



UNIA EUROPEJSKA  
Projekt współfinansowany  
z Europejskiego Funduszu  
Rozwoju Regionalnego



UNIA DLA PRZEDSI BIORCZYCH  
PROGRAM KONKURENCYJNO

# Konsorcjum ROTMED



## SYSTEM MONITOROWANIA I SCENARIUSZE ROZWOJU TECHNOLOGII MEDYCZNYCH W POLSCE

pod redakcją

Jana Marii WÓJCICKIEGO  
i Piotra ŁADYŻYŃSKIEGO

Warszawa 2008

## AUTORZY

**Doc. dr hab. Tadeusz Baczko**

Instytut Nauk Ekonomicznych PAN

**Prof. dr hab. inż. Stanisław Błażewicz**

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo - Hutnicza, Kraków

**Prof. dr hab. Leszek Jasiński**

Instytut Nauk Ekonomicznych PAN

**Dr inż. Maciej Kowalczyk**

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

**Prof. dr hab. Tomasz Kowalewski**

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

**Prof. dr hab. inż. Krzysztof Kędzior**

Instytut Mechaniki i Konstrukcji Politechniki Warszawskiej - Międzywydziałowy Zespół Naukowo-Badawczy, Biomechanika Politechniki Warszawskiej, Warszawa

**Dr inż. Piotr Ładyżyński**

Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN

**Doc. dr hab. Elżbieta Mączyńska**

Instytut Nauk Ekonomicznych PAN

**Prof. dr hab. inż. Antoni Nowakowski**

Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Politechnika Gdańska, Gdańsk

**Prof. dr hab. inż. Andrzej Nowicki**

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

**Dr inż. Jacek Rumiński**

Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Politechnika Gdańska, Gdańsk

**Prof. dr hab. inż. Konstanty Skalski**

Instytut Mechaniki i Konstrukcji Politechniki Warszawskiej - Międzywydziałowy Zespół Naukowo-Badawczy, Biomechanika Politechniki Warszawskiej, Warszawa

**Dr inż. Ewa Stodolak**

Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo - Hutnicza, Kraków

**Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz**

Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki, Akademia Górniczo - Hutnicza, Kraków

**Prof. dr hab. inż. Władysław Torbicz**

Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN

**Prof. dr hab. inż. Jan Maria Wójcicki**

Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN

# KONSORCJUM ROTMED

## SYSTEM MONITOROWANIA I SCENARIUSZE ROZWOJU TECHNOLOGII MEDYCZNYCH W POLSCE

Pod redakcją

**Jana Marii WÓJCICKIEGO**  
**i Piotra ŁADYŻYŃSKIEGO**

**Warszawa 2008**



UNIA EUROPEJSKA  
Projekt współfinansowany  
z Europejskiego Funduszu  
Rozwoju Regionalnego



UNIA DLA PRZEDSIĘBIORCZYCH  
PROGRAM KONKURENCYJNOŚĆ

© Copyright by Konsorcjum ROTMED

Wszystkie prawa zastrzeżone.  
Przedruk i reprodukcja w jakiegokolwiek postaci  
Całości lub części książki bez pisemnej zgody wydawcy są zabronione.

Redaktorzy:  
Prof. dr hab. inż. Jan Maria WÓJCICKI  
Dr inż. Piotr ŁADYŻYŃSKI

Korekta: Kalina Michalkiewicz  
Projekt okładki i opracowanie graficzne: Krystyna Deszczyńska

**ISBN 978-83-927646-0-1**



*Some argue that the future is essentially unpredictable, and that „the best way to predict the future is to create it”.*

*Są tacy, którzy utrzymują, że przyszłość jest zasadniczo nieprzewidywalna i że „najlepszą metodą przewidywania przyszłości jest jej tworzenie”*

*Peter F. Drucker*

## SPIS TREŚCI

<b>Część I</b>	<b>WPROWADZENIE</b> .....	12
<b>Rozdział 1.</b>	Pytania o przyszłość ... Programy <i>Foresight</i> – ich zasięg i skuteczność .....	13
<b>Rozdział 2.</b>	Technologie medyczne w Polsce .....	19
<b>Rozdział 3.</b>	Projekt „System Monitorowania i Scenariusze Rozwoju Technologii Medycznych w Polsce” .....	21
<b>Część II</b>	<b>ANALIZA STANU SEKTORA TECHNOLOGII MEDYCZNYCH W POLSCE</b> .....	27
<b>Rozdział 4.</b>	Przegląd strategii rozwoju technologii medycznych w Polsce .....	28
	Wprowadzenie .....	28
	Strategie na szczeblu państwa .....	29
	Programy polityki zdrowotnej państwa w latach 2004 – 2006 .....	35
	Strategie na szczeblu regionalnym .....	41
	Podsumowanie .....	45
<b>Rozdział 5.</b>	Analiza potencjału kadrowego polskich placówek naukowych zajmujących się inżynierią biomedyczną .....	46
<b>Rozdział 6.</b>	Analiza wykazu oryginalnych osiągnięć naukowych w dziedzinie badań podstawowych, stwarzających perspektywę wdrożeń .....	51
	Wprowadzenie .....	51
	Analiza publikacji z lat 2001 – 2007 .....	54
	Analiza patentów .....	59
	Zakończone projekty badawcze z lat 2002 – 2007 .....	61
	Projekty przygotowane lub nadające się do wdrożenia .....	71
	Analiza projektów badawczych wdrożonych .....	73
	Wykaz krajowych producentów wyrobów medycznych i ich aktualnie oferowanych wyrobów .....	75
	Podsumowanie i wnioski .....	77
<b>Rozdział 7.</b>	Analiza priorytetów edukacyjnych z zakresu inżynierii biomedycznej .....	78
	Wprowadzenie .....	78
	Analiza wyników badań .....	79
	Podsumowanie .....	82
<b>Rozdział 8.</b>	Analiza potencjałów innowacyjnych, produktywności i zatrudnienia w przedsiębiorstwach sfery aparatury i materiałów medycznych .....	83
	Wprowadzenie do analizy potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw sfery aparatury i materiałów medycznych w Polsce .....	83
	Innowacyjność gospodarki w perspektywie badań Foresight .....	86
	Nakłady na technologie medyczne w porównaniach międzynarodowych .....	88
	Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych .....	91

	Innowacje i kreatywność – warunkiem przetrwania. Casus – produkty i usługi medyczne .....	98
	Zatrudnienie w przedsiębiorstwach technologii medycznych .....	101
	Studium przypadku przedsiębiorstwa F.B. Sp. z o.o. ....	103
	Przedsiębiorczość akademicka .....	106
<b>Rozdział 9.</b>	Priorytetowe kierunki profilaktyki, diagnostyki, leczenia i rehabilitacji .....	108
	Wprowadzenie .....	108
	Identyfikacja podstawowych problemów zdrowotnych w Polsce .....	111
	Podsumowanie .....	122
<b>Rozdział 10.</b>	Identyfikacja technologii, technik, systemów i urządzeń rozwijanych w krajowych placówkach naukowych, kluczowych z punktu widzenia chorób stanowiących podstawowy problem zdrowotny w Polsce .....	125
	Wprowadzenie .....	125
	Analiza ankietowa technologii medycznych ograniczających podstawowe problemy zdrowotne w Polsce .....	126
	Analiza tematyki projektów badawczych MNiSW w obszarze objętym ankietyzacją .....	135
	Podsumowanie .....	136
<b>CZĘŚĆ III.</b>	<b>ANALIZY TYPU FORESIGHT .....</b>	<b>138</b>
<b>Rozdział 11.</b>	Pozycjonowanie Technologii kluczowych .....	139
	Wprowadzenie .....	139
	Metodyka prac .....	139
	Wyniki .....	140
	Zbiorcza Uogólniona Lista Technologii Kluczowych .....	152
<b>Rozdział 12.</b>	Analiza SWOT .....	153
	Wprowadzenie .....	153
	Metodyka badań .....	153
	Wyniki .....	154
	Uogólniony zestaw czynników .....	173
	Podsumowanie .....	175
<b>Rozdział 13.</b>	Analiza STEEP .....	177
	Wprowadzenie .....	177
	Metodyka prac .....	178
	Wyniki .....	178
	Wyniki zbiorczej analizy STEEP .....	194
	Podsumowanie .....	195
<b>Rozdział 14.</b>	Krzyżowa analiza wpływów (CROSS - IMPACT) .....	197
	Wprowadzenie do badań metodą cross – impact .....	197
	Metodyka .....	199
	Analiza cross-impact za pomocą programu MicMac .....	206
	Analiza wariantowa .....	215



	Podsumowanie. Zmienne kluczowe .....	215
<b>Rozdział 15.</b>	Badanie ankietowe metodą delficką .....	217
	Wprowadzenie do badań metodą delficką .....	217
	Metodyka .....	218
	Opracowanie kwestionariusza tez delfickich .....	218
	Zestaw tez ogólnych .....	221
	Zestawy tez tematycznych .....	223
	Charakterystyka respondentów biorących udział w badaniu metodą delficką .....	227
	Analiza rezultatów badania kwestionariuszowego – tezy ogólne .....	230
	Analiza rezultatów badania kwestionariuszowego – tezy ekonomiczne i technologiczne .....	249
<b>CZĘŚĆ IV.</b>	<b>SCENARIUSZE ROZWOJU TECHNOLOGII MEDYCZNYCH W POLSCE DO ROKU 2020</b> .....	262
<b>Rozdział 16.</b>	Scenariusze rozwoju technologii medycznych w Polsce do roku 2020 .....	263
	Wprowadzenie .....	263
	Metodyka .....	265
	Czynniki decydujące o sukcesie i niepewności sektora technologii medycznych w Polsce .....	266
	Określenie głównych wątków scenariuszy w zakresie uwarunkowań społeczno-ekonomicznych .....	267
	Określenie głównych wątków scenariuszy w zakresie uwarunkowań naukowo-technicznych .....	270
	Określenie głównych wątków scenariuszy w zakresie uwarunkowań biznesowych .....	274
	Scenariusze .....	278
	Wizje przyszłościowe rozwoju technologii medycznych w Polsce .....	283
<b>Rozdział 17.</b>	Obszary wdrożeniowe w ochronie zdrowia i przemyśle .....	306
	Wprowadzenie .....	306
	Obszary wdrożeniowe w medycynie (ochronie zdrowia) .....	307
	Obszary wdrożeniowe w przemyśle .....	310
<b>Rozdział 18.</b>	Podsumowanie .....	314
<b>Literatura</b> .....		323
<b>Konsorcjum ROTMED</b> .....		325
<b>Listy Aktywnych Uczestników Prac Panelowych</b> .....		327

# CZĘŚĆ I

# WPROWADZENIE

## Rozdział 1

### Pytania o przyszłość ...

### Programy *Foresight* - ich zasięg i skuteczność

Pytania o bliską i daleką przyszłość zawsze w takim samym stopniu intrygowały ludzi zwykłych, jak i władców, umysły przeciętne i najświatlejsze – filozofów i naukowców. Od wieków dążenie do wiedzy o przyszłości, (choć różnie motywowane) było i jest celem stałym, za to metody dociekań bez wątplenia zmieniały się. W efekcie istnieją dziś spektakularne przykłady przewidywania rozwoju zdarzeń, jak choćby codzienne komunikaty dotyczące prognozy pogody, przekonujące, że w wysiłkach tych kolejny raz z pomocą przychodzi nauka.

W latach 40. XX wieku niemiecki profesor – Ossip K. Flechtheim – zaproponował studia nad przyszłością oparte m.in. na rachunku prawdopodobieństwa, a nowej dziedzinie, o jednoznacznie interdyscyplinarnym charakterze, nadał nazwę futurologia. W encyklopedii PWN czytamy, że *futurologia jest działalnością polegającą na formułowaniu prognoz*, które bynajmniej nie dają jednoznacznego obrazu przyszłości. Ważniejszym celem jest ułatwienie świadomego kształtowania kierunku rozwoju. Poprawna prognoza jest *interpretacją terażniejszości z punktu widzenia przyszłych konsekwencji obecnych zjawisk, procesów, zachowań i decyzji*. Jej elementami są analiza i ocena doświadczeń oraz ich wpływ na terażniejszość, wymagający sięgania do źródeł informacji, baz danych, opinii, ekspertyz. Niezbędne jest też przyjęcie założeń dotyczących związków między analizowanymi czynnikami. Zebrany materiał, obiektywizm i głębokość wniosków, decydują o zgodności prognoz i przyszłego biegu zdarzeń.

Praktycy futurologii używają wielu modeli i metod, których wybór zależy głównie od zastosowań, takich jak ekonomia, socjologia, nauki techniczne, biologia, medycyna, turystyka, itd. Ocena prawdopodobieństwa ujęta w analizie stała się jednym z głównych atutów, dla których prognozowanie zyskało status naukowy, jednak złożoność i różnorodność problemów, a także różnorodność stosowanych metod, spowodowały, że z pomysłu, czym pierwotnie miała być futurologia, w skrajnych przypadkach niewiele zostało.

Naturalną konsekwencją ewolucji pojęcia futurologii było powstanie odmian wiązanych z zawężonym polem prognozowania.

W nazewnictwie angielskim pojawiły się określenia takie, jak: *futures studies, strategic foresight, futurology, futuristics, futures thinking, futuring, futuribles* lub *prospectiva*, odnoszące się do analiz ekstrapolowanych trendów socjalnych, ekonomicznych, czy technologicznych. Zwraca uwagę fakt powrotu do najstarszej nazwy, *foresight*, której po raz pierwszy użył H. G. Wells nawołując w 1932 roku do utworzenia „Departments and Professors of Foresight”. Swym wizjonerskim apelem Wells wyprzedził pojawienie się planowania strategicznego, kierunku, w którym istotną rolę odgrywa analiza scenariuszy rozwoju danej dziedziny. Projekty foresight realizują dalej idące cele.

*Foresight* to systematyczny, przyszłościowy sposób docierania do informacji w celu budowania średnio lub długookresowej wizji rozwojowej, jej kierunków i priorytetów, a w tym kontekście podejmowanie bieżących decyzji i mobilizowanie wspólnych działań.

Pojęcie *foresight* w języku angielskim oznacza „przewidywanie” i nie ma jednowyrazowego polskiego odpowiednika. Można je rozumieć jako spoglądanie lub sięganie w przyszłość, przy czym nie chodzi tylko o prognozę, ale o możliwość wpływu na bieg wydarzeń.

Ma on na celu wskazanie i ocenę przyszłych potrzeb, szans i zagrożeń związanych z rozwojem społecznym i gospodarczym oraz przygotowanie odpowiednich działań wyprzedzających z dziedziny nauki i techniki. Program *Foresight* włącza przedstawicieli władzy publicznej, nauki, przemysłu, mediów, organizacji pozarządowych, organizacji badawczych itp. do otwartej, ukierunkowanej dyskusji nad przyszłością. Zarówno sam proces *foresightu*, jak i jego wyniki, są wykorzystywane przede wszystkim jako sposób tworzenia a następnie realizacji polityki naukowej, technicznej i innowacyjnej państwa oraz jako narzędzie rozwijania w społeczeństwie kultury myślenia o przyszłości i tworzenia języka debaty społecznej. Wyniki *foresightu* informują decydentów o nowych tendencjach rozwojowych, pomagają uzgodnić scenariusze rozwoju, pozwalają zharmonizować działania partnerów społecznych (rządu, środowisk naukowych i przemysłowych, małych i wielkich firm, różnych sektorów gospodarki) oraz służą pomocą w ustaleniu kryteriów finansowania nauki i techniki.

Metodyka *Foresight* jest stosowana już od ponad 55 lat. Najważniejszymi rozwiązaniami w początkowym okresie były:

- W latach 50. - zastosowanie w sektorze obrony USA metody burzy mózgów i panelu ekspertów
- W latach 60. - zastosowanie metod *foresight* w marynarce wojennej, lotnictwie i dużych koncernach USA
- W roku 1969 - zastosowanie metody *Delphi* w firmie Rand Corporation w USA
- W roku 1970 pierwszy *foresight* w Japonii zrealizowany metodą *Delhi*

Proces *Foresight* można scharakteryzować opisem „5K”, tzn.:

- Komunikacja – platforma dyskusji pomiędzy naukowcami, biznesem, politykami
- Koncentracja na odległej przyszłości – myślenie w sposób systematyczny o procesach długofalowych
- Koordynacja – planów dotyczących rozwoju nauki i techniki
- Konsensus – osiągnięcie porozumienia co do priorytetów badawczych i rozwoju technologii
- Kooperacja – rozwój współpracy przy wdrożeniu wyników do gospodarki

Korzyści z realizacji programów *Foresight* to przede wszystkim możliwość określenia:

- dróg rozwoju nauki i techniki w sposób jasny i zrozumiały i społecznie akceptowany,
- priorytetów tego rozwoju w odniesieniu do aspiracji i potrzeb w kontekście członkostwa w UE,
- priorytetów w zakresie sektorów/podsektorów przemysłowych i ich potrzeb w dziedzinie techniki,
- obszarów badań, na których możliwa jest komercjalizacja rezultatów,

- sposobów wspierania organizacji opierających się na wysokich technologiach,
- sposobów rozwijania na szczeblu ogólnokrajowym lub regionalnym spójnej polityki innowacyjnej przy jednoczesnym podkreślanii znaczenia wykorzystania wiedzy,
- metod bardziej efektywnego wykorzystywania finansów publicznych,
- sposobów ściślejszego współdziałania pomiędzy przedstawicielami rządu, przemysłu i środowiskami naukowymi,
- sposobów porozumiewania się i wymiany informacji wśród podmiotów biorących udział w kreowaniu działalności innowacyjnej.

Nie istnieje jedyna, wskazana do zastosowania metodyka projektu *Foresight*. Dobór stosowanych metod zależy od rodzaju projektu, rozmiaru, funduszy przeznaczonych na realizację, czasu trwania projektu. W większości projektów typu *foresight* zastosowanie znajduje kombinacja kilku wybranych metod.

Metodyka projektów *Foresight* może uwzględniać:

1. Metody eksploratywne, które określają zdarzenia i wyznaczają trendy na przyszłość:
  - ekstrapolacja danych
  - ocena przyczyn dynamiki zmian
2. Metody ilościowe:
  - ekstrapolacja trendów
  - modelowanie
  - krzyżowa analiza wpływów
3. Metody identyfikacji kluczowych punktów działania:
  - kluczowe (krytyczne) technologie
  - drzewo odniesień
4. Metody wykorzystujące wiedzę ekspertów
  - metoda delficka
  - panel ekspertów
  - „burza mózgów”
  - analiza SWOT
  - analiza STEEP
5. Metodę Skaningu Środowiskowego (diagnoza stanu). Metoda ta pozwala na wskazanie kierunków przyszłego rozwoju i zmian na podstawie przeglądu środowiska regionalnego, krajowego i międzynarodowego. Główne techniki skaningowe to: przegląd dostępnych baz danych, przeszukiwanie sieci internet, studia literaturowe, przegląd patentów, wykorzystanie panelu ekspertów.

W realizacji projektów *Foresight* zasadniczą rolę odgrywają:

#### A). Panele eksperckie

Panelowa dyskusja ekspertów polegająca na prowadzeniu dialogu i uzgadnianiu stanowisk pomiędzy członkami grupy liczącej 10-12 ekspertów; metoda jest bardzo efektywna, gdyż w krótkim czasie można osiągnąć wymierne rezultaty, co pozwala zwiększyć liczbę zaangażowanych w pracę nad projektem aktorów reprezentujących różne interesy i grupy społeczne. Panele eksperckie:

- Stanowią trzon projektów *foresight*
- Stosowane są na różnych etapach projektów
- Mogą stanowić uzupełnienie innych metod
- Powoływane są w celu realizacji konkretnego zadania lub w celu uczestniczenia w wielozadaniowym projekcie
- Zbierają i analizują dane
- Formułują opinie, priorytety, rekomendacje

B). „Burza mózgów”

Metoda ta polega na generowaniu w pierwszym etapie jej realizacji jak Następnie uczestnicy przechodzą do procesu wartościowania a więc oceny pomysłów i ich selekcji.

Projekty typu *FORESIGHT* mogą być realizowane na poziomie:

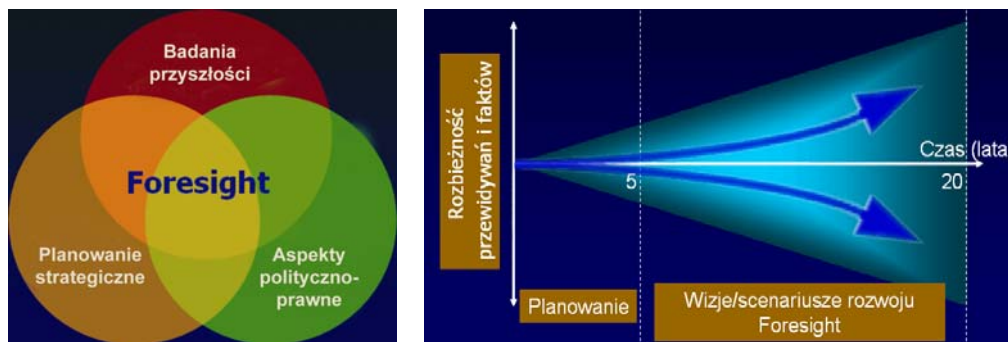
- ponadnarodowym
- narodowym
- regionalnymi lokalnym
- technologicznym

Scenariusze rozwoju regionalnego, czy technologicznego, opracowywane w projektach *foresight*, prognozują zmiany zachodzące przez okres ponad pięciu lat. Dla zapewnienia obiektywizmu, analiza prowadzona kolektywnie przez specjalistów różnych dziedzin, uwzględnia różnorodne aspekty (w tym socjalno-kulturowe, technologiczne, środowiskowe, ekonomiczne i polityczno-prawne), sprzężenia czynników wewnętrznych i zewnętrznych oraz możliwe do osiągnięcia efekty. Wiadomo, że w procesie tym nie da się ustalić precyzyjnego modelu nazbyt licznych oddziaływań na przyszłe zdarzenia, oraz że błędy prognozowania są nieuniknione – przyczyną są głównie ukryte założenia (często nieświadome) (rys. 1.). By zredukować wagę błędów unika się prognozowania jednego obrazu przyszłości, natomiast tworzy się alternatywne wizje o ograniczonym prawdopodobieństwie spełnienia i podkreśla się potrzebę późniejszego oddziaływania na bieg zdarzeń, by zmiany zachodziły w pożądanym kierunkach.

Mimo braku matematycznej ścisłości projekty *foresight* zyskały znaczną popularność, głównie dzięki weryfikacji prognoz w postaci wymiernych efektów ekonomicznych. Ciągłe rośnie zainteresowanie rządów krajów i regionów, oraz menadżerów firm, prognozowaniem przyszłości kolejnych obszarów otaczającej nas rzeczywistości.

W Polsce początki wyznaczył pilotażowy projekt *Zdrowie i Życie*, stanowiący pierwszy etap Narodowego Programu *Foresight* i obejmujący jedenaście obszarów badawczych. Zgodnie z planem, po jego zakończeniu w 2005 roku, przystąpiono do realizacji projektów, które zasięgiem objęły trzy kierunki: *Zrównoważony Rozwój*, *Technologie Informatyczne* i *Bezpieczeństwo*. Wśród nich znalazł się projekt, którego wyniki prezentowane są w niniejszym opracowaniu. Przystępując do jego planowania i realizacji wykonawcy mieli świadomość, że polskie doświadczenia są zbyt skromne, by na nich opierać założenia i metodykę projektu. Sytuacja zmuszała do szukania sprawdzonych wzorców poza granicami kraju.

Z przeglądu doświadczeń międzynarodowych wynika, że pozytywne i zweryfikowane doświadczenia w realizacji projektów *foresight* najwcześniej osiągnięto w USA i w Japonii. W ślad za nimi poszła Unia Europejska i wiele krajów poza Europą.



Rys. 1. Główne cechy projektów *Foresight*

Z przeglądu doświadczeń międzynarodowych wynika, że pozytywne i zweryfikowane doświadczenia w realizacji projektów *foresight* najwcześniej osiągnięto w USA i w Japonii. W ślad za nimi poszła Unia Europejska i wiele krajów poza Europą.

Niestety, raporty z realizacji narodowych, regionalnych, czy branżowych projektów *foresight*, zwykle są dostępne tylko w bardzo ograniczonym zakresie. W internecie istnieją jednak różnego rodzaju poradniki i bardzo pomocne opisy stosowanych metod, a także ciekawe statystyki. Dla ich poznania godne polecenia są portale, takie, jak *European Foresight Knowledge Sharing Platform* (FOR-LEARN), *European Commission Foresight Website* (FORERA) i *Technology Foresight* (strony UNIDO).

Tabela. 1. Klasyfikacja metod *Foresight*

Kryteria klasyfikacji	Przykłady metod
1. Metody bazujące na wiedzy ekspertów	- metoda <i>Delphi</i>
	- panele ekspertów
	- burze mózgów
	- seminaria analizujące scenariusze rozwoju
	- analiza słaby/mocnych stron, szans i zagrożeń
2. Metody ilościowe bazujące na danych (głównie statystycznych)	- ekstrapolacja trendów
	- modele symulacyjne
	- analiza krzyżowa
	- systemy dynamiczne
3. Metody identyfikujące kluczowe aspekty działania, ważne dla planowania strategicznego	- technologie kluczowe
	- drzewo zależności
	- analiza morfologiczna

Do 2005 roku zrealizowano łącznie szesnaście projektów *foresight* z zakresu medycyny i inżynierii biomedycznej. Świadczy to o znaczeniu ochrony zdrowia, jako głównego problemu społecznego. Zebrane informacje wskazują na zgodną międzynarodową opinię, co do znaczenia obszarów inżynierii biomedycznej wybranych do analizy także w krajowym projekcie. Za granicą do opracowania prognoz najczęściej stosowano metody wymienione w formie przykładów w tabeli 1. I w tym wypadku podobna metodyka została przyjęta w krajowym projekcie. Czy te podobieństwa można przenieść także na skuteczność prognoz?

Dokonana analiza powinna zharmonizować współpracę trzech podmiotów: nauki, przedsiębiorstw, oraz służby zdrowia (będącej wyrazicielem potrzeb społecznych). Jednak główny pożytek z wniosków płynących z zakończonego projektu powinny mieć małe i średnie przedsiębiorstwa wdrażające do produkcji innowacyjne rozwiązania oferowane przez naukę. Czas zweryfikuje prognozy!



## Rozdział 2

### Technologie medyczne w Polsce

Ochrona zdrowia w Europie jest obecnie głównym problemem społecznym z uwagi na powszechne dążenie do poprawy jakości życia, w której zdrowie jest jednym z głównych wykładników, a także ze względu na występujący od dłuższego czasu systematyczny wzrost w populacji ogólnej udziału osób starszych, które ukończyły 65 lat. Problem ten występuje również w Polsce, podobnie jak w większości uprzemysłowionych krajów na świecie. Sprostanie temu zadaniu wymaga identyfikacji podstawowych jednostek chorobowych w kraju oraz analizy i wyboru kluczowych technologii medycznych do prowadzenia profilaktyki, diagnostyki, leczenia i rehabilitacji w zakresie podstawowych jednostek chorobowych.

Identyfikacja chorób, które dotyczą znaczną część populacji, wymaga szeroko zakrojonych badań przesiewowych, co jest związane z koniecznością ponoszenia wysokich kosztów społecznych i ekonomicznych. Należy tu brać pod uwagę małą zamożność społeczeństwa i fakt, że sytuacja gospodarcza Polski, mimo szybkiej poprawy, nie jest najlepsza. Wczesne wykrycie nowych zachorowań, jeszcze w postaci bezobjawowej, gdy pacjent nie zgłasza dolegliwości, może przyczynić się do znacznego obniżenia kosztów przyszłego leczenia. Ze względu na sytuację demograficzną Polski jest konieczne zwrócenie uwagi na choroby wieku podeszłego, przeważnie długotrwałe i kosztowne w leczeniu. Natomiast identyfikacja technologii, technik, systemów i urządzeń, które mogą mieć istotny wpływ na prowadzenie profilaktyki, screeningu, diagnostyki, monitorowania, leczenia i rehabilitacji pacjentów cierpiących na różne choroby i dotkniętych niepełnosprawnością, głównie o zasięgu społecznym, jest wymagana z uwagi na potrzebę wyboru strategii zapewniającej pacjentom w kraju dostępność do aparatury diagnostycznej i terapeutycznej oraz leków i materiałów medycznych przewidzianych procedurami skutecznego leczenia. Innym poważnym problemem zdrowotnym w Polsce jest duża liczba wypadków i wynikające stąd liczby dotyczące wystąpienia stanów zagrożenia życia, które są znacznie wyższe niż w krajach Unii Europejskiej i Ameryki Północnej. Opieka nad matką i dzieckiem, również w stanie prenatalnym, w tym leczenie chorób i wad występujących u dzieci i młodzieży jest kolejnym ważnym zadaniem społecznym w starzejącym się społeczeństwie polskim. Jest sprawą oczywistą, że bardziej efektywne terapie prowadzą do skrócenia czasu hospitalizacji, lepszego rokowania dla pacjentów i szybszego ich powrotu do normalnej aktywności w społeczeństwie. Cele te można osiągnąć dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technologii medycznych.

Na świecie, w tym w Europie, obserwuje się bardzo dynamiczny rozwój technologii medycznych, które oferują szeroki asortyment produktów. Istotną cechą nowoczesnej aparatury medycznej jest jej z informatyzowanie i wyposażenie w wyspecjalizowane oprogramowanie, konieczne do prawidłowego wykorzystania tej aparatury, w tym do automatyzacji procedur diagnostycznych i terapeutycznych, a także do przetwarzania i przyjaznego udostępniania lekarzom informacji o stanie pacjenta. Ważnym czynnikiem determinującym taki rozwój jest innowacyjność w różnych sferach działalności: w edukacji, badaniach naukowych i rozwojowych, we wdrożeniach nowych rozwiązań do produkcji i praktyki medycznej czy też w tworzeniu nowych firm i zaplecza naukowo-technologicznego koniecznego do wytwarzania nowoczesnej aparatury medycznej i farmaceutyków.

Polska zajmuje dalsze miejsce wśród krajów europejskich z uwagi na warunki wymagane do szybkiego rozwoju nowoczesnych technologii medycznych. Jest wiele przyczyn takiego stanu, z których, wg Komisji Europejskiej do najważniejszych można zaliczyć niski poziom i struktury wydatków na badania i rozwój, niewystarczającą współpracę firm z ośrodkami akademickimi i małą liczbę patentów, co niekorzystnie wpływa na korzystanie przez przemysł z nowych technologii. Wskazuje się przy tym na potrzebę proinnowacyjnego wykształcenia społeczeństwa. Takie kształcenie, z pokreśleniem edukacji prozdrowotnej, może być zintensyfikowane dzięki technikom multimedialnym internetowym. Nie można przy tym zapominać o wspomnianych wcześniej ograniczeniach wynikających z sytuacji gospodarczej Polski. Przy zachowaniu obecnych trendów organizacyjnych i finansowych związanych z rozwojem technologii medycznych, Polska ma szansę dogonić średnią unijną w odniesieniu do produkcji nowoczesnej aparatury medycznej i farmaceutyków za ponad 50 lat. Dobitną ilustracją tego faktu jest obecność w 2004 r. zaledwie kilku firm sektora technologii medycznych na liście 500 przedsiębiorstw najbardziej zorientowanych na rozwój.

