <sup>338</sup> . | -    | -     | +      |
| Wypuść wersję podstawową i zbierz opinie z rynku <sup>339</sup> .                                                                                                                                                                                                       | 0    | +     | +      |
| Deleguj elementy procesu innowacyjnego do grup pracowników <sup>340</sup> .                                                                                                                                                                                             | +    | -     | -      |
| Szukaj partnerów o podobnym portfolio projektów badawczych <sup>341</sup> .                                                                                                                                                                                             | -    | 0     | +      |

<sup>337</sup> H. DeMonaco, P. Oliveira, A. Torrance, C. Von Hippel, E. Von Hippel, When patients become innovators. MIT Sloan Management Review, 60(3), 2019, s. 81–88.

<sup>338</sup> C. B. Bingham, R. M. McDonald, Mastering Innovation’s Toughest ..., op.cit.

<sup>339</sup> P.J. Williamson, E. Yin, Accelerated innovation..., op.cit.

<sup>340</sup> *Ibidem*.

<sup>341</sup> L. Frølund, F. Murray, M. Riedel, Developing Successful..., op.cit.

|                                                                                                                                                                    |   |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| Postaw na długoterminową współpracę <sup>342</sup> .                                                                                                               | + | 0 | + |
| Ustal i monitoruj stan wskaźników dla współpracy <sup>343</sup> .                                                                                                  | + | - | + |
| Szukaj mniejszych rynków, dzięki którym będziesz mógł rozwijać produkt przed przejściem na kolejne <sup>344</sup> .                                                | - | + | 0 |
| Szukaj rynku, gdzie złożoność produktu jest niska i gdzie masz dostęp do najbardziej potrzebnych komponentów <sup>345</sup> .                                      | + | + | 0 |
| Poszukaj nowego rynku dla technologii poprzez sprawdzenie w bazach patentów, gdzie jej funkcjonalności mają już zastosowania <sup>346</sup> .                      | - | + | + |
| Zdecyduj o wejściu w nowy obszar, jeżeli praca do wykonania dla klienta jest taka sama jak obecnie <sup>347</sup> .                                                | + | 0 | + |
| Sprawdź, jaki jest stopień nieznanomości rynku, czy rynek jest wystarczająco duży, czy klienci będą mogli i będą chcieli kupić opracowany produkt <sup>348</sup> . | - | - | + |
| Ogranicz udział użytkowników – ekspertów do 40% zespołu projektowego <sup>349</sup> .                                                                              | 0 | 0 | + |
| Zdefiniuj szczegółowo problem, na który oczekujesz rozwiązań w postaci innowacji <sup>350</sup> .                                                                  | - | 0 | + |
| Wskaż ograniczenia projektu dla rozwiązania problemu <sup>351</sup> .                                                                                              | - | 0 | + |
| Odrzucaj projekty, jeśli nie dysponujesz zasobami do realizacji lub wypożycz zasoby <sup>352</sup> .                                                               | + | 0 | 0 |

<sup>342</sup> *Ibidem*.

<sup>343</sup> *Ibidem*.

<sup>344</sup> J. V. Sinfield, F. Solis, Finding a Lower-Risk..., op.cit.

<sup>345</sup> M. Reeves, , T. Fink, , R. Palma, J. Harnoss, Harnessing the secret structure of innovation, MIT Sloan Management Review, 59(1), 2017, s. 36–41.

<sup>346</sup> M. Arena, , R. Cross, , J. Sims, , M. Uhl-Bien, How to catalyze..., op.cit.

<sup>347</sup> C. M. Christensen, T. Bartman, D. van. Bever, The Hard Truth About Business Model Innovation, MIT Sloan Management Review, September 2016.

<sup>348</sup> G. Day, Is It Real?..., op.cit.

<sup>349</sup> R. Katila, Too Many Experts..., op.cit.

<sup>350</sup> S. D. Anthony, D. S. Duncan, M. A. Pontus, Innovation Isn't the Answer to All Your Problems, Harvard Business Review, June 2015.

<sup>351</sup> *Ibidem*.

<sup>352</sup> *Ibidem*.

|                                                                                                                               |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| Wykreuj tani produkt oparty na innowacyjnej technologii <sup>353</sup> .                                                      | + | + | - |
| Zmień umowy zatrudnienia na długotrwałe, dostosowane do długości procesu komercjalizacji od pomysłu do rynku <sup>354</sup> . | 0 | 0 | + |
| Przeprowadź wywiady z odbiorcami <sup>355</sup> .                                                                             | - | - | + |
| Znajdź firmy, które mają pracowników potrafiących zrozumieć technologię twojej innowacji <sup>356</sup> .                     | + | 0 | + |
| Twórz produkty podatne na poprawki po wdrożeniu <sup>357</sup> .                                                              | + | - | 0 |
| Stwórz tani produkt skoncentrowany na głównych funkcjach <sup>358</sup> .                                                     | + | + | - |
| Prowadź badania na podstawie potrzeby społecznej <sup>359</sup> .                                                             | - | 0 | + |

Tabela 5.1 Wybrane rozwiązania TRPK dla wyzwań Łukasiewicza, źródło: opracowanie własne.

### 5.3 Sprzeczności w naukach o zarządzaniu

Jedno z głównych narzędzi TRIZ, matryca sprzeczności technicznych, wskazuje typowe sposoby radzenia sobie ze sprzecznościami leżącymi w możliwych rozwiązaniach problemów technicznych. Sprzeczności nie występują oczywiście wyłącznie w świecie techniki, rzeczywistość polityczna, społeczna i gospodarcza również nie są od nich wolne. Wśród klasyków analizujących sprzeczności od strony filozoficznej czy też polityki gospodarczej wymienić można Hegla i Marksa. W badaniach organizacji możemy także wyróżnić nurt koncentrujący się na sprzecznościach. W literaturze anglojęzycznej często spotykanymi terminami pokrewnymi są: kontradycje (contradictions) oraz paradoks (paradox). Odnoszą się one do dwóch przeciwstawnych sił, które muszą być brane pod uwagę przez menadżera w czasie podejmowaniu decyzji. Mogą to również być sprzeczności, przed jakimi staje badacz formułujący model

<sup>353</sup> G. P. Pisano, You need an innovation..., op.cit.

<sup>354</sup> W. Frick, When Treating Workers Well..., op.cit.

<sup>355</sup> T. Eisenmann, Why Start-ups..., op.cit.

<sup>356</sup> A. Arora, S. Belenzon, S. Jungkyu, Why the U.S. innovation ecosystem, op.cit.

<sup>357</sup> W. McKinley, S. Latham, M. Braun, Don't Treat Innovation..., op.cit.

<sup>358</sup> N. Radjou, J. Prabhu, 4 CEOs..., op.cit.

<sup>359</sup> R.E. Dugan, K.J. Gabriel, "Special Forces" Innovation..., op.cit.

teoretyczny w naukach o zarządzaniu i jakości<sup>360</sup>. Klasyczny dylemat dotyczy konieczności stosowania jednocześnie strategii eksploatacji istniejących produktów, jak i eksploracji, w celu poszukiwania nowych<sup>361</sup>. Jest to sprzeczność pomiędzy aktualnymi potrzebami organizacji (które lepiej zaspokaja eksploatacja, zwiększając przychody, umożliwiając np. wzrost płac, a więc także motywacji pracowników), a przyszłymi (kiedy w wyniku innowacji przełomowych lub usprawnień przychody spadną, lub organizacja ulegnie likwidacji). Często zalecanym rozwiązaniem jest stosowanie maksymy 70%-20%-10%, odnoszącej się do stopnia koncentracji wysiłków organizacji kolejno na bieżącej działalności oraz kilkuletniej i wieloletniej perspektywie, co w przypadku innowacji oznacza usprawnienia istniejących produktów, innowacje na rynkach przyległych oraz najbardziej ryzykowne, ale potencjalnie najbardziej dochodowe, innowacje przełomowe. Rozwiązanie sprzeczności pomiędzy potrzebami dziś i jutra opiera się na podziale zasobów organizacji. Negatywnym skutkiem takiej strategii jest utrata 1/3 zasobów, którą można by ograniczyć, np. poprzez imitację w miejsce innowacji (co jest o ok 1/3 mniej kosztowne).

Sprzeczność pomiędzy eksploracją a eksploatacją możemy przedstawić jako sprzeczność między celami strategicznymi (zyski-innowacje przełomowe), kierowaniem się aktualnymi potrzebami klienta i próbą wdrożenia innowacji, oraz wzajemnie niezbędnymi dla innowacji zapałem i dyscypliną<sup>362</sup>. Kategoryzacje na podstawie przeglądów literatury wskazują na konkurencyjne wartości, takie jak organizowanie versus konieczność uwzględnienia sprzecznych oczekiwań odnośnie sukcesu, a także sposoby radzenia sobie ze sprzecznościami<sup>363</sup>. Jedno z podejść badawczych do kontradycji, konfliktów i paradoksów organizacyjnych obejmuje postawę polegającą na godzeniu się przez menadżerów (czy też członków organizacji) z występowaniem sprzeczności, a nie próbą ich rozwiązywania (jeżeli miałyby to prowadzić do konfliktu – perspektywa paradoksu). Z kolei zgodnie z dialektyką, dwie sprzeczne postawy czy elementy prowadzą poprzez transformację do powstania nowej wartości<sup>364</sup>. Nowe

---

<sup>360</sup> M. S. Poole, A. H. van de Ven, Using Paradox to Build Management and Organization Theories, *The Academy of Management Review* Vol. 14, No. 4 (Oct., 1989), pp. 562-578 (17 pages).

<sup>361</sup> M. J. Benner, M. Tushman, Process Management and Technological Innovation: A Longitudinal Study of the Photography and Paint Industries, *Administrative Science Quarterly*, 47 (2002): 676-706.

<sup>362</sup> C. Andriopoulos, M. W. Lewis, Exploitation-Exploration Tensions and Organizational Ambidexterity *Organization Science* 20(4), pp. 696-717

<sup>363</sup> W. K. Smith, M. W. Lewis, Toward a theory of paradox: A dynamic equilibrium model of organizing, *Academy of Management Review* 2011, Vol. 36, No. 2, 381-403.

<sup>364</sup> T. J. Hargrave, A.H. Van de Ven, Integrating dialectical and paradox perspectives on managing contradictions in organizations, *Organization Studies* 2017, Vol. 38(3-4), s. 325.

rozwiązanie ma jednak charakter nietrwały, gdyż nie zmienia podstawowych sprzeczności, które ujawnia się w nowej opozycji<sup>365</sup>.

Wspólną cechą obu podejść jest uświadomienie sprzeczności sformułowanej jako konflikt będący podstawą dla innowacyjności<sup>366</sup>. Spojrzenie na przedsiębiorczość z perspektywy paradoksu może oznaczać, że jest on immamentną cechą określającą przedsiębiorstwo, poprzez niekończący się cykl pojawiających się możliwości, wymagających dostosowania, występujący razem z planowym działaniem (co wydawałoby się sprzecznością)<sup>367</sup>.

Występowanie sprzeczności może być, wbrew pozorom, uznawane za cenne, o ile organizacja potrafi je zintegrować w nową wartość, jak w przypadku np. przedsiębiorstw projektujących produkty (można nazwać takie zachowanie strategią integracji)<sup>368</sup>. W tym przypadku chodzi o zmianę stanu psychicznego pracowników z negatywnych skutków napięcia na pozytywne cele doskonałości<sup>369</sup>. Inne sposoby radzenia sobie ze sprzecznościami to rozdzielenie w czasie lub przestrzeni (strukturalne w ramach przedsiębiorstwa)<sup>370</sup>. W przypadku pracy grupowej napięcia i sprzeczności mają swoją wartość, a proste sposoby zmierzające do ich rozwiązania bez dogłębnego zrozumienia przyczyn mogą prowadzić do odwrotnych skutków niż zamierzone<sup>371</sup>.

Sposoby, za pomocą których organizacje zarządzają sprzecznościami pomiędzy istniejącymi produktami a potrzebami innowacji mogą skupiać się na zarządzaniu zespołowym skoncentrowanym na liderze, którzy bierze na siebie ciężar łączenia kontradycji oraz zespołach, które koncentrują się na wewnętrznych procesach prowadzących do equilibrium pomiędzy eksploatacją a eksploracją<sup>372</sup>. Wydzielenie innowacji do odrębnego podmiotu może być konieczne, o ile istniejące produkty dominują nad innowacją<sup>373</sup>.

---

<sup>365</sup> W. K. Smith, M. W. Lewis, Toward a theory of paradox..., op.cit, s. 386-387.

<sup>366</sup> *Ibidem*, s. 327.

<sup>367</sup> A. Ropo, J. G. Hunt, Entrepreneurial Processes as Virtuous and Vicious Spirals in a Changing Opportunity Structure: A Paradoxical Perspective. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 1995, 19(3), s. 91-111.

<sup>368</sup> C. Andriopoulos, M. W. Lewis, Managing Innovation Paradoxes: Ambidexterity Lessons from Leading Product Design Companies, *Long Range Planning*, Volume 43, Issue 1, 2010, Pages 104-122.

<sup>369</sup> *Ibidem*.

<sup>370</sup> *Ibidem*.

<sup>371</sup> K. K. Smith, D. N. Berg, Paradoxes of Group Life: Understanding Conflict, Paralysis, and Movement in Group Dynamics, 1st Edition, John Wiley & Sons, 1997.

<sup>372</sup> W.K. Smith, M. L. Tushman, Managing Strategic Contradictions: A Top Management Model for Managing Innovation Streams, *Organization Science*, vol. 16, no. 5, 2005, pp. 522-36.

<sup>373</sup> *Ibidem*.