W celu przezwycięzenia takiego stanu i spełnienia oczekiwań społeczeństwa w zakresie jakości ochrony zdrowia, jest konieczny rozwój technologii medycznych w naszym kraju. W związku z tym, jako konsekwencja uchwały Rady Ministrów, zawartej w dokumencie „Plan działań pro-wzrostowych w latach 2003 - 2004” z 1 lipca 2003 r., na podstawie Zarządzenia Ministra Nauki nr 7/04 z dnia 3 marca 2004 został utworzony Pilotażowy Projekt *Foresight* „Zdrowie i Życie”, który był realizowany w latach 2004 - 2005.

W wyniku prac Panelu głównego i paneli tematycznych tego Projektu, do realizacji, którego wybrano przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych, biznesu, administracji państwowej, finansów i mediów określono 26 ważnych kierunków badawczych i rozwoju technologii z obszaru profilaktyki, opieki zdrowotnej i edukacji prozdrowotnej, a także mających na celu zapewnienie prawidłowego żywienia i jego bezpieczeństwa. Należy zauważyć, że raport ten, zgodnie z zasadami badań typu *Foresight*, był opracowany na podstawie opinii wymienionych osób a nie badań materiałów źródłowych mających na celu określenie rzeczywistego stanu rozważanych spraw. Ustalenia Projektu *Foresight* „Zdrowie i Życie” zostały poddane konsultacjom społecznym przez Ośrodek Badania Opinii Społecznej PENTOR. Były badane niezależne opinie przedstawicieli nauki i reprezentantów opinii publicznej wybranych z różnych grup społecznych i zawodowych.

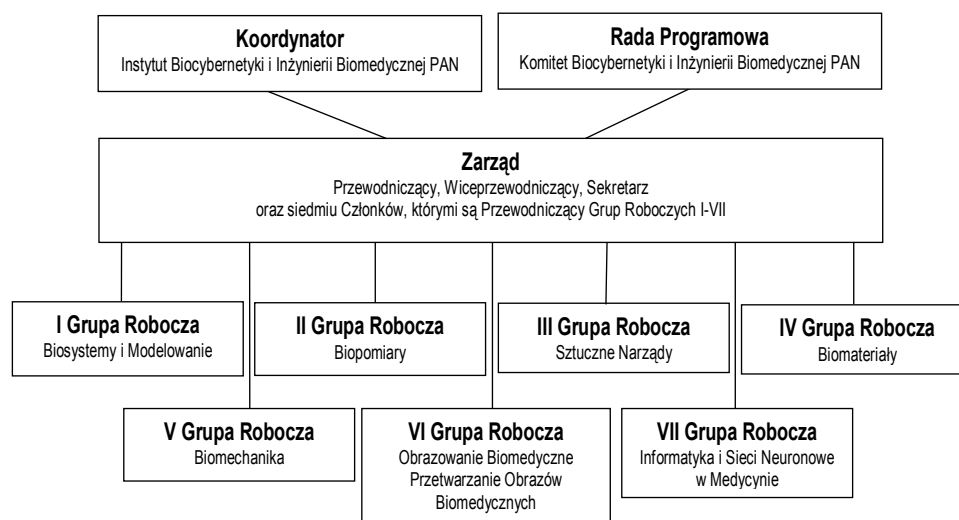
Wyniki tych badań Ośrodek przedstawił w swoim Raporcie z maja 2005 r. Końcowe ustalenia Panelu głównego, uwzględniające Raport PENTORA przedstawiono w Raporcie Finalnym z czerwca 2005 r.

## Rozdział 3

### Projekt „System Monitorowania i Scenariusze Rozwoju Technologii Medycznych w Polsce”

Przedstawiona wyżej sytuacja odnosząca się do oczekiwań związanych z rozwojem technologii medycznych i niewystarczającego rozeznania ich stanu, stanowi uzasadnienie potrzeby opracowania scenariuszy rozwoju i wdrożeń tych technologii opartych na potencjale naukowo-badawczym z obszaru inżynierii biomedycznej w kraju. Z inicjatywą opracowania wniosku projektu *Foresight* pt. „System monitorowania i scenariusze rozwoju technologii medycznych w Polsce” wystąpiła Ogólnopolska Sieć Naukowa Inżynierii Biomedycznej BIOMEN.

Sieć inżynierii biomedycznej (BIOMEN) została utworzona z inicjatywy Komitetu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej Polskiej Akademii Nauk podjętej w dniu 1 grudnia 2004 r. Myślą przewodnią tej inicjatywy było połączenie wysiłków aktywnych jednostek badawczych, rozpoznawalnych w skali krajowej i międzynarodowej, w ramach jednej struktury obejmującej siedem obszarów inżynierii biomedycznej reprezentowanych przez siedem grup roboczych, stanowiących podstawowe jednostki organizacyjne Sieci (rys. 2).



Rys. 2. Schemat organizacyjny sieci BIOMEN

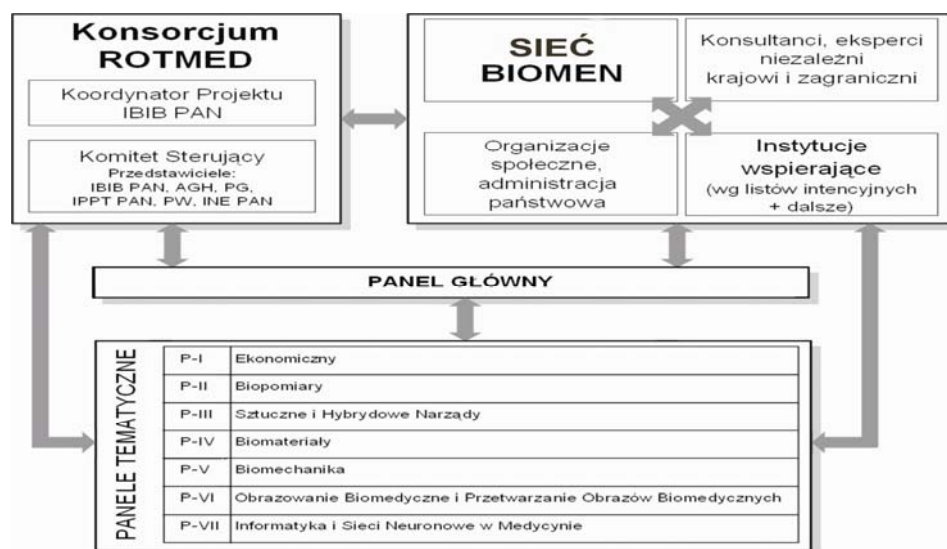
Do poszczególnych grup roboczych Sieci należy obecnie 61 placówek z Polskiej Akademii Nauk, Wyższych Uczelni Technicznych, Akademii Medycznych i Wyspecjalizowanych Ośrodków Służby Zdrowia.

Sieć BIOMEN do przygotowania wniosku i koordynowania realizacji projektu powołała konsorcjum ROTMED, ze wskazaniem na Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN jako głównego koordynatora.

W skład konsorcjum ROTMED wchodzi 7 placówek naukowych, którymi są:

1. Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN.
2. Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH.
3. Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH.
4. Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej.
5. Instytut Mechaniki i Konstrukcji – Międzywydziałowy Zespół Naukowo-Badawczy Biomechaniki Politechniki Warszawskiej.
6. Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN.
7. Instytut Nauk Ekonomicznych PAN.

W celu realizacji projektu powołano Komitet Sterujący, Panel Główny oraz 7 Paneli Tematycznych. W toku prac korzystano z pomocy ekspertów zewnętrznych reprezentujących sieć BIOMEN, organizacje społeczne, instytucje wspierające oraz administrację państwową. Prowadzono również konsultacje z ekspertami zagranicznymi (rys. 3.).



**Rys. 3.** Schemat organizacyjny struktury powołanej przez konsorcjum ROTMED realizującej projekt *Foresight*

Projekt „System monitorowania i scenariusze rozwoju technologii medycznych w Polsce” był realizowany w okresie 2006 - 2008. Jego celem było opracowanie scenariuszy rozwoju technologii medycznych w Polsce do roku 2020. Scenariusze te uwzględniają: (i) stan prac naukowo-badawczych i rozwojowych w zakresie 6 głównych działów inżynierii biomedycznej (biopomiarów, sztucznych narządów, biomateriałów, biomechaniki, obrazowania biomedycznego i przetwarzania obrazów biomedycznych oraz informatyki i sieci neuronowych w medycynie), (ii) potencjał wdrożeniowy w przemyśle (małe i średnie przedsiębiorstwa) oraz (iii) potrzeby służby zdrowia z uwzględnieniem ważnych społecznie chorób.

Przy określaniu zadań tego Projektu uwzględniono wyniki pilotażowego projektu *Foresight* „Zdrowie i Życie”. Szczególną uwagę przy realizacji Projektu zwrócono na kierunki badawcze i rozwój technologii z obszaru profilaktyki określone w projekcie „Zdrowie i Życie”, które zostały uznane w wyniku konsultacji społecznych jako ważne.

W związku z tym szczególną uwagę zwrócono na analizę sektora przedsiębiorstw działających w obszarze technologii medycznych, w celu identyfikacji kierunków badań i rozwoju technologii, które są postrzegane jako priorytetowe przez przemysł z uwagi na wyznaczenie strategicznych obszarów wdrożeniowych w przemyśle dla potrzeb służby zdrowia.

Projekt pt. „System monitorowania i scenariusze rozwoju technologii medycznych w Polsce” jest projektem technologicznym. Jest usystematyzowanym sposobem oceny przyszłych trendów zmian i możliwości techniczno-technologicznych, wynikających z najnowszych odkryć naukowych, które mogą mieć silny wpływ na społeczeństwo i jego przyszły rozwój.

Elementami *Foresight* u technologicznego są:

- Identyfikacja kluczowych technologii w przyszłości
- Ocena szans i zagrożeń dla technologii
- Budowa scenariuszy

Pojęcie technologii medycznych i urządzenia produkowane na ich bazie często nie są odróżniane od technologii i produktów farmaceutycznych, dlatego zasadne jest zacytowanie w tym miejscu odpowiedniej definicji. Zgodnie z Ustawą o wyrobach medycznych z dnia 20 kwietnia 2004 r. (Dz.U. 2004 nr 93 poz. 896), Art. 3, p.1, pp. 17):

*Ilekcioć w ustawie jest mowa o wyrobie medycznym – naleŹy przez to rozumieć narzędie, przyrzędq, aparat, sprzęt, materiał lub inny artykuł, stosowany samodzielnie lub w połączeniu, włączając oprogramowanie niezbędne do właściwego stosowania wyrobu, przeznaczone przez wytwórcę do stosowania u ludzi w celu:*

- *diagnozowania, zapobiegania, monitorowania, leczenia lub łagodzenia przebiegu chorób,*
- *diagnozowania, monitorowania, leczenia, łagodzenia lub kompensowania urazów lub upośledzeń,*
- *badania, zastępowania lub modyfikowania budowy anatomicznej lub prowadzenia procesu fizjologicznego,*
- *regulacji poczęć,*

*który nie osiąga swojego zasadniczego zamierzonego działania w ciele lub na ciele ludzkim środkami farmakologicznymi, immunologicznymi lub metabolicznymi, lecz którego działanie może być przez nie wspomagane.*

Niniejsze opracowanie adresowane jest przede wszystkim do przedstawicieli państwa na poziomie ogólnokrajowym i lokalnym, jako głównego podmiotu finansującego badania naukowe, stymulującego transfer wyników prac badawczych do sektora przedsiębiorstw i instytucji odpowiedzialnej za jakość życia i ochronę zdrowia swoich obywateli. Informacje zawarte w niniejszym opracowaniu mogą być również użyteczne dla:

- placówek badawczo-rozwojowych,
- firm produkujących sprzęt i materiały wykorzystujące technologie medyczne,
- firm handlujących produktami technologii medycznych,
- firm usługowych działających w obszarze ochrony zdrowia,
- placówek ochrony zdrowia,
- instytucji finansujących ochronę zdrowia,
- pacjentów korzystających z opieki zdrowotnej,
- firm ubezpieczeniowych, mediów, itd.

Informacje zawarte w niniejszym opracowaniu powinny ułatwić każdej z wymienionych wyżej grup podmiotów podejmowanie trafniejszych decyzji i wybór najkorzystniejszych rozwiązań dotyczących sektora technologii medycznych.

Schemat realizacji projektu zaprezentowany jest na rysunku 4. Obrazuje on opracowany przez konsorcjum ROTMED w ramach projektu system monitorowania rozwoju technologii medycznych w Polsce.

System ten obejmuje trzy podstawowe obszary działania. Są nimi: analiza stanu sektora technologii medycznych w Polsce, analizy typu *foresight* dotyczące prognozowania rozwoju oraz opracowanie produktów końcowych projektu, czyli scenariuszy wariantowych rozwoju uwzględniających zachowanie się czynników kluczowych, wizji przyszłości technologii oraz zidentyfikowanych obszarów wdrożeń technologii medycznych w sektorze przedsiębiorstw oraz w sektorze ochrony zdrowia.

Analiza stanu przeprowadzona została w oparciu o dane źródłowe w trzech sferach monitorowania: (a) badań naukowych w zakresie inżynierii biomedycznej (strategii jej rozwoju, potencjału kadrowego, badawczego, dorobku placówek, analizy oryginalnych osiągnięć naukowych i priorytetów edukacyjnych), (b) przedsiębiorstw produkcyjnych i usługowych (innowacyjność, nakłady na technologie, produkcja, zatrudnienie, przedsiębiorczość akademicka) oraz ochrony zdrowia (identyfikacja podstawowych problemów zdrowotnych w Polsce i identyfikacja kluczowych technologii).

Badania typu *foresight* były prowadzone w Panelach Tematycznych (pozycjonowanie technologii kluczowych, SWOT, wybór czynników do analizy STEEP i wybór zmiennych i trendów oraz określenie macierzy wpływów bezpośrednich do analizy krzyżowej (cross-impact) oraz opracowanie tez technologicznych do badania metoda delficka) i w Panelu Głównym (pozycjonowanie technologii kluczowych, SWOT, STEEP, analizy krzyżowej wpływów (cross-impact), opracowanie tez ogólnych, kryteriów i metryki eksperta do badania metoda delficka).

W oparciu o wyniki analizy cross-impact opracowano listę czynników kluczowych dla rozwoju technologii medycznych do roku 2020. Ostatnim etapem badań typu *foresight* było przeprowadzenie dwóch tur badania delfickiego z udziałem ponad 160 respondentów.

W trzecim obszarze realizacji projektu opracowano założenia do scenariuszy rozwoju (w oparciu o analizę stanu oraz analizy SWOT i STEEP) i opracowano wariantowe scenariusze rozwoju (korzystając z założeń scenariuszy i przewidywanego sposobu zachowania się czynników kluczowych). Ostatnim etapem prac była integracja wyników wszystkich analiz w celu opracowania wizji przyszłości technologii medycznych i obszarów wdrożeniowych w sektorze przedsiębiorstw oraz sektorze ochrony zdrowia.

Zrealizowanie wymienionych wyżej zadań wiązało się z koniecznością opracowania internetowej platformy komunikacyjnej (<http://rotmed.ibib.waw.pl>). Platforma internetowa umożliwiała i umożliwia prezentację projektu, stanu jego realizacji oraz wyników, zarówno uczestnikom projektu, jak i szerokiej opinii publicznej, szczególnie osobom, firmom i instytucjom związanym z obszarem technologii medycznych. Prezentowane informacje zawierają dane o źródle finansowania zgodnie z wymaganiami Europejskich Funduszy Strukturalnych. Platforma informatyczna integrowała wszystkie działania członków konsorcjum, które można realizować drogą elektroniczną.

Zasadniczym zadaniem platformy było wsparcie wszystkich członków konsorcjum w zakresie możliwości przeprowadzania badań z zastosowaniem internetu. W sposób szczególny należy tu wskazać na elektroniczne publikacje ankiet / kwestionariuszy oraz innych elementów badań, które były wypracowywane przez konsorcjum ROTMED.

Zgromadzone dane podlegały uzupełnieniu i przetwarzaniu przez poszczególne panele, celem wytworzenia zaplanowanych i zatwierdzonych przez Komitet Sterujący wyników badań. Każdy panel miał dostęp do zebranych danych w celu ich przetwarzania.

Zakres i forma prezentacji wyników określane były przez Komitet Sterujący po uwzględnieniu sugestii poszczególnych zespołów roboczych.

W ramach platformy zostały uruchomione usługi umożliwiające gromadzenie dokumentów oraz szybką wymianę informacji pomiędzy członkami Komitetu Sterującego oraz innymi grupami, powołanymi w czasie realizacji projektu. Przygotowano forum dyskusyjne dla członków Komitetu Sterującego oraz 7. Paneli Tematycznych.

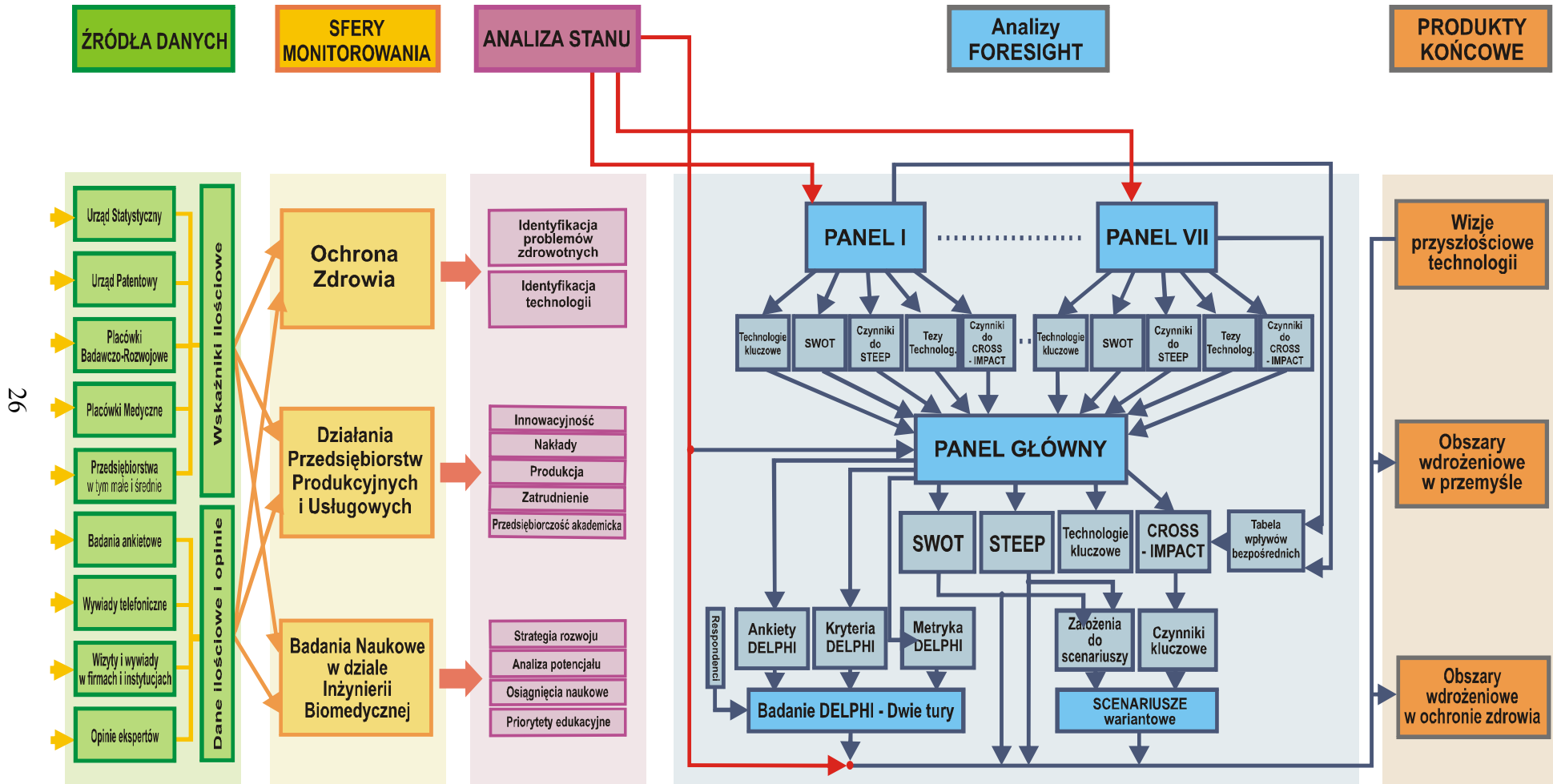
W kolejnych rozdziałach niniejszego opracowania zaprezentowano wyniki przeprowadzonych analiz oraz produktów końcowych projektu zgodnie z powyższym schematem jego realizacji.

*Przy opracowywaniu niniejszej publikacji brali udział, oprócz osób wymienionych na liście AUTORIZY, eksperci, których nazwiska zawierają listy „Aktywnych członków Paneli Tematycznych”.*

*Szczególne wyrazy podziękowania konsorcjum ROTMED kieruje dla Pana Profesora Andrzeja Matczewskiego za dostarczone przez niego materiały i cenne uwagi merytoryczne.*

*Dziękujemy również Pani Iwonie Nowickiej za szereg konsultacji dotyczących prowadzenia badań typu foresight.*

# SCHEMAT REALIZACJI PROJEKTU FORESIGHT



26

Rys. 4. Schemat realizacji projektu



## **CZĘŚĆ II**

# **ANALIZA STANU SEKTORA TECHNOLOGII MEDYCZNYCH W POLSCE**

## Rozdział 4

# Przegląd strategii rozwoju technologii medycznych w Polsce

## Wprowadzenie

Celem niniejszego opisu jest prezentacja przeglądu istniejących w kraju strategii rozwoju technologii medycznych i praktyki ich realizacji.

W literaturze z obszaru zarządzania strategicznego pod pojęciem „strategii” rozumie się długookresowy program działania określający główne cele organizacji i sposoby ich osiągnięcia. W takim duchu od szeregu lat tworzone są rządowe dokumenty strategiczne, rzadziej dokumenty administracji lokalnej, natomiast nadal nie jest to zbyt częsta praktyka na szczeblu przedsiębiorstw. Często uznaje się, że część planu strategicznego wyrażana jest poprzez misję przedsiębiorstwa, której sformułowanie kierowane jest na zewnątrz i do wewnątrz przedsiębiorstwa. W misji określa się powód istnienia przedsiębiorstwa, jego tożsamość i wizerunek, a tym samym ujawnia się publicznie strategiczne kierunki działania odróżniające firmę od innych podmiotów gospodarczych i organizacji. Podobne podejście staje się coraz częściej przedmiotem zainteresowania menedżerów samodzielnych publicznych zakładów służby zdrowia (*Skalpel nr 2004/01, Wojskowa Izba Lekarska w Warszawie*).

Nie negując ogólnej trafności podanego wyżej pojęcia „strategii”, w niniejszym opracowaniu uznano, że nie jest ono satysfakcjonujące z punktu widzenia celu realizowanego projektu *foresight*, w szczególności celu opracowywanego przeglądu strategii rozwoju technologii medycznych w Polsce. Przegląd traktowany rygorystycznie według reguł zarządzania strategicznego znacznie ograniczyłby użyteczność analizy. Dyskusje o strategiach w ochronie zdrowia odbywają się w różnych kręgach społecznych<sup>1</sup>. Uznać, zatem trzeba realia, w których na rozwój technologii medycznych, jako części systemu opieki zdrowotnej, mają wpływ różnego rodzaju środowiska społeczne i zawodowe, które dostrzegają ponadbranżowy i interdyscyplinarny zasięg problemu, a do ich opinii, często z opóźnieniem, odwołują się programy rządowe i programy władz lokalnych odpowiednich szczebli.

W tej sytuacji analizując problem strategii, nie można pominąć znaczenia wyrażanych w różnej formie priorytetów społecznych w zakresie rozwoju technologii medycznych.

Z powyższego względu przegląd strategii rozwoju technologii medycznych prezentowany poniżej obejmuje zarówno dokumenty rządowe i regionalne, jak i ich praktyczne skutki w formie realizowanych programów badawczych, czy programów polityki zdrowotnej, w końcu, zagadnienia priorytetów społecznych.

<sup>1</sup> np. 15 kwietnia 2004 roku odbyła się debata pt. „Strategia zmian w systemie ochrony zdrowia”, zorganizowana przez Rzecznika Praw Obywatelskich prof. Andrzeja Zolla

## Strategie na szczeblu państwa

Rozwój technologii medycznych, jak każdej innej dziedziny, istotnie zależy od obowiązującego ustawodawstwa i strategii formułowanych przez odpowiednie ministerstwa i wyspecjalizowane agencje rządowe z uwzględnieniem strategii unijnych. Za ważny dokument, mający zasadniczy wpływ na realizację strategii rozwoju, należy uznać ustawę o zasadach finansowania nauki (Dz. U. Nr 238, poz. 2390 z późn. zm., uchwalona 8 października 2004, weszła w życie w lutym 2005 roku. Duże zmiany w zakresie zasad finansowania nauki wprowadziła Ustawa o Narodowym Centrum Badan i Rozwoju z dnia 15. czerwca. 2007 Dz. U. Nr 115, poz. 789). Przepis art. 10 ustawy z 2004 r. daje podstawę do ustanowienia Krajowego Programu Ramowego, którego głównym celem jest ukierunkowanie badań naukowych i prac rozwojowych na potrzeby poprawy jakości życia polskiego społeczeństwa. W efekcie podstawowe elementy, służące do określenia strategicznych obszarów badawczych, opierają się na długookresowych (w skali 10 lat) priorytetach społeczno-gospodarczych państwa, wynikających z propozycji przekazanych przez ministrów, wojewodów, organy samorządu województwa, jednostki naukowe lub organizacje samorządu gospodarczego o zasięgu ogólnokrajowym. Krajowy Program Ramowy wpisuje się ponadto w cele określone przez następujące rządowe dokumenty strategiczne:

1. Sektorowy Program Operacyjny – Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw na lata 2004–2006, w którym przewidziano działania mające na celu wzmocnienie konkurencyjności gospodarki poprzez podwyższenie poziomu jej innowacyjności, w drodze zacieśniania więzi między sferą badawczo-rozwojową i gospodarką oraz zwiększanie transferu nowoczesnych rozwiązań technologicznych, produktowych i organizacyjnych do przedsiębiorstw i instytucji.
2. Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007–2013, w których KPR uwzględniony jest jako jeden z instrumentów finansowych wspierających działalność innowacyjną.
3. Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka 2007–2013, którego głównym celem jest zwiększenie roli wiedzy i innowacyjności w procesie trwałego i zrównoważonego rozwoju gospodarczego oraz społecznego, poprzez wsparcie badań, rozwoju technologii i innowacyjności oraz budowy społeczeństwa informacyjnego w Polsce.
4. Strategia zwiększenia nakładów na działalność B+R w celu osiągnięcia założeń Strategii Lizbońskiej, gdzie KPR postrzegany jest jako jedno z narzędzi służących osiągnięciu pożądanego wzrostu efektywności nakładów budżetowych i poza-budżetowych na sferę B+R.
5. Założenia polityki naukowej, naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa do 2020 r. zwracające uwagę na konieczność przeformułowania priorytetów, według których następuje przydzielanie środków finansowych na badania naukowe oraz na główne kryteria określania polskich priorytetów badawczych.
6. Strategia rozwoju nauki w Polsce do 2013 r. wraz z perspektywiczną prognozą do roku 2020 aktualizująca ww. założenia, omawiająca jednocześnie w sposób bardziej szczegółowy sposoby realizacji polityki naukowej, naukowo-technicznej i innowacyjnej państwa oraz kryteria wyznaczania kierunków rozwoju nauki i technologii w Polsce.
7. Proponowane kierunki rozwoju nauki i technologii w Polsce do 2020 r., które stanowią analizę światowych trendów naukowych pod kątem potrzeb rozwojowych Polski i polskiego potencjału badawczo-rozwojowego oraz wstępny wybór priorytetów naukowych i technologicznych. W 2008 r. podjęto kolejne działania związane z opracowaniem Strategii Rozwoju Kraju 2007-2015, w tym strategii Rozwoju Nauki do 2015 r.

8. Stanowisko negocjacyjne Polski wobec projektu decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczącej 7 Programu Ramowego UE oraz 7 Programu Euratom, określające oczekiwania Polski wobec priorytetów i instrumentów rozwijania badań naukowych i prac rozwojowych w ramach 7 PR.
9. Narodowy Program Foresight mający za zadanie określenie wieloletnich kierunków badań naukowych i prac rozwojowych, które wpłyną na przyspieszenie rozwoju społeczno-gospodarczego.

### **Priorytety Krajowego Programu Ramowego są podzielone na dwie grupy:**

- kierunki działań wywierające bezpośredni wpływ na człowieka (zdrowie, środowisko, rolnictwo i żywność, państwo i społeczeństwo, bezpieczeństwo);
- kierunki o charakterze technologiczno-technicznym (nowe materiały i technologie, technologie informacyjne, energia i jej zasoby, infrastruktura transportowa).

Każdy ze strategicznych obszarów badawczych zawiera cztery zasadnicze typy działań na rzecz rozwoju, charakteryzujące spodziewane rezultaty (idee naukowe, kadra badawcza, baza badawcza i technologie) i brane pod uwagę w analizie i wyborze priorytetowych kierunków. Instrumentem służącym realizacji tych ostatnich są projekty zamawiane.

Aktualnie wyróżnionych jest dziewięć strategicznych obszarów badawczych: zdrowie, środowisko, rolnictwo i żywność, państwo i społeczeństwo, bezpieczeństwo, nowe materiały i technologie, technologie informacyjne, energia i jej zasoby, infrastruktura transportowa. Na tej liście dwa obszary zawierają priorytetowe kierunki mające związek z rozwojem technologii medycznych – są to obszary badawcze „I Zdrowie” i „VII Technologie informacyjne”. Ich charakterystykę przedstawia się w następujący sposób:

- **Zdrowie**

Obszar zainteresowania dziedzin i dyscyplin naukowych, które zdrowiu i jakości życia przypisują nadrzędne znaczenie dla wszelkich działań. Obejmuje problemy starzenia się społeczeństwa, chorób nowotworowych, medycyny transplantacyjnej i regeneracyjnej, nowych leków, materiałów i aparatury medycznej oraz zagrożenia dla zdrowia uwarunkowane środowiskiem.

- **Technologie informacyjne**

Obszar obejmuje problemy w sferach: nauki, edukacji, **zdrowia**, gospodarki i administracji, nowoczesnych usług teleinformatycznych oraz zagadnienia nowych metod i narzędzi wytwarzania oprogramowania.

### **Priorytetowe kierunki badań prezentowane są następująco:**

1. Epidemiologia, podłoże molekularne oraz czynniki ryzyka wpływające na procesy starzenia

Starzenie się społeczeństwa wymaga wypracowania wielowątkowego i interdyscyplinarnego podejścia, identyfikującego zarówno źródła starzenia się, zakres, czynniki ryzyka, jak i możliwości terapeutyczne, jest problemem powszechnie uznanym i rodzącym coraz większe obciążenia moralne i ekonomiczne.

2. Epidemiologia, patogeneza, genetyka i immunologia chorób nowotworowych.

Nowotwory, obok chorób krążenia, są najpoważniejszym światowym problemem medycznym i stanowią oś prestiżowych programów badawczych w USA i w Unii Europejskiej, zarówno w kręgu badań podstawowych, jak i klinicznych. Kierunek doskonale wpisuje się w Narodowy Program Walki z Rakiem.

3. Biologia molekularna i biotechnologia oraz ich wpływ na poprawę stanu zdrowia i jakość życia społeczeństwa

Kierunek opracowywania nowych możliwości diagnostycznych oraz technologii medycznych i terapeutycznych, pogłębiania wiedzy o patomechanizmach chorób. Biologia molekularna oraz biotechnologia wpływają na metody postępowania lekarskiego. Sprzyjają wzrostowi potencjału twórczego i kompetencji kadry naukowej, jak również poprawie wyposażenia polskich laboratoriów, minimalizuje ryzyko porażki na tym polu.

4. Uwarunkowania środowiskowe i ich wpływ na zagrożenia zdrowotne

Czynniki środowiskowe są podstawowym źródłem wielu schorzeń, w tym nowotworów, chorób alergicznych, chorób cywilizacyjnych itp. W kilku regionach Polski istnieją unikatowe w skali europejskiej warunki śledzenia, identyfikacji, a w końcu ograniczania negatywnych skutków czynników środowiskowych dla zdrowia. Badania relacji istniejących pomiędzy jakością środowiska naturalnego a zdrowiem mają znaczenie nie tylko dla Polski.

5. Medycyna transplantacyjna i regeneracyjna

Techniki transplantacyjne i regeneracyjne to najnowocześniejsze kierunki badań i technologii, posiadające uznane osiągnięcia praktyczne. Powinny obejmować wykorzystanie nieembrionalnych komórek macierzystych. Istnieje opinia, że medycyna regeneracyjna to podstawowy i przyszłościowy kierunek rozwoju medycyny.

6. Leki innowacyjne i generyczne, materiały oraz aparatura wspomagająca diagnostykę i terapię medyczną

Nowe rozwiązania diagnostyczne i terapeutyczne mają umożliwić skuteczne leczenie przy równoczesnej minimalizacji zagrożeń dla zdrowia pacjenta, wynikających z zastosowania określonych technologii leczniczych, materiałów czy leków o nadmiernej toksyczności i niskiej specyficzności. Krajowe badania umożliwiają wypracowanie leków innowacyjnych, a także generycznych i dają szansę na to, aby ta dziedzina stała się polską specjalnością.

7. Systemy wspomagania diagnostyki i terapii oraz wymiany informacji medycznej poprzez platformy internetowe i mobilne

Systemy platform internetowych, osobistych czujników, przetwarzania danych oraz spójny rejestr usług medycznych otwierają nowe możliwości rozstrzygnięć diagnostycznych i terapeutycznych. Umożliwią także kontakt na odległość z najwybitniejszymi specjalistami, co podniesie poziom zarówno terapii, jak i edukacji medycznej.

W kontekście prac dot. opracowania strategii rozwoju technologii medycznych w Polsce na uwagę zasługuje dokument opracowany przez Ministerstwo Zdrowia i przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 21 czerwca 2005 r., towarzyszący realizacji Narodowego Planu Rozwoju na lata 2007–2013 i zatytułowany „*Strategia rozwoju ochrony zdrowia w Polsce na lata 2007 – 2013*”.

Podstawą opracowania strategii była m.in. analiza uwarunkowań prawno– instytucjonalnych oraz powiązań z innymi programami i dokumentami UE, a także diagnoza stanu obejmująca takie zagadnienia jak aspekty sytuacji demograficznej, stan zdrowia ludności, kadrowe i materialne warunki funkcjonowania ochrony zdrowia w Polsce, organizacja i funkcjonowanie systemu ochrony zdrowia, zarządzanie informacją w ochronie zdrowia, finansowanie ochrony zdrowia, zadłużenie samodzielnych publicznych zakładów opieki zdrowotnej, analiza silnych i słabych stron oraz szans i zagrożeń – SWOT (ang. *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Treads*) systemu ochrony zdrowia. Przykładowo, wśród wielu problemów służby zdrowia, rozpatrywanych w powyższym dokumencie jako istotne dla opracowania strategii, warto wymienić sprawę zadłużenia z tytułu zakupu sprzętu i aparatury medycznej, bowiem stanowi ono jeden z czterech największych składników, jakimi są tego typu zobowiązania:

- publiczno-prawne (w tym wobec ZUS, PFRON) - 34,2%
- z tytułu zakupu leków materiałów medycznych - 19,9%
- wobec pracowników - 16,5%
- z tytułu zakupu sprzętu i aparatury medycznej - 3,7%

W wyniku przeprowadzonej analizy określony został cel nadrzędny, sformułowany jako „poprawa stanu zdrowia społeczeństwa polskiego jako czynnika rozwoju społeczno-gospodarczego kraju”. Określono także następujące cele strategiczne i operacyjne rozwoju ochrony Zdrowia:

1. Zwiększenie bezpieczeństwa zdrowotnego społeczeństwa:
  - 1.1. Rozwój systemu ratownictwa medycznego.
  - 1.2. Zapobieganie negatywnym skutkom zdrowotnym narażenia na szkodliwe czynniki fizyczne, chemiczne i biologiczne środowiska.
  - 1.3. Zapobieganie zagrożeniom bezpieczeństwa żywności poprzez wdrożenie biologicznych wskaźników oceny ryzyka z uwzględnieniem monitorowania zanieczyszczeń chemicznych.
  - 1.4. Zapobieganie negatywnym skutkom zdrowotnym narażenia na szkodliwe czynniki środowiska znajdujące się w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
2. Poprawa efektywności funkcjonowania systemu ochrony zdrowia:
  - 2.1. Maksymalizacja korzyści zdrowotnych przez zwiększenie efektywności i jakości leczenia.
  - 2.2. Redukcja niedoborów informacyjnych w zakresie kształtowania polityki zdrowotnej.
  - 2.3. Wprowadzenie elementów regulacyjnych-racjonalizujących popyt, do sfery świadczeń zdrowotnych.
  - 2.4. Optymalizacja wykorzystania i kosztów produktów leczniczych.
  - 2.5. Inwestycje w infrastrukturę ochrony zdrowia.
3. Dostosowanie opieki zdrowotnej do dynamiki długookresowych trendów demograficznych:
  - 3.1. Poprawa zdrowia kobiet w wieku rozrodczym oraz noworodków i niemowląt.
  - 3.2. Poprawa zdrowia dzieci i młodzieży.
  - 3.3. Zapewnienie właściwej opieki osobom w środowisku pracy.

- 3.4. Zapewnienie właściwej opieki oraz wydłużenie okresu sprawności psychofizycznej i możliwości pełnienia ról społecznych osobom w wieku podeszłym.
4. Poprawa stanu zdrowia społeczeństwa polskiego w stopniu zmniejszającym dystans istniejący pomiędzy Polską i średnim poziomem stanu zdrowia w Unii Europejskiej.
  - 4.1. Realizacja uaktualnionego Narodowego Programu Zdrowia na lata 2006 – 2015.
  - 4.2. Wzmocnienie uczestnictwa społeczeństwa w działaniach umożliwiających realizację celów zawartych w Narodowym Programie Zdrowia na lata 2006 – 2015.
  - 4.3. Zmniejszenie zapadalności i umieralności na przewlekłe choroby niezakaźne.

Jak zaznaczają autorzy strategii, numeracja użyta w powyższym zestawie ma sens wyłącznie porządkowy i nie wyraża ważności celów, ich hierarchii i priorytetów.

Dokument zawiera także opis systemu realizacji strategii i niezbędnych do tego działań. Biorąc pod uwagę zaplanowane kierunki rozwoju szczególnie ważne z punktu widzenia obecnego projektu Foresight są cele operacyjne 2.1 i 3.1.

#### *Cel operacyjny 2.1. Maksymalizacja korzyści zdrowotnych przez zwiększenie efektywności i jakości leczenia*

##### Działania:

1. Kształtowanie liczby i struktury kadry medycznej w stopniu zapewniającym realizację zadań w dziedzinie ochrony zdrowia.
2. Zapewnienie dostępu do technologii medycznych o udowodnionej skuteczności i wysokiej efektywności.
3. Poprawienie relacji koszt – efekt, szczególnie w odniesieniu do drogich procedur medycznych.
4. Rozwój programów oceny jakości w zakładach opieki zdrowotnej.
5. Optymalizacja alokacji środków finansowych i zasobów ochrony zdrowia według kryterium efektywności.
6. Kształtowanie poziomów referencyjnych i sieci szpitali.

#### *Cel operacyjny 3.1. Poprawa zdrowia kobiet w wieku rozrodczym oraz noworodków i niemowląt*

##### Działania:

1. Działania zmierzające do likwidacji nierówności w regionach w Polsce w zakresie tempa spadku wskaźnika umieralności niemowląt i umieralności okołoporodowej.
2. Poprawa jakości opieki medycznej w związku z ciążą, porodem i położeniem.
3. Poprawa opieki perinatalnej i wzbogacenie o nowe technologie medyczne świadczeń zdrowotnych wykonywanych wobec ciężarnej, płodu, noworodka i niemowlęcia, w tym urodzonego z niską masą ciała.

4. Usprawnienie działania nadzoru merytoryczno-organizacyjnego w opiece zdrowotnej nad ciężarną, noworodkiem i niemowlęciem.
5. Prowadzenie działań edukacyjnych dotyczących zmiany zachowań zdrowotnych kobiet w wieku rozrodczym w aspekcie ciąży.
6. Usprawnienie profilaktyki, leczenia i rehabilitacji najczęściej występujących wrodzonych wad rozwojowych.

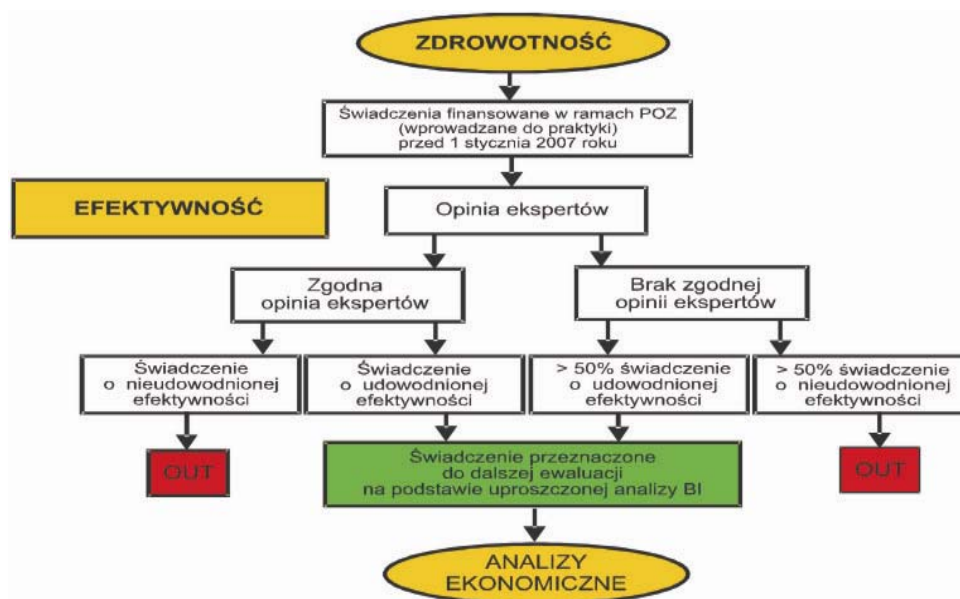
W opinii środowisk lekarskich dokument został uznany za niezwykle ważny (patrz Piotr Krasucki, *O Strategii Rozwoju Ochrony Zdrowia*, Puls, Miesięcznik Okręgowej Izby Lekarskiej w Warszawie, Numer 2005-07/08).

Odrębną strategię na szczeblu państwowym, odnoszącą się do rozwoju technologii medycznych w Polsce, stanowią Wytyczne przeprowadzania Oceny Technologii Medycznych, opracowane na zlecenie i we współpracy z Agencją Oceny Technologii Medycznych w marcu 2007 r. a także procedury ustalania tzw. koszyka świadczeń gwarantowanych.

Agencja Oceny Technologii Medycznych (AOTM) jest państwową jednostką budżetową utworzoną na mocy zarządzenia Ministra Zdrowia i podlega ministrowi właściwemu do spraw zdrowia w Polsce. Zgodnie z wytycznymi AOTM *ocena technologii medycznych jest postępowaniem podsumowującym dostępne informacje o zdrowotnych, ekonomicznych, społecznych i etycznych aspektach związanych z zastosowaniem technologii medycznych, prowadzonym w sposób systematyczny, przejrzysty, niewypaczony i solidny.*

Z dokonanych ocen medycznych opartych na rzetelnych danych naukowych wpływają rekomendacje ułatwiające podejmowanie decyzji w zakresie finansowania opieki zdrowotnej, w tym refundacji leków i procedur medycznych. Pełną ocenę przeprowadza się biorąc pod uwagę efektywność kliniczną, ekonomiczną oraz wpływ badanej technologii na system ochrony zdrowia.

Na rysunku 5. przedstawiono fragment opracowanego przez AOTM schematu procesu decyzyjnego włączania / wyłączenia technologii medycznej do / z koszyka świadczeń gwarantowanych.



Rys. 5. Fragment opracowanego przez AOTM schematu procesu decyzyjnego włączania / wyłączenia technologii medycznej do / z koszyka świadczeń gwarantowanych

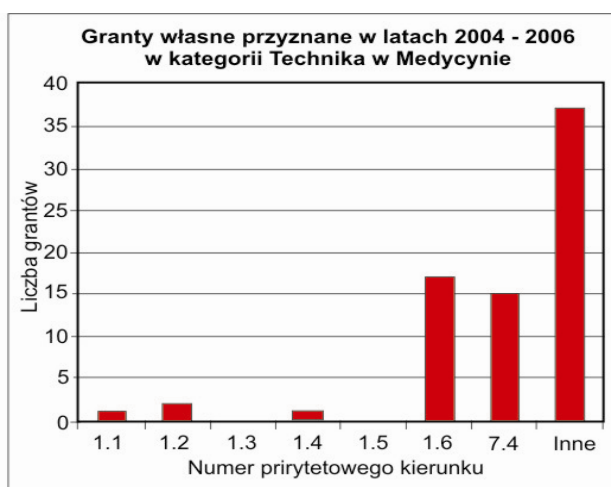
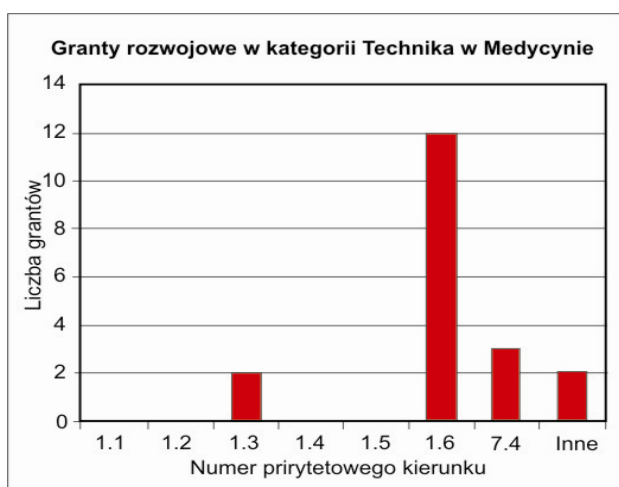


## Programy polityki zdrowotnej państwa w latach 2004 – 2006

Strategia państwa znajduje swoje odzwierciedlenie w finansowaniu i realizacji programów badawczych i programów polityki zdrowotnej. Niestety wydzielenie związanych z problemami zdrowia strategicznych obszarów badawczych nie skutkowało w poprzednich latach zgodnym z priorytetami rozdziałem środków finansowych na badania. Pokazuje to zestawienie strategicznych kierunków badawczych (Tabela 2.) oraz nakładów na projekty badawcze (Rys. 6.).

**Tabela 2.** Strategiczne kierunki badawcze w latach 2004 – 2006

Strategiczne obszary badawcze	Priorytetowe kierunki badań	
	Numer	Nazwa
Zdrowie	1.1.	Epidemiologia, podłoże molekularne oraz czynniki ryzyka wpływające na procesy starzenia.
	1.2.	Epidemiologia, patogeneza, genetyka i immunologia chorób nowotworowych.
	1.3.	Biologia molekularna i biotechnologia oraz ich wpływ na poprawę stanu zdrowia i jakość życia społeczeństwa.
	1.4.	Uwarunkowania środowiskowe i ich wpływ na zagrożenia zdrowotne.
	1.5.	Medycyna transplantacyjna i regeneracyjna.
	1.6.	Leki innowacyjne i generyczne, materiały oraz aparatura wspomagająca diagnostykę i terapię medyczną.
Technologie informacyjne	7.4.	Systemy wspomaganie diagnostyki i terapii oraz wymiany informacji medycznej poprzez platformy internetowe i mobilne.



**Rys. 6.** Charakterystyka finansowania projektów badawczych i rozwojowych w kierunkach priorytetowych w latach 2004 – 2006

Jednym z podstawowych źródeł finansowania zakupów nowoczesnych technologii medycznych w odniesieniu do wybranych chorób były w latach ubiegłych programy polityki zdrowotnej. Poniżej zamieszczone są odpowiednie wykazy za lata 2004, 2005 i 2006, po czym przedstawione są skrócone opisy wybranych programów.

### **Wykaz programów polityki zdrowotnej państwa w roku 2004**

1. Narodowy program profilaktyki i leczenia chorób układu sercowo naczyniowego na lata 2003–2005.
2. Ograniczanie niepełnosprawności poprzez postępowanie mniej okaleczające u dzieci z nowotworami złośliwymi kości.
3. Ogólnopolski program leczenia niedoboru wzrostu u dzieci i młodzieży w następstwie somatotropinowej niedoczynności przysadki mózgowej, zespołu Turnera i przewlekłej niewydolności nerek przez zastosowanie hormonu wzrostu.
4. Leczenie choroby Hurler.
5. Leczenie głuchoty metodą wielokanałowych wszczepów implantów ślimakowych i pniowych.
6. Program zaopatrzenia chorych na hemofilię i inne wrodzone skazy krwotoczne w czynniki krzepnięcia.
7. Program samowystarczalności Polski w zakresie zaopatrzenia w krew i preparaty krwiopochodne.
8. Program szczepień ochronnych.
9. Narodowy program zwalczania chorób nowotworowych.
10. Program badań prenatalnych.
11. Program psychiatrycznej opieki zdrowotnej.
12. Program profilaktyki przewlekłej obturacyjnej choroby płuc.
13. Program zwalczania zdrowotnych następstw palenia tytoniu.
14. Leczenie antyretrowirusowe osób żyjących z HIV w Polsce.
15. Program poprawy i rozwoju dializoterapii.
16. Program badań przesiewowych noworodków w Polsce.
17. Narodowy program odnoszący się do stosowania antybiotyków w Polsce.
18. Wieloletni program leczenia głuchoty metodą wielokanałowych wszczepów implantów ślimakowych i pionowych

### **Wykaz programów polityki zdrowotnej państwa w roku 2005**

1. Narodowy program profilaktyki i leczenia chorób układu sercowo naczyniowego na lata 2003–2005.
2. Program szczepień ochronnych.
3. Program ograniczania zdrowotnych następstw palenia tytoniu.
4. Program badań przesiewowych noworodków w Polsce.

5. Program zaopatrzenia chorych na hemofilię i inne wrodzone skazy krwotoczne w czynniki krzepnięcia.
6. Program samowystarczalności Polski w zakresie zaopatrzenia w bezpieczną krew, jej składniki i produkty krwiopochodne.
7. Leczenie antyretrowirusowe osób żyjących z HIV w Polsce.
8. Narodowy program zwalczania chorób nowotworowych..
9. Narodowy program odnoszący się do stosowania antybiotyków w Polsce.
10. Zapobieganie występowaniu oraz skutkom wcześniactwa i małej urodzeniowej masy ciała.
11. Program psychiatrycznej opieki zdrowotnej.

### **Wykaz programów polityki zdrowotnej państwa w roku 2006**

1. Narodowy program profilaktyki i leczenia chorób układu sercowo naczyniowego na lata 2006–2008.
2. Narodowy program leczenia hemofilii na lata 2005–2011.
3. Program szczepień ochronnych na rok 2006
4. Program ograniczania zdrowotnych następstw palenia tytoniu w Polsce.
5. Program badań przesiewowych noworodków w Polsce.
6. Samowystarczalność Polski w zakresie zaopatrzenia w bezpieczną krew, jej składniki i produkty krwiopochodne na lata 2005–2008.
7. Narodowy program zwalczania chorób nowotworowych.
8. Narodowy program ochrony antybiotyków w Polsce.
9. Zapobieganie występowaniu oraz skutkom wcześniactwa i małej urodzeniowej masy ciała.
10. Program psychiatrycznej opieki zdrowotnej.
11. Leczenia antyretrowirusowe osób żyjących z HIV w Polsce.
12. Program prewencji leczenia cukrzycy 2006–2008.
13. Program eliminacji niedoboru jodu na lata 2006–2008.
14. Program kompleksowej diagnostyki i terapii wewnątrzmacicznej w profilaktyce następstw i powikłań wad rozwojowych i chorób płodu.
15. Narodowy program rozwoju medycyny transplantacyjnej na lata 2006–2009.

### **Omówienie wybranych programów polityki zdrowotnej.**

#### **Narodowy program zwalczania chorób nowotworowych 2005**

##### **Cel:**

Celem ogólnym programu jest poprawa dostępności i jakości udzielanych świadczeń zdrowotnych w zakresie leczenia onkologicznego, w szczególności w zakresie nowoczesnej radioterapii. W ramach programu realizowane jest zadanie pod nazwą:

## Utworzenie w Polsce systemu radioterapii onkologicznej - doposażenie i modernizacja zakładów radioterapii

### Opis sytuacji:

W terapii większości nowotworów radioterapia odgrywa zasadniczą rolę - w leczeniu samodzielnym lub skojarzonym. Radioterapia ma zastosowanie u około 50 – 60 % pacjentów w przebiegu choroby nowotworowej. Oznacza to, w przybliżeniu, że przy zapadalności 110.000 przypadków w ciągu roku, leczenie napromienianiem powinno być zastosowane u około 60.000 chorych rocznie.

Osiągnięcie celu ogólnego będzie możliwe poprzez połączenie etapowego doposażenia istniejących zakładów radioterapii, z tworzeniem nowych ośrodków tak, aby osiągnąć stopniowe zmniejszenie liczby ludności przypadającej na 1 megawoltowy aparat terapeutyczny, aż do poziomu średnio 300 000 osób/1 aparat, tj. wskaźnika zbliżonego do standardów europejskich i pokrycia siecią ośrodków obszaru całego kraju.

### Plan działań:

Program poprawy jakości i dostępności do radioterapii składa się z wielopłaszczyznowych działań, obejmujących m.in. takie zagadnienia jak:

- wzrost kadry specjalistycznej, fizyków i techników radioterapii,
- nowelizacji programu specjalizacji,
- zwiększenia liczby miejsc stażowych i wreszcie,
- doposażenia aparaturowego.

Program doposażenia i rozbudowy bazy polskiej radioterapii na lata 2002 – 2010 został podzielony na trzy etapy:

### I ETAP:

lata 2002 – 2004 to okres realizacji najpilniejszych, terytorialnie newralgicznych potrzeb z preferencją zakupu megawoltowych aparatów terapeutycznych oraz pełnym doposażeniem 6 ośrodków referencyjnych.

#### Celem tego etapu było:

1. Doposażenie radioterapii do poziomu 700 000 mieszkańców/1 aparat megawoltowy - nie starszy niż 10 lat.
2. Osiągnięcie wysokiego poziomu i precyzji radioterapii dla szkolenia kadry specjalistycznej, jednostek realizujących procedury wysokospecjalistyczne i bazy dla PART-ów (Pracowni Ambulatoryjnych Radioterapii).

### II ETAP:

lata 2004 – 2007 przeznaczone na kontynuację doposażenia istniejących ośrodków radioterapii, budowę nowych oraz PART przy równoczesnym kształceniu wymaganej kadry.

Celem tego etapu jest: Osiągnięcie dostępności do radioterapii na poziomie 500 000 mieszkańców/1 aparat megawoltowy nie starszy niż 10 lat.

### III ETAP:

lata 2007 – 2010 przeznaczone kontynuację budowy PART i nowych ośrodków oraz ich wyposażenia i uruchomienia, sukcesywną wymianę sprzętu ponad 10 letniego.

Celem tego etapu jest: Osiągnięcie dostępności do radioterapii na poziomie 300 000 mieszkańców/1 aparat megawoltowy nie starszy niż 10 lat.

Przyjmuje się, że po roku 2015 będą funkcjonowały przepisy i regulacje prawne oraz mechanizmy i systemy wymiany aparatury i urządzeń wspomagających. Czynnikiem decydującym jest wysokość środków finansowych, przeznaczonych na poprawę wyposażenia bazy onkologii.

## Program leczenia głuchoty metodą wielokanałowych wszczepów implantów ślimakowych i pniowych

### Opis sytuacji:

Głuchota stanowi istotne ograniczenie w rozwoju (zwłaszcza dziecka) zarówno intelektualnego, emocjonalnego, jak i mowy ludzkiej. Bardzo ważne jest wczesne wykrycie uszkodzenia narządu słuchu i po odpowiednim zdiagnozowaniu – zaimplantowanie wszczepem ślimakowym. Program leczenia głuchoty metodą implantów ślimakowych składa się z 3 etapów:

### Plan działań:

- zabezpieczenie odpowiedniej liczby implantów ślimakowych i pniowych do realizacji programu, a także procesorów mowy, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania implantu,
- zapewnienie środków, w ramach Narodowego Funduszu Zdrowia, na diagnostykę, leczenie operacyjne i długoletnią rehabilitację.

### Koszty:

W 2004 roku zakłada się zakup 100 implantów ślimakowych oraz 30 procesorów mowy. Ogólny koszt programu szacuje się na 7,0 mln złotych.

## Narodowy program profilaktyki i leczenia chorób układu sercowo-naczyniowego Polcard 2003 – 2008

### Cel:

Głównym celem programu jest utrzymanie tempa redukcji umieralności z powodu chorób układu sercowo-naczyniowego w Polsce co najmniej na poziomie obserwowanym w latach 1990 – 2000. Do 2012 roku redukcja umieralności u osób poniżej 65 roku życia powinna przekroczyć 30%.

### Opis sytuacji:

Choroby układu krążenia są głównym zagrożeniem zdrowia Polaków. W 2000 roku w Polsce stanowiły one przyczynę 48% wszystkich zgonów. Prawie co piąty zgon z tego powodu dotyczył ludzi poniżej 65 roku życia.

Z oceny rozpowszechnienia i kontroli klasycznych czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych wynika, że w naszym kraju najbardziej rozpowszechnionym czynnikiem ryzyka są **zaburzenia lipidowe**. Priorytetowym zadaniem powinno być więc obniżenie podwyższonego stężenia cholesterolu, zwłaszcza u osób z grup wysokiego ryzyka.

Drugim najbardziej rozpowszechnionym czynnikiem ryzyka jest **nadciśnienie tętnicze**. Ocenia się, że 8,6 mln dorosłych Polaków choruje na nadciśnienia tętnicze, a prawie 9 mln ma wysokie prawidłowe ciśnienie krwi.

Ważnym problemem w kardiologii i neurologii jest **cukrzyca**, szczególnie typu 2. Szacuje się, że jej rozpowszechnienie wzrośnie 2-krotnie w ciągu najbliższych 30 lat. Obecnie rozpowszechnienie cukrzycy w populacji dorosłych Polaków wynosi prawie 6% (ok. 1,8 mln osób).

Sytuacja w **kardiologii** polskiej przedstawia się następująco: w 2002 roku wykonano 2300 koronarografii na milion mieszkańców oraz prawie 900 przezskórnych rewaskularyzacji wieńcowych. Liczba wszczepionych stymulatorów wynosiła 17.000. Przy wskaźniku 450 stymulatorów na milion mieszkańców zbliżyliśmy się do niektórych krajów Unii Europejskiej. Liczba wszczepionych kardiowerterów-defibrylatorów w 2002 roku wyniosła 450, czyli 13 urządzeń tego typu na milion mieszkańców. W 2002 roku przeprowadzono około 2500 badań elektrofizjologicznych oraz 1300 ablacji.

Roczny współczynnik zapadalności na udary mózgu w Polsce na początku lat 90. wynosił 170 na 100 000 mieszkańców. Szacunkowo w ciągu roku udar mózgu występuje u około 60 000 osób, około 40% chorych umiera w ciągu roku, a u połowy utrzymują się trwałe objawy neurologiczne będące przyczyną inwalidztwa.

#### Plan działań:

- obniżenie poziomu cholesterolu u osób w populacji generalnej poniżej 5 mmol/l.
- redukcja wartości ciśnienia tętniczego u osób do 65 roku życia poniżej 140/90 mm Hg.
- zmniejszenie odsetka osób palących tytoń co najmniej o 1% rocznie.
- uzyskanie wskaźników w zakresie wyposażenia w sprzęt ośrodków kardiologicznych, kardiochirurgicznych i neurologicznych oraz dostępu do świadczeń zdrowotnych w zakresie chorób sercowo-naczyniowych w Polsce na poziomie średnich wskaźników europejskich.
- intensywny rozwój nowych metod diagnostycznych i terapeutycznych.
- edukacja prozdrowotna, szczególnie dzieci i młodzieży.

W ramach programu postulowano m.in. potrzeby:

**Kardiologia** – wymiany i uzupełnienia bazy sprzętowej w ośrodkach kardiologicznych dla dorosłych, zwłaszcza w zakresie angiokardiografów, nowoczesnej aparatury do elektroterapii i ultrasonografów,

**Kardiochirurgia** – uzupełnienia sprzętu ośrodków kardiochirurgicznych, szczególnie w zakresie sal operacyjnych.

**Neurologia** – wymiany i uzupełnienia sprzętu w referencyjnych ośrodkach neurologicznych oraz sieci ośrodków udarowych, zwłaszcza w zakresie seriografów do badań naczyniowych, ultrasonografów, respiratorów i kardiomonitörów, sprzętu do badań neurofizjologicznych i sprzętu rehabilitacyjnego,

### **Nakłady w latach 2003 – 2005:**

Kardiologia	120 mln złotych, po 40 mln każdego roku,
Kardiochirurgia	17,5 mln złotych,
Kardiologia dziecięca	~34 mln złotych,
Neurologia	50 mln złotych, sieć oddziałów leczenia udarów mózgu.

## **Strategie na szczeblu regionalnym**

Regionalne strategie rozwoju technologii medycznych zakładają wykorzystanie funduszy strukturalnych.

Na obecnym etapie zwykle sprowadzają się do ogólnikowych stwierdzeń o strategicznym znaczeniu ochrony zdrowia i konieczności poprawy jakości życia społeczeństwa. Istnieją jednak wytyczne, które zmuszają władze lokalne do bardziej konkretnych działań, związanych z wykorzystaniem funduszy strukturalnych: Sektorowego Programu Operacyjnego Rozwój Zasobów Ludzkich (SPO RZL) i Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego (ZPO RR). Wytyczne te narzucają strategię postępowania władz lokalnych zainteresowanych pozyskaniem dodatkowych funduszy oraz inspirują do lokalnych inicjatyw.

## **Obszar ochrony zdrowia a fundusze strukturalne**

### **Udział obszaru ochrony zdrowia w SPO RZL**

#### **Ogólne założenia SPO RZL**

Głównym założeniem programu Rozwój Zasobów Ludzkich, realizowanego najczęściej w formie lokalnych projektów, jest zapewnienie coraz lepszych warunków dla rozwoju poprzez naukę, szkolenie i pracę. Podstawowe cele zostały określone następująco:

- podnoszenie poziomu wiedzy i kwalifikacji zawodowych,
- zwiększenie mobilności zawodowej i przestrzennej,
- przygotowanie do pełnego uczestnictwa w społeczeństwie informacyjnym, co pozwoli na zwiększenie szans uzyskania i utrzymania zatrudnienia,
- zapewnienie rozwoju przedsiębiorczości i konkurencyjności przedsiębiorstw.

#### **Do priorytetów programu zalicza się:**

Priorytet 1: Aktywna polityka rynku pracy oraz integracji zawodowej.