W tym kontekście warto przytoczyć ciekawy przykład instytucji badawczych, w których zachodzi odwrotny proces – organizacje skoncentrowane na eksploracji posiadają mniejsze kompetencje do tworzenia samodzielnie produktów i sprzedaży, stąd powoływane są przedsiębiorstwa odpryskowe, które mają wypełnić tę lukę. Niedomagania modelu eksploracji (ekstremalny poziom ryzyka) w kierunku przełomowych odkryć są rekompensowane przez pośredników (głównie publicznych), co paradoksalnie powoduje, że konieczność wysiłku w kierunku tworzenia produktów jest bardziej ryzykowna, niż eksploracja. Jest to zrozumiałe, jeśli weźmie się pod uwagę główny trzon finansowania instytucji w długim okresie, jakim są badania zlecane przy współudziale przedsiębiorców o charakterze eksploracyjnym. To decyduje o bagażu doświadczeń, składzie kadry oraz zasobach technicznych instytucji. Wysiłki Sieci Badawczej Łukasiewicz od początku zmierzały do narzucenia instytucjom logiki eksploatacji, co ignorowało zasoby instytucji. Inne sprzeczności, które występują w związku lub wokół procesu komercjalizacji mogą dotyczyć konfliktów wewnątrzgrupowych w ramach powoływanych konsorcjów (nieodzownych ze względu na brak zasobów każdego z podmiotów wchodzących w ich skład do samodzielnego przeprowadzenia całego procesu od pomysłu do wdrożenia). Paradoxy tych czasowo funkcjonujących grup mogą dotyczyć: rozbieżności interesów organizacji, konfliktu pomiędzy osobowościami naukowca i przedsiębiorcy czy też być charakterystyczne dla wszystkich grup jako takich, jak konflikty wynikające ze spotkania różnych indywidualności, doświadczeń czy punktów widzenia. Różnice kulturowe mogą nasilać tendencje odśrodkowe w grupach (prowadząc nawet do rozpadu) w przypadku współpracy międzynarodowej, która nie jest w przypadku instytucji badawczych niczym niezwykłym. Jako przykład autor niniejszej pracy może podać negocjacje ze stroną chińską, których był świadkiem – Chińczycy dopuszczali podpisanie dokumentu o współpracy, który miał być przygotowany ad hoc, w trakcie spotkania, co było zupełnie niezrozumiałe i nieakceptowalne dla Europejczyków<sup>374</sup>. Nie mniej istotne mogą być konflikty wewnątrzorganizacyjne, w ramach funkcjonujących grup zadaniowych (występujących pod nazwą np. zakładów naukowych, grup badawczych itp.). Proste zmierzanie do stłumienia konfliktów bez zrozumienia wartości wkładu odmiennych punktów widzenia w tożsamość grupy może nie być optymalną strategią, gdyż bycie

---

<sup>374</sup> Prawdopodobnie wiąże się to z innym postrzeganiem wartości formalnego ustanowienia współpracy – mniej istotnego dla Chińczyków, którzy stawiają na bezpośrednie relacje międzyludzkie, tzw. Quanxi (np. P. Hessler, *Przez drogi i bezdrożna. Podróż po nowych Chinach*, 2013, Wydawnictwo Czarne).

grupą zakłada paradoks tworzenia wspólnych więzi przez różniące się od siebie jednostki<sup>375</sup>. Szczególnie w przypadku badań naukowych, które wiążą się ze zdecydowanie wyższym poziomem niepewności co do ścieżki prowadzącej w kierunku założonego rezultatu, podkreślana jest rola swobody prowadzenia badań naukowych oraz autonomii naukowca. Wiąże się z tym oczywiście sprzeczność z kulturą organizacji eksploatacyjnych (przedsiębiorców czy administracji państwowej), charakteryzującej się wyższym poziomem dyscypliny i dążeniem do konformizmu. Przedsiębiorcy, wobec paradoksu kreatywności i potrzeby stabilizacji jednocześnie, mogą – podobnie jak to się dzieje w grupach – cedować chaos związany z procesem twórczym na pracowników instytutów badawczych (K. Smith i D. Berg piszą, że zazwyczaj w grupach procesy kreatywnej destrukcji realizowane są przez 1 lub 2 osoby) w ramach grup zadaniowych realizujących projekty badawczo-wdrożeniowe.

Eksperci, z którymi przeprowadzono wywiady pogłębione (omówione w rozdziale 3), nakreślili jeszcze jedną sprzeczność – koncepcję naukowca-przedsiębiorcy. Nawiązaniem do tej koncepcji jest misja Sieci Badawczej Łukasiewicz „Science is Business” (Nauka to przedsiębiorczość/ działalność komercyjna). Część ekspertów uważała, że skuteczne łączenie tych ról jest niemożliwe (tj. sprzeczność odbija się negatywnie na jakości pracy przedsiębiorcy i naukowca). Ponadto zdaniem jednego z ekspertów, wprowadzanie naukowców w świat przedsiębiorczości i uświadamianie im korzyści jakie niesie spowoduje, że stracą zapał do pracy naukowej. Inni uważali, że jest to nieodzowne w dzisiejszym świecie. Kluczową kwestią jest ustalenie, co jest istotą tej sprzeczności postaw (jak wyjaśniliśmy wcześniej, istnienie sprzeczności nie oznacza konieczności jej zniesienia, a nawet może mieć pozytywne konsekwencje). Kwestia godzenia ról naukowca i przedsiębiorcy nie jest nieznana literaturze. W szczególności wskazano, że jedną ze składowych roli tzw. Principal Investigator (główny badacz, np. kierownik grupy badawczej) obok zadań związanych z rozwijaniem kontaktów naukowych, wykonywania badań i kierowaniem projektami jest postawa przedsiębiorcy<sup>376</sup>. Z drugiej strony naukowcy, angażujący się w działania komercyjne starają się zachować pierwszorzędność tożsamości naukowca<sup>377</sup>. Podwójna tożsamość,

---

<sup>375</sup> K. K. Smith, D. N. Berg, *Paradoxes of Group Life...*, op.cit.

<sup>376</sup> C. O’Kane, V. Mangematin, J. A. Zhang, J. A. Cunningham, *How university-based principal investigators shape a hybrid role identity*, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 159, 2020, 120179.

<sup>377</sup> S. Jain, G. George, M. Maltarich, *Academics or entrepreneurs? Investigating role identity modification of university scientists involved in commercialization activity*, *Research Policy*, Volume 38, Issue 6, 2009, Pages 922-935.

naukowca i przedsiębiorcy, mają raczej charakter wspierający dla komercjalizacji, niż konfliktogeny na poziomie psychologicznym i generujący bariery dla działań komercjalizacyjnych<sup>378</sup>. Nie każdy naukowiec zostanie przedsiębiorcą, ale wykazywanie ponadstandardowej aktywności naukowej oraz postaw zarządczych może być dobrym wskazaniem do zainteresowania przedsiębiorczością opartą o wyniki badań naukowych. W podrozdziale 4.1.4 wskazano na jakich stanowiskach mogą być zatrudniani pracownicy SBL. Warto podkreślić, że nazewnictwo jest charakterystyczne dla przedsiębiorstw produkcyjnych, z celowym pominięciem struktury charakterystycznej dla uczelni, czyli takich stanowisk jak adiunkt czy profesor. Ma to na celu wzmocnienie wysiłku w celu reorientacji pracowników działu badawczego na działalność wdrożeniową i odejście od tzw. czystej nauki (czyli dominacji badań podstawowych i publikacji).

W wymiarze indywidualnym nie sposób pominąć czynnika postrzegania własnej skuteczności, które jest niezbędne do podjęcia decyzji o założeniu (bądź nie) przedsiębiorstwa<sup>379</sup>. W przypadku naukowców możemy mieć do czynienia ze zjawiskiem błędnego koła – trudności z wdrożeniem do praktyki gospodarczej osiągnięć naukowych, wynikające z czynników zewnętrznych, m.in. upadku przemysłu wobec konkurencji z Azji, może rodzić poczucie braku skuteczności, a to z kolei prowadzi do braku wiary w potencjalną skuteczność bycia menadżerem własnego przedsiębiorstwa.

## 5.4 Badania w działaniu

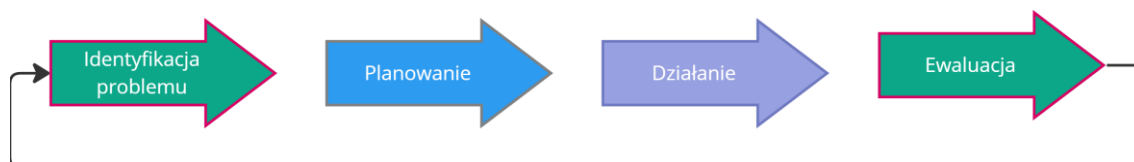
Niniejsza praca ma charakter doktoratu wdrożeniowego. Z tego względu prowadzone badania bliskie były formuły user-driven research, czyli badań inspirowanych potrzebami klienta końcowego, ale także koncepcji badań w działaniu (action research). W szczególności cykl realizowanych prac odpowiadał cyklowi badań w działaniu<sup>380</sup>.

---

<sup>378</sup> M. Wang, D. Soetanto, J. Cai, et al., Scientist or Entrepreneur? Identity centrality, university entrepreneurial mission, and academic entrepreneurial intention. *Journal of Technology Transfer*, 2022, 47, s. 119–146.

<sup>379</sup> K. Wennberg, S. Pathak, E. Autio, How culture moulds the effects of self-efficacy and fear of failure on entrepreneurship, *Entrepreneurship & Regional Development*, 2013, 25:9-10

<sup>380</sup> D. Coghlan, Action Research: Exploring Perspectives on a Philosophy of Practical Knowing *Academy of Management Annals*, Vol. 5, No. 1, 1 Jun 2011, s. 57.



Rysunek 5.3 Etapy badania w działaniu, źródło: opracowanie własne na podstawie D. Coghlan, *Action Research: Exploring Perspectives on a Philosophy of Practical Knowing*.

Identyfikacja problemów badawczych następowała w toku corocznych warsztatów z pracownikami Ł-IMIF. Po nich następował etap planowania i realizacji badań (głównie w formie przeglądów literatury i innych danych wtórnych) odpowiadających na zdiagnozowane pytania. Przygotowane rozwiązania, w formie prezentacji lub narzędzi, były prezentowane użytkownikom końcowym i przez nich testowane, a następnie przekazywano opinie na temat ich użyteczności oraz ewentualnych mankamentów (ewaluacja). Było to zgodne ze wskazówkami jednego z pionierów teorii praktycznego zastosowania badań społecznych w działaniu, K. Lewina, wg którego najlepszym testem zrozumienia danego zjawiska jest jego systematyczna zmiana na drodze eksperymentu<sup>381</sup>. Realizowane badania miały na celu zmianę w organizacji, i to na poziomie możliwie najbliższym realizacji (działu komercjalizacji i sprzedaży oraz grupy badawczej). Koncepcja badania w działaniu oznacza rezygnację z bezwzględnego stosowania paradygmatu badacza – bezstronnego obserwatora na rzecz podejścia mieszanego (z jednej strony obserwacja, z drugiej – punktowa interwencja). Naukowy charakter badania został zagwarantowany poprzez opieranie się głównie na źródłach naukowych jako podbudowie działań praktycznych oraz tworzonych narzędzi. Ewaluacja oraz krytyka ze strony potencjalnych użytkowników końcowych pozwoliła na każdorazową zmianę kierunku poszukiwań badawczych w celu jak najlepszego dopasowania do potrzeb klienta. Zastosowanie rezultatów badań w praktyce zbliżyło realizację części wdrożeniowej pracy do konsultingu, co w przypadku badań stosowanych w dziedzinie zarządzania i jakości w zasadzie jest nieodzowne<sup>382</sup>.

Jednym z podstawowych problemów w trakcie wprowadzania zmian w organizacji jest niezrozumienie przez uczestników procesów, że najczęściej oni sami również przyczyniają się do powstania problemów, o które obwiniają innych. Dzieje się tak z

<sup>381</sup> Ch. Argyris, *Knowledge for action. A guide to overcoming barriers to organizational change*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1993, s. 8-11.

<sup>382</sup> M. Saunders, P. Lewis, A. Thornhill, *Research Methods For Business Students*, Seventh Edition, 2016, Pearsons Education Limited, s. 10.

powodu stosowania logiki rozwiązywania problemów zgodnej z tzw. modelem I korekcji zachowań prowadzących do błędu, który zaproponował Ch. Argyris<sup>383</sup> (tzw. uczenie w pętli pierwszej) wobec modelu II, skierowanego na zmianę wartości, jakimi kierują się członkowie organizacji, będących podbudową szkodliwych zachowań, co gwarantuje trwałą zmianę. W celu minimalizacji zachowań w ramach modelu I stosowano w czasie warsztatów zasadę, że omawiane są tylko problemy dotyczące wszystkich zebranych oraz możliwe do implementacji przez nich.

---

<sup>383</sup> Ch. Argyris, Knowledge for action..., op.cit.

## Podsumowanie

Na zakończenie przeprowadzonych analiz i badań należy stwierdzić, że ogólny cel pracy w postaci rozszerzenia stosowania TRIZ do analizy i rozwiązywania kolejnych zagadnień na dalszych etapach po opracowaniu rozwiązania został osiągnięty poprzez zidentyfikowanie i wskazanie istniejących rozszerzeń TRIZ (tzw. TRIZ-biznes). Obejmują one transfer technologii, rozwiązywanie problemów procesu sprzedaży, identyfikację obiecujących patentów ze względu na etap rozwoju technologii oraz udoskonalenie procesów w przedsiębiorstwie. Ze względu na wdrożeniowy charakter pracy, w osiągnięcie celu ogólnego wkład miały podjęte działania praktyczne. Po pierwsze opracowano tabelę rozwiązań problemów komercjalizacji, bazującej na wykonanym przeglądzie literatury naukowej, przedstawiając je w wersji szczegółowej, jak i uogólnionej. Stosowanie tabeli jest możliwe w ramach stworzonego algorytmu grupowego rozwiązywania problemów komercjalizacji, na który składają się następujące etapy: diagnoza i schematyczny opis problemu, wskazanie rozwiązań szczegółowych z literatury bądź opracowanie rozwiązania na podstawie uogólnionych rozwiązań z tabeli, sformułowanie rozwiązania w formie projektu do zrealizowania w okresie po warsztatach. Wreszcie, w odpowiedzi na wyrażone potrzeby pracowników Ł-IMIF, opracowano kwestionariusz oceny potencjału komercjalizacyjnego projektu z elementami TRIZ. Całość została poddana pilotażowemu wdrożeniu w ramach pracy z jedną z grup badawczych Ł-IMIF.

Praca obejmowała również szczegółowe cele badawcze. Pierwszym z nich było przedstawienie uwarunkowań ekonomicznych, prawnych i kulturowych komercjalizacji. Stwierdzono, że czynniki ekonomiczne warunkujące komercjalizację to dostęp do kapitału, w szczególności do środków publicznych, dla okresu po zakończeniu badań podstawowych a wdrożeniem, wewnętrzna spójność i komplementarność kolejnych ogniw systemu grantowego, koncentracja w pobliżu przedsiębiorstw technologicznych oraz korzystny system podatkowy promujący innowacje. Z kolei czynniki prawne mogą stanowić bariery spowalniające obrót własnością intelektualną, o ile są własnością podmiotów publicznych, podobnie jak ograniczenia bioetyczne. Z drugiej strony rozwiązania prawne mogą stanowić akcelerator dla komercjalizacji, jeżeli wymuszają, ze względu na ochronę innych wartości (ochrona środowiska czy zdrowia), odejście od aktualnie stosowanych technologii. Uwarunkowania kulturowe dotyczą różnic pomiędzy kulturą i wartościami przedsiębiorstw (efektywność, zysk ekonomiczny), jednostek

naukowych (doskonałość naukowa, poziom nowości) i publicznych agend nadzorujących oraz grantodawczych (zgodność z formalnymi procedurami). Na poziomie jednostek jest to różnica pomiędzy rolą przedsiębiorcy a naukowca, i próba pogodzenia obu, a także promocja odpowiednich liderów w lokalnych środowiskach naukowych, upowszechniających postawy sprzyjające komercjalizacji.

Kolejny z celów szczegółowych dotyczył odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób TRIZ może pomóc naukowcom w tworzeniu innowacji (poprzez wywiady przeprowadzone z pracownikami oraz zewnętrznymi ekspertami-praktykami TRIZ). Z doświadczeń ekspertów wynika, że możliwe zastosowania dotyczą tworzenia metod pomiarowych, opracowania stanowisk badawczych, planowania i rozwiązywania problemów pojawiających się w trakcie realizacji projektów naukowych. TRIZ jest również pomocny w czasie współpracy z przemysłem, a także jeżeli pracownik naukowy stworzy własne przedsiębiorstwo produkcyjne (spin-off).