Priorytet 2: Rozwój społeczeństwa opartego na wiedzy.

W ramach priorytetu 2 w działaniu 2.3 *Rozwój kadr nowoczesnej gospodarki* uczestniczy obszar ochrony zdrowia. Jego celem ogólnym jest podniesienie konkurencyjności i rozwój potencjału adaptacyjnego poprzez inwestowanie w kadry. Ministerstwo Zdrowia dostrzega w nim szansę na podniesienie kwalifikacji pracowników ochrony zdrowia w zakresie prewencji nowotworów.

## Plany obejmują:

- przeszkolenie pracowników modelowych ośrodków screeningu i innych placówek ochrony zdrowia, w tym: radiologów, ginekologów, onkologów, chirurgów, fizyków medycznych, techników radiologów i cytologów, lekarzy pierwszego kontaktu, pielęgniarek, położnych, psychologów i rehabilitantów
- utworzenie do 2010 r. czterdziestu dziewięciu modelowych ośrodków screeningu raka piersi i czterdziestu dziewięciu modelowych ośrodków screeningu raka szyjki macicy, które powstaną w drodze rozwoju dwunastu już istniejących ośrodków (sześciu zajmujących się rakiem piersi i sześciu rakiem szyjki macicy).

## Udział obszaru ochrony zdrowia w ZPO RR

### Ogólne założenia

Strategia programu zakłada tworzenie warunków wzrostu konkurencyjności regionów oraz przeciwdziałanie marginalizacji niektórych obszarów. Działania podjęte w ramach programu mają sprzyjać długofalowemu rozwojowi gospodarczemu kraju, podnosić poziom spójności ekonomicznej, społecznej i terytorialnej oraz integracji z UE.

Działania obejmujące obszar ochrony zdrowia w ramach ZPO RR będą realizowane na poziomach:

#### 1. Regionalnym

W ramach priorytetu I „Rozbudowa i modernizacja infrastruktury służącej wzmocnieniu konkurencyjności regionów”, działanie 1.3. „Regionalna infrastruktura społeczna”, poddziałanie 1.3.2 „Regionalna infrastruktura ochrony zdrowia”

#### 2. Lokalnym

W ramach priorytetu III „Rozwój lokalny”, działanie 3.5. „Lokalna infrastruktura społeczna”, poddziałanie 3.5.2 „Lokalna infrastruktura ochrony zdrowia”.

## Rozwój technologii medycznych a lokalne inicjatywy

Przykładem lokalnej inicjatywy związanej z rozwojem technologii medycznych jest utworzenie konsorcjum pod nazwą Śląskie Centrum Zaawansowanych Technologii (ŚCZT). W jego skład wchodzi śląskie uczelnie, instytuty PAN, instytuty branżowe i jednostki badawczo-rozwojowe oraz parki technologiczne i przedsiębiorstwa produkcyjne.

W ramach ŚCZT działa siedem Wspólnych Programów Badawczych w następujących priorytetowych dziedzinach rozwoju polskiej gospodarki:

WPB1 – Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna, WPB2 – Synteza specjalnych związków chemicznych, biotechnologie, utylizacja odpadów środowiska, WPB3 – Infrastruktura teleinformatyczna w zarządzaniu bezpieczeństwem pracy, bezpieczeństwem procesowym i bezpieczeństwem społecznym w aspekcie kontroli i redukcji ryzyka, WPB4 – Inżynieria materiałowa i nanostrukturalne materiały, WPB5 – Technologia wytwarzania i rozwój zastosowania nowoczesnych materiałów kompozytów oraz zaawansowane technologie tłoczenia tych materiałów, WPB6 – Nowe usługi informatyczne oraz techniki przechowywania i przesyłania danych w sieciach komputerowych telekomunikacyjnych – Nano i kwantowe techniki informatyki, WPB7 – Sterowanie parametrów technicznych układów i automatyzacja procesów technologicznych.



## Priorytety społeczne rozwoju technologii medycznych

Priorytety społeczne rozwoju technologii medycznych zilustrowano trzema przykładami:

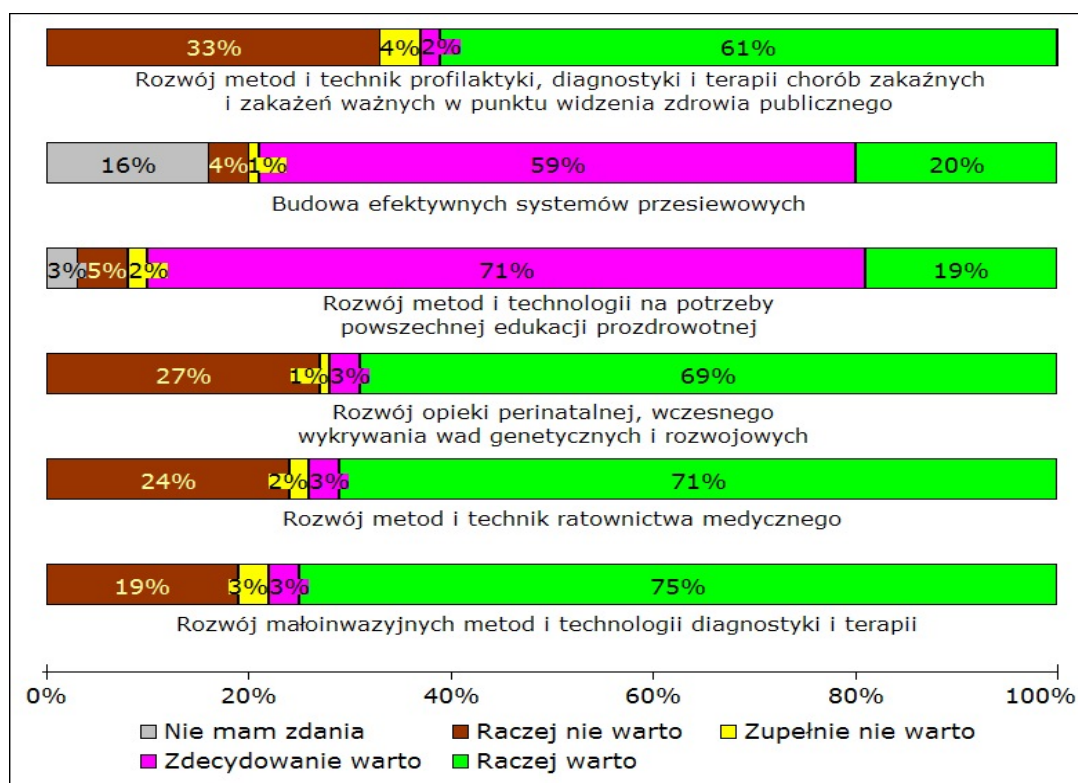
- strategii badań Polskiej Platformy Technologii Mobilnych i Komunikacji Bezprzewodowej,
- wyników pilotażowego projektu „Foresight” w polu badawczym „Zdrowie i życie”,
- programów edukacyjnych w zakresie inżynierii biomedycznej.

## Strategia Badań Polskiej Platformy Technologii Mobilnych i Komunikacji Bezprzewodowej

Strategia Badań Polskiej Platformy Technologii Mobilnych i Komunikacji Bezprzewodowej opracowana została przez Sekretariat Wykonawczy Polskiej Platformy Technologii Mobilnych i Komunikacji Bezprzewodowej i przeszła cykl konsultacji obejmujących polskie przedsiębiorstwa będące członkami Platformy.

Celem opracowania było określenie kierunków rozwoju technologii, aplikacji i usług mobilnych i bezprzewodowych, determinujących obszary badawcze o kluczowym znaczeniu dla budowania przewagi konkurencyjnych polskiej branży technologii mobilnych i komunikacji bezprzewodowej.

Uznano, że skuteczne projektowanie i implementacja aplikacji i usług mobilnych wymaga podejścia interdyscyplinarnego wymaga wyjścia w kierunku dziedzin, takich jak: biocybernetyka i inżynieria biomedyczna, robotyka i automatyka, nanotechnologie, ale także biologia, medycyna, psychologia i socjologia.



Rys. 7. Rozkład opinii o celowości rozwoju wspieranego finansowo z budżetu państwa

## Pilotażowy projekt „Foresight” w polu badawczym „Zdrowie i życie”

Ministerstwo Nauki i Informatyzacji zrealizowało (począwszy od IV kwartału 2003 r.) dwuletni pilotażowy projekt „Foresight” w polu badawczym „Zdrowie i życie”, stanowiący pierwszy etap Narodowego Programu Foresight. Wnioski z tego projektu, wynikające z konsultacji społecznych w zakresie istotnym dla rozwoju technologii medycznych, przedstawione są na rysunku 7. i w tabeli 3.

**Tabela 3.** Najważniejsze społecznie kierunki badawcze w opinii świata naukowego i reprezentantów opinii publicznej

Przedstawiciele nauki	Reprezentanci opinii publicznej
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozwój opieki perinatalnej, wczesnego wykrywania wad genetycznych i rozwojowych</li> <li>• Rozwój metod i technik profilaktyki, diagnostyki i terapii chorób zakaźnych i zakażeń ważnych z punktu widzenia zdrowia publicznego</li> <li>• Rozwój metod i technik ergonomicznego kształtowania warunków życia i pracy ze szczególnym uwzględnieniem osób w wieku podeszłym i niepełnosprawnych</li> <li>• Rozwój metod i technik profilaktyki, diagnostyki i terapii chorób związanych z podeszłym wiekiem</li> <li>• Badania nad stresem i rozwój metod jego ograniczenia</li> <li>• Budowa efektywnych systemów przesiewowych</li> <li>• Rozwój badań i technologii nad organizmami genetycznie zmodyfikowanymi i monitorowania ich oddziaływania na człowieka i ekosystem</li> <li>• Doskonalenie żywności i żywienia w aspekcie ich znaczenia dla ochrony zdrowia ludzi i zwierząt z uwzględnieniem biologicznie aktywnych substancji pochodzenia naturalnego</li> <li>• Rozwój metod i technik ratownictwa medycznego</li> <li>• Rozwój metod i technik rehabilitacji w chorobach somatycznych i psychicznych o dużym znaczeniu społecznym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa efektywnych systemów przesiewowych</li> <li>• Rozwój metod i technik na potrzeby powszechnej edukacji zdrowotnej</li> <li>• Rozwój opieki perinatalnej, wczesnego wykrywania wad genetycznych i rozwojowych</li> <li>• Budowa programów ustawicznego kształtowania świadomości żywieniowej i racjonalizacji nawyków żywieniowych społeczeństwa</li> <li>• Rozwój metod i technik ratownictwa medycznego</li> </ul>

## Programy edukacyjne w zakresie inżynierii biomedycznej

W wielu kręgach istnieje przekonanie o rosnącym znaczeniu kształcenia w zakresie Inżynierii Biomedycznej. Specjaliści tej dyscypliny są potrzebni do rozwijania zarówno techniki jak i medycyny.

Edukacją z zakresu Inżynierii Biomedycznej zajmują się m.in. Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechniki: Warszawska, Wrocławska, Śląska, Gdańska, Poznańska, Krakowska i Szczecińska. Absolwenci mają możliwość dalszego kształcenia się jako doktoranci na swoich uczelniach lub w instytutach Polskiej Akademii Nauk w ramach studiów doktoranckich. Zarządzeniem Ministra Szkolnictwa Wyższego i Nauki, podjętym na wniosek sześciu uczelni technicznych wspieranych przez Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, w 2006 roku utworzono kierunek kształcenia „Inżynieria Biomedyczna”. AGH pierwsza uruchomiła kształcenie na tym kierunku w ramach Międzywydziałowej Szkoły Inżynierii Biomedycznej. Kolejnymi uczelniami, które uruchomiły takie kierunki są Politechniki: Warszawska, Wrocławska, Śląska i Gdańska (w 2008 r), a Politechniki Krakowska i Zielonogórska przygotowują się do podobnego przedsięwzięcia.

Celem kształcenia na kierunku „Inżynieria Biomedyczna” jest przekazanie studentom podstawowej wiedzy dotyczącej: informatyki medycznej, elektroniki medycznej, metod i urządzeń do diagnostyki elektrofizjologicznej i biochemicznej, biomechaniki inżynierskiej, inżynierii biomateriałów, a także umiejętności korzystania z nowoczesnej aparatury oraz systemów diagnostycznych i terapeutycznych opierających się na metodach, technikach i technologiach teleinformatycznych, informatycznych, elektronicznych i materiałowych. Uzyskana wiedza pozwala:

1. Podejmować współpracę z lekarzami medycyny w zakresie integracji, eksploatacji, obsługi i konserwacji aparatury medycznej oraz obsługi systemów diagnostycznych i terapeutycznych.
2. Brać udział w wytwarzaniu i projektowaniu aparatury medycznej, systemów diagnostycznych i terapeutycznych oraz w odpowiednich pracach naukowo-badawczych.

Absolwenci powinni być przygotowani do pracy w jednostkach:

1. Organizacyjnych lecznictwa (szpitalach, klinikach, poradniach, ambulatoriach oraz innych, podobnych placówkach).
2. Wytwórczych aparatury i urządzeń medycznych.
3. Obrotu handlowego i odbioru technicznego oraz akredytacyjnych i atestacyjnych aparatury i urządzeń medycznych.
4. Projektowych, konstrukcyjnych i technologicznych aparatury i urządzeń medycznych.
5. Naukowo-badawczych i konsultingowych.
6. Administracji medycznej.

## Podsumowanie

Pełny przegląd strategii rozwoju technologii medycznych w Polsce nie jest możliwy wobec intensywnych zmian zachodzących w tym zakresie. W czerwcu 2005 roku ukazało się obszerne opracowanie [1, 2], w którym wśród zaniechań w infrastrukturze technicznej ochrony zdrowia wymieniono *Brak strategii i koncepcji rozwoju ochrony zdrowia*. W opracowaniu znalazło się szereg wskazówek, co należy zrobić dla poprawy sytuacji. Już w 2006 roku wiele z nich znalazło się w różnych dokumentach przyjętych przez Radę Ministrów (np. [3, 4]). Zgodnie z zaplanowanymi działaniami do 2013 roku Polska powinna stać się państwem zapewniającym *wsparcie w utrzymaniu zdrowej siły roboczej, warunkującej rozwój gospodarczy. Widoczna będzie zasadnicza poprawa systemu ochrony ludności i ratownictwa, w tym medycznego, profilaktyki, opieki medycznej podstawowej i wyspecjalizowanej, oraz wzmocniona zostanie promocja zdrowego trybu życia*. W Polsce są prowadzone liczne prace i dyskusje mające na celu rozwój strategii ochrony. Efektem są opracowania konieczne do określenia trwałej koncepcji działań i rozwoju niezbędnego zaplecza (np. [5–8]).

## Rozdział 5

### Analiza potencjału kadrowego polskich placówek naukowych zajmujących się inżynierią biomedyczną

W niniejszym Rozdziale omówiono wyniki badań ankietowych dotyczących stanu potencjału kadrowego w obszarze Inżynierii Biomedycznej w Polsce w pierwszej połowie 2007 r.

W wyniku skierowania prośby o informacje za pośrednictwem KRASP (Konferencji Rektorów Akademickich Szkół Polskich), Przewodniczących odpowiednich Wydziałów PAN oraz Rady Głównej Jednostek Badawczo-Rozwojowych uzyskano stosunkowo dużo odpowiedzi na rozsyłane ankiety (ogółem ponad 50 w formie elektronicznej i dodatkowo kilkanaście w formie dokumentów papierowych; niektóre z nich liczą kilkadziesiąt stron. Analizę tych wyników podano dalej w formie tabelarycznej.

Analizując ten materiał stwierdzono, że mimo dosyć licznych odpowiedzi ankieta nie dała obrazu całej społeczności naukowej, zajmującej się w Polsce zagadnieniami inżynierii biomedycznej, gdyż na prośbę o nadesłanie ankiety nie odpowiedziały niektóre jednostki, które zajmują się inżynierią biomedyczną. Dlatego też część danych uzyskano w wyniku kontaktów po uzyskaniu danych ankietowych.

Zestawienie kadry znajdującej się aktualnie w polskich placówkach naukowych zajmujących się, przynajmniej częściowo, inżynierią biomedyczną przedstawia tabela 4. Z tabeli tej wynika, że łączna liczba pracowników naukowych, zajmujących się w Polsce badaniami w obszarze rozważanej tu problematyki, zidentyfikowana w badaniu ankietowym i na podstawie wywiadów wynosi 1483 osoby. Rzeczywiste liczby prawdopodobnie są większe (nie wszystkie jednostki odpowiedziały na prośbę o podanie danych). Ostrożne oszacowania mogą wskazywać, że liczba ta wynosi około 1,7 tys. naukowców. Problemem może być wiek tej kadry, szczególnie w grupach pracowników posiadających stopnie i tytuły naukowe. Warto zauważyć, że blisko połowa profesorów ma ponad 60 lat, co budzi obawy o ciągłość przyszłego rozwoju pewnych szkół i zespołów naukowych. Również liczba pracowników ze stopniem dr hab. niebędących profesorami tylko w niewielkim stopniu przekracza liczbę profesorów mających ponad 60 lat.

Prawie połowę zasobu kadrowego polskiej nauki w obszarze inżynierii biomedycznej stanowią pracownicy legitymujący się doktoratem. Struktura wiekowa tej grupy jest także niepokojąca, gdyż liczba pracowników, którzy przekroczyli 60 rok życia jest porównywalna z liczbą pracowników poniżej 30 roku życia, i stanowią główne źródło dla jej rozwoju. Zebrane i zestawione w tabeli liczby wskazują na wciąż zbyt niską sprawność systemu awansów naukowych w polskiej nauce.

Reasumując można stwierdzić, że kadry naukowe stanowią w polskiej nauce zarówno źródło **szans** (potencjalnych możliwości), jak i **zagrożeń** dla procesu rozwoju inżynierii biomedycznej. Zadaniem programu jak Foresight powinno być uświadomienie istniejącej sytuacji i inspirowanie procesów wzmacniających szanse i zmniejszających zagrożenia.

**Tabela 4.** Potencjał kadrowy polskich placówek naukowych zajmujących się inżynierią biomedyczną

Nazwa placówki	Profesorowie			Dr hab.			Doktorzy			Prac. pom. wyższe wyksz.			Prac. techniczni			Razem
	Wiek ►															
	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	
Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN	-	-	9	-	6	8	-	23	5	11	32	3	2	6	3	108
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN		1	2		2			12		1	5					23
Instytut Farmakologii PAN		11	4	-	10	1	1	35	1	18	11	1				93
Instytut Parazytologii im. Witolda Stefańskiego PAN	-	4	4	-	5	1	3	13	-	8	4	-				42
Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN		3	1		1		6	15	1		9					36
Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN								3			2					5
AGH, Wydz. Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki	-	19	3	-	12	1	-	27	-	3	1	-				66
AGH, Wydz. Inżynierii Materiałowej i Ceramiki		7	3		2			12	2	1	8	1				36
Pol. Warszawska, Wydział Mechatroniki Instytut Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej			3		3	2		7		3	4	2				24
Pol. Warszawska, Wydz. Mechatroniki, Inst. Inżynierii Biomedycznej i Precyzyjnej			3		3	2		7		3	4	2				24
Pol. Warszawska, Wydz. Elektroniki i Technik Informacyjnych			2		3			10		2						17
Pol. Warszawska, Wydz. Chemiczny			2		2			4		8					16	16

Nazwa placówki	Profesorowie			Dr hab.			Doktorzy			Prac. pom. wyższe wyksz.			Prac. techniczni			Razem
	Wiek ►															
	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	do 30 lat	do 60 lat	60 lat	
Pol. Warszawska, Inst. Mechaniki i Konstrukcji, Międzywydz. Zespół Naukowo-Badawczy Biomechaniki		2	4		1			6		2	1			4	1	21
Pol. Śląska, Wydz. Mechaniczny Technologiczny		3	4		3		3	17		4	6					40
Pol. Śląska, Wydz. Automatyki, Elektroniki i Informatyki Zakład Elektroniki Biomedycznej		5	1		2		3	20		3	1					35
Pol. Śląska, Wydz. Inżynierii Materiałowej i Metalurgii		1	1		2			9			1					14
Pol. Śląska, Wydz. Chemiczny		1	2		2		2	11	2	9	5					34
Pol. Śląska, Wydz. Matematyczno-Fizyczny		1			1			7			1					10
Politechnika Wrocławska, Centrum Inżynierii Biomedycznej		5	2	1	13	3	12	15	6	25	11	4	6	14	6	123
Politechnika Gdańska, Wydz. Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki, Katedra Inżynierii Biomedycznej			2		2			5		7	3			2		21
Politechnika Gdańska, inne jednostki organizacyjne			2		2			5		7	3			2		21
Pol. Łódzka – Wydz. Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów		2	3				-	21	1	2	12					41
Pol. Łódzka, Wydz. Mechaniczny		4			4		1	16		5	5					35
Pol. Łódzka, Wydz. Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki		2						3			4					9
Pol. Poznańska, Wydz. Elektryczny		2	2		2			5		5	3					19

Nazwa placówki	Profesorowie			Dr hab.			Doktorzy			Prac. pom. wyższe wyksz.			Prac. techniczni			Razem
	Wiek ►						do 30 lat	do 30 lat	do 30 lat	do 30 lat	do 30 lat	do 30 lat	do 30 lat	do 30 lat	do 30 lat	
	od 31	pow.	od 31	pow.	od 31	pow.										
Pol. Poznańska, Wydz. Informatyki i Zarządzania		3			4			4								11
Pol. Szczecińska, Wydz. Technologii i Inżynierii Chemicznej					1			2		4						7
Pol. Koszalińska		1						4			1					6
Pol. Rzeszowska – Zakład Metrologii i Systemów Pomiarowych								1	1		1					3
Uniwersytet Jagielloński, Wydz. Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej		2	3		2		3	4		3	2					19
UJ CM, Wydz. Lekarski, II Katedra Chirurgii			3		4		1	16	1		1					26
UJ CM, Wydz. Lekarski, Zakład Immunologii Klinicznej			1		2			9		2	3					17
UJ CM, Wydz. Lekarski, Katedra Radiologii					1			7			8					16
UJ CM, Wydz. Lekarski, Katedra i Klinika Urologii			1					4	4	4	3					16
UJ CM, Wydz. Lekarski, Klinika Chirurgii Dziecięcej					3			4	2							9
UJ CM, Wydz. Lekarski, Zakład Toksykologii Analitycznej								3		1	3					7
UJ CM, Wydz. Lekarski, Zakład Alergologii Klinicznej			1					3			2					6
UJ CM, Wydz. Lekarski, Klinika Ginekologii i Położnictwa			1					3	1							5
UJ CM, Wydz. Lekarski, Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu			1					1								2
UJ CM, Wydz. Nauk o Zdrowiu., Inst Fizjoterapii					1			8		1	1					11

Nazwa placówki	Profesorowie			Dr hab.			Doktorzy			Prac. pom. wyższe wyksz.			Prac. techniczni			Razem
	Wiek ►															
	do 30 lat	od 31 do 60 lat	pow. 60 lat	do 30 lat	od 31 do 60 lat	pow. 60 lat	do 30 lat	od 31 do 60 lat	pow. 60 lat	do 30 lat	od 31 do 60 lat	pow. 60 lat	do 30 lat	od 31 do 60 lat	pow. 60 lat	
UJ CM Wydz. Farmaceutyczny z oddziałem Analityki Medycznej			1					4		2	1	1				9
Uniwersytet Wrocławski – Wydział Biotechnologii		5	5		7		3	22		8	23	1				74
Uniwersytet Wrocławski – Wydział Chemii		6	4		2		3	18	3						2	38
Uniwersytet Wrocławski – Instytut Zoologiczny			1		1		2	3					1	1		9
Uniwersytet Wrocławski – Instytut Genetyki i Mikrobiologii		1	1					2					4			8
Uniwersytet Wrocławski – Instytut Fizyki Doświadczalnej		1						2								3
Uniwersytet Medyczny w Łodzi			1					1		2	2					6
Uniwersytet Szczeciński – Wydział Nauk Przyrodniczych		1	1					1		3	2					8
Uniwersytet Szczeciński – Katedra Genetyki		1					3	3		1	1					9
Uniwersytet Opolski, Instytut Chemii		1			2			2		1						6
Instytut Techniki i Aparatury Medycznej ITAM Zabrze		2	3		1			7			40					53
Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu		2	1		2		1	12	1	2	11					32
Instytut Biotechnologii i Antybiotyków			1				1	6	4	2	9	2				25
<b>Razem</b>	<b>0</b>	<b>99</b>	<b>89</b>	<b>1</b>	<b>116</b>	<b>18</b>	<b>48</b>	<b>491</b>	<b>35</b>	<b>163</b>	<b>250</b>	<b>119</b>	<b>13</b>	<b>29</b>	<b>12</b>	<b>1483</b>



## Rozdział 6

# Analiza wykazu oryginalnych osiągnięć naukowych w dziedzinie badań podstawowych, stwarzających perspektywę wdrożeń

### Wprowadzenie

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz dotyczących oryginalnych osiągnięć naukowych w dziedzinie badań podstawowych, stwarzających perspektywę wdrożeń, pozytywnie zakończonych badań gwarantujących możliwość prowadzenia prac rozwojowych<sup>2</sup> oraz technologii przygotowanych do wdrożenia w sferze produkcji i usług.

Analizy oparto na zestawieniach patentów uzyskanych w ciągu ostatnich 5 lat przez krajowe ośrodki naukowo-badawcze prowadzące badania w dziedzinie inżynierii biomedycznej, a także na zestawieniach realizowanych przez te instytucje projektów badawczych. Uwzględniono również prace publikacyjne z obszaru inżynierii biomedycznej, które ukazały się w ostatnich latach. Jednym z punktów opisu raportu było opracowanie wykazu technologii przygotowanych do wdrożenia w sferze produkcji i usług w obszarze inżynierii biomedycznej. Ostatnim punktem opracowania było zestawienie krajowych producentów i dystrybutorów działających w sferze produkcji i usług technologii medycznych. Te ostatnie dane mogą być istotne w świetle planowych dalszych prac projektowych nad prognozą rozwoju technologii medycznych w kraju.

Pierwszym etapem zadania było zebranie danych dotyczących liczby publikacji i dysertacji z podziałem na badania podstawowe i stosowane, patentów, listy wdrożeń i ich użytkowników. Dane zbierane były za pomocą opracowanej ankiety dostępnej w serwisie internetowym konsorcjum ROTMED pod adresem <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/> [9] oraz na podstawie badań własnych. Dane ankietowe miały pozwolić na ocenę czy daną technologię można lub należy wdrażać w warunkach krajowych, jak również na prognozowanie rozwoju danego kierunku badań czy technologii. Kolejnym rezultatem z badań ankietyzacji jest możliwość wnioskowania według idei *cross-impact* oraz możliwość prognozowania przenikania się pewnych tendencji. Ankiety opracowano tak, aby każdy z ankietowanych, oprócz podania danych osobowych i nazwy placówki naukowej określał specjalność inżynierii biomedycznej, w której pracuje (<http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/specjalnosci.php>).

<sup>2</sup> Nazwa „prace rozwojowe” w aktualnie funkcjonujących rodzajach projektów finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego odpowiada nazwie „projekt rozwojowy”. Projekt rozwojowy zgodnie z założeniami MNSzW dla tego typu projektów, poprzedza fazę wdrożeniową (projekt celowy) i z punktu widzenia potencjału wdrożeniowego stanowi istotne źródło informacji. Z uwagi na to, że ta forma projektów istnieje dopiero od niedawna (2005r.), w raporcie uwzględniono także inne formy prac naukowych i projektów realizowanych przed rokiem 2005. Zarówno prace badawcze typu inżynierskiego, doktorskie, własne mogą stanowić podstawę do podjęcia prac rozwojowych i dalszych wdrożeniowych, bez konieczności realizacji projektu celowego. Patenty i publikacje stanowią oddzielny rozdział opracowania. Opracowanie nie ma charakteru analitycznego, a jedynie ma na celu identyfikację aktualnego stanu badań w obszarze inżynierii biomedycznej w kraju.

Modułowa struktura ankiety pozwalała ankietowanym wpisywać liczbę: publikacji, patentów oraz zakończonych projektów badawczych, przewidywanych do kontynuowania jako rozwojowe lub celowe (zalecane było podanie do 5 najważniejszych publikacji, projektów i patentów w okresie od 2000/2001 do 2006/2007). Każda publikacja, patent oraz projekt były opatrzone informacją na temat specjalności z obszaru inżynierii biomedycznej. Do celów analitycznych dokonano podziału ankietowanych danych na obszary tematyczne (Tabela 5.).

W obrębie obszarów inżynierii biomedycznej, w których analizowaną pracę można było włączyć do pokrewnych grup tematycznych, w niektórych zestawieniach dokonywano połączenia takich grup. Dotyczy to m.in. połączenia Biomateriałów z Biomechaniką, a w niektórych przypadkach połączono także tematykę Sztuczne narządy do grup tematycznych Biomateriały i Biomechanika. W innych analizach zastosowano dodatkową klasyfikację, opartą na 25 grupach i 301 specjalnościach inżynierii biomedycznej (<http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/specjalnosci.php>).

**Tabela 5.** Obszary inżynierii biomedycznej

<b>Obszary inżynierii biomedycznej</b>
1. Biosystemy i modelowanie
2. Biopomiary
3. Sztuczne Narządy
4. Biomateriały
5. Biomechanika
6. Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych
7. Informatyka i Sieci Neuronowe w Medycynie
8. Inne

Drugim, oprócz ankietyzacji, sposobem zbierania danych było ich pozyskiwanie z ogólnie dostępnych źródeł informacji, stron internetowych krajowych jednostek badawczych uczelnianych, przemysłowych, stron internetowych Ministerstwa Edukacji i Szkolnictwa Wyższego. W tym sposobie zbieranie danych przyjęto ograniczenie czasowe do lat 2002 - 2007.

W procesie ankietyzacji wzięli udział przedstawiciele 64 instytucji lub grup badawczych, którzy zadeklarowali pracę w jednym lub kilku z siedmiu głównych obszarów inżynierii biomedycznej.. Pełna lista ankietowanych znajduje się pod adresem: [http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/show\\_zd2\\_3\\_4.php](http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/show_zd2_3_4.php).

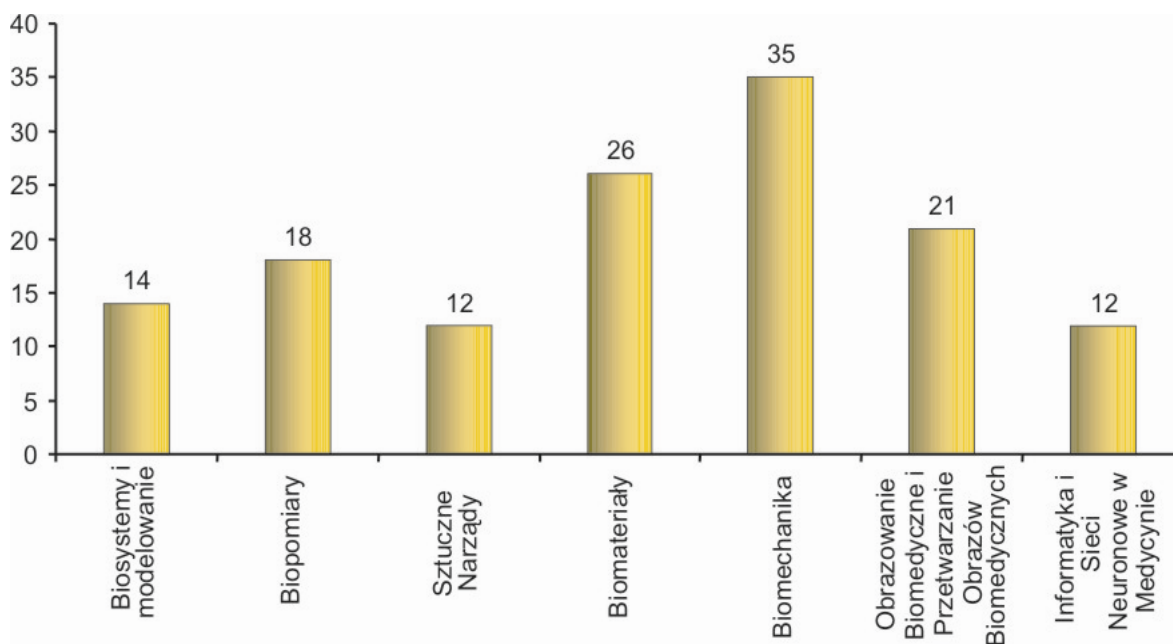
Raport sporządzony na podstawie zebranych danych dostępny jest pod adresem: <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport>).

Na wykresie znajdującym się na rysunku 8. widać wyraźnie, że większość ankietowanych pracuje w obszarze Biomechaniki i Biomateriałów. Wielu ankietowanych pracuje na styku lub w kilku obszarach, więc niekiedy nie można było jednoznacznie zakwalifikować danych dotyczących publikacji, patentów i wdrożeń do jednego z siedmiu obszarów.

Sześćdziesięciu czterech ankietowanych reprezentowało 32 ośrodki. W tabeli 6. znajduje się skrócona lista ośrodków, skąd pochodziło więcej niż jeden respondentów a w tabeli 7. zestawiono pozostałe ośrodki. Najwięcej ankietowanych odpowiedziało na Politechnice Śląskiej i Warszawskiej – 9. Zaraz potem jest Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej w Warszawie, skąd pochodziło 6. ankietowanych.

**Tabela. 6.** Ośrodki, z których pochodzą dane od więcej niż jednego ankietowanego

Ośrodek	Liczba ankiet
Politechnika Śląska	9
Politechnika Warszawska	9
Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej w Warszawie	6
AM w Warszawie	3
AGH	3
AWF we Wrocławiu	2
Centrum Zdrowia Dziecka w Warszawie	2
Politechnika Białostocka	2
Politechnika Poznańska	2
Politechnika Szczecińska	2
Politechnika Wrocławska	2
Inne	21



**Rys. 8.** Obszary, w których pracują ankietowani

Uwzględniając wyniki zebrane w trakcie ankietyzacji i badań własnych (24 ośrodki) łącznie dysponowano danymi pochodzącymi z 56 ośrodków. Zebrane dane dotyczą analizy następujących rodzajów dokumentów:

- prace doktorskie
- prace habilitacyjne
- projekty badawcze własne
- projekty zamawiane
- projekty rozwojowe\*
- patenty
- Publikacje

**Tabela 7.** Pozostałe ośrodki, z których pochodziły dane od jednego ankietowanego

AM we Wrocławiu	Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
AWF w Krakowie	Instytut Protez Serca w Zabrze
AWFiS w Gdańsku	Instytut Sportu w Warszawie
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy	Instytut Wysokich Ciśnień PAN
Collegium Medicum UJ	Klinika Ortopedii WIM w Warszawie
CSK MSWiA w Warszawie	Klinika Ortopedii WSS nr 5 Sosnowiec
Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie	Mirosław Harasim Sp. z o.o.
Instytut Fizyki Jądrowej PAN	Politechnika Gdańska
Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie	Politechnika Łódzka
Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie	Śląska AM
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy	

## Analiza publikacji z lat 2001 – 2007

W analizie publikacji z lat 2001 – 2007 uwzględniono 733 pozycje z siedmiu głównych obszarów inżynierii biomedycznej oraz zakwalifikowanych jako inne, na które składają się następujące dziedziny:

- Inżynieria komórkowa i molekularna (ang. *Cellular and Molecular Engineering*)
- Inżynieria kliniczna (ang. *Clinical Engineering*)
- Technologia zdrowotna (ang. *Health Technology*)
- Specjalności medyczne (ang. *Medical specialities*)
- Inżynieria neuronów (ang. *Neural Engineering*)
- Techniki chirurgiczne (ang. *Surgical Techniques*)
- Inżynieria tkankowa (ang. *Tissue Engineering*)

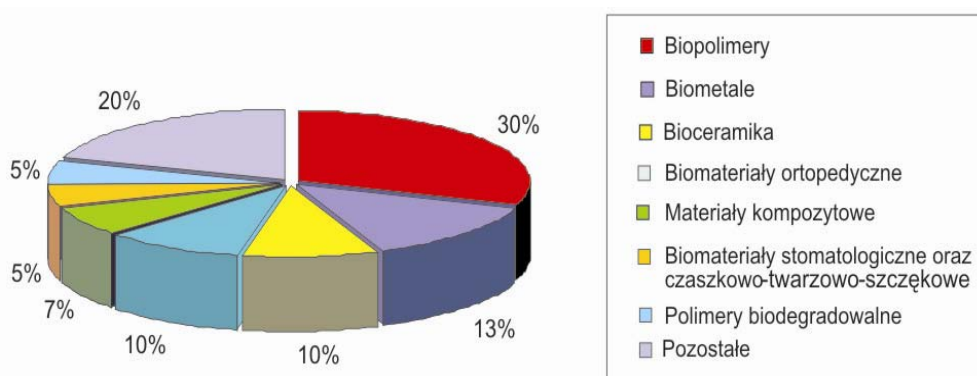
**Tabela 8.** Liczba uwzględnionych publikacji w poszczególnych obszarach inżynierii biomedycznej

Obszar tematyczny	Liczba uwzględnionych publikacji	Udział w ogólnej liczbie publikacji
Biomateriały	189	25,78%
Biomechanika	185	25,24%
Biopomiary	129	17,60%
Sztuczne Narządy	71	9,69%
Informatyka i Sieci Neuronowe w Medycynie	64	8,73%
Biosystemy i modelowanie	40	5,46%

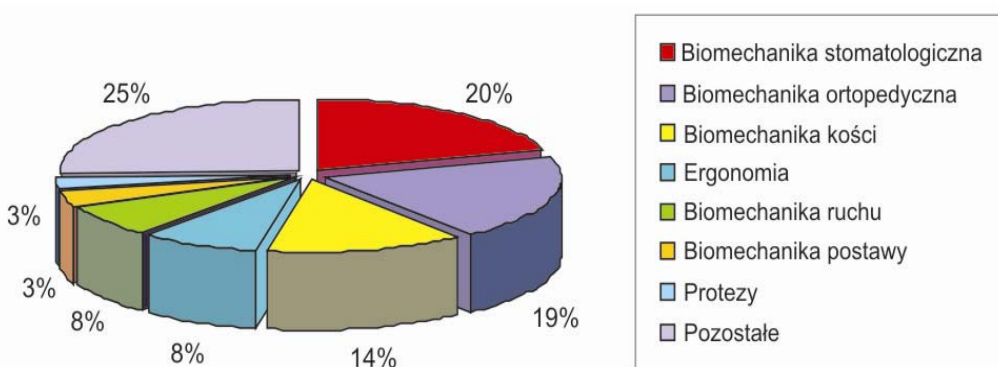
Obszar tematyczny	Liczba uwzględnionych publikacji	Udział w ogólnej liczbie publikacji
Inne	36	4,91%
Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych	19	2,59%
<b>Ogólna ilość publikacji</b>	<b>733</b>	<b>100%</b>

Najwięcej publikacji dotyczyło obszarów **Biomechaniki i Biomateriałów**, co stanowiło ponad połowę wszystkich publikacji zebranych w procesie ankietowania (Tabela 8.). Ponad jedna czwarta ze 185. publikacji z obszaru **Biomateriały** dotyczyła biopolimerów (Rys. 9.), natomiast kolejne co do liczby to prace na temat biometali – 13%. Jedna czwarta prac odnosiła się do innej tematyki niż wskazano na rysunku 9 i dotyczyła głównie sposobów modyfikacji powierzchni – 8 publikacji, jak również biokompozytów – 6 publikacji.

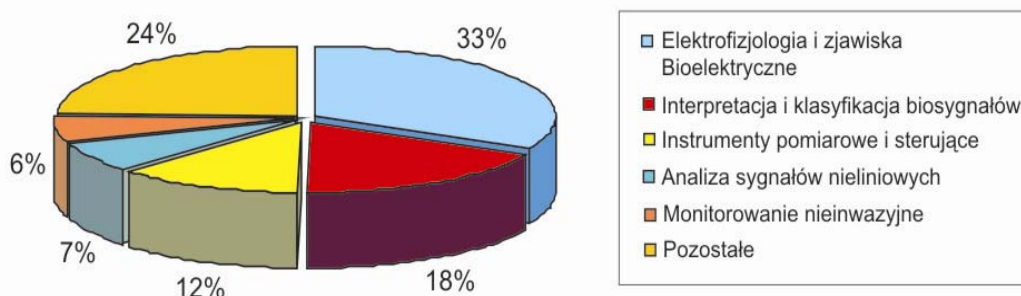
Bardzo trudno jednoznacznie sklasyfikować publikacje z obszaru **Biomechanika**. Po 20% publikacji z ogólnej liczby 182. z tego obszaru dotyczyło biomechaniki stomatologicznej i ortopedycznej (Rys. 10.). Jedenaście procent prac odnosiło się do tematyki biomechaniki kości. Warto zwrócić uwagę na ilość prac dotyczących ergonomii, których było 8% z ogólnej liczby publikacji z obszaru Biomechanika. Należy jednak wyraźnie podkreślić, że publikacje z obszaru Biomechanika w wielu przypadkach mogą swoją tematyką dotyczyć również obszaru Biomateriały, jak również Biopomiary, Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych.



Rys. 9. Rozkład procentowy tematyki prac w obszarze Biomateriały



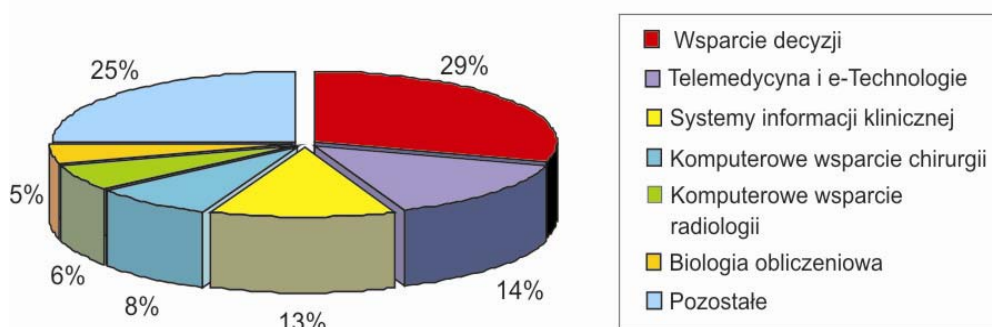
Rys. 10. Rozkład procentowy tematyki prac w obszarze Biomechanika



Rys. 11. Rozkład procentowy tematyki prac w obszarze Biopomiary

Spośród 129 publikacji z obszaru **Biopomiary** 42 dotyczyły elektrofizjologii oraz bioelektrycznych zjawisk w organizmie ludzkim i ich pomiarów (Rys. 11.). Interpretacji i klasyfikacji biosygnalów było poświęconych 20% publikacji, natomiast 12% dotyczyło instrumentów pomiarowych i sterujących nimi. Na kolejnych miejscach znalazły się publikacje z zakresu analizy sygnałów nieliniowych oraz monitorowania bezinwazyjnego. Publikacje zakwalifikowane jako pozostałe dotyczyły m.in. biotelemetrii, analizy statystycznej sygnałów, bioczuJNIKÓW i in.

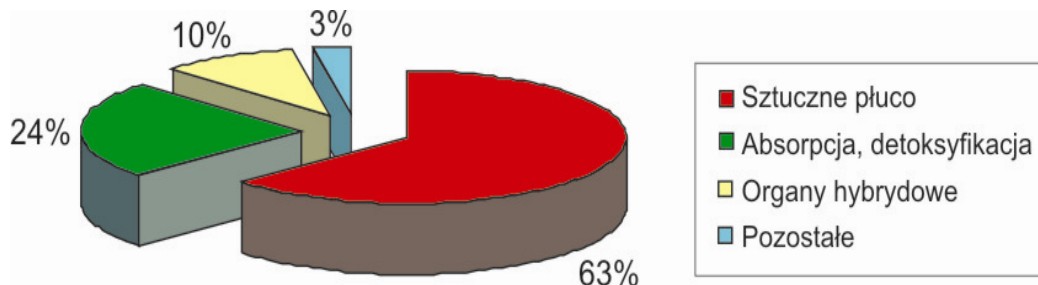
Obszar **Informatyka i Sieci Neuronowe w Medycynie** reprezentowany jest przez 64 prace (Rys. 12.), z czego blisko jedna trzecia dotyczy systemów wspierających podejmowanie decyzji tj.: sztucznej inteligencji, sztucznych sieci neuronowych, komputerowo wspomaganego diagnozowania i podejmowania decyzji. O telemedycynie i e-technologii w medycynie, w tym o nauczaniu medycyny poprzez internet, mówiło 14% publikacji, natomiast o systemach wspierających informację kliniczną, w tym systemach rozpoznających odręczne pismo, traktowało 11% prac. Na dalszych pozycjach znajdowała się tematyka komputerowego wsparcia chirurgii i radiologii – odpowiednio 5 i 4 publikacje. Pozostała tematyka obejmowała jedną czwartą zebranych informacji na temat publikacji w tym obszarze.



Rys. 12. Rozkład procentowy tematyki prac w obszarze Informatyka i Sieci Neuronowe w Medycynie

Tematyka publikacji z obszaru **Sztuczne Narządy** została zdominowana przez zagadnienia związane ze sztucznym płucem – blisko 100% publikacji z siedemdziesięciu jednej (Rys. 13.).

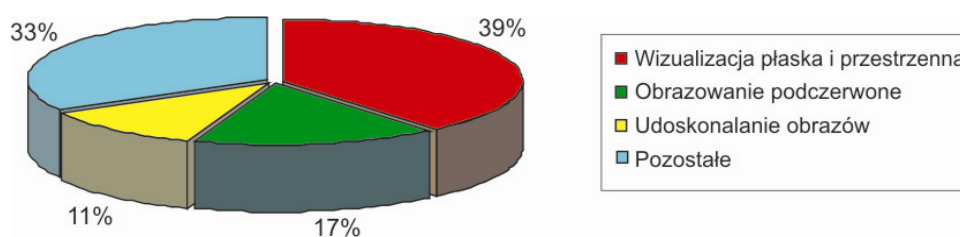
Dane te pochodziły głównie z Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN. Trzeba jednak mieć na uwadze, że wiele publikacji z tego obszaru znalazło się również w innych obszarach, tj. Biomechanika oraz Biomateriały.



Rys. 13. Rozkład procentowy tematyki prac w obszarze Sztuczne Narządy

W obszarze **Biosystemy i Modelowanie** ponad 90% z 36 prac dotyczyło modelowania obliczeniowego. Na uwagę zasługuje fakt, że większość z tych publikacji pochodziła z Politechniki Śląskiej i dotyczyła modelowania na podstawie temperatury określonych regionów ciała ludzkiego.

Kolejną analizowaną grupą publikacji były prace z obszaru **Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych**, które stanowiły blisko 3% wszystkich publikacji zebranych w procesie ankietowania (Rys. 14.). Należy jednak zaznaczyć, że wiele osób pracujących w obszarze Biomechanika deklarowało pracę również w tym obszarze. Wynika to z faktu, że jednym z etapów projektowania endoprotez jest przetwarzanie obrazów biomedycznych. Blisko 40% z ogólnej liczby 19 publikacji w tym obszarze dotyczy wizualizacji płaskiej i przestrzennej obiektów. 17% traktuje o wykorzystaniu podczerwieni w diagnostyce medycznej, natomiast 11% prac odnosiło się do udoskonalania obrazów biomedycznych. Pozostałych 6 prac obejmuje zagadnienia tomografii komputerowej, rezonansu magnetycznego oraz segmentacji obrazów.



Rys. 14. Rozkład procentowy tematyki prac w obszarze Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych

Grupa publikacji scharakteryzowana jako **Inne** obejmowała publikacje, które trudno było zaszeregować do jednego obszaru ze względu na tematykę lub sposób traktowania tematu. Umieszczono tam prace dotyczące technik wspomagających zabiegi chirurgiczne (m.in. roboty chirurgiczne), jak również sposoby minimalizacji ich inwazyjności.

Pięćset siedemdziesiąt pięć publikacji, zebranych w trakcie ankietyzacji w trakcie badań własnych [10, 11, 12] pochodziło z lat 2002 – 2007. Najwięcej pozycji zgłoszonych drogą ankietową pochodziło z Politechniki Śląskiej (256 prac) i z Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN (103 prace).

Zgłoszenia pochodzące od różnych instytucji zawierały „jakościowo” różne dane, np. publikacje pochodzące z Politechniki Śląskiej obejmowały wszystkie prace z obszaru inżynierii biomedycznej łącznie z abstraktami publikowanymi w materiałach konferencyjnych, bez proponowanej selekcji wyboru prac „ważniejszych”. W związku z tym, opierając się na zawartości baz danych dokonano selekcji zgłoszonych prac, której celem było ich jakościowe ujednoczenie. Podział 295 prac będący wynikiem tego wyboru, pochodzących z poszczególnych ośrodków zestawiono w tabeli 9.

**Tabela 9.** Ośrodki, z których pochodzą publikacje

Ośrodki	[%]
Politechnika Częstochowska	4
Politechnika Krakowska	7
Politechnika Gdańska	6
Politechnika Warszawska	6
Politechnika Białostocka	4
Politechnika Śląska	7
Politechnika Szczecińska	2
Politechnika Łódzka	3
Politechnika Poznańska	5
Akademia Górniczo-Hutnicza	12
Akademia Bydgoska, Bydgoszczy	2
Akademia Medyczna, Warszawa	1
Akademia Medyczna, Wrocław	2
Akademia Medyczna, Zabrze	1
Polska Akademia Nauk w Warszawie	3
Uniwersytet Jagielloński	2
Uniwersytet Warszawski	1
Uniwersytet Gdański	3
Instytut Szkła i Ceramiki, Warszawa	5
Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej	4
Instytut – Pomnik Centrum Zdrowia Dziecka, Warszawa	1
Pracownia Akustyki Strukturalnej i Materiałów Inteligentnych	1
Ośrodki Zagraniczne	8
Ośrodki z małą liczbą publikacji*	10

\* Są to następujące ośrodki:

Politechnika Wrocławska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Gliwicka, Akademia Medyczna, Lublin, Polska Akademia Nauk w Krakowie, Akademia Rolnicza w Lublinie, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Uniwersytet Śląski, Uniwersytet Łódzki, Uniwersytet w Opolu, Uniwersytet Zielonogórski, Uniwersytet Szczeciński, Uniwersytet Wrocławski Instytut Elektrotechniki, Instytut Obróbki Plastycznej, Poznań, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, Instytut Włókiennictwa w Łodzi, Instytut Systemów Elektronicznych, Warszawa, Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego, Klinika Ortopedii i Traumatologii Instytutu „CZMP” w Łodzi, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa, Instytut Elektrotechniki Wrocław, Instytut Elektroniki, Warszawa.



Tematyka wszystkich 575 prac zdominowana jest przez obszar tematyczny **Biomateriały i Biomechanika**, stanowiący około 69% wszystkich publikacji z obszaru inżynierii biomedycznej (Tabela 10.).

**Tabela 10.** Podział tematyczny prac publikowanych w latach 2002 – 2007

Podział tematyczny zebranych publikacji	Liczba prac	[%]
Biomateriały i Biomechanika	399	69
Biopomiary	27	5
Sztuczne narządy	105	18
Obrazowanie biomedyczne	17	3
Biosystemy i modelowanie	18	3
Informatyka i sieci neuronowe	9	2

## Analiza patentów

Ankietowani dostarczyli informacji na temat 119 patentów z czterech obszarów inżynierii biomedycznej oraz niektóre z nich zostały zakwalifikowane do kategorii **Inne** (Rys. 15.). Pełna lista patentów znajduje się pod adresem <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/patenty.php>. W statystyce uwzględniono wszystkie zgłoszone patenty niezależnie od daty zgłoszenia. Większość zgłoszonych patentów we wszystkich obszarach nie miała wskazanych miejsc wdrożenia, jak i użytkownika patentu.

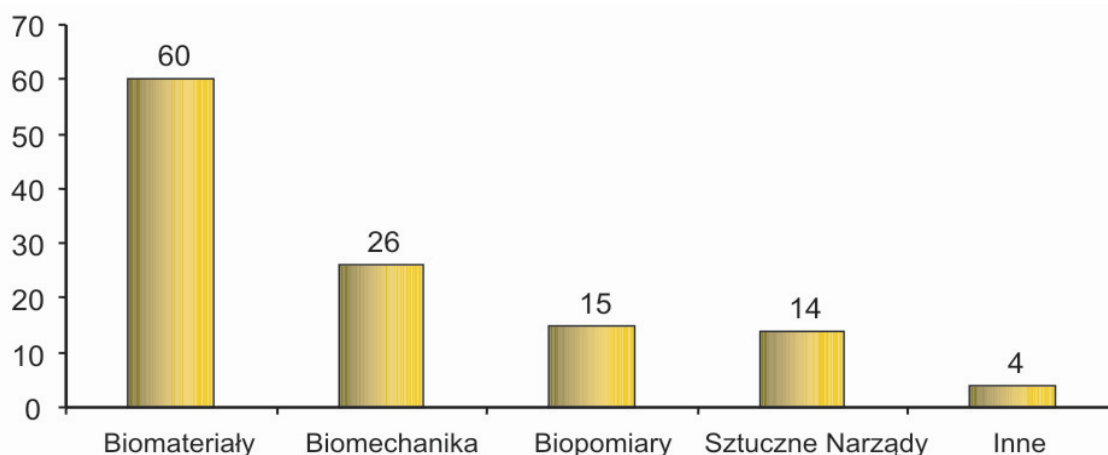
Najwięcej patentów pochodziło z obszaru **Biomateriały** (60 patentów). Większość z nich dotyczyła biomateriałów wykorzystywanych przy wytwarzaniu implantów. Pełna lista patentów z tego obszaru znajduje się pod adresem: <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/patenty4.php>.

Kolejnym obszarem według liczby zgłoszonych patentów jest **Biomechanika**. Dominują tutaj patenty dotyczące endoprotez narządów ruchu, jak również urządzenia wykorzystywane do leczenia złamań. W większości przypadków jako miejsce wdrożenia i użytkownika wskazano MikroMed i ITAM w Zabrze. Pełna lista patentów: <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/patenty5.php>.

**Biopomiary** są reprezentowane przez piętnaście patentów, głównie z obszaru badania słuchu. Dwa zgłoszenia przygotowane są wdrożenia międzynarodowego, natomiast cztery dotyczą wdrożenia krajowego. Więcej szczegółów odnośnie patentów zgłoszonych w trakcie ankietowania można znaleźć na stronie: <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/patenty2.php>.

Czternaście patentów dotyczyło obszaru **Sztuczne Narządy**, z czego większość związana jest z badaniami nad sztucznym płucem, jak również z wytworzeniem sztucznych zastawek serca i naczyń krwionośnych. Większość patentów w tym obszarze pochodziła z ostatnich pięciu lat. Dane dotyczące patentów z tego obszaru można znaleźć pod adresem: <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/patenty3.php>.

Pozostałe patenty, w liczbie czterech, zakwalifikowano do grupy **Inne**. Dotyczyły one bezinwazyjnego sposobu wprowadzania leku do organizmu, wytwarzania kapsulek zawierających żywe bakterie, wytwarzania wkładki do hormonoterapii raka oraz sposobu unieruchomienia ureazy w membranach. Bardziej szczegółowa lista patentów w tej kategorii znajduje się pod adresem: <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/patenty8.php>.



Rys. 15. Ilość patentów zgłoszona w poszczególnych obszarach

W latach 2002 – 2007 zgłoszono 75 patentów. Ich podział tematyczny prezentuje tabela 11., a wykaz patentujących instytucji zawiera tabela 12.

Tabela 11. Podział tematyczny patentów z lat 2002 – 2007

Podział tematyczny zebranych patentów	Liczba	[%]
Biomateriały i Biomechanika	58	77
Sztuczne narządy	9	12
Biopomiary	7	9
Biosystemy i modelowanie	1	2

Tabela 12. Instytucje, w których zgłoszone zostały patenty

Instytucje	Liczba	[%]
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków	15	22
Politechnika Łódzka	8	12
Politechnika Śląska	7	10
Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej	6	9
Instytut Szkła i Ceramiki, Warszawa	4	6
Politechnika Warszawska	2	3
Politechnika Koszalińska, Koszalin	2	3
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa	2	3
Deszczyński Jarosław DJ DYNASTAB Warszawa	2	3
Waldemar Linj GMBH&Co.KG Hamburg	2	3
Patenty powstałe z współpracą zagraniczną	6	9
Ośrodki z jednym patentem*	12	17

\* Są to następujące ośrodki:

Politechnika Białostocka, Akademia Ekonomiczna, Poznań, Akademia Rolnicza, Kraków, Polska Akademia Nauk Zabrze, Instytut Włókien Chemicznych, Łódź, Instytut Przemysłu Tworzyw i Farb; Centralne Laboratorium Przemysłu Ziemniaczanego, Fundacja Rozwoju Kardiochirurgii Zabrze, Kosowski Bronisław, Kozuchów, Bujalski Waclaw, Warszawa, Waldemar Linj GMBH&Co.KG Hamburg, Politechnika Szczecińska.

Przykładowy rozkład patentów w obszarze **Biomateriałów** podano w tabeli 13., a ich rozkład ze względu na zastosowanie - w tabeli 14.

**Tabela 13.** Rodzaje biomateriałów stanowiących przedmiot opracowania patentowego

Biomateriały	Liczba	[%]
Kompozyty	19	37
Polimery	9	23
Ceramika syntetyczna	7	27
Metale	1	4
Ceramika naturalna	1	2
Bioszkło	1	2
inne	4	5

**Tabela 14.** Rodzaje biomateriałów będące przedmiotem patentu w zależności od zastosowania

Zastosowanie biomateriału	Liczba	[%]
Implanty stomatologiczne	5	39
Implanty kardiochirurgiczne	3	23
Implanty ortopedyczne/kostne	2	16
Implanty dla okulistyki	1	8
Inne	2	16

W zakresie tematyki dotyczącej **Sztucznych narządów** zidentyfikowano patenty dotyczące sterowania sztucznym sercem i pomp do przetaczania krwi wraz z komorą wspomaganą serca. W zbiorach są dostępne również patenty przedstawiające układy i modele fizyczne do selektywnej wentylacji płuc jak również urządzenia do terapii niedrożnych naczyń żylnych i limfatycznych. Podobne opracowania patentowe pojawiają się wcześniej. Większość opracowań dotyczy jedynie podzespołów sztucznych narządów, kwalifikujących je raczej do obszarów **Biomateriałów** i **Biomechaniki**.

Z tematyki **Biopomiarów** przedstawiono 7 patentów, które dotyczą następujących zagadnień: konstrukcji biosensorów, urządzeń do pomiaru siły mięśni, pomiaru efektywnej pojemności komórki biosensora, elektrochemicznego biosensora DNA, stołu do pionizacji dla dzieci.

Tematykę **Biosystemów i modelowania** reprezentuje jeden patent dotyczący urządzenia do badania żywych komórek w kontakcie z biomateriałami w warunkach dynamicznych.

## Zakończone projekty badawcze z lat 2002 – 2007

Łącznie zebrano informacje o 267 projektach z różnych ośrodków. W tabeli 15. zestawiono instytucje i ośrodki badawcze, w których częściej realizowano projekty badawcze z zakresu inżynierii biomedycznej, natomiast tabela 16. wymienia ośrodki, w których udział zidentyfikowanych prac badawczych w analizowanym czasie wynosi poniżej 1%. Można przyjąć, że dane te nie odzwierciedlają w pełni krajowego potencjału badawczego w zakresie technologii medycznych. Nie były bowiem uzyskane dane dotyczące jednostek prywatnych i z udziałem kapitału obcego, prowadzące własne badania i prace rozwojowe.

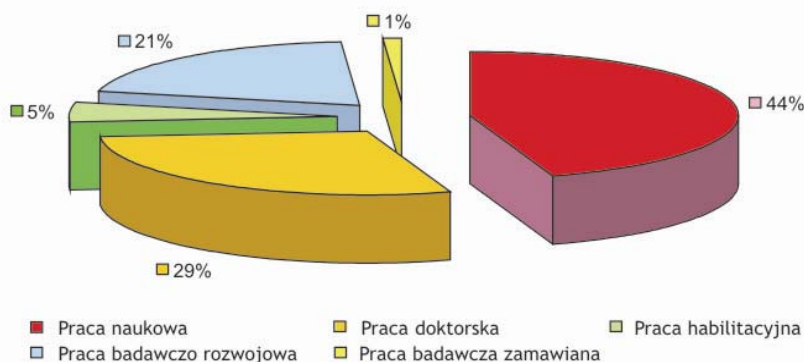
**Tabela 15.** Jednostki badawcze, z których pochodzą analizowane projekty

<b>Instytucje i Ośrodki badawcze</b>	<b>Udział procentowy</b>
Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN	12
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie	11
Politechnika Śląska	10
Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich we Wrocławiu	8
Śląska Akademia Medyczna w Katowicach	8
Politechnika Wrocławska	7
Politechnika Warszawska	6
Politechnika Białostocka	6
Pomorska Akademia Medyczna w Szczecinie	4
Uniwersytet Medyczny w Łodzi	4
Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu	3
Akademia Medyczna w Gdańsku	3
Instytut Techniki i Aparatury Medycznej ITAM	3
Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego w Warszawie	2
Akademia Medyczna w Poznaniu	2
Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego	2
Politechnika Krakowska	2
Akademia Medyczna w Białymstoku	2
Politechnika Gdańska	1
Wojskowy Instytut Medyczny	1
Politechnika Łódzka	1
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej	1
Politechnika Poznańska	1
INNE	16

**Tabela 16.** Instytucje, których udział w ogólnej liczbie realizowanych projektów nie przekracza 1%

Politechnika Świętokrzyska	Collegium Medicum w Bydgoszczy
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN	Akademia Medyczna w Lublinie
Politechnika Częstochowska	Instytut Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej im. Mirosława Mossakowskiego PAN
Instytut Szkła i Ceramiki	Centrum Onkologii - Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie
Instytut Elektrotechniki we Wrocławiu	Fundacja Rozwoju Kardiologii
Instytut Technologii Elektronowej	Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego w Otwocku
Politechnika Szczecińska	Akademia Medyczna w Warszawie
Akademia Wychowania Fizycznego w Krakowie	Politechnika Gdańska
Akademia Wychowania Fizycznego w Gdańsku	Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie
Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie	Klinika Ortopedii WIM w Warszawie
Klinika Ortopedii WSS w Sosnowcu	Instytut Fizyki Jądrowej PAN
Instytut Techniki i Technologii Dziewiarskich „Tricotextil”	Fundacja Rozwoju Kardiologii Instytut protez Serca w Zabrze
Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN	Instytut „Centrum Zdrowia Matki Polki”
Instytut Medycyny Pracy im. prof. dr med. Jerzego Nofera	Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych w Warszawie
Uniwersytet Śląski w Katowicach	Przemysłowy Instytut Elektroniki
Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy	Instytut Problemów Jądrowych w Świerku

Rysunek 16. przedstawia w układzie procentowym rodzaje projektów badawczych, których liczba, jak podano wcześniej wynosiła 267.