Celem pracy było również wskazanie dodatkowych uwarunkowań dla skutecznego wdrożenia TRIZ w jednostkach naukowych. Podkreślono konieczność organizacji działań grupowych po szkoleniu – w szczególności istotna jest rola menadżerów będących promotorami stosowania TRIZ, w innym przypadku nabyta wiedza zaczyna zanikać.

W rezultacie przeprowadzonych analiz odpowiedziano również na pytanie, w jaki sposób TRIZ jest wykorzystywany do problematyki zarządzania (poprzez analizę dostępnych publikacji dotyczących zastosowania TRIZ w zarządzaniu oraz w czasie wywiadów pogłębionych z ekspertami). Dzieje się to poprzez modyfikację bazowych narzędzi i połączenie z innymi metodami (analizą procesową, LEAN), rozszerzanie ich poprzez dołączanie np. komponentu ludzkiego. Szczególnie przydatny może być w procesie podejmowania decyzji odnośnie wyboru rynku dla innowacji, poprzez m.in. określenie dojrzałości technologii, a także dla zarządzania strategicznego. Analiza funkcyjna i zmodyfikowane wersje łańcucha przyczynowego wad również znalazły zastosowanie do analizy problemów / sprzeczności pojawiających się w funkcjonowaniu przedsiębiorstw (np. sprzedaży). Wreszcie czterdzieści zasad wynalazczych można stosować bezpośrednio do problemów z dziedziny zarządzania jako sposób przełamania inercji psychicznej.

Ostatni z celów szczegółowych pracy dotyczył przedstawienia szczególnych uwarunkowań komercjalizacji odnośnie produkcji układów elektronicznych w przypadku Łukasiewicz-IMIF. Wskazano, że potencjał do komercjalizacji w przypadku

Łukasiewicz-IMIF jest kształtowany głównie poprzez decyzje o charakterze politycznym (dotyczące alokacji środków publicznych) na poziomie krajowym oraz europejskim. Jest to spowodowane rosnącymi kosztami produkcji elektronicznej, które (przy założeniu posiadania pełnego łańcucha produkcji) już dawno przekroczyły możliwości pojedynczego państwa. Potencjał na poziomie mikro jest kształtowany głównie poprzez trwającą od lat współpracę z nielicznymi krajowymi przedsiębiorstwami branży elektronicznej i pokrewnymi (np. fotonika, produkcja laserów). Zarówno analizy z wykorzystaniem algorytmów sztucznej inteligencji jak i zawarte w pracy studium przypadku komercjalizacji jednego z projektów naukowych Ł-IMIF potwierdziły potencjał istotnego, specjalistycznego zastosowania grafenu w przemyśle, co jest warte podkreślenia ze względu na potencjał badawczo-produkcyjny Ł-IMIF w tym zakresie. Niewielka dochodowość (w porównaniu do dużych kosztów) produkcji elektronicznej nie świadczy o jej małym znaczeniu; przeciwnie, powszechność stosowania czipów, ich rola nie tylko w produkcji cywilnej, ale również wojskowej wymusza działania publiczne w celu zapobieżenia paraliżowi gospodarczemu w sytuacji niedoboru. Stanowi to szansę na rozwój Instytutu, poprzez zwiększone nakłady na zakup urządzeń badawczych, zatrudnienie, projekty badawcze oraz pojawianie się nowych partnerów do współpracy komercyjnej, w tym zagranicznych o ugruntowanej pozycji. Stąd komercjalizacja może zostać zrealizowana w ramach trzech sformułowanych modeli: zdecentralizowanej współpracy z podmiotami krajowymi, tworzenia spółek spin-off oraz formułującego się modelu paneuropejskiego.

## Bibliografia

1. Abramov O.Y., TRIZ-assisted Stage-Gate Process for Developing New Products, *Journal of Finance and Economics*, 2014, Vol. 2, No. 5.
2. Altshuller G.S., Creativity as an exact science. Theory of the solution of inventive problems, Gordon and Breach Publishers, Studies in Cybernetics:5, 1998 r.
3. Altszuller G. S., Elementy twórczości inżynierskiej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1983.
4. Alvarez A., Ritchey T., Applications of General Morphological Analysis, *Acta Morphologica Generalis*, Swedish Morphological Society, AMG Vol. 4 No. 1, 2015.
5. Andriopoulos C., Lewis M. W., Exploitation-Exploration Tensions and Organizational Ambidexterity *Organization Science* 20(4).
6. Andriopoulos C., Lewis M. W., Managing Innovation Paradoxes: Ambidexterity Lessons from Leading Product Design Companies, *Long Range Planning*, Volume 43, Issue 1, 2010.
7. Anthony D., David S. Duncan, Pontus M.A. Siren, Build an Innovation Engine in 90 Days, 2014, *Harvard Business Review*, December.
8. Anthony S. D., Johnson M. W., Sinfield J. V., Institutionalizing Innovation, *MIT Sloan Management Review* 49, no. 2 winter 2008.
9. Appel I., Farre-Mensa J., Simintzi E., Patent trolls and startup employment, *Journal of Financial Economics*, 2019.
10. Arena M., Cross R., Sims J., Uhl-Bien M., How to catalyze innovation in your organization. *MIT Sloan Management Review*, 58(4), 2017.
11. Argyris Ch., Knowledge for action. A guide to overcoming barriers to organizational change, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1993.
12. Arora A., Belenzon S., Jungkyu, S., Why the U.S. innovation ecosystem is slowing down, *Harvard Business Review*, 2019.
13. Awal Z. Ibn, Hasegawa K., A Study on Accident Theories and Application to Maritime Accidents, *Procedia Engineering*, Volume 194, 2017.
14. Bąkowski A., Matusiak K.B., Innowacje i transfer technologii: słownik pojęć. PARP, 2011.
15. Bahcall S., The Innovation Equation. The most important variables are structural, not cultural, *Harvard Business Review*, March–April 2019.
16. Baldini N., University patenting and licensing activity: A review of the literature. *Research Evaluation*, 15(3), 2016.
17. Bandarian R., (2007), Evaluation of commercial potential of a new technology at the early stage of development with fuzzy logic, *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 2 wyd 4.

18. Barski R., Matusiak K. B., Guliński J. System transferu technologii i komercjalizacji wiedzy w Polsce: siły motoryczne i bariery, PARP, 2010.
19. Barszcz M. (red), Komercjalizacja B+R dla praktyków, 2016, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa.
20. Baumann O., Bergenholtz C., Frederiksen L., et al. Rocket Internet: organizing a startup factory, *Journal of Organization Design*, 2017, 7, 13.
21. Baumann O., Stieglitz N., Don't Offer Employees Big Rewards for Innovation, *Harvard Business Review*, 2014 June.
22. Becerra E. P., Badrinarayanan V., The influence of brand trust and brand identification on brand evangelism, *Journal of Product & Brand Management*, Vol. 22 No. 5/6, 2013.
23. Benbya B. H., Alstyne M. Van, How to Find Answers Within Your Company, *MIT Sloan Management Review*, 52(2), 2011.
24. Benner M. J., Tushman M. L., Exploitation, exploration, and process management: The productivity dilemma revisited. *Academy of Management Review*, 28(2), 2003.
25. Benner M. J., Tushman M. L., Process Management and Technological Innovation: A Longitudinal Study of the Photography and Paint Industries, *Administrative Science Quarterly*, 47, 2002.
26. Berinato S., Defend your research: Sometimes, less innovation is better, *Harvard Business Review*, 2017, lipiec-sierpień.
27. Bianchi M., Campodall'Orto S., Frattini F., Vercesi P., Enabling open innovation in small - and medium-sized enterprises: how to find alternative applications for your technologies. *R&D Management*, 40(4), 2010.
28. Bieńkuńska A., Ciecieląg P., Góralczyk A., Haponiuk M., Wiczorkowski R., Jakość życia i kapitał społeczny w Polsce. Wyniki badania spójności społecznej 2018, GUS, Warszawa, 2020.
29. Birkinshaw J., Bouquet C., Barsoux L. J, The 5 Myths of Innovation | *MIT Sloan Management Review*, 52(2), 2011.
30. Bingham C. B., McDonald R. M., Mastering Innovation's Toughest Trade-Offs, *MIT Sloan Management Review*, 63(4), 2022.
31. Binns A., O'Reilly C., Tushman M., *Corporate Explorer: How Corporations Beat Startups at the Innovation Game*, Wiley, 2022 r.
32. Birdi K., Leach D., Magadley W., Evaluating the impact of TRIZ creativity training: an organizational field study. *R&D Management*, 42(4), 2012.
33. Bobier J. F., Coulin A. D., Morez C., Emerson G., Wagle K., Gourévitch A., *An Investor's Guide to Deep Tech*, Boston Consulting Group, November 2023.
34. Bonnin Roca J., O'Sullivan E., The role of regulators in mitigating uncertainty within the Valley of Death. *Technovation*, 109, 2022.

35. Bozeman B., Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(4–5), 2000.
36. Breznitz D., The Cardinal Sins of Innovation Policy, *Harvard Business Review*, 2014/7.
37. Breznitz S. M., From Ivory tower to industrial promotion: The case of Yale University and the biotechnology cluster in New Haven, *Building Technology Transfer Within Research Universities: An Entrepreneurial Approach*, 2014.
38. Brown T., Design Thinking, *Harvard Business Review*, czerwiec 2008.
39. Burt R., Structural Holes and Good Ideas, *American Journal of Sociology* Tom 110 Number 2, wrzesień 2004.
40. Calcagnini G., Favaretto I., Models of university technology transfer: analyses and policies, *Journal of Technology Transfer*, 41, 2016.
41. Carayannis E. G., Campbell D. F.J., Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems. 21st-Century Democracy, Innovation, and Entrepreneurship for Development, Springer, 2012.
42. Cavallucci D., Eltzer T., Improving the relevance of R&D'S problem solving activities in inventive design context (Conference Paper), *Proceedings of ICED 2007, the 16th International Conference on Engineering Design* Volume DS 42, 2007.
43. Cetera W., Gogołek W., Żołątnicki A., Jaruga D., Potential for the use of large unstructured data resources by public innovation support institutions, *Journal of Big Data*, 2022.
44. Chan Kim W., Mauborgne R., It's time to dispel the myth that innovation must be disruptive. Nondisruptive creation is an alternative path to growth. *MIT Sloan Management Review*, 60(3), 2019.
45. Chmura P., Poka-Yoke, w: Stadnicka D. (red.), *Lean Manufacturing. Kompendium Wiedzy*, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2021.
46. Christensen C. M., *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, 2016.
47. Christoph B., Christopher M., Udo L., Designing new concepts for household appliance with the help of TRIZ, w: *Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17)*, Vol. 4: Design Methods and Tools, Vancouver, Canada, 21.-25.08.2017.
48. Chybowska D., Chybowski L., A review of TRIZ tools for forecasting the evolution of technical systems. *Management Systems in Production Engineerings*, 2019, Volume 27, Issue 3.
49. Chybowska D., Chybowski L., Wiśnicki B., Souchkov V., Krile S., Analysis of the opportunities to implement the BIZ-TRIZ mechanism. *Engineering Management in Production and Services*, 11(2) 2019, 19-30.
50. Chybowski L., *Analiza drzewa niezdatności. Podstawy teoretyczne i zastosowania*. Wydawnictwo Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin 2017 za: Chybowski L.,

Analiza drzewa niezdatności – wprowadzenie do metody, *Industrial Monitor – produkcja i utrzymanie ruchu*, Nr 2/(26) 2017.

51. Chybowski L., Chybowska D., Metody tworzenia innowacyjnych rozwiązań technicznych – FOS, czyli poszukiwania zorientowane na funkcję. *Industrial Monitor – produkcja i utrzymanie ruchu*, Nr Q1/(19) 2016.
52. Chybowski L., Metody tworzenia innowacyjnych rozwiązań – wepola i TRIZ-owskie rozwiązania standardowe, *Industrial Monitor - produkcja i utrzymanie ruchu*, Nr 3/(32) 2018.
53. Chybowski L., The usage of the Miniature Dwarfs method in the improvement of passenger ship construction, 2017, *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin*, 51.
54. Ciuk T. et al., High-temperature Thermal Stability of a Graphene Hall Effect Sensor on Defect-engineered 4H-SiC(0001), in *IEEE Electron Device Letters*.
55. Coghlan D., Action Research: Exploring Perspectives on a Philosophy of Practical Knowing, *Academy of Management Annals*, Vol. 5, No. 1, 1 Jun 2011.
56. Colombo M. G., Guerini M., Rossi-Lamastra C., et al., The “first match” between high-tech entrepreneurial ventures and universities: the role of founders’ social ties. *The Journal of Technology Transfer* 47, 2022.
57. Cornelius P. B., Gokpinar B., Sting F. J., How temporary assignments boost innovation, *MIT Sloan Management Review*, 62(3), 2021.
58. Corstjens, M. , Carpenter G.S., Hasan T.M., The promise of targeted innovation. *MIT Sloan Management Review*, 60(2), 2019.
59. Czy ze środków EFRR skutecznie wspierano rozwój inkubatorów przedsiębiorczości? Sprawozdanie specjalne nr 7, Europejski Trybunał Obrachunkowy.
60. Day G. S., Is it real? Can we win? Is it worth doing? Managing risk and reward in an innovation portfolio. *Harvard Business Review*, 2007,85(12).
61. De Alvarenga R., Junior O.C., Estorilio C.C.A., Venture Building Strategies: How Universities’ Acceleration Programs Could Improve Based on this Approach, 2023. w: Deschamps, F., Pinheiro de Lima, E., Gouvêa da Costa, S.E., G. Trentin, M. (eds) *Proceedings of the 11th International Conference on Production Research – Americas. ICPR 2022*.
62. De la Tour et al., From Tech to Deep Tech. Fostering collaboration between corporates and startups, Boston Consulting Group, 2017.
63. Dhawan E., Why Your Innovation Team Needs a Lawyer, *Harvard Business Review*, lipiec 2016.
64. Domb E., Mlodozieniec A., Using TRIZ to Accelerate Technology Transfer in the Pharmaceutical Industry, European TRIZ Association TRIZ Futures Conference, Florence Italy, November 3-5, 2004.
65. Drucker P.F., *Praktyka zarządzania*, MT Biznes, Warszawa 2017.

66. Dumania P., Utworzenie PEWA i TEWA oraz powstanie ITE i NPCP, w: M. Sikora, High-tech za żelazną kurtyną. Elektronika, komputery i systemy sterowania w PRL, Instytut Pamięci Narodowej, Katowice 2017.
67. Dugan R. E., Gabriel K.J., "Special Forces" Innovation: How DARPA attacks problems, Harvard Business Review, 2013, no. OCT.
68. East Europe Report. Science & Technology, Joint Publications Research Service Arlington VA, 26.02.1984 r.
69. Edmondson A. C., Strategies for Learning from Failure, Harvard Business Review, kwiecień 2011.
70. Eisemann T., Why startups fail, Currency, New York, 2021.
71. El-Ahmar S., Szary M. J., Ciuk T., Prokopowicz R., Dobrowolski A., Jagiełło J., Ziemba M., Graphene on SiC as a promising platform for magnetic field detection under neutron irradiation, Applied Surface Science, Volume 590, 2022.
72. Fayemi P. E., Crubleau P., Richir S., Restoring TRIZ Approach to Ease a Technology Transfer, Procedia Engineering, Volume 131, 2015.
73. Feinleib D., Why startups fail, Apress, 2012 r.
74. Fernet C., Torrès O., Austin S., St-Pierre J., The psychological costs of owning and managing an SME: Linking job stressors, occupational loneliness, entrepreneurial orientation, and burnout, Burnout Research, Volume 3, Issue 2, 2016.
75. Filipkowski A. Stan i perspektywy rozwojowe elektroniki, w: II Kongres Nauki Polskiej: Materiały i dokumenty, Tom II, część 2, PAN.
76. Fini R., Rasmussen E., Wiklund J., Wright M., Theories from the Lab: How Research on Science Commercialization Can Contribute to Management Studies, July 2019, Journal of Management Studies, Vol. 56, Issue 5, 2019.
77. Florida R., Hathaway I., How the geography of startups and innovation is changing, Harvard Business Review, 2018.
78. Ford G. S., Koutsy T.M., Spiwak L.J., A Valley of Death in the Innovation Sequence: An Economic Investigation. SSRN Electronic Journal, 2011.
79. Freeman C., The "National System of Innovation" in historical perspective, Cambridge Journal of Economics, 19(1), 1995.
80. Freiberg B., Matz S., Founder personality and entrepreneurial outcomes: A large-scale field study of technology startups. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2023, nr 19 Vol. 120.
81. Frick W., When Treating Workers Well Leads to More Innovation, Harvard Business Review Digital Articles, 2015.