**Rys. 16.** Typy projektów badawczych dotyczących zagadnienia inżynierii biomedycznej

Jak wynika z powyższego diagramu największy udział badań, realizowanych w latach 2002 – 2007, dotyczy projektów określanych w informacji Nauka Polska jako „praca naukowa” (44%). Ta forma finansowania badań ze źródeł MNiSzW, realizowanych w uczelniach i placówkach badawczych jako projekty badawcze własne, jest najbardziej popularna. W dalszej kolejności znajdują się prace doktorskie i projekty badawczo-rozwojowe, które są najważniejszym źródłem wdrożeń w zakresie inżynierii biomedycznej. Należy sądzić, że finansowanie tej nowej formy projektów badawczych MNiSzW wzrośnie w najbliższych latach. Wśród analizowanych 267 projektów było 6 projektów międzynarodowych.

W tabeli 17 podano procentowe udziały rozważanych obszarów tematycznych Inżynierii Biomedycznej.

**Tabela 17.** Udział tematyczny wykonanych projektów w obszarze inżynierii biomedycznej

Obszar	[%]
Biomateriały i biomechanika	44
Informatyka i sieci neuronowe	19
Obrazowanie biomedyczne	18
Sztuczne narządy	11
Biopomiary	5
Biosystemy i modelowanie	4

Najwięcej projektów było poświęcone badaniom z obszaru **Biomateriały i Biomechanika**. W tym obszarze dominuje tematyka dotycząca implantów dla ortopedii, traumatologii i chirurgii ogólnej (Tabele 18. i 19.).

**Tabela 18.** Rodzaje implantów będących obiektem badań w projektach

Rodzaj implantów	[%]
Implanty dla ortopedii i chirurgii ogólnej	50
Implanty stomatologiczne	21
Implanty dla kardiochirurgii	14
Implanty dla laryngologii	3
Implanty dla okulistyki	3
Implanty neurochirurgiczne	3
Inne	5

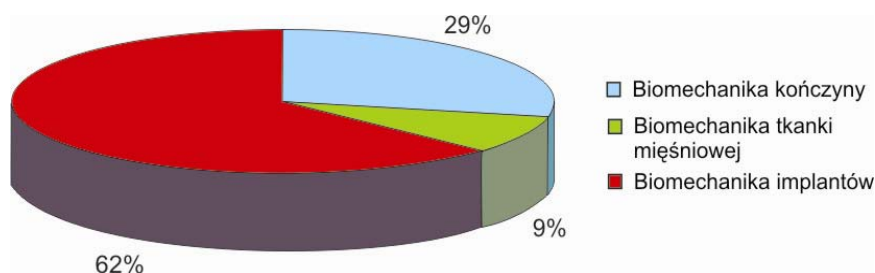
**Tabela 19.** Rodzaje materiałów implantacyjnych będących obiektem badań w projektach

Rodzaje materiałów	[%]
Kompozyty	28
Ceramika	28
Polimery	23
Metale	14
Bioszkło	5
Ceramika naturalna	2

Udział projektów badawczych poświęconych ortopedii, traumatologii i chirurgii ogólnej wynosi 50% udziału projektów dotyczących implantów (Tabela 18.). Pozostałe prace dotyczą zagadnień materiałowych dla stomatologii, kardiochirurgii, laryngologii i neurochirurgii. Analiza form projektów w tym obszarze tematycznym wskazuje, że są to przede wszystkim prace doktorskie, a następnie projekty badawcze własne i projekty rozwojowe.

Tematykę z obszaru **Biomechaniki** można podzielić na dwie grupy: biomechanikę implantów/ biomateriałów (62%) i biomechanikę tkanek (38%) – Rys. 17.

W zakresie badań biomechanicznych implantów i materiałów dominują tematy związane z ortopedią i chirurgią ogólną (73%) – Tabela 20.



Rys. 17. Tematy projektów dotyczących obszaru biomechanika

Tabela 20. Tematyka projektów dotyczących badań implantów/biomateriałów w obszarze **Biomechaniki**

Biomechanika implantów/biomateriałów	[%]
Biomechanika implantów ortopedycznych i chirurgii kostnej	73
Biomechanika implantów stomatologicznych	18
Inne	9

Tabela 21. Tematyka projektów badawczych dotyczących **Obrazowania biomedycznego**

Tematyka	Liczba uwzględnionych projektów
Ultrasonografia	7
Diagnostyka nowotworowa	7
Obrazowanie za pomocą rezonansu magnetycznego	6
Diagnostyka stomatologiczna	5
Diagnostyka chorób wątroby, trzustki, płuc, tarczycy	4
Diagnostyka endoskopowa	3
Metody fizykoterapeutyczne	3
Metody telemetryczne	3
Analiza spektralna	2
Metody radioizotopowe	2
Metoda laserowo–doplerowska w diagnostyce	2
Diagnostyka bakteryjna	1



Jednym z wniosków wynikających z przedstawionych zestawień tematyki projektów z obszaru **Biomateriały i Biomechanika** jest stwierdzenie, że dominują tu badania materiałowe ukierunkowane na układ kostny człowieka. W mniejszym stopniu prowadzone są badania dotyczące nowych kierunków inżynierii tkanek. Obserwuje się wzrost zainteresowania materiałami niemetalicznymi i złożonymi.

**Tabela 22.** Tematyka projektów badawczych dotyczących obszaru **Informatyka i Sieci Neuronowe**

Tematyka	Liczba uwzględnionych projektów
Analiza matematyczna, algorytmy, transformata falkowa w diagnostyce medycznej	14
Komputerowa analiza obrazów i sygnałów	8
Sieci neuronowe jako narzędzie do analizy sygnałów	7
Komputerowe systemy informatyczne	4
Analiza fraktalna	2

**Tabela 23.** Tematyka projektów badawczych dotyczących obszaru **Biopomiary**

Tematyka	Liczba uwzględnionych projektów
Biopomiary	14

**Tabela 24.** Tematyka projektów badawczych dotyczących **Biosystemy i Modelowanie**

Tematyka	Liczba uwzględnionych projektów
Biosystemy	4
Modelowanie	4

Zgodnie z danymi w tabeli 17., znaczący udział procentowy projektów badawczych dotyczy problematyki **Obrazowania biomedycznego** (18%), których tematykę badawczą podano w tabeli 21. Tematykę projektów badawczych z pozostałych obszarów tematycznych przedstawiono tabelach 22. – 25.

Jak zaznaczono na wstępie, prace rozwojowe są najczęściej kontynuacją wcześniejszych badań z możliwością praktycznego wykorzystania ich wyników. Warunkiem prowadzenia takich badań jest pozytywny efekt końcowy wcześniejszych prac, potrzeba rynku i zainteresowanie potencjalnego adresata wdrożeniem technologii (przemysł).

Tabela 25. Tematyka projektów badawczych dotyczących obszaru Sztuczne narządy

Tematyka	Liczba uwzględnionych projektów
Sztuczna nerka i dializatory	12
Sztuczne płuco i sterowanie systemem sercowo-oddechowym	10
Organy hybrydowe	2
Sztuczna trzustka, leczenie cukrzycy	2
Sztuczne serce	1

Uwzględniając pewną odrębność analizowanych obszarów tematycznych inżynierii biomedycznej i zróżnicowane kryteria związane ze stanem technologii medycznej w poszczególnych obszarach, prawie wszystkie produkty medyczne (produktem medycznym może być opracowana technika diagnostyczna, operacyjna, terapia, urządzenie, i.t.p) powstałe w wyniku realizacji pracy badawczej wymagają „przejścia” określonej złożonej procedury zanim znajdą się na rynku medycznym. W odniesieniu do omawianych projektów badawczych w liczbie 267, jedynie w 4 przypadkach w opisie projektu wskazano poziom jego zaawansowania odpowiadający fazie wdrożeniowej. W rubryce ankiety dotyczącej informacji o stanie zaawansowania badań projektu (***Stan zaawansowania projektu: badania wstępne, przedkliniczne, kliniczne, aprobaty produktu, itp.***) na 267 pozycji jedynie w 35 przypadkach uzyskano odpowiedź, a w pozostałych przypadkach rubryka ta nie była wypełniona. W 14 z 35 uzyskanych odpowiedzi stan badań określano jako „wstępny”, w 4 przypadkach – jako „badania przedkliniczne”, w 4 – „badania kliniczne”. W dwóch projektach wskazano instytucje, które wykorzystają wyniki projektu (EAMBES i Fresenius), w jednym przypadku stan zaawansowania projektu jako „opracowanie wstępnej wersji urządzenia” i w jednym jako „wprowadzenie produktu na rynek europejski”. W tym ostatnim przypadku należałoby sądzić, że technologia została już opracowana, chociaż na podstawie analizy streszczenia nie jest to jednoznaczne. W zaledwie kilku przypadkach wskazany został potencjalny odbiorca wyników opracowania. W takiej sytuacji jednym z bardziej racjonalnych kryteriów stanu zaawansowania projektu i możliwej jego kontynuacji jest informacja o rodzaju projektu. Zidentyfikowano 38 projektów określonych jako „projekt badawczo-rozwojowy”. Najwięcej takich projektów odnosiło się do połączonych obszarów tematycznych, odpowiadających tematom: **Biomechanika i biomateriały, Sztuczne narządy (18), Obrazowanie, diagnostyka medyczna, informatyka i sieci neuronowe (13)**, następnie **Biopomiary, biosystemy i modelowanie (7)**.

W rozważanej grupie projektów są takie, których stan zaawansowania badań określono jako „wstępny”, lecz w większości przypadków informacji tej nie ma. Analiza streszczeń zebranych projektów wskazuje, że wiele z nich dotyczy początkowej albo przedrozwojowej fazy badań. Biorąc pod uwagę kryteria stawiane tego typu projektom i obowiązujące procedury dotyczące uzyskania końcowej aprobaty „wyrobu medycznego” (są one zakreślone w aktach prawnych Urzędu Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych, strona internetowa [www.urpl.gov.pl](http://www.urpl.gov.pl)) można uznać, że zestawione poniżej projekty, z grupy wszystkich projektów analizowanych w tym rozdziale, mogą być przedmiotem dalszych badań zmierzających do opracowania technologii określonego produktu medycznego.

Należy jednak zauważyć, że dane te w zdecydowanej większości pochodzą z jednostek uczelnianych oraz instytutów z PAN i większości JBR-ów bezpośrednio niezwiązanych z przemysłem, który ma własne zaplecze i również prowadzi działalność badawczą nad nowymi technologiami medycznymi. Jednakże dostęp do tej wiedzy jest praktycznie niemożliwy, ponieważ przemysł jest nieufny i niechętnie ujawnia informacje na temat innowacyjnych badań.

Działalność jednostek przemysłowych dotycząca nowych technologii ma często charakter związany z upowszechnianiem zagranicznych technologii medycznych poprzez dystrybucję produktów medycznych wykorzystujących te technologie. Jest wielu takich producentów działających na rynku krajowym.

W tabeli 26. zestawiono tematy projektów badawczo-rozwojowych, które mogą być przedmiotem dalszych prac prowadzących do wdrożenia ich wyników badań.

**Tabela 26.** Zestawienie projektów badawczo-rozwojowych

Tytuły projektów	Nazwa jednostki, z której pochodzi projekt
Zrobotyzowane urządzenie rehabilitacyjne do prowadzenia wielopłaszczyznowego ruchu biernego i czynnego kończyn górnych z wykorzystaniem metod neuro-fizjologicznych	Instytut Techniki i Aparatury Medycznej ITAM
Opracowanie nowych bioszkieł o właściwościach przeciwbakteryjnych w postaci nanoproszków do zastosowań medycznych	Instytut Szkła i Ceramiki
Nowe materiały i technologie w inżynierii biomedycznej, w tym dla wytwarzania implantów zindywidualizowanych	Politechnika Wrocławska Wydział Mechaniczny
Badanie potencjałów elektrokinetycznych biotworzyw oraz modyfikacja ich powierzchni dla zwiększenia jakości i kompatybilności implant-biorca	Instytut Elektrotechniki. Oddział Technologii i Materiałoznawstwa Elektrotechnicznego we Wrocławiu
Onkologiczna endoproteza wydłużalna kończyny dolnej dla pacjentów dorastających	Politechnika Warszawska Wydział Inżynierii Produkcji
Opracowanie resorbowalnego uszczelnienia protez naczyniowych z polimerów syntetycznych	Instytut Biopolimerów i Włókien Chemicznych
Diagnostyka endoskopowa w obrębie jamy macicy	Akademia Medyczna im. Piastów Śląskich, Wydział Lekarski
Opracowanie programów i modeli umożliwiających zastosowanie metod radioizotopowych do dynamicznej i statycznej oceny czynności i funkcjonowania układów i narządów, z możliwością klinicznego ich wykorzystania w diagnozowaniu schorzeń i monitorowaniu leczenia	Uniwersytet Medyczny w Łodzi Instytut Radiologii, Diagnostyki Obrazowej i Medycyny Nuklearnej Łódź

Radioizotopowa (SPECT) ocena zaburzeń ukrwienia serca i mięśni kończyn dolnych w chorobie niedokrwiennej serca u chorych na cukrzycę	Uniwersytet Medyczny w Łodzi Wydział Wojskowo-Lekarski
Opracowanie nowoczesnego zestawu diagnostycznego do nieinwazyjnych badań mikrokrażenia krwi metodą laserowo-dopplerowską	Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN
Rozwój diagnostyki termicznej metodami detekcji podczerwieni i wdrożenie procedur nieinwazyjnej, ilościowej diagnostyki podczerwieni w leczeniu ran oparzeniowych	Politechnika Gdańska Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki
Opracowanie urządzenia do stymulacyjnego wspomaganie hemodynamiki w trakcie zabiegu operacyjnego oraz sprawdzenie efektywności jego stosowania w różnych obszarach zastosowań klinicznych	Instytut Techniki i Aparatury Medycznej ITAM
Urządzenia do interaktywnej rehabilitacji dzieci i młodzieży z wadami narządu ruchu	Politechnika Śląska Wydział Mechaniczny Technologiczny
Modelowe Centrum Leczenia Cukrzycy integrujące nowatorskie systemy, w tym telemetryczne, przeznaczone do technicznego wspomaganie monitorowania stanu pacjenta, jego leczenia, edukacji i prowadzenia wybranych badań przesiewowych	Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN
Telemetryczny nadzór przebiegu ciąży z adaptacyjnym doborem funkcji i zakresu analizy rejestrowanych sygnałów w mobilnym monitorze	Instytut Techniki i Aparatury Medycznej ITAM
System informatyczny dla potrzeb optycznego obrazowania tkanek i wspomaganie diagnostyczno - prognostycznego w wybranych chorobach nowotworowych	Polsko - Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych w Warszawie
Zintegrowany system monitorowania i diagnostyki pacjentów z chorobą Parkinsona	Przemysłowy Instytut Elektroniki
Współczesne metody analizy, syntezy i wytwarzania układów elektronicznych	Politechnika Śląska, Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki Instytut Elektroniki
Komputerowy system do interaktywnej nauki spirometrii bazujący na wirtualnym układzie oddechowym	Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN
Komputerowy system posturograficzny jako narzędzie rehabilitacji zaburzeń równowagi i stabilności	Instytut Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej im. Mirosława Mossakowskiego PAN

Metoda automatycznej detekcji punktów charakterystycznych reogramu do wyznaczania w czasie rzeczywistym parametrów wyrzutowych serca i przepływów obwodowych	Instytut Techniki i Aparatury Medycznej ITAM
Opracowanie zasad kontroli poprawności wyznaczania rozkładów dawki przez komputerowe systemy planowania leczenia w radioterapii onkologicznej	Centrum Onkologii - Instytut im. Marii Skłodowskiej - Curie
RobIn Heart Uni System - innowacyjne narzędzia chirurgii miniinwazyjnej i zrobotyzowanej	Fundacja Rozwoju Kardiochirurgii
Ocena porównawcza wyników i kosztów rewaskularyzacji gałęzi międzykomorowej przedniej lewej tętnicy wieńcowej metodą pierwotnego bezpośredniego wszczepienia stentu lub małoinwazyjnego pomostowania wieńcowego z wykorzystaniem wideoskopii	Śląska Akademia Medyczna w Katowicach Wydział Lekarski w Katowicach
Optymalizacja konstrukcji i badania urządzenia do kontrulsacyjnej terapii układu krążenia	Politechnika Warszawska Wydział Mechatroniki
System wspomagania leczenia kompleksowego w onkologii dziecięcej	Instytut Techniki i Aparatury Medycznej ITAM

## Projekty przygotowane lub nadające się do wdrożenia

Tę część raportu oparto na analizie danych pochodzących z 57 ankiet, gdyż pozostałe projekty dostępne na stronach internetowych (adresy podane na końcu raportu) nie zawierają informacji dotyczących stanu zaawansowania wyników badań, więc nie była możliwa ich ocena z uwagi na przyszłe wdrożenia. Z analizowanych 57 projektów w 18 przypadkach wyniki prac były przygotowywane do wdrożenia lub nadające się do wdrożenia. Dotyczyły one 11 opracowań z obszaru **Biomateriałów i Biomechaniki**, czterech – z **Biopomiarów** oraz trzech z – **Informatyki i Sieci Neuronowych** (Tabela 27.).

Tabela 27. Zestawienie projektów nadających się do wdrożenia

Obszar Inżynierii Biomedycznej	Liczba uwzględnionych projektów
Biomateriały i biomechanika	11
Biopomiary	4
Informatyka i sieci neuronowe	3

Tematyka tych projektów, z uwzględnieniem specjalności medycznych jest przedstawiona w tabeli 28.

**Tabela 28.** Liczba projektów nadających się do wdrożenia ze względu na dziedzinę medycyny

Specjalność medyczna	Liczba uwzględnionych projektów
Ortopedia i traumatologia, chirurgia ogólna	10
Kardiochirurgia	4
Otolaryngologia	3
Neurologia	1

W tabeli 29. podano tematy projektów przygotowanych do wdrożenia, ze wskazaniem, w miarę możliwości, miejsca wdrożenia.

**Tabela 29.** Tytuły projektów wdrożeniowych z przewidywanym miejscem wdrożenia

Tytuły projektów	Przewidywane miejsce wdrożenia
Sposób wytwarzania hydroksyapatytowych granul	CHEMA-ELEKTROMET RZESZÓW
Badania nad aktywnym wspomaganie leczenia złamań kości w stabilizacji zewnętrznej	Szpital
Optymalizacja umożliwiająca adaptacyjność funkcjonalną kardiomonitora telemetrycznego	brak
Biomateriały metaliczne z warstwami pasywno-węglowymi dla kardiologii zabiegowej	brak
Struktura realna i właściwości stopów nanokrystalicznych magnetycznie miękkich	Instytut Metali Nieżelaznych Gliwice
Badanie procesów korozji implantów z warstwami pasywnymi w warunkach elektrostymulacji	ITAM Zabrze - Ośrodki Ortopedii i Traumatologii
Wdrożenie technologii wytwarzania powłok nanokrystalicznego diamentu.	BHH Mikromer
Biomateriały metaliczne o zmodyfikowanej strukturze i określonych cechach	BHH Mikromer
Obiektywny system rejestracji, analizy i interpretacji drżenia ciała pacjenta	Klinika neurologii CM UJ

Tytuły projektów	Przewidywane miejsce wdrożenia
w chorobie Parkinsona	
Instrumentarium zabiegowe z warstwami pow. o podwyższonych własnościach	BHH Mikromed, CHIRMED
Kształtowanie właściwości kompozytów polimerowych stosowanych w ortopedii.	Oddziały Kliniczne Ortopedii i Traumatologii
Telekonsultacje	Ośrodki medyczne w Poznaniu
Opracowanie audiometru skriningowego	Centrum Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa - EMAG
Opracowanie miniaturowego urządzenia do badań przesiewowych słuchu u noworodków	Firma ZAKOMED, we współpracy z przedsiębiorstwem zagranicznym
Opracowanie nowoczesnego zestawu diagnostycznego do nieinwazyjnych badań mikrokrażenia krwi metodą laserowo-dopplerowską	Instytut Techniki Aparatury Medycznej, Zabrze
Nowa metoda i system diagnostyczny dla oceny ryzyka choroby układu krążenia w badaniach przesiewowych populacji zagrożonej	Instytut Techniki Aparatury Medycznej, Zabrze
Wytwarzanie implantacyjnych materiałów szkło - jonometrycznych dla otolaryngologii	Instytut Szkła i Ceramiki w Warszawie
Opracowanie technologii nanoszenia na implanty metaliczne biogodnych warstw polimerowych	brak

W podsumowaniu tej części raportu należy zauważyć, podane informacje dotyczą jedynie części projektów „wdrożeńowych”, gdyż nie zawsze udało dotrzeć do danych pozwalających na ocenę projektu. Informacje o takich projektach można znaleźć w zbiorach patentowych oraz w jednostkach badawczych i produkcyjnych mających własne opracowania typu know-how, które były finansowane z własnych źródeł. Mimo to, udział takich projektów, prac badawczych, czy opracowań nadających się do wdrożenia, w porównaniu z ilością prac prowadzonych w obszarze inżynierii biomedycznej należy uznać za zaskakująco mały.

## Analiza projektów badawczych wdrożonych

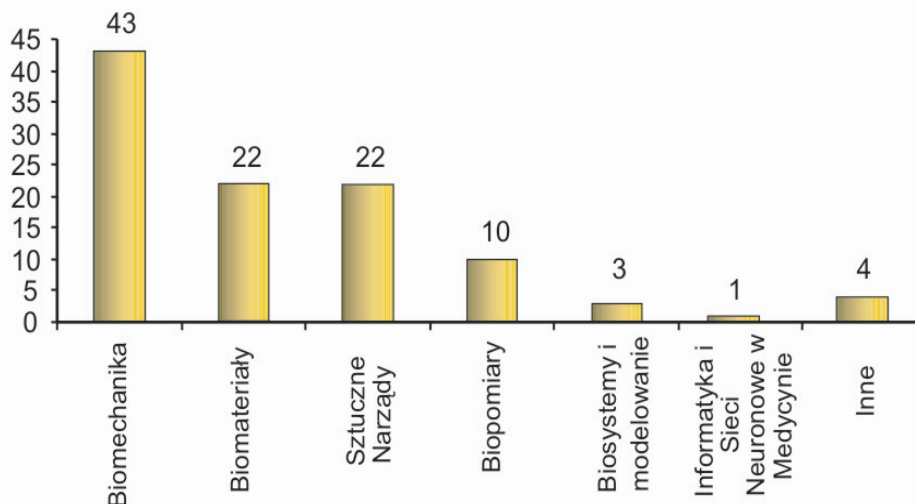
Ankietowani dostarczyli informacji na temat 105 projektów z sześciu obszarów inżynierii biomedycznej, przy czym niektóre z nich zostały zakwalifikowane do kategorii **Inne** (Rys. 18.). Pełna lista projektów znajduje się pod adresem <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/projekty.php>.

Najwięcej (43) projektów wdrożono z obszaru **Biomechanika**. Większość z nich dotyczyła biomechaniki kości, a po 2 – biomechaniki ortopedycznej i ergonomii.

Tematyka projektów z obszaru **Biomateriały** jest już bardziej zróżnicowana: 5 dotyczyło bioceramiki, 3 – biokompozytów oraz po 2 biodegradowalnych polimerów i kompozytów. Pełna lista projektów z tego obszaru znajduje się pod adresem <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/projekty5.php>.

W przypadkach obszaru **Sztuczne Narządy** blisko połowę stanowiły projekty dotyczące sztucznego płuca, 4 - sztucznej nerki, a 3 – sztucznej trzustki i leczenia cukrzycy.

**Biopomiary** reprezentowane były przez 10 projektów, z których 4 dotyczyły optyki biomedycznej, 2 – elektrofizjologii i zjawisk elektrycznych w organizmie ludzkim.



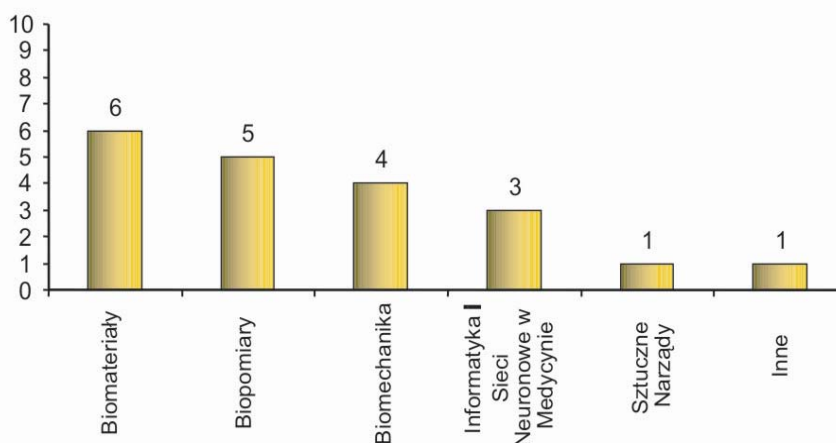
Rys. 18. Liczba projektów włączona do poszczególnych obszarów

Pozostałe dwa obszary, jak i kategoria **Inne** zawierają projekty, które nie mają przypisanych specjalności inżynierii biomedycznej, stąd trudno wnioskować o ich tematyce.

Pełna lista projektów projektów badawczych wdrożonych jest dostępna pod adresem <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/projekty.php>.

#### Analiza projektów badawczych w przygotowaniu

Ankietowani dostarczyli informacji na temat dwudziestu projektów, które są przygotowane do wdrożenia w latach 2007 – 2010 (Rys. 19.). Większość projektów jest planowana do wdrożenia w 2008 roku (11 projektów). Cztery projekty rozpoczną się w 2007 i 2009 roku. Prawie wszystkie projekty zostały scharakteryzowane jako krajowe. Pełna lista projektów w przygotowaniu znajduje się pod adresem: [http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/projekty\\_w.php](http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/projekty_w.php).



Rys. 19. Ilość projektów w przygotowaniu zgłoszona w poszczególnych obszarach



## Wykaz krajowych producentów wyrobów medycznych i ich aktualnie oferowanych wyrobów

W tabeli 30. zestawiono rodzaje wyrobów medycznych wytwarzanych przez krajowych producentów i ich procentowy udział na rynku medycznym.

Szczegółowy rodzaj wyrobów medycznych jest podany poniżej:

### 1. Sprzęt medyczny:

- ✓ Wyposażenia sal i gabinetów medycznych,
- ✓ Instrumenty medyczne,
- ✓ Sprzęt jednorazowego użytku,

### 2. Sprzęt ortopedyczny:

- ✓ Implanty ortopedyczne,
- ✓ Protezy,
- ✓ Gorsety,
- ✓ Stabilizatory,
- ✓ Kortezy,
- ✓ Obuwie ortopedyczne.

### 3. Sprzęt rehabilitacyjny:

- ✓ Wózki,
- ✓ Podnośniki,
- ✓ sprzęt do fizykoterapii,
- ✓ fotele rehabilitacyjne,
- ✓ aparatura do krioterapii.

### 4. Sprzęt stomatologiczny:

- ✓ Implanty,
- ✓ Gąbki,
- ✓ Wypełnienia.

### 5. Aparatura i instrumenty medyczne:

- ✓ Sprzęt dla kardiologii (kardiomonitor, sprzęty reanimacyjne, EKG, kardioelektrografy),
- ✓ Spirometry,
- ✓ Inhalatory,
- ✓ Urządzenia do podawania leków,
- ✓ Ultrasonografy,
- ✓ Spektrofotometry,
- ✓ Aparatura anestezyjologiczna,
- ✓ Densytometry,
- ✓ Aparatura rentgenowska,
- ✓ Aparatura do terapii ultradźwiękowej,
- ✓ Lasery biostymulacyjne,
- ✓ Suszarki.

### 6. Sterylizatory, odczynniki i opakowania medyczne:

- ✓ Sterylizatory,
- ✓ Lampy bakteriobójcze,
- ✓ Odczynniki diagnostyczne,
- ✓ Środki dezynfekujące,
- ✓ Opakowania medyczne.

## 7. Materiały opatrunkowe, artykuły higieniczne, nici chirurgiczne.

**Tabela 30.** Rodzaje wyrobów wytwarzanych przez krajowych producentów

Wykaz wyrobów medycznych oferowanych przez producentów	[%]
Sprzęt medyczny	30
Sprzęt ortopedyczny	14
Sprzęt rehabilitacyjny	13
Sprzęt stomatologiczny	3
Aparatura i instrumenty medyczne	25
Sterylizatory, odczynniki i opakowania medyczne	9
Materiały opatrunkowe, artykuły higieniczne, nici chirurgiczne	7

W tabeli 31. przedstawiono procentowe rozmieszczenie w województwach firm produkujących wyroby medyczne.

**Tabela 31.** Procentowe rozmieszczenie firm medycznych w województwach

Województwo	[%]
Mazowieckie	34
Wielkopolskie	11
Śląskie	10
Kujawsko-pomorskie	10
Małopolskie	8
Dolnośląskie	7
Łódzkie	4
Lubelskie	4
Lubuskie	3
Podlaskie	3
Zachodniopomorskie	2
Opolskie	1

Województwo	[%]
Podkarpackie	1
Pomorskie	1
Świętokrzyskie	1
Warmińsko-mazurskie	1

Ponad jedna trzecia firm zlokalizowana jest w Województwie Mazowieckim. Firmy te, łącznie z firmami mającymi siedzibę w województwach Wielkopolskim, Śląskim i Kujawsko-Pomorskim stanowią dwie trzecie wszystkich wytwórców urządzeń i materiałów medycznych. Dokładniejsza analiza sektora przedsiębiorstw przedstawiona jest w rozdziale 8 pt. „Analiza potencjałów innowacyjnych, produktywności i zatrudnienia w przedsiębiorstwach sfery aparatury i materiałów medycznych”.

## Podsumowanie i wnioski

Podsumowując analizę dotyczącą osiągnięć naukowych można stwierdzić, że przyjęty sposób ankietowania pozwolił na zebranie danych od 64 ankietowanych, którzy reprezentowali 32 krajowe ośrodki, w tym najliczniej Politechnikę Śląską i Warszawską. Otrzymano w ten sposób 733 pozycje publikacji zakwalifikowanych do siedmiu obszarów inżynierii biomedycznej, a w niektórych przypadkach – do grupy inne. Ponad połowę publikacji pochodziło z obszaru Biomateriały i Biomechanika. Jednocześnie można wskazać na przenikanie się tych dwóch obszarów.

Brak wszystkich cząstkowych raportów nie pozwolił w pełni zweryfikować oryginalne, ciekawe i godne uwagi trendy rozwoju poszczególnych obszarów inżynierii biomedycznej.

W procesie ankietowania zebrano informacje na temat 119 patentów, reprezentujących jednak tylko cztery z siedmiu obszarów. W tej kategorii występuje wyraźna ilościowa przewaga obszaru Biomateriały nad pozostałymi obszarami.

Trzeba podkreślić ważność zgromadzonych informacji na temat projektów naukowych i rozwojowych, w tym projektów, których wyniki umożliwiają podjęcie prac wdrożeniowych.