82. Friedman J., Silberman J., University Technology Transfer: Do Incentives, Management, and Location Matter? *The Journal of Technology Transfer* 28, 17–30 2003.
83. Fryges H., Stepping In and Out of the International Market: Internationalisation of Technology-Oriented Firms in Germany and the UK, *ZEW Discussion Papers*, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim, No. 04-65, 2004.
84. Frølund L., Murray F., Riedel M., Developing Successful Strategic Partnerships With Universities, *MIT Sloan Management Review*, 59(2), 2018.
85. Furr N., Shipilov A., Building the right ecosystem for innovation, *MIT Sloan Management Review*, 59(4), 2018.
86. Furseth P.I., Cuthbertson R., The right way to spend your innovation budget, *Harvard Business Review*, 2018, vol. August.
87. Gamboa P., Singgih M.L., Lean Manufacturing Improvement Using ECRS and TRIZ Methods: Literature Review, *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering & Operations Management*; Surakarta, Indonesia, September 14-16, 2021.
88. Gao H., Hsu P., Li K. Innovation Strategy of Private Firms. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2018, 53(1), 1.
89. GEM (Global Entrepreneurship Monitor) (2023). *Global Entrepreneurship Monitor 2023/2024 Global Report: 25 Years and Growing*. London: GEM.
90. Gierulski W., Hnydiuk-Stefan A., Kaczmarska B., Łobejko S., Santarek K., Wiśniewska J., *Komercjalizacja wyników badań i innowacyjnych rozwiązań w Polsce*, Polska Akademia Nauk, Komitet Inżynierii Produkcji, 2018, Polskie Towarzystwo Zarządzania Innowacjami.
91. Goel R. K., Göktepe-Hultén D., Academic leadership and commercial activities at research institutes: German evidence. *Managerial and Decision Economics*, 39(5), 2018.
92. Goldberg I., Berg-Andersson B., Rouvinen P., *A study on R&D tax incentives: final report*, European Commission, Directorate-General for Taxation and Customs Union, Publications Office, 2015.
93. Gompers P., Gornall W., Kaplan S.N., Strebulaev I.A., How Venture Capitalists Make Decisions, *Harvard Business Review*, 99(2), 2021.
94. Góralski A., *Zadanie, metoda, rozwiązanie*, WNT, Warszawa 1980.
95. Gordon S. R., Tarafdar M., The IT Audit That Boosts Innovation, *MIT Sloan Management Review*, 2010, no. Summer.
96. Gordon W. J.J., *Synectics. The Development of Creative Capacity*, Harper & Row, 1961.
97. Górka K., Ocena wybranych aspektów rozwoju inkubatorów przedsiębiorczości w Polsce na tle rozwoju rynku inkubatorów przedsiębiorczości w Stanach Zjednoczonych, *Zarządzanie i Finanse*, 2/2 2013, Uniwersytet Gdański.

98. Gourévitch A., Portincaso M., Tour A., Goedel N., Chaudhry U., Deep Tech and the Great Wave of Innovation, Boston Consulting Group & Hello Tomorrow, 2021.
99. Griffin R. W., Podstawy zarządzania organizacjami, PWN SA, 2017, edycja 12.
100. Grohsjean T., Dahlander L., Salter A., Criscuolo P., Better Ways to Green-Light New Projects. MIT Sloan Management Review, 63(2), 2022.
101. Grycuk A., Bariery w stosowaniu koncepcji lean management, Kwartalnik nauk o przedsiębiorstwie, 2016/3.
102. Grzegorzczak W., Studium przypadku jako metoda badawcza i dydaktyczna w naukach o zarządzaniu, Wybrane Problemy Zarządzania i Finansów, Studia Przypadków, 2015, 9–16.
103. Gubitta P., Tognazzo A., Destro F., Signaling in academic ventures: The role of technology transfer offices and university funds, The Journal of Technology Transfer, 41(2), 2016.
104. Guinan E., Boudreau K. J., Lakhani K. R., Experiments in Open Innovation at Harvard Medical School, Sloan Management Review, 54(3), 2013.
105. Gutjahr W. J., Katzensteiner S., Reiter P., et al., Competence-driven project portfolio selection, scheduling and staff assignment, Central European Journal of Operations Research 16, 2008.
106. Gwarda-Guszyńska E., Modele procesu komercjalizacji nowych technologii w przedsiębiorstwach. Uwarunkowania wyboru – kluczowe obszary decyzji, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 2013.
107. Hargrave T. J., Van de Ven A.H., Integrating dialectical and paradox perspectives on managing contradictions in organizations, Organization Studies 2017, Vol. 38(3-4).
108. Harrington H. J., Esseling K., Nimwegen V., Business Process Improvement Workbook: Documentation, Analysis, Design, and Management of Business Process Improvement, 1997, MC Graw-Hill.
109. Harrington H. J., Lean TRIZ, CRC Press, 2017.
110. Hayward, K. (1987). Airbus: Twenty Years of European Collaboration, International Affairs, 64(1), 1987.
111. Herder M., From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation, The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal, Volume 22(2), 2017, article 3.
112. Herzberg F., One More Time: How Do You Motivate Employees?, Business Review, Vol. 81, No. 1, 1968.
113. Hessler P., Przez drogi i bezdroża. Podróż po nowych Chinach, 2013, Wydawnictwo Czarne.
114. Hollanders H., Es-Sadki N., European Innovation Scoreboard 2021, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021.
115. Hornuf L., Schwenbacher A., Market mechanisms and funding dynamics in equity crowdfunding, Journal of Corporate Finance 50, 2018.

- 116.Hudson J., Khazragui H.F., Into the Valley of Death: Research to Innovation. Drug Discovery Today, 2013, vol.18, no. 13-14
- 117.Ikovenko S., Yatsunenko S., Karendal P., Przymusiła M., Kobayakov S., Obojski J., Vintman Z., Współczesna Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań. Podręcznik na I poziom certyfikacji Międzynarodowego Stowarzyszenia TRIZ, Novismo, Warszawa 2017.
- 118.Ilevbare I. M., Probert D., Phaal R., A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice, Technovation, 33,2013.
- 119.Jain S., George G., Maltarich M., Academics or entrepreneurs? Investigating role identity modification of university scientists involved in commercialization activity, Research Policy, Volume 38, Issue 6, 2009.
- 120.Jakowlew B., Centrum Naukowo-Produkcyjne Materiałów Elektronicznych – CEMAT oraz Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych – ITME, w: Zarys historii elektroniki w Polsce. Tak to pamiętamy, Majax PI Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2015.
- 121.Janokis A., Lean management: charakterystyka, Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Bezpieczeństwa nr 4, 2012.
- 122.Jasiński A. H., Innowacyjność w gospodarce Polski. Modele, bariery, instrumenty wsparcia, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego.
- 123.Jasiński A. H., Przedsiębiorstwo innowacyjne na rynku, KiW, 1992, Warszawa,
- 124.Jasiński, A.H., Polityka innowacyjna w procesie transformacji w Polsce: czy skuteczna?, Optimum. Economic Studies, 2018.
- 125.Kanter R.M., Innovation: The Classic Traps, Harvard Business Review, 84(11).
- 126.Katila R., Too Many Experts Can Hurt Your Innovation Projects, Harvard Business Review Digital Articles, 2017, no. 7.
- 127.Kaźmierska-Józwiak B., Kluczowe czynniki powodzenia fuzji i przejęć przedsiębiorstw, Przegląd Organizacji, Nr 9 (752), 2002.
- 128.Kester L., Griffin A., Hultink E. J., An Empirical Investigation of the Antecedents and Outcomes of NPD Portfolio Success, Journal of Product Innovation Management 31(6), 2014.
- 129.Kirsner S., What Big Companies Get Wrong About Innovation Metrics, Harvard Business Review Digital Articles, 2015, vol. 5, no. 6.
- 130.Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Nowy europejski plan na rzecz innowacji, Strasburg, dnia 5.7.2022 r.
- 131.Krogh G. Von, Netland T., Wörter M., Winning with open process innovation, MIT Sloan Management Review, 59(2), 2018.
- 132.Kucharavy D., De Guio R., Application of S-shaped curves, Procedia Engineering, Volume 9, 2011.

- 133.Lacity M. C., Willcocks L. P., Outsourcing Business Processes for Innovation, Sloan Management Review, 54(3), 2013.
- 134.Lau D. K., The role of TRIZ as an inventive tool in technology development and integration in China, Proceedings of 2004 International Conference on the Business of Electronic Product Reliability and Liability (IEEE Cat. No.04EX809), 2004.
- 135.Lichtenthaler U., Hoegl M., Muethel M., Is your company ready for open innovation? MIT Sloan Management Review, 53(1), 2011.
- 136.Lifshitz-Assaf H., Tushman M.L., Lakhani K.R., A Study of NASA Scientists Shows How to Overcome Barriers to Open Innovation, Harvard Business Review, 2018, no. May.
- 137.Linask L., ‘Differentiation of language functions during language acquisition based on Roman Jakobson’s communication model’, 2018, Sign Systems Studies, 46(4).
- 138.Liu H., Qu H., Li Y., An Analytical Framework for the Evolution of Innovation of Niches in Business Ecosystems based on TRIZ. Procedia Engineering, 174, 2017, 37–44; Ya-xiong Li, Zhong-xin Wu, Hasan Dinçer, Hakan Kalkavan, Serhat Yüksel, Analyzing TRIZ-based strategic priorities of customer expectations for renewable energy investments with interval type-2 fuzzy modeling, Energy Reports, Volume 7, 2021.
- 139.Łobacz K., Niedzielski P., Uczelnie wyższe jako element procesu komercjalizacji wiedzy w Polsce – wyzwania i bariery, s. 82, w: Głodek P., Wiśniewska M., Budowa potencjału uczelni wyższej do współpracy z przedsiębiorstwami. Rola scoutingu wiedzy, 2015, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- 140.Lunchao Hu, Kailan Tian, Xin Wang, Jiang Zhang, The “S” curve relationship between export diversity and economic size of countries, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 391, Issue 3, 2012.
- 141.Maine E., Seegopaul P., Accelerating advanced-materials commercialization. Nature Materials 15, 2016, 487–491
- 142.Mansfield E., Schwartz M., Wagner S., Imitation Costs and Patents: An Empirical Study. The Economic Journal, 91(364), 1981, 907.
- 143.Marciniak S., Korzyści i koszty działalności innowacyjnej, w: L. Białoń (red.), Zarządzanie działalnością innowacyjną, Wydawnictwo Placet, 2010.
- 144.Maritan D., Quality Function Deployment (QFD): Definitions, History and Models. In: Practical Manual of Quality Function Deployment. Springer, Cham, 2015.
- 145.Markham S. K., Ward S. J., Aiman-Smith L., Kingon A.I., The Valley of Death as Context for Role Theory in Product Innovation. Journal of Product Innovation Management, 27, 2010.
- 146.Martyniak Z., Wstęp do inwentyki, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, 1997.
- 147.Matusiak B., Parki technologiczne. Instytucjonalne wspieranie przedsiębiorczości, procesów innowacyjnych i rozwoju regionalnego, Fundacja Inkubator, Łódź 1995.

148. Matusiak K. B., Guliński J., Rekomendacje zmian w polskim systemie transferu technologii i komercjalizacji wiedzy, PARP, 2010.
149. Matyjas Z., Graphene Flakes – Prospects for Commercialization, *Przedsiębiorczość i Zarządzanie* 2018, Vol. XIX, wyd. 6, cz. I.
150. Matyjas Z., Bohdanowicz L., Projekt Sieci Badawczej Łukasiewicz – analiza porównawcza na tle rozwiązań międzynarodowych. 16(4), 2018.
151. McKinley W., Latham S., Braun M., Don't Treat Innovation as a Cure-All, *Harvard Business Review*, 2014.
152. Meier S., Klarmann S., Thielen N., Pfefferer Ch., Kuhn M., Franke J., A process model for systematically setting up the data basis for data-driven projects in manufacturing, *Journal of Manufacturing Systems*, Volume 71, 2023.
153. Merchant A., Batzner S., Schoenholz S.S. et al. Scaling deep learning for materials discovery. *Nature* 624, 80–85 (2023).
154. Miller Ch., Wielka wojna o chipy. Jak USA i Chiny walczą o technologiczną dominację nad światem, *Prześwity*, 2023.
155. Minor D., Brook P., Bernoff J., Data from 3.5 million employees shows how innovation really works, *Harvard Business Review*, 2017, vol. 17, no. October 9.
156. Mitchell W., Singh K., Survival of Businesses Using Collaborative Relationships to Commercialize Complex Goods. *Strategic Management Journal*, 1996, 17(3).
157. Moehrle M. G., Wenzke S., Exploring Problems with Function Analysis. *Experimental Insights for Team Management. Creativity and Innovation Management*, 15(2), 2006.
158. Moran D., Ertas A., Gulbulak U.A., Unique Transdisciplinary Engineering-Based Integrated Approach for the Design of Temporary Refugee Housing Using Kano, HOQ/QFD, TRIZ, AD, ISM and DSM Tools. *Designs* 2021, 5, 31.
159. Mueller S., The TRIZ resource analysis tool for solving management tasks: Previous classifications and their modification. *Creativity and Innovation Management*, 14(1), 2005.
160. Nickerson J. A., Zenger T.R., A Knowledge-Based Theory of the Firm-The Problem-Solving Perspective. *Organization Science*, 2004, 15(6).
161. Nikolić T., Perić N., Bovan A., The Role of Feedback as a Management Tool in Performance Management Program, *Quality – Access to Success*. 2020, vol. 21.
162. Novoselov K.S., Geim A.K., Morozov S.V., et al. Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films. *Science* 306 (2004).
163. O'Driscoll M., Design for manufacture, *Journal of Materials Processing Technology* 122, 2002.
164. O'Kane C., Mangematin V., Zhang J. A., Cunningham J. A., How university-based principal investigators shape a hybrid role identity, *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 159, 2020, 120179.

165. One Millionth Patent Awarded without Ceremony, Scientific American, August 1911 r.
166. Osborn A., Applied Imagination. Principles and procedures of creative problem-solving, 3 edycja poprawiona, Charles Scribner's Sons, Nowy Jork, 1979 r.
167. Osterwald A., Pigneur Y., Etienne F., Smith A., Niezwyciężona firma, Onepress, 2021.
168. Osterwalder A., Viki T., Pigneur Y., Why Your Organization Needs an Innovation Ecosystem, Harvard Business Review, 2019, vol. November.
169. Penrose E., The theory of the growth of the firm, Martino Publishing Mansfield Centre, CT 2013, rozdział 5.
170. Pertuzé J. A., Calder E. S., Edward M., Lucas W. A., Best Practices for Industry-University Collaboration, MIT Sloan Management Review, 51(4), 2010.
171. Perry-Smith J. E., How Collaboration Needs Change From Mind to Marketplace, MIT Sloan Management Review, 63(2), 2021.
172. Pietras P., Głodek P., Finansowanie przedsięwzięć innowacyjnych w MSP, PARP, 2011.
173. Pisano G. P., You need an innovation strategy, Harvard Business Review, 2015, czerwiec.
174. Podręcznik Frascati 2015, Zalecenia dotyczące pozyskiwania i prezentowania danych z zakresu działalności badawczej i rozwojowej, GUS 2018.
175. Poole M. S., van de Ven A. H., Using Paradox to Build Management and Organization Theories, The Academy of Management Review Vol. 14, No. 4 Oct., 1989.
176. Posner B., Mangelsdorf M.E., 12 Essential Innovation Insights. MIT Sloan Management Review, 59(1), 2017.
177. Prickett P., Aparicio I., ETRIZ a portal for design creativity (Conference Paper), Frontiers in Artificial Intelligence and Applications Volume 255, 2013, Cardiff School of Engineering, Cardiff University, United Kingdom.
178. Proctor T., Twórcze rozwiązywanie problemów. Podręcznik dla menadżera, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk 2002.
179. Puszczkowska N., Akcelerator – biznes w zasięgu ręki, Polimery dla Biznesu 1/2023, nr 5 styczeń.
180. Raasch B. C., Hippel E. Von, Innovation process benefits: Journey as a reward. MIT Sloan Management Review, 55(1), 2013.
181. Radło M. et al., Komercjalizacja, wdrożenia i transfer technologii. Definicje i pomiar. Dobre praktyki wybranych krajów, Oficyna Wydawnicza SGH, 2020.
182. Radjou N., Prabhu J., 4 CEOs Who Are Making Frugal Innovation Work, Harvard Business Review, November, 2014.
183. Rahrovani Y., If You Cut Employees Some Slack, Will They Innovate?, May 2018, MIT Sloan Management Review.

- 184.Rami U., Gould C., From a “Culture of Blame” to an Encouraged “Learning from Failure Culture” , Business Perspectives and Research, June 2016.
- 185.Ranga M., Etzkowitz H., Triple Helix Systems: An Analytical Framework for Innovation Policy and Practice in the Knowledge Society, Industry and Higher Education, vol. 27, 4: 2013. August 1.
- 186.Rao J., Weintraub J., How Innovative is Your company culture, 2013, 54 (3), 2013.
- 187.Raynor M. E., Bower J. L., Lead from the Center: How to Manage Divisions Dynamically, Harvard Bussines Review, maj 2001.
- 188.Redmond E., Deep Tech: Demystifying the Breakthrough Technologies That Will Revolutionize Everything, Deep Tech Press, 2021.
- 189.Reevaluating incremental innovation, Harvard Business Review, vol. 2018, no. September-October, 2018.
- 190.Reitzig M., Is your company choosing the best innovation ideas? MIT Sloan Management Review, 52(4), 2011.
- 191.Reyes E.P., Blanco R.M.F.L., Doroon D.R.L., Limana J.L.B., Torcende A.M.A., Feynman Technique as a Heutagogical Learning Strategy for Independent and Remote Learning, Recoletos Multidisciplinary Research Journal 9 (2), 2021.
- 192.Ries E., Metoda Lean Startup, Onepress, 2011.
- 193.Ritter T., Pedersen C.L., An Entrepreneur's Guide to Surviving the "Death Valley Curve", Harvard Business Review, Digital Articles. 4/13/2022.
- 194.Robert G., Scott J., Elko J., Best practices for managing R & D portfolios. Research Technology Management, 41(4), 1998.
- 195.Romer P. M., Endogenous technological change, Journal of Political Economy, 1990, no. 5.
- 196.Ropo A., Hunt J.G., Entrepreneurial Processes as Virtuous and Vicious Spirals in a Changing Opportunity Structure: A Paradoxical Perspective. Entrepreneurship Theory and Practice, 19(3), 1995.
- 197.Rothaermel F. T., Hess A. M., Innovation strategies combined, MIT Sloan Management Review, 51(3), 2010.
- 198.Russo D., Duci S., From Altshuller’s 76 Standard Solutions to a New Set of 111 Standards. Procedia Engineering, 131, 2015.
- 199.Rybníček R., Königgruber R., What makes industry–university collaboration succeed? A systematic review of the literature. Journal of Business Economics, 89(2), 2019.
- 200.San Y. T., TRIZ - Systematic Innovation in Business & Management, FirstFruits Sdn Bhd, 2014.
- 201.Saunders M., Lewis P., Thornhill A., Research Methods For Business Students, Seventh Edition, 2016, Pearsons Education Limited.

- 202.Saunin N., Function analysis for organizational and management problems. A reverse approach, TRIZ Review: Journal of the International TRIZ Association – MATRIZ, Vol 2/1. April 2020.
- 203.Schnaider P., Crowdfunding jako cyfrowa, alternatywna forma finansowania projektów mniejszych i ryzykownych w wybranych krajach na podstawie badań ankietowych, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Volume 393, 2020.
- 204.Schnitzer M., Watzinger M., Measuring the Spillovers of Venture Capital, The Review of Economics and Statistics, 104(2), 2022.
- 205.Schwarz R., What the Research Tells Us About Team Creativity and Innovation, Harvard Business Review Digital Articles, 2015.
- 206.Seppänen P., Liukkunen K., Oivo M., On the Feasibility of Startup Models as a Framework for Research on Competence Needs in Software Startups. w: Abrahamsson P., Corral L., Oivo M., Russo B. (eds) Product-Focused Software Process Improvement. PROFES 2015. Lecture Notes in Computer Science, 2015, vol 9459.
- 207.Shane S., Prior Knowledge and the Discovery of Entrepreneurial Opportunities, Organization Science, vol. 11, no. 4, 2000.
- 208.Shane S., Why encouraging more people to become entrepreneurs is bad public policy, Small Business Economics, 2009, 33(2).
- 209.Shenkar O., Defend your research: Imitation is more valuable than innovation, Ohio State University's, Fisher College of Business, Harvard Business Review, kwiecień 2010, 88(4).
- 210.Shih W., The real lessons from Kodak's decline, MIT Sloan Management Review, 57(4), 2016.
- 211.Siegel J., Krishnan S., Cultivating Invisible Impact with Deep Technology and Creative Destruction. Journal of Innovation Management, 8(3), 2020.
- 212.Simmons C. H., Maguire D. E., Phelps N. (red.), Manual of Engineering Drawing (Fifth Edition), Butterworth-Heinemann, 2020.
- 213.Şimşit Z. T., Günay N. S., Vayvay Ö., Theory of Constraints: A Literature Review, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 150, 2014.
- 214.Smith K. K., Berg D. N., Paradoxes of Group Life: Understanding Conflict, Paralysis, and Movement in Group Dynamics, 1st Edition, John Wiley & Sons, 1997.
- 215.Smith W. K., Lewis M., Toward a theory of paradox: A dynamic equilibrium model of organizing, Academy of Management Review, 2011, Vol. 36, No. 2.
- 216.Smith W. K., Tushman M. L., Managing Strategic Contradictions: A Top Management Model for Managing Innovation Streams, Organization Science, vol. 16, no. 5, 2005.
- 217.Sinfield J. V., Solis F., Finding a Lower-Risk Path to High-Impact Innovations, MIT Sloan Management Review, 59(1).

- 218.Sobańska I. (red.), Lean accounting – integralny element lean management. Szczupła rachunkowość w zarządzaniu, 2013, Wolters Kluwer.
- 219.Sobańska I. (red.), Lean accounting integralny element lean management. Szczupła rachunkowość w zarządzaniu, 2013 Wolters Kluwer.
- 220.Sojka V., Lepšík P., Use of TRIZ, and TRIZ with Other Tools for Process Improvement: A Literature Review, *Emerging Science Journal* Vol. 4, No. 5, October, 2020.
- 221.Solow R., A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, 1956, nr 70.
- 222.Souchkov V., TRIZ: Theory of Solving Inventive Problems to Support Engineering Innovation in Maritime Industry, *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, 2018, 55 (127).
- 223.Spreafico M., Russo D., Identify New Application Fields of a Given Technology (Conference Paper) University of Bergamo, Viale Marconi 4, Dalmine, BG, 24044, Italy.
- 224.Stafeev A., *International Journal of Professional Business Review*, Miami, v. 9 n. 5, 2024.
- 225.Stanko M. A., Henard D. H., How Crowdfunding Influences Innovation, *MIT Sloan Management Review*, 57(3), 2016.
- 226.Stolze A., Sailer K., Advancing HEIs' third-mission through dynamic capabilities: the role of leadership and agreement on vision and goals *The Journal of Technology Transfer* 47, 2022.
- 227.Su, Fang-Pei & Lai, Kuei-Kuei & Sharma, R. & Kuo, Tsun, Patent priority network: Linking patent portfolio to strategic goals, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*.
- 228.Świeszczak K., Akceleratorzy przedsiębiorczości tworzone przez banki jako instytucjonalna forma wsparcia sektora FinTech, *Finanse*, nr 1, 2017, Komitet Nauk o Finansach PAN.
- 229.Szarucki M., Modele doboru metod w rozwiązywaniu problemów zarządzania w ujęciu G. Nadlera, *Zeszyty naukowe UEK*, 2016, Nr 6.
- 230.Tajti T., Bankruptcy stigma and the second chance policy: the impact of bankruptcy stigma on business restructurings in China, Europe and the United States. *China-EU Law J* 6, 1–31 (2018).
- 231.Thompson N. C., Bonnet D., Greeven M. J., Lyu W., Jaballah S., Why Innovators in China Stay Close to the Market, *MIT Sloan Management Review*, 64(1), 2022.
- 232.Transfer wiedzy i technologii poprzez spółki jednostek naukowych – Informacja o wynikach kontroli (2018), Najwyższa Izba Kontroli.
- 233.Trzmielak D. M., Gregorczyk M., Gregor B., Transfer wiedzy i technologii z organizacji naukowo-badawczych do przedsiębiorstw, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2016 r.
- 234.Trzmielak D.M., Komercjalizacja wiedzy i technologii – determinanty i strategie, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, 2013.

- 235.Veer T., Jell F., Contributing to markets for technology? A comparison of patent filing motives of individual inventors, small companies and universities, *Technovation*, Volume 32, Issues 9–10, 2012.
- 236.Vincent J.F.V, Bogatyreva O.A., Bogatyrev N.R., Bowyer A., Pahl A. K., *Biomimetics: Its practice and theory*, *Journal of the Royal Society Interface*, Volume 3, Issue 9, 22 August 2006.
- 237.Wang M., Chang D., Kao C., Identifying technology trends for R&D planning using TRIZ and text mining. *R&D Management*, 40(5), 2010.
- 238.Wang M., Soetanto D., Cai J., et al. Scientist or Entrepreneur? Identity centrality, university entrepreneurial mission, and academic entrepreneurial intention, *The Journal of Technology Transfer*, 47, 119–146, 2022.
- 239.Weiner E., *Renaissance Florence Was a Better Model for Innovation than Silicon Valley Is*, *Harvard Business Review*, 2016.
- 240.Wennberg K., Pathak S., Autio E., How culture moulds the effects of self-efficacy and fear of failure on entrepreneurship, *Entrepreneurship & Regional Development*, 2013, 25:9-10
- 241.Weresa M. A., Współczesny model polityki innowacyjnej – doświadczenia liderów innowacyjności, *Ekonomia XXI Wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 3(11), 2016.
- 242.Whelan E., Parise S., Valk J. De, Aalbers R., Creating employee networks that deliver open innovation. *MIT Sloan Management Review*, 53(1), 2011.
- 243.Williamson P. J., Yin E., Accelerated innovation: The new challenge from China. *MIT Sloan Management Review*, 55(4), 2014.
- 244.Xu Q., Jiao R. J., Yang X., Helander M., Khalid H. M., Opperud A., An analytical Kano model for customer need analysis, *Design Studies*, Volume 30, Issue 1, 2009.
- 245.Yan Y., Liang Y., Guan H., Kano-DEMATEL-TRIZ-based product design for nail tables and chairs: A two-category user study, *BioResources* 20(2), 2025.
- 246.Yoshioka-Kobayashi T., Institutional Factors for Academic Entrepreneurship in Publicly owned Universities in Japan: Transition from a Conservative Anti-industry University Collaboration Culture to a Leading Entrepreneurial University. *Science, Technology and Society*. 2019;24(3).
- 247.Zarghami A., Benbow D.W., *Introduction to 8D Problem Solving: Including Practical Applications and Examples*, Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 2017.
- 248.Zeckhauser R., The challenge of contracting for technological information. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(23), 1996, 12743–12748.
- 249.Zhao W., Zhang H., Jiang P., Tan R., A process model for application of TRIZ, 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, 2007.

250. Żołnierski A., Cetera W., Jaruga D., Grzegorek J., Sowula G., Graphene and its Applications. Study on the Development trends in research and on the Implementation Potential using big data and Information Refining Methods. Journal of Nanotechnology Research 4 (2022).

Inne źródła:

Akty prawne:

1. Dyrektywa 2019/1023 w sprawie ram restrukturyzacji zapobiegawczej, umorzenia długów i zakazów prowadzenia działalności oraz w sprawie środków zwiększających skuteczność postępowań dotyczących restrukturyzacji, niewypłacalności i umorzenia długów, a także zmieniającej dyrektywę (UE) 2017/1132 (dyrektywa o restrukturyzacji i upadłości).
2. Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. – Prawo restrukturyzacyjne (Dz.U. 2015 poz. 978).
3. Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz. U. 2018 poz. 1668.
4. Ustawa z dnia 21 lutego 2019 r. o Sieci Badawczej Łukasiewicz.
5. Uchwała nr 239 Rady Ministrów z dnia 8 grudnia 2023 r. w sprawie ustanowienia rządowego programu pod nazwą „Krajowe Ramy Wspierania Strategicznych Inwestycji Półprzewodnikowych”, ogłoszenie: 2023-12-18, Monitor Polski, 2023, poz.1419.
6. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 27 marca 2019 r. w sprawie wykazu stanowisk, na których są zatrudniani pracownicy Centrum Łukasiewicz i instytutów działających w ramach Sieci Badawczej Łukasiewicz, oraz kwalifikacji wymaganych do ich zajmowania.
7. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 28 sierpnia 2020 r. (poz. 1495) w sprawie zadań Narodowego Centrum Badań i Rozwoju związanych z realizacją badań naukowych lub prac rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa.