## Rozdział 7

### **Analiza priorytetów edukacyjnych z zakresu inżynierii biomedycznej**

#### **Wprowadzenie**

Rozwój inżynierii biomedycznej będzie zależeć od istnienia w Polsce wysoko kwalifikowanych kadr, zdolnych do wspierania procesów projektowania, produkcji, wdrażania i eksploatacji innowacyjnych wyrobów klasy hi-tech odpowiednio w polskich przedsiębiorstwach produkcyjnych i handlowych oraz w placówkach służby zdrowia. Dlatego też podjęto, z inicjatywy Komitetu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, starania o utworzenie na uczelniach technicznych w Polsce kierunku kształcenia w zakresie inżynierii biomedycznej. 13.06.2006 MNiSzW wyraziło zgodę na utworzenie takiego kierunku kształcenia. Dzięki temu zostały stworzone przesłanki formalne do intensyfikacji procesu kształcenia odpowiednich specjalistów. Jak wspomniano w Rozdziale „Przegląd strategii rozwoju technologii medycznych w Polsce” w roku akademickim 2006/07, jako pierwsza podjęła kształcenie w ramach tego nowego kierunku Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, tworząc specjalnie w tym celu nową jednostkę organizacyjną, Międzywydziałową Szkołę Inżynierii Biomedycznej. Kolejnymi uczelniami, które kształcą studentów w ramach tych kierunków są Politechniki: Warszawska, Wrocławska, Śląska, a Politechnika Gdańska rozpocznie takie kształcenie w roku 2008, natomiast Politechniki Krakowska i Zielonogórska przygotowują się do podobnego przedsięwzięcia.

Z kształceniem specjalistów w zakresie inżynierii biomedycznej wiąże się kwestia promocji tego nowego kierunku wśród absolwentów szkół średnich, którzy powinni być lepiej poinformowani o możliwościach uzyskiwania kwalifikacji w nowym zawodzie, jak również o perspektywach zatrudnienia po ukończeniu takich studiów. Potrzebne są działania dwojakiego rodzaju. Po pierwsze, konieczna jest popularyzacja wiedzy na temat dyscypliny Biocybernetyka i Inżynierii Biomedycznej poprzez publikowanie artykułów i książek popularnonaukowych z tego obszaru, a także przez organizowanie popularnych odczytów oraz promocyjnych prezentacji, np. w ramach odbywających się Festiwali Nauki we wszystkich większych miastach akademickich. Po drugie, należy zabiegać o to, aby media przedstawiające poziom kształcenia w szkołach wyższych (w ramach tak zwanych rankingów uczelni) informowały o możliwościach kształcenia w zakresie inżynierii biomedycznej. Doświadczenia kilkunastu już lat funkcjonowania tych rankingów w ramach innych kierunków studiów i innych dyscyplin naukowych pokazują, że tego rodzaju informacja jest bardzo dokładnie analizowana przez młodzież w okresie przedmaturalnym i ma bezpośredni wpływ na zgłaszanie się kandydatów do poszczególnych uczelni i na poszczególne kierunki studiów. Należy przyjąć do wiadomości, że istnieje ścisły związek między intensywnością promowania kształcenia na danym kierunku studiów (w tym na kierunku Inżynieria Biomedyczna), a liczbą i poziomem przygotowania kandydatów na te studia. Z kolei, im lepszych kandydatów uda się pozyskać na studia w zakresie inżynierii biomedycznej, tym wyższy poziom kształcenia uda się zapewnić na tym kierunku. Poziom ten jest bowiem wypadkową dwóch czynników: jakości wiedzy naukowej i kwalifikacji dydaktycznych kadry nauczającej oraz zdolności i motywacji studiującej młodzieży. Powinno to zaowocować przygotowaniem dobrej kadry technicznej dla polskiej gospodarki i służby zdrowia.

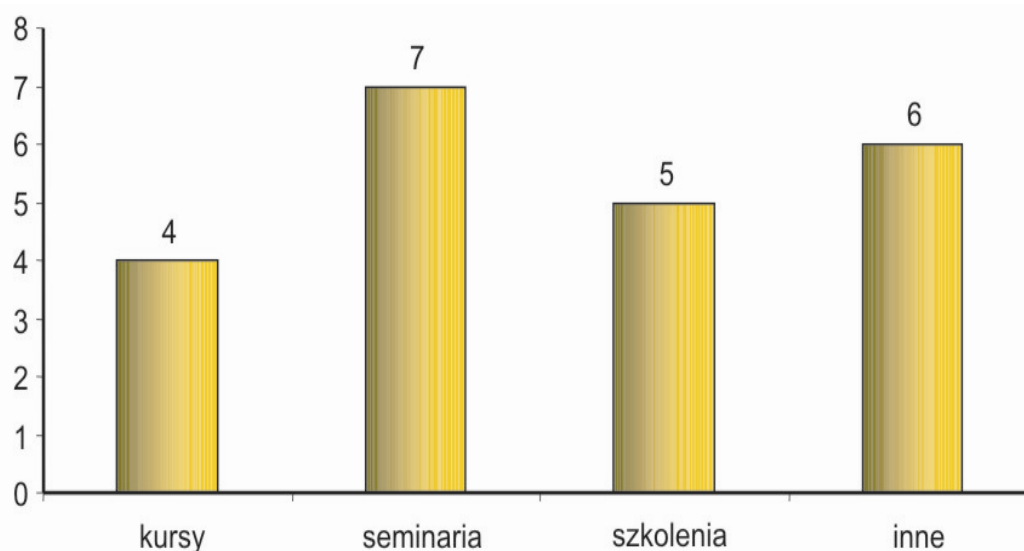
Materiał źródłowy do analizy przedstawionej w dalszej części niniejszego rozdziału stanowiły wyniki ankiety internetowej (<http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/5>) opracowanej przez autorów raportu. Należy przypomnieć, że potencjał kadrowy polskich placówek naukowych prowadzących badania z zakresu inżynierii biomedycznej, niektórych z nich zajmujących się działalnością edukacyjną, jest przedstawiony w Rozdziale 5 niniejszego opracowania.

## Analiza wyników badań

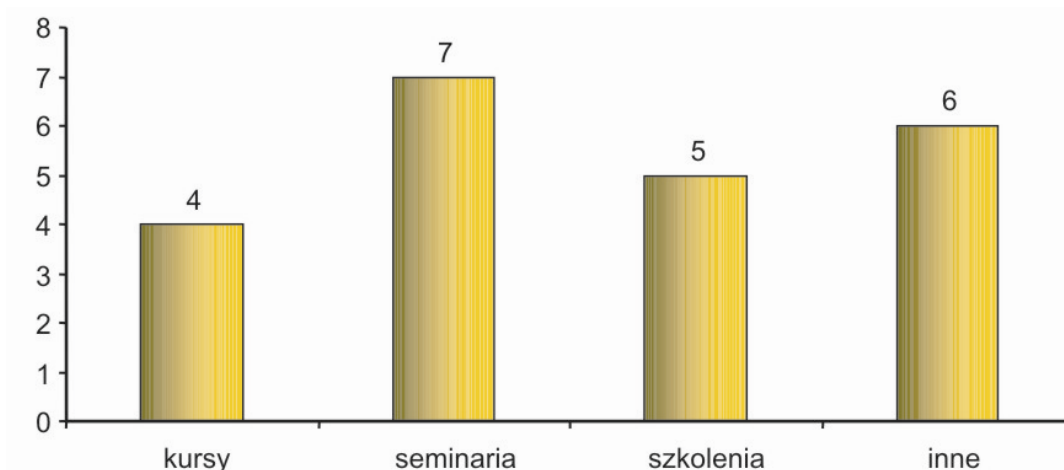
Dane uzyskane w trakcie ankietyzacji są dostępne w serwisie internetowym konsorcjum ROTMED na stronie: <http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport>, a lista osób, które wypełniły ankietę na stronie [http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/lista\\_osob\\_z2-5.html](http://rotmed.ibib.waw.pl/zd2/raport/lista_osob_z2-5.html).

Analizowano 18 ankiet pochodzących z różnych jednostek (uczelnie, wydziały, instytuty, katedry), z których 17 prowadzi edukację w zakresie inżynierii biomedycznej. Zainteresowanie inżynierią biomedyczną w kraju rośnie, więc liczba jednostek podejmujących nauczanie w tym zakresie powinna wzrosnąć. Np. w Uniwersytecie Zielonogórskim planowane jest uruchomienie takiego programu edukacji w przyszłości.

W przypadku studiów w zakresie inżynierii biomedycznej przeważa nauczanie na poziomie magisterskim – 11 jednostek, a następnie inżynierskim – 9 (Rys. 20.). Pozostałe formy kształcenia, to studia doktoranckie i podyplomowe. Kształcenie to ma również inne formy, np. kursy, seminaria i szkolenie. (Rys. 21.). Wiedza w rozważanym zakresie jest przekazywana na obieralnych wykładach (przedmioty w ramach kursu inżynierskiego i magisterskiego), kursach internetowych, a także poprzez kształcenie w zakresie inżynierii biomedycznej dla studentów medycyny.

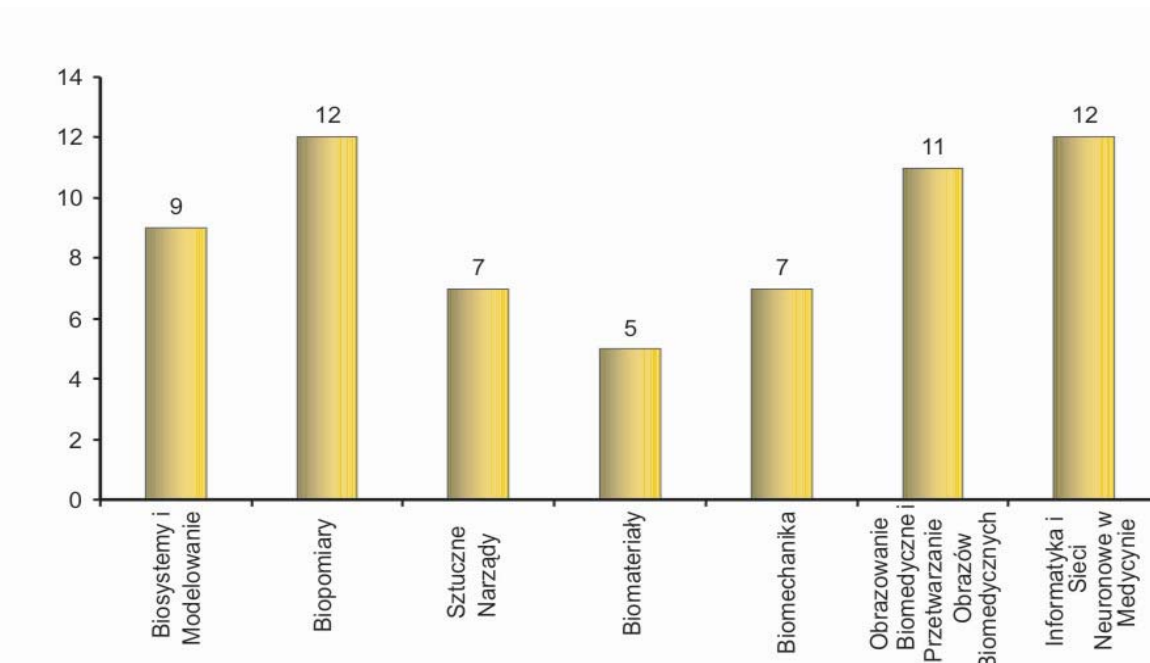


**Rys. 20.** Liczba ankietowanych jednostek prowadzących kształcenie typowe w zakresie inżynierii biomedycznej



**Rys. 21.** Liczba ankietowanych jednostek stosujących inne formy kształcenia w zakresie inżynierii biomedycznej

Biorąc pod uwagę obszary inżynierii biomedycznej, dominuje kształcenie w zakresie specjalności **Biopomiary i Informatyka** oraz **Sieci Neuronowe w Medycynie** – po 12 jednostek oraz **Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych** – 11 jednostek (Rys. 22.). Niektóre jednostki planują poszerzenie oferty kształcenia poprzez kursy podyplomowe do tytułu inżyniera klinicznego, wprowadzenie przedmiotów obieralnych, uruchomienie studiów interdyscyplinarnych i między-wydziałowych oraz kształcenie w zakresie biomateriałów, inżynierii genetycznej, bioinformatyki, technik informatycznych w ochronie zdrowia (po części już zrealizowane). Instytut Informatyki na Wydz. Informatyki i Zarządzania Politechniki Poznańskiej ma zamiar wprowadzić kształcenie w zakresie medycznych baz danych obrazowych, interfejsów mózg-komputer oraz narzędzi wspomagających procesy telemedycyny.



**Rys. 22.** Liczba ankietowanych jednostek, w których prowadzi się kształcenie w poszczególnych obszarach inżynierii biomedycznej

Ankietowani wskazali również szacunkową liczbę studentów na studiach o specjalności inżynieria biomedyczna w ostatnich 2-3 latach – 971 studentów (14 z zagranicy). W tym samym okresie szacunkowa liczba absolwentów z wymienionych wyżej obszarów wynosiła 781, co stanowi około 81% ogólnej liczby studentów na specjalności inżynieria biomedyczna. Ankietowani mieli również za zadanie przedstawić prognozę liczby studentów, jaka może być lub będzie kształcona w ich jednostkach w najbliższych 5 i 10 latach (tabela 32.) Według ankietowanych nastąpi wzrost zatrudnienia osób wykształconych na kierunkach o specjalności inżynieria biomedyczna z blisko 40% do prawie 60%.

**Tabela 32.** Szacunkowa liczba studentów na kierunkach i specjalnościach inżynieria biomedyczna, oraz liczba absolwentów zatrudnionych zgodnie z wykształceniem w najbliższych 5 i 10 latach

Okres	Najbliższe 5 lat	Najbliższe 10 lat
Liczba studentów na kierunkach o specjalności inżynierii biomedycznej	2990	5900
Liczba absolwentów zatrudniona w obszarze inżynierii biomedycznej	1147	3395
Odsetek absolwentów zatrudnionych w obszarze inżynierii biomedycznej	38%	58%

Udział kadry nauczającej w ankietowanych jednostkach przedstawia tabela 33. Widać wyraźnie, że w kadrze dominują inżynierowie, jednak występuje również pewna liczba lekarzy i menadżerów.

**Tabela 33.** Udział kadry w ankietowanych jednostkach

prof.	dr hab.	dr	mgr	prac. techn.
50	45	133	93	49
w tym:				
lekarze		inżynierowie		menadżerowie
18		261		7

Wszyscy ankietowani oceniali kwalifikacje kadry w swoich jednostkach jako dobrą, w zakresie nauczania projektowania, innowacji, wdrożeń i produkcji w obszarze inżynierii biomedycznej. Większość ankietowanych określiło wpływ rankingów medialnych w Polsce, nt. najlepszych uczelni, na wybór kierunku kształcenia (w tym szczególnie na kierunek inżynieria biomedyczna): 10 respondentów jako niewielki, 4 – jako znaczny, 1 nie widzi ich wpływu.

Oceniono również sposób promowania możliwości kształcenia na specjalności lub kierunku inżynieria biomedyczna: 2 – bardzo dobry, 10 – dobry i 3 – niezadowolający.

Średnia ocena korelacji dokonana przez pytanych w swoich jednostkach – poprzez współczynnik od 0 do 1 – między intensywnością promowania specjalności i kierunków inżynieria biomedyczna a liczbą studentów wynosi 0,6. Warto dodać, że najmniejsza podana wartość wynosiła 0,2, a największa – 1. W przypadku korelacji między intensywnością promowania a jakością kandydatów na studia uzyskano średnią ocenę – 0,6.

Oszacowano również odsetek absolwentów, którzy podjęli zatrudnienie zgodnie ze zdobytym wykształceniem w obszarze inżynierii biomedycznej. Średnia wartość wynosiła 38%, a podawane wielkości zawierały się pomiędzy 10% a 70%.

## Podsumowanie

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań ankietowych, należy wskazać na potrzebę poszerzenia oferty kształcenia podyplomowego, szczególnie dla inżynierów mechaników w zakresie biomechaniki i inżynierów materiałowych w zakresie biomateriałów.

Chociaż wpływ rankingów medialnych w Polsce nt. najlepszych uczelni na wybór kierunku kształcenia (w tym szczególnie inżynierii biomedycznej) został w większości wskazań określony jako niewielki, to odpowiednie zainteresowanie studentów tematyką biomedyczną w czasie studiów może doprowadzić do wzrostu liczby absolwentów na tych kierunkach. Można tego dokonać poprzez wprowadzenie przedmiotów obieralnych dotyczących problematyki inżynierii biomedycznej, jak również przedmiotów w ramach kierunków studiów niezwiązanych *sensu stricto* z rozpatrywanym w tym raporcie obszarem. Dodatkową zaletą tego sposobu rozwiązania problemu, jest pozyskanie studentów, którzy w sposób świadomy będą dokonywali wyboru. Należy jednak pamiętać o konieczności informowania przyszłych absolwentów specjalności i kierunków związanych z inżynierią biomedyczną o możliwościach i charakterze przyszłego zatrudnienia. W tym celu można będzie wykorzystać planowany, znaczny wzrost nakładów finansowych Unii Europejskiej na rozwój inżynierii biomedycznej. O potrzebie takiego działania świadczy oszacowanie liczby studentów na kierunkach i specjalnościach inżynieria biomedyczna, i potencjalnego wzrostu ich zatrudnienia w obszarach inżynierii biomedycznej.

Dobra ocena przez respondentów kadry w zakresie nauczania projektowania, innowacji, wdrożeń i produkcji w obszarze inżynierii biomedycznej świadczy o ich optymistycznym nastawieniu do przyszłości, co jest dobrą przesłanką rozwoju nowych technologii medycznych, co może warunkować powstanie nowych firm zajmujących się wytwarzaniem urządzeń i materiałów dla potrzeb medycyny.

Ocena sposobu promowania możliwości kształcenia w zakresie inżynierii biomedycznej wskazuje, że uwaga środowisk zainteresowanych rozwojem inżynierii biomedycznej powinna być skupiona na rozważeniu nowych metod promocji. Należy jednak zauważyć, że sam wpływ intensywności promowania kształcenia w zakresie inżynierii biomedycznej na liczbę kandydatów na studia, jak również ich jakość został przez ankietowanych określony jako średni.

Szacunkowa ocena absolwentów, którzy podjęli zatrudnienie zgodnie ze zdobytym wykształceniem w obszarze inżynierii biomedycznej, a dokładniej skrajne wartości – dziesięć i siedemdziesiąt procent, wskazuje na to, że poszczególne jednostki powinny wypracować indywidualne programy wzrostu stopnia zatrudnienia zgodnie z wykształceniem.



## Rozdział 8

### **Analiza potencjałów innowacyjnych produktywności i zatrudnienia w przedsiębiorstwach sfery aparatury i materiałów medycznych**

*„Kłopoty związane z oceną jakości i ryzykiem nadużycia (moral hazard) są wynikiem ogólniejszego zjawiska – różnic w dostępie do informacji między dwoma stronami zaangażowanymi w transakcję. Choć różnice tego typu występują nie tylko w opiece zdrowotnej, w medycynie są szczególnie istotne”*

Kenneth J.Arrow z przedmowy do książki T.E.Getzen, „Ekonomika zdrowia”, PWN, Warszawa 2000

### **Wprowadzenie do analizy potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw sfery aparatury i materiałów medycznych w Polsce**

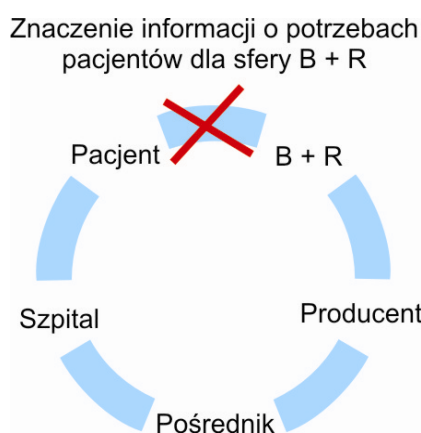
W ostatnim okresie często pojawiają się informacje o kryzysie w systemie służby zdrowia mówienie o potencjale innowacyjnym przedsiębiorstw sfery aparatury i materiałów medycznych w Polsce wymaga połączenia ze sobą różnych perspektyw. Należy rozpatrzyć umiejscowienie producentów i firm usługowych w łańcuchu wartości łączącego sferę badań i produkcji z odbiorcą końcowym, jakim są pacjenci. Zakłada się przy tym, że innowacje są nieodłącznie związane z komercjalizacją. Potencjał innowacyjny przedsiębiorstw sfery aparatury i materiałów medycznych zależy w znacznym stopniu od finansowania badań i rozwoju produkcji oraz usług na podstawie identyfikacji niezaspokojonych potrzeb zdrowotnych pacjentów, w tym tych ujawniających się w procesie diagnozowania, monitorowania i leczenia.

Rozwój innowacji w sferze technologii i materiałów medycznych jest uwarunkowany wzmocnieniem powiązań sfery badań i rozwoju w firmach i jednostkach naukowych z identyfikacją potrzeb pacjentów i lekarzy działających na ich rzecz. Rysunki 23. i 24. obrazują w uproszczony sposób miejsce poszczególnych grup podmiotów w łańcuchu wartości z uwzględnieniem powiązań informacyjnych sfery badawczo-rozwojowej. Przy szybkim rozwoju technologii teleinformatycznych oraz rosnącym ich znaczeniu w diagnostyce, monitorowaniu, badaniach oraz zarządzaniu w systemie zdrowotnym, szanse na zwiększenie sprzężeń informacyjnych, aktywizacji ogniw łańcucha wartości dotychczas niezrealizowanych - są większe niż kiedykolwiek. Przeprowadzone badania nie ograniczają się więc do pokazania producentów, ale wskazują też na znaczny potencjał innowacyjny w sferze usług.

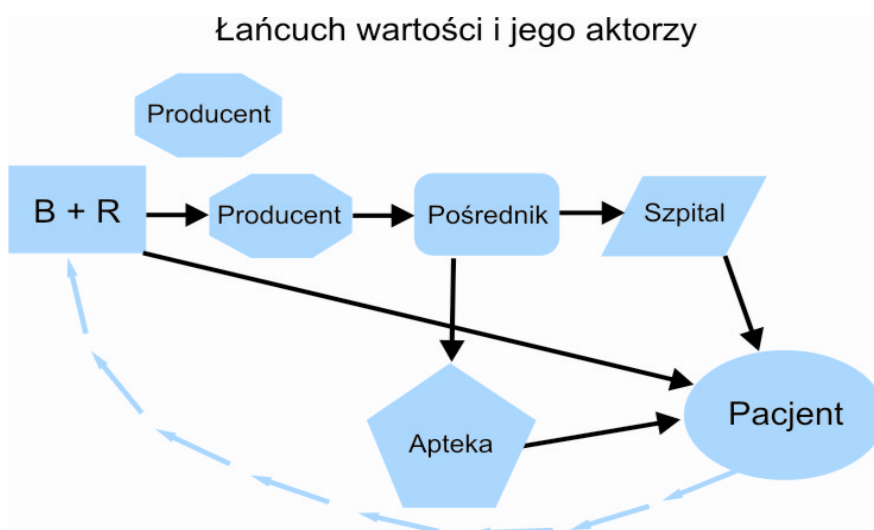
Druga perspektywa wyznaczona jest badaniami przedsiębiorstw innowacyjnych. Zakłady technologii medycznych można podzielić na podane niżej grupy z punktu widzenia potencjału innowacyjnego. Najbardziej innowacyjne z nich wykazują się innowacyjnością rynkową, procesową, nakładami na innowacyjność, patentami i kontraktami w ramach funduszy europejskich.

Pierwsza grupa to firmy wytwórcze i handlowe, które prowadzą własną działalność badawczą. Poniżej jest przedstawiony ich wykaz z Listy 500 najbardziej innowacyjnych firm w 2005 r. Większość z nich to formy z sektora NACE 33:

1. Med & Life Sp. z o.o.
2. BALTON Sp. z o. o.
3. Fabryka Sprzętu Ratunkowego i Lamp Górniczych „Faser”
4. HTL STREFA Sp. z o.o
5. Dispomed S.A.
6. Krakowskie Zakłady Sprzętu Ortopedycznego Sp. z o.o.
7. MPW MED INSTRUMENTS Spółdzielnia Pracy
8. Zakład Doświadczalny Echo-Son S.A.
9. JZO Sp. z o. o.



Rys. 23. Łańcuch powiązań informacyjnych sfery badawczo-rozwojowej

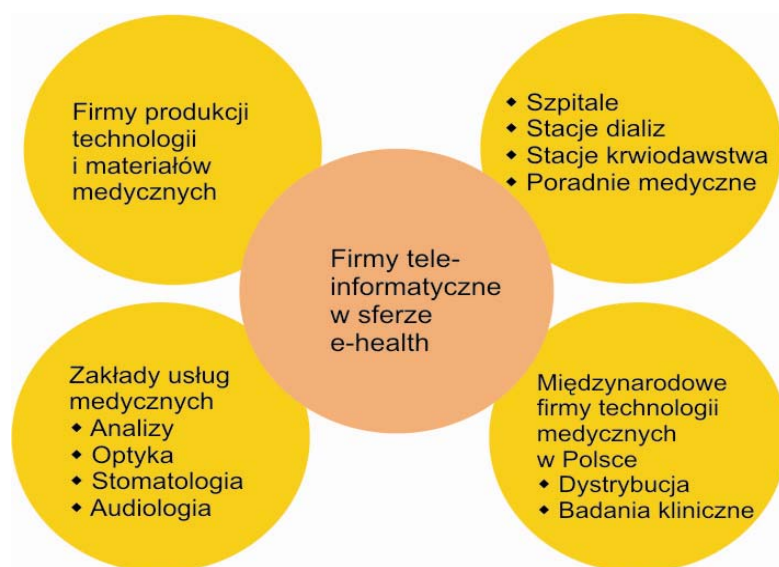


Rys. 24. Łańcuch powiązań i aktorów informacyjnych sfery badawczo-rozwojowej

Badania GUS wskazują na wysoką dynamikę przychodów jak też wzrost udziału i skali własnych nakładów na badania i rozwój oraz innowacje firm w sferze technologii medycznych. Są wśród nich firmy, które potrafią łączyć innowacyjność z sukcesem komercyjnym w skali krajowej i międzynarodowej.

Dobrym przykładem może być spółka giełdowa HTL Strefa S.A. Są też i inne firmy zaliczane do czołówki europejskiej.<sup>3</sup>

Druga grupa to firmy, które prowadzą działalność badawczą, ale produkty dla sfery technologii medycznej stanowią tylko część ich działalności. Są tu zarówno firmy tworzące technologie medyczne jak i działające w sferze e-health. Trzecia grupa to firmy handlowe prowadzące działalność w sferze technologii medycznej – w tej grupie są przedstawicielstwa światowych koncernów takich jak SIEMENS czy NIKOM. Ważną i liczną grupę stanowią firmy teleinformatyczne realizujące zamówienia w sferze zaopatrzenia służby zdrowia w oprogramowanie standardowe i użytkowe, sprzęt i wyspecjalizowane urządzenia badawcze<sup>4</sup>. Bardzo istotną grupę stanowią publiczne i prywatne ośrodki medyczne, które realizują swoje zadania produkcyjne, badawcze, usługowe, handlowe i medyczne w sposób zintegrowany. Dobrym przykładem może tu być wzorcowa placówka, jaką jest Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu. Może on być wzorem dla odbiorców technologii medycznych i wyników prac badawczo-rozwojowych, jakimi są publiczne i niepubliczne szpitale, stacje dializ, stacje krwiodawstwa<sup>5</sup> i coraz liczniejsze niepubliczne poradnie medyczne takie jak: Medicover, Lux-med, Falck. Mogą się one stać poważnym źródłem finansowania prac badawczo-rozwojowych oraz miejscem własnych rozwiązań innowacyjnych.



**Rys. 25.** Grupy przedsiębiorstw posiadających potencjał innowacyjny w sferze technologii i materiałów medycznych

Najliczniejszą grupę firm w sektorze technologii medycznych stanowią małe firmy produkcyjne (Rys. 25.) i świadczące bezpośrednio usługi medyczne, takie jak: stomatologia, optyka, poradnie medyczne, firmy handlowe dystrybuujące urządzenia technologii medycznej w tym apteki, zakłady poradnictwa audiologicznego, logopedycznego itp., wypożyczalnie sprzętu rehabilitacyjnego<sup>6</sup>. Istnieją przykłady innowacyjności mikrofirm z tego obszaru<sup>7</sup>.

<sup>3</sup> Ostatnio firma LfC sp z o.o. z Zielonej Góry produkująca implanty do kręgosłupa i posiadająca ponad 30% polskiego rynku w tym obszarze uzyskała wielomilionowe wsparcie z Komisji Europejskiej.

<sup>4</sup> Rośnie zainteresowanie firm telefonii mobilnej zastosowaniami w sferze diagnostyki i monitoringu. Przykłady współpracy z małymi firmami technologicznymi firmy POLKOMTEL zostały m.in. przedstawione na konferencji INE PAN w Warszawie w dniu 2.04.2007 pt. "Nowe technologie w systemie zdrowia-kierunki dla Polski".

<sup>5</sup> Polskie stacje krwiodawstwa otrzymały w 2004 i 2005 r. patenty w obszarze technologii medycznych

<sup>6</sup> Polskie stacje krwiodawstwa otrzymały w 2004 i 2005 r. patenty w obszarze technologii medycznych

<sup>7</sup> Przykładem jest firma RO-SZ Dent z Gdańska nagrodzona na DENTEXPO 2007, 19-21.04.2007 r. w Warszawie

Odrębną grupę stanowią firmy, które są firmami zajmującymi się hurtową dostawą technologii i materiałów medycznych.

## Innowacyjność gospodarki w perspektywie badań *Foresight*

Wśród licznych analiz przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii zwraca uwagę „UK Foresight on Exploiting the Electro-Magnetic Spectrum”. Badanie miało miejsce w latach 2002-2003, funkcję sponsora wzięł na siebie Departament Handlu i Przemysłu, zorganizował je Office of Science and Technology, a jego głównym autorem była J. Jackson [16]. Temat badania okazał się bardzo rozległy, którym było wykorzystanie widma fal elektromagnetycznych. Obejmuje fale radiowe, promieniowanie ciepłe, światło widzialne, promieniowanie rentgenowskie i promieniowanie gamma, a wykorzystujące je urządzenia stanowią odrębne pojemne „spektrum”, od lamp rentgenowskich w szpitalach po kucharki mikrofalowe. Zastosowania technologii należących do tego obszaru tematycznego są bardzo liczne: łączność, zdrowie, bezpieczeństwo. Wielka Brytania dysponuje dużym w skali świata potencjałem badawczym w tym zakresie, który jednak – w ocenie Brytyjczyków – nie zawsze znajduje przełożenie na szybkie i znaczące korzyści ekonomiczne. Badanie *Foresigh* miało na celu identyfikację kluczowych dziedzin o obiecujących perspektywach komercyjnych w długim okresie, ocenę brytyjskich możliwości w tym zakresie oraz ustalenie planu działania w celu ich spożytkowania.

Grupa interesariuszy składała się, jak zawsze w takim przedsięwzięciu, z przedstawicieli biznesu, kół naukowych i rządu. Zorganizowano warsztaty i grupy działania, powstał nieduży zespół koordynacyjny, zatrudniający czołowych ekspertów.

Pierwszy warsztat wskazał 20 obszarów tematycznych mających znaczny potencjał aplikacyjny, drugi warsztat szacował zdolność przedsiębiorstw do wypromowania nowych rozwiązań. Grupy działania zajmowały się oceną praktycznych możliwości rozwoju odpowiednich technologii w Wielkiej Brytanii. Przyjęto zatem schemat powstania i wdrażania innowacji mieszczący się w formule: *science push – market pull*. Po rozpatrzeniu stanu obu sił decydujących o osiągnięciu ostatecznego sukcesu wybrano 9 tematów, które dalej przeanalizowano z punktu widzenia następujących kryteriów:

- czy dane rozwiązanie stanie się poważną dziedziną aktywności gospodarczej za 10 – 20 lat,
- czy może ono oznaczać duży krok naprzód w dochodzeniu do innych technologii,
- czy ma znaczenie ekonomiczne,
- czy w Wielkiej Brytanii istnieje potencjał dla jego wykorzystania,
- czy wszystkie wyróżnione tematy tworzą zestaw wewnątrznie zgodny.