Materiały źródłowe:

1. Sprawozdanie Rektora AGH z działalności uczelni w 2022 r.
2. Sprawozdanie Rektora z działalności Politechniki Warszawskiej za rok 2022.
3. Sprawozdanie z działalności jednostki za rok obrotowy 2022.
4. Sprawozdanie Zarządu z działalności spółki Krakowskie Centrum Innowacyjnych Technologii.
5. Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki, Oferta biznesowa Instytutu, <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/>
6. Warsztaty Intel-Łukasiewicz [PODSUMOWANIE], <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/inwestycja-intela-w-polsce/>, 30.10.2023
7. Statute Of The Fraunhofer-Gesellschaft, Revised Version 2015, <https://www.fraunhofer.de/en.htm>
8. Budujemy linię pilotażową w ramach Chips Act , <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/linia-pilotazowa-chips-act/>, 24.06.2024
9. Intel zbuduje w Polsce fabrykę czipów. Nasz komentarz dla „Pulsu Biznesu”, <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/intel-inwestuje-w-polsce/>, 18.06.2023 r.
10. Prezentacja W. Kaszuba podsumowująca wyniki pilotażowego wdrożenia, ITME, 2019.
11. Dodatkowe informacje i objaśnienia do sprawozdania finansowego za okres od 01.01.2022 r. do 31.12.2022 r. Instytutu Badań Stosowanych Politechniki Warszawskiej Sp. z o.o.

12. Działalność badawcza i rozwojowa w Polsce w 2020 r. (informacja sygnałna), GUS.
13. Działalność badawcza i rozwojowa w Polsce w 2023 r. (informacja sygnałna), GUS.
14. Horizon Europe, (materiał informacyjny) Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2021.
15. Sprawozdanie Zarządu z działalności spółki Krakowskie Centrum Innowacyjnych Technologii Innoagh Sp. z o.o. w roku 2022, Kraków, dnia 22 maja 2023 r.
16. Mroziewicz B., Instytut Technologii Elektronowej widziany z perspektywy jego 50-letniej działalności, 50 lat Instytutu Technologii Elektronowej, materiały ITE/ IMIF.
17. Wystąpienie Pokontrolne P/14/084 – Zarządzanie własnością intelektualną w szkołach wyższych, Najwyższa Izba Kontroli, Jednostka kontrolowana: Politechnika Warszawska (okres: od 1 października 2011 r. do 30 września 2014 r ), LWA.4101.029.03.2015 P/14/084.
18. Zarządzenie nr 10 /2023 Rektora Politechniki Warszawskiej z dnia 8 marca 2023 r. w sprawie zmian w strukturze organizacyjnej PW oraz zmian do Regulaminu organizacyjnego Politechniki Warszawskiej (WEiTI, CZIiT, IDUB, CINN, CPR, DAS). Military standard. Procedures for performing a failure mode, effects and criticality analysis, Departament Obrony USA, MIL-STD-1629A, 1980 r.
19. OECD/Eurostat, Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, 2018.

#### Źródła internetowe:

1. <https://www.agh.edu.pl/aktualnosci/info/innoagh-wesprze-polskich-innowatorow>
2. <https://www.amazemet.com/research-and-development>
3. <https://asknature.org/>
4. <https://www.biztriz.net/>
5. <https://www.bosch-innovation-consulting.com/de/unsere-services/validation-program/>
6. <https://cziitt.pw.edu.pl/dla-pracownikow-pw/przedsiębiorczosc-startupy-oraz-spolki-spin-off-i-spin-out/preinkubacja/>
7. <https://www.chips-ju.europa.eu/Pilot-lines/>
8. [https://www.cok.agh.edu.pl/fileadmin/\\_migrated/COK/DUSOS/sprawozdawczosc\\_statystyki/Absolwenci\\_wedlug\\_kierunkow\\_studiow\\_2022.pdf](https://www.cok.agh.edu.pl/fileadmin/_migrated/COK/DUSOS/sprawozdawczosc_statystyki/Absolwenci_wedlug_kierunkow_studiow_2022.pdf)
9. [https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs\\_digit\\_dashboard\\_mt/public/sense/app/1213b8cd-3ebe-4730-b0f5-fa4e326df2e2/sheet/0c8af38b-b73c-4da2-ba41-73ea34ab7ac4/state/analysis/select/Programme/H2020/select/Country%20Code/PL](https://dashboard.tech.ec.europa.eu/qs_digit_dashboard_mt/public/sense/app/1213b8cd-3ebe-4730-b0f5-fa4e326df2e2/sheet/0c8af38b-b73c-4da2-ba41-73ea34ab7ac4/state/analysis/select/Programme/H2020/select/Country%20Code/PL)
10. <https://data.worldbank.org/>
11. <https://www.energy.gov/eere/ammto/lab-embedded-entrepreneurship-program>
12. <https://www.europeansocialsurvey.org/>,

13. <https://fluence.technology/pl/wartosci/>
14. <https://fluence.technology/pl/zespol/>
15. <https://www.forbes.com/sites/haydnshaughnessy/2013/03/07/why-is-samsung-such-an-innovative-company/>
16. <https://www.forbes.com/sites/craigsmith/2023/02/14/europes-venture-capital-scene-is-narrowing-the-gap-with-the-us-despite-global-investment-slowdown/>
17. <https://www.gen-triz.com/case-5>
18. <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/o-nas/>
19. <https://krakow.wyborcza.pl/krakow/7,44425,14303561,innough-czyli-jak-wykorzystac-wiedze-w-biznesie.html>
20. <https://lukasiewicz.gov.pl/>
21. <https://radon.nauka.gov.pl/dane/nauczyciele-akademiccy-badacze-i-osoby-zaangazowane-w-dzialalnosc-naukowa>
22. <https://stat.gov.pl/metainformacje/slownik-pojec/pojecia-stosowane-w-statystyce-publicznej/4046,pojecie.html>
23. <https://matriz.org/>
24. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/framework-programme-facts-and-figures/horizon-2020-country-profiles-2014-2020\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/framework-programme-facts-and-figures/horizon-2020-country-profiles-2014-2020_en)
25. <https://www.sony.com/en/SonyInfo/technology/stories/entries/StartDash/>
26. <https://www.transfer.edu.pl/pl/triz.htm>
27. <https://www.triz.oditk.pl/strefa-wiedzy/narzedzia-triz/metoda-malych-ludzikow>,
28. <https://www.wipo.int/gii-ranking/en/republic-of-korea>
29. <https://www.zus.pl/baza-wiedzy/skladki-wskazniki-odsetki-wskazniki/przecietne-wynagrodzenie-w-latach>
30. Button S. D., Calkins F.T., Recreate the cause, The Boeing Technical Journal, 2020, [www.boeing.com/features/innovation-quarterly/2020/12/triz-aerospace-engineering-method.page](http://www.boeing.com/features/innovation-quarterly/2020/12/triz-aerospace-engineering-method.page)
31. Ceia V., <https://changelologic.com/blog/corporate-explorer-sara-carvalho/>, za: Binns A., O'Reilly C., Tushman M., Corporate Explorer: How Corporations Beat Startups at the Innovation Game, Wiley, 2022 r.
32. Cernicek M. B., Mcbranch D.W., Manhattan District: A Lab-Embedded Entrepreneur Program ,United States, <https://doi.org/10.2172/1514902>
33. Cheong S., Lenyashin V. A., Kynin A. T., Feygenson N. B., Lee Y.K.; Han S., TRIZ and innovation culture at Samsung Electro-Mechanics Company, The Fourth TRIZ Symposium in Japan, 2008, <https://www.osakagu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/epapers/e2009Papers/eCheongTRIZSym2008/09eP-Cheong-TRIZSym2008-090709.pdf>

34. Dokument roboczy służb Komisji, towarzyszący Nowemu europejskiemu planowi na rzecz innowacji, sekcja 2.3.1 Przepaść innowacyjna, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022SC0187>
35. Feygenson O., TRIZ for Disruptive Innovation -, <https://www.youtube.com/@TRIZAssociationofAsia>, 27 marca 2019
36. Gornall W., Strebulaev I.A., The Economic Impact of Venture Capital: Evidence from Public Companies, June 2021, <https://ssrn.com/abstract=2681841>
37. Grabiec P., Widzę dzisiaj konieczność rozwoju przemysłu półprzewodnikowego w Polsce, portal Mikrokontoler, <https://mikrokontoler.pl/2024/04/23/widze-dzisiaj-koniecznosc-rozwoju-przemyslu-polprzewodnikowego-w-polsce-mowi-piotr-grabiec-emeryt-prof-ite-obecnie-instytutu-mikroelektroniki-i-fotoniki/>
38. Hałas M., Najprościej: Analiza Funkcjonalna i Trimming, <http://triz.oditk.pl/strefa-wiedzy/narzedzia-triz/najprosciej-analiza-funkcjonalna-i-trimming>
39. Jańczyk G., Inwestycja Intela w Polsce, <https://imif.lukasiewicz.gov.pl/inwestycja-intela-w-polsce/>, 29.06.2023
40. Kamiński G., Nie widzę dzisiaj możliwości rozwoju przemysłu półprzewodnikowego w Polsce, portal Mikrokontoler, <https://mikrokontoler.pl/wywiad/nie-widze-dzisiaj-mozliwosci-rozwoju-przemyslu-polprzewodnikowego-w-polsce-mowi-grzegorz-kaminski-z-firmy-onsemi/>
41. Kang Y.J., Kwon Y.I., Chung P.K., Skuratovich A., TRIZ applications in LG cable and case studies, <https://www.aitriz.org/triz-articles/inside-triz/435-lg-case-study-for-making-shrinking-tubes>
42. Litvin S., Petrov V., Rubin M., Fey V., TRIZ body of knowledge, Altshuller Institute for TRIZ Studies, <https://www.aitriz.org/triz/triz-body-of-knowledge>
43. Polskie Startupy 2023, Fundacja Startup Poland, <https://startuppoland.org/report/polskie-startupy-2023/>
44. Raport An Investor's Guide to Deep Tech, Boston Consulting Group, X 2023.
45. Seung-Hyun Yoo, TRIZ In Korea, doniesienia pokonferencyjne MATRIZ Fest 2005, <https://www.metodolog.ru/00453/00453.html>
46. Schwaber K., Sutherland J., Przewodnik po Scrumie: opis reguł, Listopad 2020, tłum. T. Włodarek, <https://scrumguides.org/>
47. Shin J., What makes Korea so enthusiastic about TRIZ? 9 sympozjum TRIZ w Japonii, [http://www.triz-japan.org/PRESENTATION/sympo2013/Pres-Overseas/EI02eS-Shin\(Korea\)-130821.pdf](http://www.triz-japan.org/PRESENTATION/sympo2013/Pres-Overseas/EI02eS-Shin(Korea)-130821.pdf)
48. Souchkov V. V., A Guide to Root Conflict Analysis (RCA+) For Business and Management Applications, Edition 2.0, ICG Training & Consulting, Enschede, The Netherlands, [https://www.xtriz.com/publications/RCA+\\_2\\_BM.pdf](https://www.xtriz.com/publications/RCA+_2_BM.pdf)

49. Souchkov V. V., A Guide to Root Conflict Analysis (RCA+), Edition 2.0, ICG Training & Consulting, Enschede, The Netherlands,  
[https://www.xtriz.com/publications/ValeriSouchkov\\_RCA\\_Plus\\_Edition\\_2.pdf](https://www.xtriz.com/publications/ValeriSouchkov_RCA_Plus_Edition_2.pdf)
50. Xiaoling S., Z. Minyi, IWINT, Inc, What we could get from S-curve,  
<http://www.aitriz.org/documents/TRIZCON/Proceedings/Shi-Zhang-What-we-could-get-from-S-curve.pdf>

## Spis tabel

- Tabela 1.1 Porównanie trzech modeli funkcjonowania wsparcia przedsiębiorczości naukowej, s. 29.
- Tabela 2.1 40 zasad wynalazczych, s. 61.
- Tabela 2.2 Zestawienie wybranych zasad wynalazczych z wynikami przeglądu literatury, s.88.
- Tabela 2.3 Kwestionariusz oceny potencjału wdrożenia i komercjalizacji, s. 90,
- Tabela 2.4 Porównanie TRIZ do innych metod doskonalenia organizacji oraz produktów i procesów s. 106.
- Tabela 3.1 Zagadnienia wywiadu wraz z uzasadnieniem teoretycznym, s. 110.
- Tabela 3.2 Zestawienie alternatywnych narzędzi wykorzystywanych przez ekspertów, s. 124.
- Tabela 4.1 Zatrudnienie naukowców ze stopniem doktora, doktora habilitowanego i profesora w Ł-IMIF, sierpień 2024, s. 145.
- Tabela 4.2 Patenty (ogółem) i wzory użytkowe w okresie trzech lat (wg. daty zgłoszenia) przed i po połączeniu s. 147.
- Tabela 4.3 Patenty europejskie w okresie trzech lat (wg. daty zgłoszenia) przed i po połączeniu, s.147.
- Tabela 4.4 Pozycja Polski w European Union Scoreboard 2023 – wybrane wskaźniki, s. 150.
- Tabela 4.5 Technologie Ł-IMIF z zakresem zastosowań, s. 152.
- Tabela 5.1 Wybrane rozwiązania TRPK dla wyzwań Łukasiewicza, s.169.

## Spis rysunków

- Rysunek 1.1, Model potrójnej helisy, s.17.
- Rysunek 1.2 Nakłady krajowe brutto na działalność b+r w Europie i Polsce (2013-2022), s.34.
- Rysunek 2.1 Przykładowe zastosowanie trimmingu, s.62.
- Rysunek 2.2 Modelowanie funkcji zaworu zmiennego po trimming, s.63.
- Rysunek 2.3 Postać ogólna wepola, s.64.
- Rysunek 2.4 Przebieg krzywej S rozwoju systemu technicznego, s. 66.
- Rysunek 2.5 Matryca 9 okien TRIZ, s.68.
- Rysunek 2.6 Obszary zastosowań sprzężenia zwrotnego, s. 83.
- Rysunek 2.7 Model analizy morfologicznej, s.106.
- Rysunek 2.8, Schematyczne ujęcie diagramu ryby, s.106.
- Rysunek 4.1 Model funkcjonowania instytutów badawczych w ramach Zjednoczenia „Unitra”, s. 132.
- Rysunek 4.2 Model finansowania publicznego badań dla przemysłu elektronicznego Łukasiewicz – IMIF, s. 133.
- Rysunek 4.3 Model funkcjonowania Ł-IMIF „Chips Act”, s. 135.
- Rysunek 4.4 Schemat zależności instytucjonalnej Sieci Badawczej Łukasiewicza, s. 143.
- Rysunek 4.5 Zgłoszenia praw własności intelektualnej (w mocy i w toku) Ł-IMIF wg zastosowań, s. 147.
- Rysunek 4.6 Liczba patentów dla technologii (produktów) wykorzystujących grafen, s. 148.

Rysunek 4.7 Regional Innovation Scoreboard 2023 – Warszawa – Własność intelektualna, s. 149.

Rysunek 4.8 Cykl dodawania informacji w projekcie IT'sME, s. 158.

Rysunek 5.1 Schemat powstania i wdrożenia metody TRPK, s. 159,

Rysunek 5.2 Proces współpracy Ł-IMiF z otoczeniem gospodarczym, s. 162.

Rysunek 5.3 Etapy badania w działaniu, s. 175.

## Załącznik 1 Przegląd rozwiązań dla barier procesu tworzenia, wdrożenia i komercjalizacji innowacji

| Bariera w procesie                                    | Rozwiązanie zawarte w źródle                                                                                                                                                                                                                            | Źródło                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Motywacja partnera                                    | Opracowanie projektu opartego na pomysłe partnera motywuje go do wniesienia wkładu finansowego.                                                                                                                                                         | M. C. Lacity, L. P. Willcocks, Outsourcing Business Processes for Innovation, Sloan Management Review, 54(3), 2013, s.62–32.                                         |
| Niepełna wiedza nt. rynku                             | Zbierz pomysły od techników i sprzedawców, którzy widzą w jaki sposób twój produkt jest używany.                                                                                                                                                        | N. C. Thompson, D. Bonnet, M. J. Greeven,,W. Lyu, S. Jaballah, Why Innovators in China Stay Close to the Market, MIT Sloan Management Review, 64(1), 2022, s. 28–32. |
| Motywacja pracowników                                 | Przydziel pracowników, którzy mają osobistą motywację do rozwiązania problemu (np. zdrowotną).                                                                                                                                                          | H. DeMonaco, P. Oliveira, A. Torrance, C. Von Hippel, E. Von Hippel, When patients become ...,op.cit.                                                                |
| Niepełna wiedza nt. rynku                             | Zbierz tworzone przez konsumentów „chałupnicze” innowacje z użyciem twoich produktów.                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                      |
| Zyski z wdrożeń poniżej oczekiwań                     | Kupuj cudze i sprzedawaj swoje technologie.                                                                                                                                                                                                             | U. Lichtenthaler, M. Hoegl, M. Muethel, Is your company..., op.cit.                                                                                                  |
| Motywacja pracowników                                 | Wprowadź zachęty dla pracowników do identyfikowania możliwości zakupu lub sprzedaży technologii.                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                      |
| Niepełna wiedza nt. rynku / błędna koncepcja badawcza | Zbierz opinie ludzi z różnych branż na temat problemu, który będziesz się starał rozwiązać. Zbierz opinie grup najbardziej zainteresowanych opracowywanym rozwiązaniem. Zbierz opinie osób z innych jednostek organizacji na temat problemów wdrożenia. | C. B.Bingham, R. M. McDonald, Mastering Innovation's..., op.cit.                                                                                                     |
| Poziom motywacji                                      | Stwórz mechanizmy przechodzenia pracowników pomiędzy jednostkami.                                                                                                                                                                                       | P.J. Williamson, E. Yin, Accelerated innovation..., op.cit.                                                                                                          |

|                                     |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niepełna wiedza nt. rynku           | Wypuść wersję podstawową i zbierz opinie z rynku.                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |
| Proces innowacyjny jest zbyt wolny  | Deleguj elementy procesu innowacyjnego do grup pracowników.                                                                                                                                              |                                                                                                                                                            |
| Niepełna wiedza o nowym rynku       | Nawiąż współpracę z firmami (np. startup) obecnymi na nowym rynku.                                                                                                                                       | N. Furr, A. Shipilov, Building the right ecosystem..., op.cit.                                                                                             |
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych | Zorganizuj warsztaty.                                                                                                                                                                                    | J. Birkinshaw, C. Bouquet, L. J. Barsoux, The 5 Myths of Innovation   MIT Sloan Management Review, 52(10), 2011.                                           |
|                                     | Stwórz forum online.                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                            |
| Niski poziom wdrożeń                | Zatrudniaj 2 typy pracowników – powiązanych ze światem zewnętrznym, którzy zbierają idee, oraz powiązanych z zespołami – którzy będą je wdrażać.                                                         | E. Whelan, S. Parise, J. De Valk, R. Aalbers, Creating employee networks that deliver open innovation. MIT Sloan Management Review, 53(1), 2011, s. 37–44. |
| Efektywność współpracy              | Szukaj partnerów o podobnym portfolio projektów badawczych.                                                                                                                                              | L. Frølund, F. Murray, M. Riedel, Developing Successful..., op.cit.                                                                                        |
|                                     | Postaw na długoterminową współpracę.                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                            |
|                                     | Ustal i monitoruj stan wskaźników dla współpracy.                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |
|                                     | Szukaj partnerów o podobnym portfolio projektów badawczych.                                                                                                                                              | J. A. Pertuzé, E. S. Calder, M. Edward, W. A. Lucas, Best Practices for Industry..., op.cit.                                                               |
|                                     | Postaw na długoterminową współpracę.                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                            |
| Zyski z wdrożeń poniżej oczekiwań   | Przyspiesz proces tworzenia innowacji kosztem tworzenia barier w dostępie do istniejących technologii. Stwórz bazę dobrych praktyk w firmie. Implementuj dobre praktyki konkurencji w formie standardów. | G. Von Krogh, T. Netland, M. Wörter, Winning with open process innovation, MIT Sloan Management Review, 59(2), 2018, s. 53–56.                             |

|                                                              |                                                                                                                             |                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niskie zwroty z inwestycji w innowacje                       | Przeprowadź audyt narzędzi IT.                                                                                              | S. R. Gordon, M. Tarafdar, Innovation & IT The IT Audit ...,op.cit.                                                                       |
| Niskie zwroty z inwestycji w innowacje                       | Zwiększ liczbę projektów o małych budżetach.                                                                                | M. Corstjens, G.S. Carpenter, T.M. Hasan, The promise of targeted innovation, MIT Sloan Management Review, 60(2), 2019, s. 39–44.         |
| Niepełna wiedza nt. rynku                                    | Wybierz nową branżę patrząc na swoje kompetencje (a nie rodzaj potrzeb, które zaspokajał poprzedni produkt).                | W. Shih, The real lessons from Kodak's decline, MIT Sloan Management Review, 57(4), 2016 ,s.11–13.                                        |
| Silna konkurencja na rynku docelowym                         | Stwórz zupełnie nowy rynek poprzez rozwiązanie problemów, którymi nikt się dotąd nie zajmował.                              | W. Chan Kim,, R. Mauborgne, It's time to dispel..., op.cit.                                                                               |
| Poprawa jakości i liczby generowanych i wdrożonych innowacji | Opracuj strategię wzrostu i wizję czym przedsiębiorstwo ma się stać, określ zasoby przeznaczone na osiągnięcie celu.        | S. D. Anthony, M. W. Johnson, J. V. Sinfield, Institutionalizing Innovation, MIT Sloan Management, Review 49, no. 2 winter 2008, s.45-53. |
| Zyski z wdrożeń poniżej oczekiwań                            | Wygeneruj wiele projektów innowacyjnych w celu rozwiązania danego problemu. Wybierz zróżnicowane problemy jako cel procesu. | B. Posner, M.E. Mangelsdorf, 12 Essential Innovation Insights, MIT Sloan Management Review, 59(1), 2017, s.27–36.                         |
| Niski poziom wdrożeń                                         | Zleć wskazanie nowych rynków liderom naukowym, przydziel do wdrożeń przeciętnych naukowców.                                 | F. T. Rothaermel, A. M. Hess, Innovation strategies combined, MIT Sloan Management Review, 51(3), 2010, s.13–15.                          |
| Motywacja pracowników                                        | Wykorzystaj motywacje pracowników (studentów/praktykantów) do innowacji: chęć robienia czegoś nowego oraz prestiż.          | B. C. Raasch, E. Von Hippel, Innovation process benefits..., op.cit.                                                                      |
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych                          | Zmniejsz liczbę szczebli w strukturach selekcji pomysłów (brak delegacji odpowiedzialności).                                | M. Reitzig, Is your company..., op.cit. s. 47–52.                                                                                         |
| Niepełna wiedza o nowym rynku                                | Utwórz zbiórkę crowdfundingową. Otrzymasz informację zwrotną od entuzjastów, co poprawić.                                   | M. A. Stanko, D. H. Henard, How Crowdfunding..., op.cit.                                                                                  |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Użytkownicy na nowym rynku nie znają produktu          | Utwórz zbiórkę crowdfundingową. Zareklamujesz produkt.                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                   |
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych                    | Stwórz giełdę pomysłów on-line, gdzie pracownicy będą „inwestować” wirtualne środki.                                                                                                                                                                                  | T. Grohsjean,, L. Dahlander,, A. Salter, P. Criscuolo, Better Ways..., op.cit.                                                    |
| Wysokie ryzyko projektów innowacyjnych                 | Szukaj mniejszych rynków, dzięki którym będziesz mógł rozwijać produkt przed przejściem na kolejne.                                                                                                                                                                   | J. V. Sinfield, F. Solis, Finding a Lower-Risk..., op.cit.                                                                        |
| Długi czas oczekiwania na zwrot inwestycji z innowacji | Szukaj rynku, gdzie złożoność produktu jest niska i gdzie masz dostęp do najbardziej potrzebnych komponentów.                                                                                                                                                         | M. Reeves, , T. Fink, , R. Palma, J. Harnoss, Harnessing the secret..., op.cit.                                                   |
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych                    | Stwórz giełdę pomysłów on-line, gdzie pracownicy będą „inwestować” wirtualne środki.                                                                                                                                                                                  | J. Rao, J. Weintraub, How Innovative is Your company culture, 2013, 54 (3), 2013, s. 28–38.                                       |
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych                    | Otwórz konkurs na pomysły, gdzie zgłoszenie pomysłów będzie indywidualne i otwarte dla każdego, przeprowadź wstępną selekcję przez niezależne osoby, zleć dopracowanie pomysłu przez grupę wybraną przez pomysłodawcę, zleć realizację przez zespół powiązanych osób. | Jill E. Perry-Smith, How Collaboration Needs Change From Mind to Marketplace, MIT Sloan Management Review, 63(2), 2021, s. 24-32. |
| Niski poziom wdrożeń                                   | Poszukaj nowego rynku dla technologii poprzez sprawdzenie w bazach patentów, gdzie jej funkcjonalności mają już zastosowania.                                                                                                                                         | M. Arena, , R. Cross, , J. Sims, , M. Uhl-Bien, How to catalyze..., op.cit.                                                       |
| Niska efektywność procesu innowacji                    | Analizuj porażki.                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                   |
| Zyski z wdrożeń poniżej oczekiwań                      | Znajdź w organizacji osoby, które posiadają relacje z członkami wielu grup (również poza organizacją) i przydziel rolę brokerów, którzy będą kontaktować się z grupami. Znajdź osoby posiadające dobre relacje z członkami danej grupy które będą wdrażać innowacje.  |                                                                                                                                   |

|                                                                |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych                            | Dopuszczaj zgłaszanie pomysłów poprawiających produkcję pracowników produkcyjnych                                                                                                            | P. B. Cornelius, B. Gokpinar, F. J. Sting, How temporary assignments boost innovation, MIT Sloan Management Review, 62(3), 2021, s.9–11.                             |
|                                                                | Popraw proces produkcyjny poprzez delegowanie pracowników produkcyjnych do pracy w innych jednostkach                                                                                        |                                                                                                                                                                      |
|                                                                | Dopuszczaj ekspertów z zewnątrz do wszystkich etapów procesu badawczego – formułowania pytań, selekcji pomysłów i wdrożenia.                                                                 | E. Guinan, K. J. Boudreau, K. R. Lakhani, Experiments in Open..., op.cit.                                                                                            |
|                                                                | Przeanalizuj, czego nie wiadomo na temat problemu, a nie jak go rozwiązać.                                                                                                                   |                                                                                                                                                                      |
|                                                                | Wykorzystaj konkursy w ramach istniejących platform IT (tzw. wyzwań).                                                                                                                        |                                                                                                                                                                      |
| Trudność w odnalezieniu pracowników o wymaganych kompetencjach | Stwórz wewnętrzny rynek wiedzy (internal knowledge market) w formie platformy IT wymiany rozwiązań między pracownikami dla: prognoz, rozwiązywania problemów ogólnych i badawczo-rozwojowych | B. H. Benbya, M. Van Alstyne, How to Find..., op.cit.                                                                                                                |
| Motywacja pracowników                                          | Stwórz program wsparcia, który udostępni pracownikom 3 rodzaje zasobów: czas, narzędzia technologiczne lub wsparcie ekspertów.                                                               | Y. Rahrovani, If You Cut Employees Some Slack, Will They Innovate? May 2018, MIT Sloan Management Review.                                                            |
| Wysokie ryzyko projektów innowacyjnych                         | Zdecyduj o wejściu w nowy obszar, jeżeli praca do wykonania dla klienta jest taka sama jak obecnie.                                                                                          | C. M. Christensen, T. Bartman, D. van. Bever, The Hard Truth..., op.cit.                                                                                             |
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych                            | Ogłoś otwarty nabór na rozwiązania problemów, dopuszczaj naukowców spoza swojej dziedziny                                                                                                    | H. Lifshitz-Assaf, M.L. Tushman, K.R. Lakhani, A Study of NASA Scientists Shows How to Overcome Barriers to Open Innovation, Harvard Business Review, 2018, no. May. |

|                                                     |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych                 | Stwórz platformę internetową z pomysłami (portal społecznościowy)                                                                                  | D. Minor, Brook P., Bernoff J., Data from 3.5 million employees shows how innovation really works, Harvard Business Review, 2017, vol. 17, no. October 9. |
| Brak zasobów dla innowacji                          | Kup lub wypożycz brakujące zasoby.                                                                                                                 | P.I. Furseth, R. Cuthbertson, The right way..., op.cit.                                                                                                   |
| Zyski z wdrożeń poniżej oczekiwań                   | Zmień alokację zasobów pomiędzy projektami usprawnień i innowacji przełomowych.                                                                    | Reevaluating incremental innovation, Harvard Business Review, 2018, vol. 2018, no. September-October.                                                     |
| Nieznane ryzyko projektu innowacyjnego              | Sprawdź, jaki jest stopień nieznajomości rynku, czy rynek jest wystarczająco duży, czy klienci będą mogli i będą chcieli kupić opracowany produkt. | G. Day, Is It Real?..., op.cit.                                                                                                                           |
| Brak projektów nastawionych na innowacje przełomowe | Nagradzaj za sukcesy, a nie awans w hierarchii.                                                                                                    | S. Bahcall, The Innovation Equation. The most important variables are structural, not cultural, Harvard Business Review, March–April 2019.                |
|                                                     | Zmniejsz liczbę szczebli w hierarchii.                                                                                                             |                                                                                                                                                           |
| Niski poziom wdrożeń                                | Ogranicz udział użytkowników – ekspertów do 40% zespołu projektowego.                                                                              | R. Katila, Too Many Experts Can Hurt Your Innovation Projects, Harvard Business Review Digital Articles, 2017, no. 7.                                     |
|                                                     | Zdefiniuj szczegółowo problem, na który oczekujesz rozwiązań w postaci innowacji.                                                                  | S. D. Anthony, D. S. Duncan, M. A. Pontus, Innovation Isn't the Answer..., op.cit.                                                                        |
|                                                     | Wskaż ograniczenia projektu dla rozwiązania problemu.                                                                                              |                                                                                                                                                           |
|                                                     | Nie karz za błędy (projekty innowacyjne niosą ryzyko porażki).                                                                                     |                                                                                                                                                           |
|                                                     | Odrzucaj projekty, jeśli nie dysponujesz zasobami do realizacji lub wypożycz zasoby.                                                               |                                                                                                                                                           |

|                                                                                   |                                                                                                               |                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   | Zmierz uzyskanie (lub brak efektu) w czasie dostosowanym do dziedziny projektu.                               | S. Kirsner, What Big Companies Get Wrong About Innovation Metrics, Harvard Business Review Digital Articles, 2015, vol. 5, no. 6.   |
| Zyski z wdrożeń poniżej oczekiwań                                                 | Zwiększ liczbę projektów ulepszeń bazowych innowacji.                                                         | G.P. Pisano, You need an innovation..., op.cit.                                                                                     |
| Różne działy firmy utrudniają wdrożenie nowego produktu nie udostępniając zasobów | Określ dla każdego działu przedsiębiorstwa jego cele w innowacyjności.                                        |                                                                                                                                     |
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych                                               | Zbierz pomysły z zewnątrz, jeżeli testowanie pomysłu nie będzie drogie i długotrwałe.                         |                                                                                                                                     |
| Niewystarczający popyt na innowacyjny produkt                                     | Wykreuj tani produkt oparty na innowacyjnej technologii.                                                      |                                                                                                                                     |
| Niski poziom wdrożeń                                                              | Nagradzaj bardziej za sukcesy niż za doświadczenie na danym polu.                                             |                                                                                                                                     |
| Motywacja pracowników                                                             | Zmień umowy zatrudnienia na długotrwałe, dostosowane do długości procesu komercjalizacji od pomysłu do rynku. | W. Frick, When Treating Workers Well Leads to More Innovation, Harvard Business Review Digital Articles, 2015.                      |
|                                                                                   | Przeznacz pracownikom udziały w podmiocie.                                                                    |                                                                                                                                     |
| Problem z wdrożeniami w rezultacie pracy zespołowej                               | Wprowadź jasne i mierzalne cele dla zespołu.                                                                  | R. Schwarz, What the Research Tells Us About Team Creativity and Innovation, Harvard Business Review Digital Articles, 2015, s.2–4. |
|                                                                                   | Praca w grupie ma służyć realizacji zadań.                                                                    |                                                                                                                                     |
|                                                                                   | Wprowadź stałe spotkania zespołu, na których omawia się realizację zadań.                                     |                                                                                                                                     |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problem z brakiem idealnego lidera w grupie projektowej           | Zatrudnij do zespołu osoby, których kompetencje uzupełnią brakujące kompetencje lidera.                                                                                                                                                                                 | T. Eisenmann, Why Start-ups..., op.cit.                                                                                         |
| Brak doświadczenia w danym rodzaju produkcji i znajomości rynku   | Przeprowadź wywiady z odbiorcami.                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                 |
| Brak wpływu na poddostawców                                       | Przełącz udziały poddostawcom.                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                 |
| Zyski z wdrożeń poniżej oczekiwań                                 | Stwórz konkurs dla startupów, inwestuj małe kwoty na początku, inwestuj większe kwoty, dla tych których model biznesowy może się rozwijać.                                                                                                                              | A. Osterwalder, T. Viki, Y. Pigneur, Why Your Organization ..., op.cit.                                                         |
| Brak środków na realizację projektów innowacyjnych                | Poszukuj finansowania venture capital, jeżeli masz innowację z dziedziny ICT oraz nauk medycznych, dla innowacji w inżynierii materiałowej – tylko wtedy, gdy pojawia się perspektywa popytu na rynku.                                                                  | A. Arora, S. Belenzon, S. Jungkyu, Why the U.S. innovation ecosystem..., op. cit.                                               |
| Brak środków na funkcjonowanie spin-off w inżynierii materiałowej | Sprawdź, czy dostępne są środki publiczne. Stwórz konkurs naukowców z zewnątrz, którzy przychodzą z własnym startupem, otrzymują stypendium i dostęp do aparatury. Inwestuj małe kwoty w startupy na początku, inwestuj większe kwoty dla tych, które przynoszą efekty. |                                                                                                                                 |
| Trudności we współpracy z partnerami                              | Znajdź firmy, które mają pracowników potrafiących zrozumieć technologię twojej innowacji.                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                 |
| Nieoptymalna wielkość budżetu na innowacje                        | Zmierz lukę wzrostową pomiędzy twoimi obecnymi produktami a produktami na rynku.                                                                                                                                                                                        | D. Anthony, David S. Duncan, Pontus M.A. Siren, Build an Innovation Engine in 90 Days, 2014, Harvard Business Review, December. |

|                                                    |                                                                                                                                        |                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wysoki poziom ryzyka projektu innowacyjnego        | Twórz produkty podatne na poprawki po wdrożeniu.                                                                                       | McKinley, S. Latham, M. Braun, Don't Treat Innovation..., op.cit.                                               |
| Brak środków na realizację projektów innowacyjnych | Stwórz tani produkt skoncentrowany na głównych funkcjach.                                                                              | N. Radjou, J. Prabhu, 4 CEOs..., op.cit.                                                                        |
| Niski poziom wdrożeń                               | Prowadź badania na podstawie potrzeby społecznej.                                                                                      | R.E. Dugan, K.J. Gabriel, "Special Forces" Innovation..., op.cit.                                               |
|                                                    | Szukaj zastosowań dla badań rozwijanych na uniwersytetach, gdy badania przekroczą pewną masę krytyczną.                                |                                                                                                                 |
| Niska jakość pomysłów innowacyjnych                | Nagradzaj pracowników w wysokości 5 - 15 % wartości innowacji lub 50 % za innowacje o małej wartości i 10 % za te o wysokiej wartości. | O. Baumann, N. Stieglitz, Don't Offer Employees Big Rewards for Innovation, Harvard Business Review, 2014 June. |

## Streszczenie

Grzegorz Sowula

### **Zastosowanie Teorii Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań w działalności komercjalizacyjnej Łukasiewicz - Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki**

Wraz z rozwojem technologicznym problematyka tworzenia innowacji zyskuje na znaczeniu zarówno w wymiarze poszczególnych przedsiębiorstw jak i polityki państwa. Znane sposoby wytwarzania, świadczenia usług i realizacji procesów nie wystarczają do dalszego rozwoju gospodarczego oraz uzyskania poziomu płac charakterystycznego dla najbogatszych państw. Polska, zgodnie z wszelkimi prowadzonymi rankingami, nie jest liderem w tworzeniu innowacji, z czym wiąże się problematyka komercjalizacji, czyli wdrażania do gospodarki wiedzy naukowej. Jednym ze sposobów usprawnienia i usystematyzowania procesu tworzenia innowacji jest zastosowanie narzędzi Teorii Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań. Narzędzia TRIZ ograniczają się jednak do stworzenia nowego rozwiązania, pomijając problematykę komercjalizacji.

Celem pracy jest rozszerzenie stosowania TRIZ do zagadnień procesu komercjalizacji. Cele badawcze pracy obejmują zarówno analizę procesu komercjalizacji jak i samego TRIZ. Praca ma odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób TRIZ może pomóc naukowcom w tworzeniu innowacji, wskazać uwarunkowania dla skutecznego wdrożenia TRIZ w jednostkach naukowych a także przedstawić w jaki sposób TRIZ jest wykorzystywany do problematyki zarządzania. Ze względu na realizację komponentu wdrożeniowego pracy w Łukasiewicz – IMIF konieczna jest również odpowiedź na pytanie o uwarunkowania komercjalizacji odnośnie produkcji układów elektronicznych. Cele praktyczne pracy obejmowały sformułowanie algorytmu i narzędzi rozwiązywania problemów zarządzania w procesie komercjalizacji oraz weryfikację ich przydatności.

Zastosowane metody badawcze obejmowały krytyczny przegląd literatury dotyczącej procesu komercjalizacji, w szczególności przegląd literatury w czasopiśmie Harvard Business Review oraz MIT Sloan Review, badania jakościowe w postaci wywiadów pogłębionych dotyczących komercjalizacji oraz TRIZ, studium przypadku komercjalizacji w Ł-IMIF, w tym jednego z projektów naukowych oraz analizę porównawczą Centrum Łukasiewicz i Towarzystwa Fraunhofera. Koncepcję badania w działaniu zrealizowano w postaci przeprowadzonych warsztatów w Ł-IMIF. Badania

ilościowe miały charakter pomocniczy i obejmowały przedstawienie statystyk opisujących Ł-IMIF oraz zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji do określenia zastosowania grafenu.

Ogólny cel pracy w postaci rozszerzenia stosowania TRIZ do zagadnień procesu komercjalizacji został osiągnięty po pierwsze poprzez zidentyfikowanie i wskazanie istniejących rozszerzeń TRIZ (tzw. TRIZ-biznes). Obejmują one transfer technologii, rozwiązywanie problemów procesu sprzedaży, identyfikację obiecujących patentów ze względu na etap rozwoju technologii oraz udoskonalenie procesów w przedsiębiorstwie. Ponadto opracowano tabelę rozwiązań problemów komercjalizacji, bazującej na wykonanym przeglądzie literatury naukowej.

Cele badawcze osiągnięto poprzez przedstawienie uwarunkowań ekonomicznych, prawnych i kulturowych komercjalizacji. Czynniki ekonomiczne warunkujące komercjalizację to dostęp do kapitału, spójność i komplementarność systemu grantowego, bliskość przedsiębiorstw technologicznych oraz korzystny system podatkowy. Czynniki prawne mogą stanowić bariery spowalniające obrót własnością intelektualną lub stanowić akcelerator dla komercjalizacji, jeżeli wymuszają odejście od stosowanych technologii. Uwarunkowania kulturowe dotyczą różnic pomiędzy kulturą i wartościami przedsiębiorstw, jednostek naukowych oraz agend publicznych. Na poziomie jednostek jest to różnica pomiędzy rolą przedsiębiorcy a naukowca.

Badania miały również odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób TRIZ może pomóc naukowcom w tworzeniu innowacji. Możliwe zastosowania generalnie dotyczą planowania i rozwiązywania problemów pojawiających się w trakcie realizacji projektów naukowych. TRIZ jest również pomocny w czasie współpracy nauki z przemysłem. Wskazano ponadto dodatkowe uwarunkowania dla wdrożenia TRIZ w jednostkach naukowych w postaci organizacji działań grupowych po szkoleniu, oraz roli promotorów stosowania TRIZ.

Praca wskazuje również sposób wykorzystania TRIZ do problematyki zarządzania, głównie poprzez modyfikację bazowych narzędzi i połączenie z innymi metodami. TRIZ może być przydatny dla menadżerów w procesie podejmowania decyzji odnośnie wyboru rynku dla innowacji, a także dla zarządzania strategicznego. Analiza funkcyjna i zmodyfikowane wersje łańcucha przyczynowego wad znalazły zastosowanie do analizy problemów / sprzeczności w funkcjonowaniu przedsiębiorstw. Zasady wynalazcze są dobrym sposobem przełamania inercji psychicznej.

Rezultatem analiz jest także przedstawienie uwarunkowań komercjalizacji odnośnie produkcji układów elektronicznych w Łukasiewicz-IMIF. Potencjał do komercjalizacji jest kształtowany głównie poprzez decyzje o charakterze politycznym, w szczególności dotyczące alokacji środków publicznych. Koszty produkcji elektronicznej przekroczyły możliwości państwa czy przedsiębiorstwa, co oznacza konieczność działań na poziomie Unii Europejskiej. Potencjał ośrodków badawczych jest kształtowany głównie poprzez współpracę z nielicznymi krajowymi przedsiębiorstwami z branży. Przeprowadzone analizy potwierdziły możliwości zastosowania grafenu w przemyśle, co jest warte podkreślenia ze względu na potencjał badawczo-produkcyjny Ł-IMIF.

Słowa kluczowe: TRIZ, komercjalizacja, sieci badawcze, sprzeczności w zarządzaniu, innowacje.

## **Abstract**

### **Application of the Theory of Inventive Problem Solving in commercialisation activities Łukasiewicz - Institute of Microelectronics and Photonics**

With technological development, the issue of innovation is gaining importance both in terms of individual companies and state policy. Familiar methods of production, service provision, and process implementation are not sufficient for further economic development and achieving the wage levels characteristic of the richest countries. According to all rankings, Poland is not a leader in innovation, which is linked to the issue of commercialization, i.e., the implementation of scientific knowledge into the economy. One way to streamline and systematize the process of innovation is to use the tools of the Theory of Inventive Problem Solving. However, TRIZ tools are limited to creating new solutions, ignoring the issue of commercialization.

The aim of this work is to extend the application of TRIZ to issues related to the commercialization process. The research objectives of the dissertation include both an analysis of the commercialization process and of TRIZ itself. The thesis aims to answer the question of how TRIZ can help scientists create innovations, identify the conditions for the effective implementation of TRIZ in scientific units, and present how TRIZ is used in management issues. Due to the implementation component of the work at Łukasiewicz – IMIF, it is also necessary to answer the question about the conditions for commercialization in relation to the production of electronic systems. The practical objectives of the work included the formulation of an algorithm and tools for solving management problems in the commercialization process and the verification of their usefulness.

The research methods used included a critical review of the literature on the commercialization process, in particular a review of the literature in the Harvard Business Review and MIT Sloan Review journals, qualitative research in the form of in-depth interviews on commercialization and TRIZ, a case study of commercialization at Ł-IMIF, including one of the scientific projects, and a comparative analysis of the Łukasiewicz Center and the Fraunhofer Society. The concept of the study was implemented in the form of workshops conducted at Ł-IMIF. Quantitative research was auxiliary in nature and included the presentation of statistics describing Ł-IMIF and the application of artificial intelligence algorithms to determine the use of graphene.

The overall objective of the work, namely to extend the application of TRIZ to commercialization issues, was achieved firstly by identifying and pointing out existing extensions of TRIZ (so-called TRIZ-business). These include technology transfer, solving sales process problems, identifying promising patents in terms of technology development stage, and improving processes within the company. In addition, a table of solutions to commercialization problems was developed based on a review of the scientific literature.

The research objectives were achieved by presenting the economic, legal, and cultural conditions for commercialization. The economic factors determining commercialization are access to capital, the coherence and complementarity of the grant system, the proximity of technology companies, and a favorable tax system. Legal factors can be barriers that slow down the transfer of intellectual property or act as an accelerator for commercialization if they force a departure from existing technologies. Cultural conditions relate to differences between the culture and values of companies, scientific institutions, and public agencies. At the individual level, this is the difference between the role of an entrepreneur and that of a scientist.

The research also sought to answer the question of how TRIZ can help scientists create innovations. Possible applications generally relate to planning and solving problems that arise during the implementation of scientific projects. TRIZ is also helpful in the collaboration between science and industry. Additional conditions for the implementation of TRIZ in scientific units were also identified, in the form of organizing group activities after training and the role of promoters of TRIZ application.

The work also indicates how TRIZ can be used in management, mainly by modifying the basic tools and combining them with other methods. TRIZ can be useful for managers in the decision-making process regarding the choice of market for innovation, as well as for strategic management. Functional analysis and modified versions of the defect cause chain have been applied to the analysis of problems/contradictions in the functioning of enterprises. Inventive principles are a good way to break mental inertia.

The analyses also present the conditions for commercialization of electronic system production at Łukasiewicz-IMIF. The potential for commercialization is mainly shaped by political decisions, in particular those concerning the allocation of public funds. The costs of electronic production have exceeded the capabilities of the state or the company, which means that action is needed at the European Union level. The potential of research centers is mainly shaped by cooperation with a few domestic companies in the industry.

The analyses confirmed the possibilities of using graphene in industry, which is worth emphasizing due to the research and production potential of Ł-IMIF.

Keywords: TRIZ, commercialization, research networks, contradictions in management, innovations.