Ostateczna lista czterech wybranych tematów, należących do szerokiego obszaru widma fal elektromagnetycznych, przedstawiała się jak następuje:

- całkowicie optyczne urządzenia komunikacyjne (*all-optical data handling*),
  - fotonika molekularna (*photonics at the molecular level*),
  - manipulacja bliskim polem elektromagnetycznym (*electro-magnetic applications in the near field*),
- obrazowanie nieinwazyjne (*non-intrusive imaging*).

Wybrane tematy zostaną przedstawione kolejno:

Chociaż włókna optyczne (światłowody) przeważają w przesyłaniu danych na duże odległości, związane z nimi przekaźniki i przełączniki pozostają elektroniczne. Wobec dalszego wzrostu zastosowań urządzeń telekomunikacyjnych, techniki optyczne będą się rozszerzać również na te dwie dziedziny.

Chodzi tu generalnie o trasowanie (przekierowywanie pomiędzy sieciami) pakietów informacji, które w przypadku światłowodów są krótkimi impulsami światła. Dotychczas sam przesył pakietów odbywał się światłowodem, ale już przełączanie trasy takiego pakietu wymagało przejścia przez powolną partię urządzeń elektronicznych.

Fotonika molekularna jest laserowym wytwarzaniem nowych mikrostruktur o rozmiarach szczegółów rzędu wielkości molekuly. Scalone laboratoria chemiczne (lab-on-a-chip) są mikroukładami wykonującymi analizę chemiczną. Mikroskopijne układy scalone wielkości kilku milimetrów kwadratowych wykonują analizę laboratoryjną na przykład kropel cieczy o objętości 1 pikolitra. Mogą one służyć do detekcji bakterii, wirusów, komórek rakowych, wykrywania niebezpiecznych związków chemicznych, kontroli stężenia, badań DNA. Małe wymiary umożliwiają szybszą analizę, a przede wszystkim upakowanie wielu testów chemicznych na małej powierzchni.

Bliskie pole jest obszarem rzędu kilku długości fali od płaszczyzny anteny, w którym rozkład kątowy promieniowania silnie zależy od odległości od anteny. Możliwy jest tu przekaz energii na zasadzie indukcji magnetycznej – na tej zasadzie działają na przykład karty zbliżeniowe w bramkach w metrze. Manipulacja bliskim polem, przy pomocy niedawno wynalezionych materiałów kompozytowych, pozwala na dokładniejsze obrazowanie w rezonansie magnetycznym.

Obrazowanie nieinwazyjne pozwala na uzyskiwanie wglądu we wnętrze przedmiotów, organizmów, w tym żywych tkanek bez użycia szkodliwych promieni rentgenowskich. Realizuje się to przez obrazowanie w bardzo szerokim zakresie długości fal - od fal milimetrowych do teraherców i podczerwieni. Kombinacja uzyskanych obrazów pozwala na uzyskanie informacji o wnętrzu obiektu. Znajduje to zastosowania zarówno w medycynie (z użyciem kontrastów wstrzykiwanych pacjentowi), jak i w sferze bezpieczeństwa (wykrywanie broni i przede wszystkim niewykrywalnych do tej pory ciekłych materiałów wybuchowych).

Rozważane badania przyniosły pewne szacunki przyszłych korzyści ekonomicznych. W przypadku pierwszego obszaru tematycznego uznano, że w dłuższej perspektywie istnieje potrzeba wprowadzenia technik optycznych w miejsce elektronicznych, występujących obecnie w sąsiedztwie włókien optycznych. Zdaniem autorów badania Wielka Brytania, dzięki rozwinięciu szybkich optycznych przełączników, może zarobić w ciągu 10 lat ok. 0,4 mld euro. Drugi obszar tematyczny zawiera, między innymi, scalone laboratoria chemiczne. Produkcja zintegrowanych systemów ma dać krajowi ok. 4 mld euro – w badaniach przyjęto, że światowy rynek tych urządzeń może osiągnąć w 2012 roku 100 mld euro. Zastosowania medyczne są w stanie przynieść 5 mld euro.

Ustalenia przyjęte w badaniu *Foresight* miały swoje bezpośrednie następstwa w decyzjach o rozdziale publicznych środków na prace badawczo-rozwojowe. W dziedzinie objętej analizą, ich finansowaniem zajmują się Departament Handlu i Przemysłu, w ramach którego działa Zarząd Strategii w zakresie Technologii (*Technology Strategy Board*), następnie Ministerstwo Obrony i Biuro Łączności (*Office of Communication*), zajmujące się regulacją praktycznych systemów wykorzystujących fale radiowe.

## Nakłady na technologie medyczne w porównaniach międzynarodowych

Przemysł jest stosunkowo młody, składa się z kilku dużych i olbrzymiej liczby małej i średniej wielkości przedsiębiorstw o niezwyklej różnorodności specjalizacji związanych z funkcjami dotyczącymi jakości, bezpieczeństwa i wydajności.

### Produkty

Definicja technologii medycznych obejmuje bardzo liczny asortyment produktów wykorzystujących różnorodne zasady i rozwiązania fizyczne (mechaniczne, elektryczne, inżynierii materiałowej ...), chemiczne i biologiczne. Istotną cechą jest krótki okres życia produktu (zwykle 28 miesięcy od pojawienia się na rynku). Większość nowych produktów wnosi przeważnie dodatkowe funkcje i wartości lecznicze oparte na kolejnych rozwiązaniach i usprawnieniach. Stosowanie nowych produktów medycznych jest związane z wysokimi kosztami badań klinicznych, ciągłym serwisem i koniecznością wyszkolenia użytkowników w zakresie stosowania tych produktów w celu zapewnienia bezpieczeństwa i skutecznego ich wykorzystania. Ulepszenia produktów często wynikają z żądań użytkowników.

### Regulacje prawne w Europie

Stosowalność procesów technologii biomedycznych zależy od kategorii ryzyka urządzeń. Dla ustalania i uwierzytelniania procedur zgodności są wyznaczone odpowiednie agendy rządowe (np. w Polsce Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych).

### Rynek

Dane liczbowe odnoszące się do światowego i europejskiego rynku produktów medycznych przedstawiono w tabelach 34. i 35.

**Tabela 34.** Rynek technologii medycznych

Rynek światowy	184,0 Mld EURO	Rynek europejski	55,2 Mld EURO
Europa	55,2 Mld EURO	Niemcy	19,0 Mld EURO
USA	79,0 Mld EURO	Francja	9,0 Mld EURO
Japonia	20,0 Mld EURO	Włochy	6,2 Mld EURO
		UK	5,8 Mld EURO

**Tabela 35.** Wydatki na ochronę zdrowia i technologie medyczne

Kraj	Populacja tysiące	THE mld Euro	THE/GDP w %	EMT mld Euro	EMT/THE w %
Austria	8.092	16,9	7,9	0,73	4,3
Belgia	10.397	22,7	9,0	0,82	3,6
Cypr	728	0,6	6,1	0,03	4,5

Kraj	Populacja tysiące	THE mld Euro	THE/GDP w %	EMT mld Euro	EMT/THE w %
Czechy	10.211	4,7	7,3	0,37	7,9
Dania	5.398	15,2	8,6	0,87	5,7
Estonia	1.351	0,4	5,8	0,04	10,8
Finlandia	5.220	9,4	7,0	0,45	4,8
Francja	59.896	139,0	9,5	9,00	6,5
Niemcy	82.545	221,2	10,7	19,00	8,6
Grecja	11.047	12,2	9,4	0,54	4,4
Węgry	10.115	3,9	6,8	0,36	9,2
Irlandia	4.025	7,4	6,5	0,36	4,9
Włochy	57.482	106,7	8,6	6,16	5,8
Łotwa	2.319	0,5	5,8	0,06	11,5
Litwa	3.447	0,8	5,7	0,06	8,3
Luksemburg	451	1,2	5,6	0,05	4,1
Malta	400	0,9	8,8	0,02	1,7
Holandia	16.258	38,2	8,9	2,50	6,5
Norwegia	4.514	15,0	8,0	0,93	6,2
<b>Polska</b>	<b>38.194</b>	<b>12,5</b>	<b>6,3</b>	<b>0,77</b>	<b>6,1</b>
Portugalia	10.480	11,3	9,2	0,60	5,3
Słowacja	5.381	1,3	5,7	0,11	8,6
Słowenia	1.997	1,9	8,0	0,13	7,1
Hiszpania	40.978	48,8	7,5	3,00	6,1
Szwecja	8.975	21,3	8,7	1,08	5,1
Szwajcaria	7.233	30,5	11,1	1,36	4,5
Wielka Brytania	59.518	121,3	7,6	5,80	4,8
<b>Europa</b>	<b>499.652</b>	<b>865,8</b>	<b>8,6*</b>	<b>55,20</b>	<b>6,4*</b>
<b>USA</b>	<b>284.797</b>	<b>1553,3</b>	<b>13,9</b>	<b>79,281</b>	<b>5,1</b>

Uwaga: THE – Total Healthcare Expenditure (całkowite wydatki na ochronę zdrowia + całkowite wydatki na ubezpieczenia + inwestycje ułatwiające dostęp do opieki medycznej); EMT – Wydatki na Technologie Medyczne (liczby są ocenami); \* – średnia

Rynek europejski, wyceniony na około 55,2 miliardów euro i reprezentujący 30% rynku ogólnoswiatowego, jest jednym z trzech największych rynków technologii medycznej. Cztery największe europejskie rynki – Niemcy, Francja, Włochy i UK – obejmują ponad 72% europejskiego rynku.

Rynek produktów technologii medycznej ma wiele nisz asortymentowych reprezentowanych przez skromny udział w rynku. Z uwagi na to, że z każdym produktem medycznym związane są złożone wymagania produkcyjne i umiejętności dystrybucji, istnieje wiele małej i średniej wielkości przedsiębiorstw koncentrujących się na jednym asortymencie albo na konkretnym geograficznym obszarze.

## Rentowność rynku

Najwyższą rentownością charakteryzują się produkty lecznicze, a w dalszej kolejności skomplikowane wyroby medyczne i wykorzystujące zaawansowane technologicznie. Najmniejszą rentowność mają wyroby niemal powszechnego użytku, które muszą być tanie a ich rentowność jest silnie uwarunkowana wielkością obrotów.

## Zatrudnienie

Na podstawie danych z najważniejszych krajów skupionych w organizacji Eucomed, ocenia się, że europejski przemysł technologii medycznej zatrudnia ponad 386.000 pracowników (w tym Niemcy – 100.000, Francja – 40.000, Szwajcaria – 40.000 i UK – 50.000).

## Liczebność

W Europie jest około 8.500 podmiotów o osobowości prawnej zajmujących się produktami technologii medycznej, z tego małe i średnie przedsiębiorstwa (do 250 pracowników) obejmują więcej niż 80% firm handlowych.

Poprzez wytwarzanie wartości dodanej przemysł ten przyczynia się znacznie do ratowania i poprawy jakości życia obywateli Europy. Dzięki stosowaniu innowacji technicznych w nowych urządzeniach medycznych, możliwy jest ciągle podnoszenie poziomu opieki zdrowotnej przez zwiększanie szybkości rozpoznania, poprawę leczenia i profilaktyki oraz zmniejszanie niewygodny pacjentów.

## Badania i rozwój

Technologia medyczna charakteryzuje się stałym wykorzystywaniem innowacji, które są osiągane przez wysoki poziom badań i rozwój przemysłu, połączony z ciągłą współpracą z docelowymi użytkownikami wytwarzanych produktów. W branży tej tylko takie przedsiębiorstwa mogą sobie dobrze radzić, które produkują bardzo nowatorskie produkty.. Powszechnie ocenia się, że wydatki na badania i rozwój w przemyśle technologii medycznej osiągają poziom 5 do 10% wartości sprzedaży.

## Tendencje i bariery rozwojowe

Analiza ekonomiczna wykazuje, że Europa pozostaje w tyle zarówno za USA, jak i Japonią pod względem procentu inwestycji w dziedzinie badań i rozwoju nowych technologii medycznych, lecz dystans nie jest jeszcze zbyt wielki. Jest to wynik panującego dość długo popularnego poglądu, że podejmowanie ryzyka jest „nie dobre”. Jednak coraz powszechniejsza jest świadomość, że wszelkie nowe technologie, procesy innowacyjne albo produkty mają pewien poziom ryzyka i nie ma w tej dziedzinie rzeczy o „zerowym ryzyku”.

Z punktu widzenia przemysłu technologii medycznej niebezpieczeństwa i ryzyka nie są tym samym. Niebezpieczeństwa związane z nowymi produktami można identyfikować, a ryzyka możemy i musimy przetwarzać, i oceniać, redukować do odpowiedniego, kontrolowanego poziomu, wymagając, by nie wprowadzać nowego ryzyka w ten sposób. Proces zarządzania ryzykiem dobrze jest opisany w standardach takich jak EN ISO 1497. Europejski przemysł w pełni przyczynił się do rozwinięcia tego doskonałego standardu, pozwalającego na skierowanie producentów na możliwie bezpieczne tory.

W USA kultura handlowa wydaje się być bardziej skierowana na podejmowanie ryzyka, więc niepowodzenie nowego przedsięwzięcia albo produktu niekoniecznie jest uważane za „śmiertelne”.



W Europie wydaje się, że jesteśmy obeznani z ryzykiem w odniesieniu do zysku w sensie technicznym, lecz nie przenosimy w wystarczającym stopniu tego dalej w stosunku do ryzyka, jakijesteśmy gotowi ponieść w biznesie. W ocenie specjalistów OECD, wyróżniającą cechą w obszarach wysokiej innowacji jest wskazane, w celu zmniejszenia ryzyka, podejmowanie działalności na małą skalę albo tworzone ubocznie firm uniwersyteckich (*spin-off*).

Bariery zwiększające ryzyko mogą być spowodowane brakiem ustawodawstwa, w odniesieniu do niektórych nowatorskich technologii medycznych. Mogą być też inne bariery, takie jak istniejące programy różnych technologii i ich oceny w państwach członkowskich UE, które faktycznie opóźniają albo nie dopuszczają do wprowadzenia na rynek nowatorskiej technologii medycznej, czy też brak zadowalających systemów zwrotu nakładów na uruchomieni produkcji nowych produktów technologii medycznej, albo też niewystarczające szkolenie i wiedza o profesjonalistach zdolnych do wykorzystania nowych technologii medycznych. Są to ważne bariery dla skutecznej i zastosowanej w porę eksploatacji innowacji.

## Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych

### Dane statystyczne

Z uwagi na złożoność problematyki technologii medycznych, trudno jest określić obszar, który powinny objąć dane statystyczne. Trzon technologii medycznych to produkcja różnorodnej aparatury i sprzętu medycznego oraz farmaceutyków. Ale należy zwrócić uwagę, że działalność badawczo-rozwojowa w zakresie nauk medycznych i farmacji oraz w zakresie nauk technicznych bardzo często skutkuje nowymi technologiami w medycynie. Działalność w obszarze informatyki jest często wykorzystywana w medycynie. Z całą pewnością część nakładów, które można przypisać technologiom medycznym są związane z wytwarzaniem sprzętu informatycznego i oprogramowania.

Wobec bardzo szerokiego pojęcia technologie medyczne, przyjęto, jako podstawę do określenia danych statystycznych odnoszących się do tego obszaru, informacje dotyczące **całego działu PKD 33: Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków**. Tabela 36 prezentuje podstawowe dane o tym przemyśle.

**Tabela 36.** Podstawowe dane o przemyśle według sekcji, działów, grup i niektórych klas w 2005 r.

WYSZCZEGÓLNIENIE	Podmioty gospodarcze <sup>b</sup>	Produkcja sprzedana <sup>c</sup> w mln zł	Przeciętne zatrudnienie w tys.	Przeciętne miesięczne wynagr. brutto w zł	Wartość brutto środków trwałych <sup>d</sup> w mln zł
<b>O G Ó Ł E M</b>	<b>8744</b>	<b>573818,6</b>	<b>2002,5</b>	<b>2653,69</b>	<b>506706,8</b>
<b>Przetwórstwo przemysłowe</b>	<b>8097</b>	<b>470568,7</b>	<b>1628,4</b>	<b>2364,70</b>	<b>275102,0</b>
Produkcja wyrobów chemicznych	293	37736,8	87,8	3405,43	30469,2
w tym:					
produkcja wyrobów farmaceutycznych	72	7277,6	23,0	4199,36	6196,8
<b>Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków</b>	<b>125</b>	<b>3737,0</b>	<b>24,9</b>	<b>2503,27</b>	<b>2037,4</b>

WYSZCZEGÓLNIENIE	Podmioty gospodarcze <sup>b</sup>	Produkcja sprzedana <sup>c</sup> w mln zł	Przeciętne zatrudnienie w tys.	Przeciętne miesięczne wynagr. brutto w zł	Wartość brutto środków trwałych <sup>d</sup> w mln zł
w tym:					
produkcja sprzętu medycznego i chirurgicznego oraz przyrządów ortopedycznych	40	1154,5	9,1	2252,62	729,2
produkcja instrumentów i przyrządów pomiarowych, kontrolnych, badawczych, nawigacyjnych i pozostałego przeznaczenia <sup>A</sup>	48	1775,6	10,2	2616,03	963,2
produkcja systemów do sterowania procesami przemysłowymi	31	717,6	4,4	2844,51	286,5

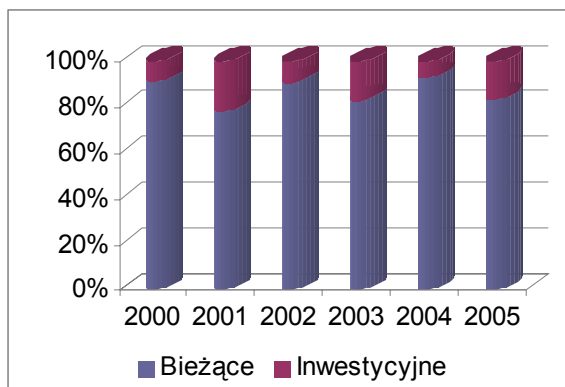
*a* - Dane dotyczą podmiotów gospodarczych, w których liczba pracujących (zgodnie z obowiązkiem sprawozdawczym) przekracza 49 osób. *b* - Prowadzące działalność w ciągu roku. *c* - W cenach bieżących.

*d* - Stan w dniu 31 XII; w bieżących cenach ewidencyjnych. Źródło: Rocznik statystyczny przemysłu, GUS.

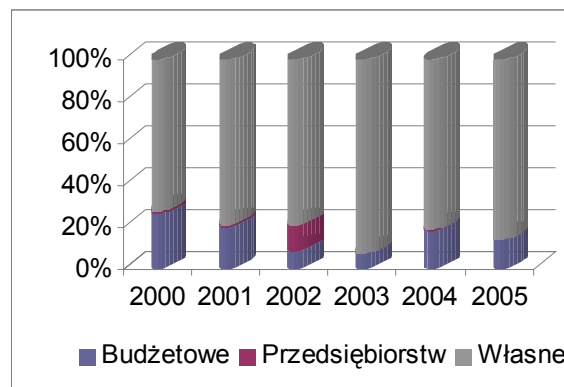
## Nakłady wewnętrzne na działalność B+R w sektorze przedsiębiorstw

Analizie poddano nakłady na działalność B+R w ostatnich sześciu latach. Lata 2000 – 2001 charakteryzowały się wzrostem wielkości nakładów na działalność B+R w sektorze przedsiębiorstw, wzrostem liczby jednostek, w których te badania były prowadzone, a także zanotowano wzrost zatrudnienia. W dziale: produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków, relatywny wzrost nakładów był znacznie większy niż w sektorze przedsiębiorstw. W roku 2002 wystąpił spadek w zakresie: zatrudnienia (o połowę), finansowania działalności badawczo-rozwojowej (też prawie o połowę) i duży spadek liczby jednostek.

A. według kategorii nakładów



B. według źródeł finansowania



**Rys. 24.** Struktura nakładów wewnętrznych na działalność B+R w sektorze przedsiębiorstw - Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków. Źródło: Nauka i technika, GUS

W dziale produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków poziom zatrudnienia pozostał prawie niezmienny mimo spadku pozostałych wskaźników, choć spadek ten był mniej dotkliwy, niż w sektorze przedsiębiorstw ogółem (*sprzeczność*). Od 2003 r. zanotowano systematyczny wzrost zarówno liczby jednostek, w których prowadzona jest działalność badawczo-rozwojowa, liczby zatrudnionych, zwłaszcza pracowników naukowo-badawczych, a przede wszystkim wielkości nakładów.

Wykresy przedstawione na rys. 24. podające strukturę nakładów wewnętrznych na działalność B+R w sektorze przedsiębiorstw – produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków – pokazują, że zdecydowana większość nakładów (80–90%) jest przeznaczana na wydatki bieżące. Warto podkreślić jest to, że środki budżetowe mają, relatywnie, coraz mniejsze znaczenie jako źródło finansowania działalności B+R – jednostki zainwestowały najwięcej środków własnych, co może świadczyć o ogromnym popycie na badania.

## Podmioty gospodarcze

Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków skupia ponad 10 tysięcy podmiotów gospodarczych, z tego ułamek procenta to podmioty sektora publicznego. Dział ten charakteryzuje się bardzo dużym udziałem firm bardzo małych (często rodzinnych) – do 9 osób. W statystyce GUS, którą tu wykorzystano, poddano analizie podmioty zatrudniające powyżej 9 osób (Tabele 37. i 38.). Firmy zatrudniające od 9 do 49 osób stanowią prawie 80% firm ujętych w tej statystyce, a firmy średnie (od 50 do 250 osób) prawie 17%. Udział zatrudnienia i produkcji sprzedanej małych firm kształtuje się na zbliżonym poziomie i stanowi ok. 25% ogółu zatrudnienia i produkcji sprzedanej w tym przemyśle. Firmy duże, choć jest ich zaledwie 5% dostarczają ponad 40% produkcji sprzedanej, a zatrudnienie w tych firmach stanowi 45% ogółu zatrudnienia w tym przemyśle.

**Tabela 37.** Podstawowe dane o podmiotach gospodarczych, wg wartości produkcji sprzedanej w 2005 r. Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków

WYSZCZEGÓLNIENIE	Podmioty o wartości produkcji sprzedanej w mln zł						
	Ogółem	2,00 i mniej	2,01–5,00	5,01–10,00	10,01–20,00	20,01–0,00	40,01 i więcej
W liczbach bezwzględnych							
<i>a</i> – liczba podmiotów	556	229	156	83	42	20	26
<i>b</i> - produkcja sprzedana w mln zł	4904,4	257,3	497,7	592,0	562,6	533,7	2461,1
<i>c</i> - przeciętne zatrudnienie w tys.	33,1	3,3	3,7	5,1	4,4	3,7	12,9
W odsetkach							
<i>a</i> – liczba podmiotów	100,0	41,2	28,1	14,9	7,5	3,6	4,7
<i>b</i> - produkcja sprzedana	100,0	5,2	10,1	12,1	11,5	10,9	50,2
<i>c</i> - przeciętne zatrudnienie	100,0	9,9	11,2	15,4	13,3	11,2	39,0

Źródło: Rocznik statystyczny przemysłu, GUS. Dane dotyczą podmiotów gospodarczych, w których liczba pracujących - zgodnie z obowiązkiem sprawozdawczym- przekracza 9 osób.

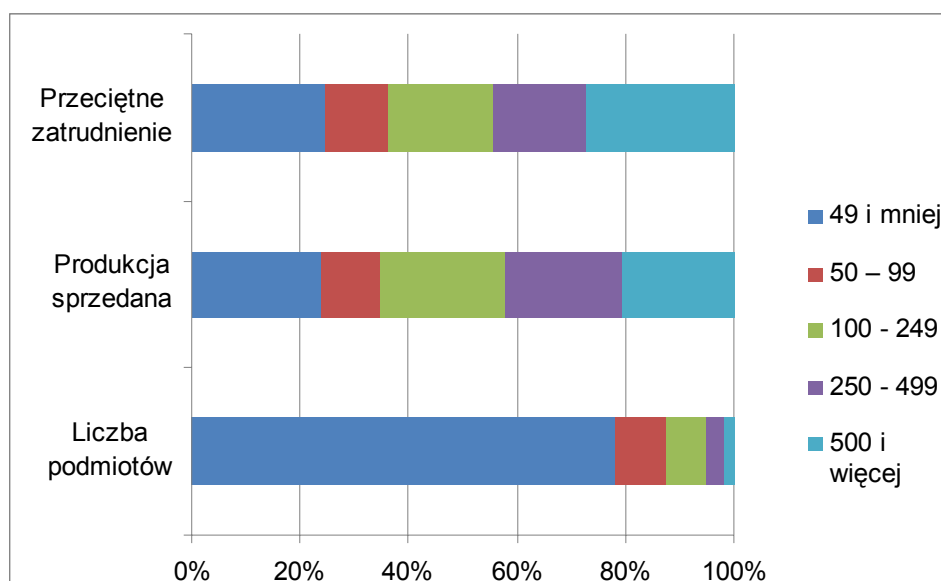
**Tabela 38.** Podstawowe dane o podmiotach gospodarczych w przemyśle według liczby zatrudnionych w 2005 r.

WYSZCZEGÓLNIENIE		Ogółem	Podmioty o liczbie zatrudnionych					
			49 i mniej	50 – 99	100 – 249	250 – 499	500–999	1000 i więcej
W liczbach bezwzględnych								
Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków	<i>a</i>	556	434	53	40	18	9	2
	<i>b</i>	4904,4	1178,7	519,5	1153,4	1035,4	#	#
	<i>c</i>	33,1	8,2	3,8	6,4	5,7	#	#

W odsetkach								
Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków	a	100,0	78,1	9,5	7,2	3,2	1,6	0,4
	b	100,0	24,0	10,6	23,5	21,1	#	#
	c	100,0	24,8	11,5	19,3	17,2	#	#

Źródło: Rocznik statystyczny przemysłu, GUS. Dane dotyczą podmiotów gospodarczych, w których liczba pracujących - zgodnie z obowiązkiem sprawozdawczym- przekracza 9 osób.

Dane przedstawione na rys. 27. pokazują, że firmy małe i średnie związane z technologiami medycznymi w niczym nie ustępują firmom dużym, przeciwnie, osiągają lepsze parametry w zakresie relacji wartości produkcji sprzedanej do liczby zatrudnionych i ich efektywność jest większa.

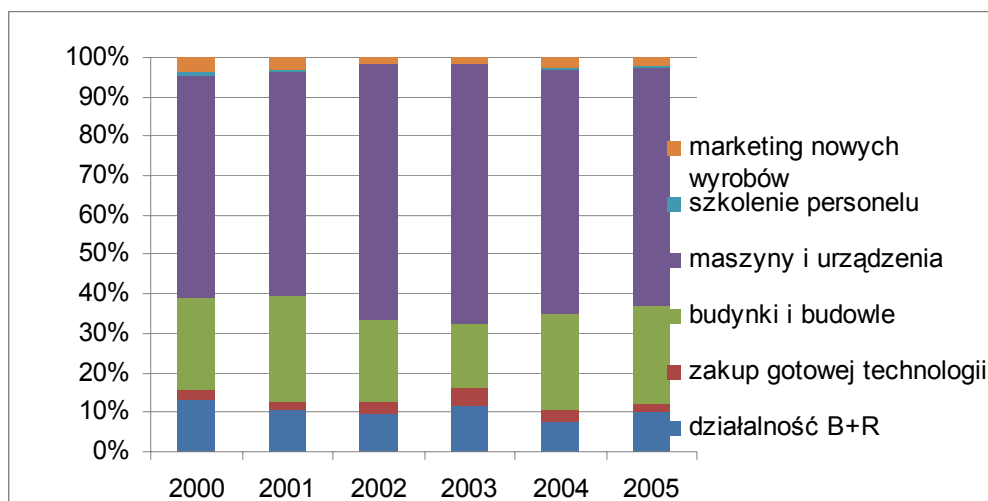


Rys. 27. Podstawowe dane o podmiotach gospodarczych w przemyśle (produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych) wg liczby zatrudnionych w 2005 r.

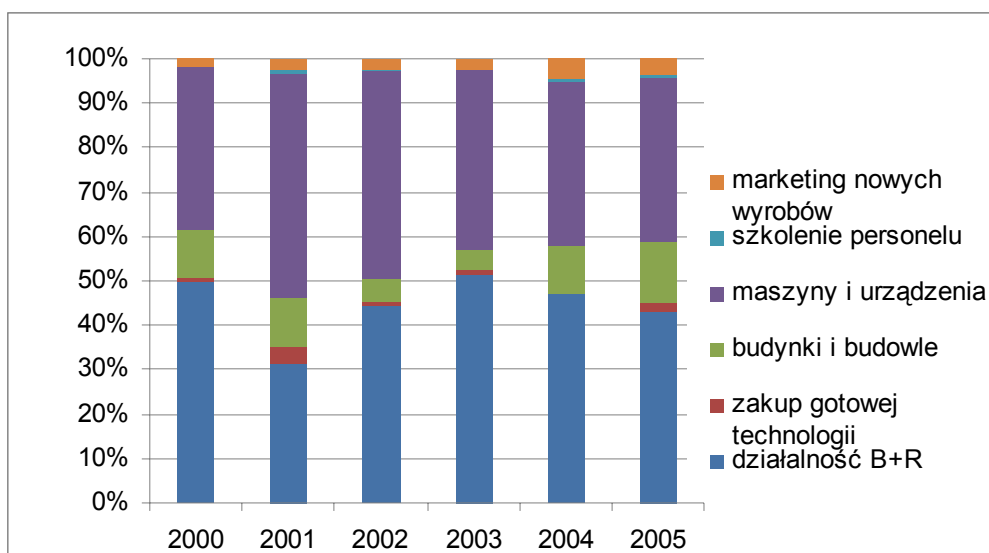
## Działalność innowacyjna

Nakłady na działalność innowacyjną stanowią o potencjale nowoczesności badanej jednostki, dziedziny czy całej gospodarki. Wyróżniamy trzy główne rodzaje działalności innowacyjnej: działalność badawczo-rozwojowa, technologia niematerialna (zakup gotowej wiedzy w postaci patentów, licencji, usług technicznych) oraz technologia materialna (zakup maszyn i urządzeń do wdrożenia nowych procesów i produkcji nowych wyrobów) (Rys.28. i 29.).

Chociaż nakłady na działalność innowacyjną w przemyśle ogółem zasadniczo rosną, to w przypadku produkcji instrumentów medycznych nakłady te można przedstawić w postaci falistej: lata 2000 – 2001 – spadek nakładów, 2002 – 2003 – gwałtowny wzrost, 2004 – 2005 – ponowny spadek nakładów. Podobnie wygląda wielkość nakładów na działalność B+R. Należy jednak podkreślić, że choć w całym przemyśle i w działalności przetwórczej udział nakładów na B+R stanowił 9–10% nakładów na działalność innowacyjną, to w dziale Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych wskaźnik ten był cztero- a nawet pięciokrotnie wyższy. Podobnie nakłady na działalność innowacyjną działu Produkcja instrumentów medycznych stanowiły 1% nakładów przemysłu przetwórczego, to nakłady na B+R stanowiły tu 4%.



**Rys. 28.** Struktura nakładów na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach przemysłowych ogółem.  
Źródło: Nauka i technika, GUS



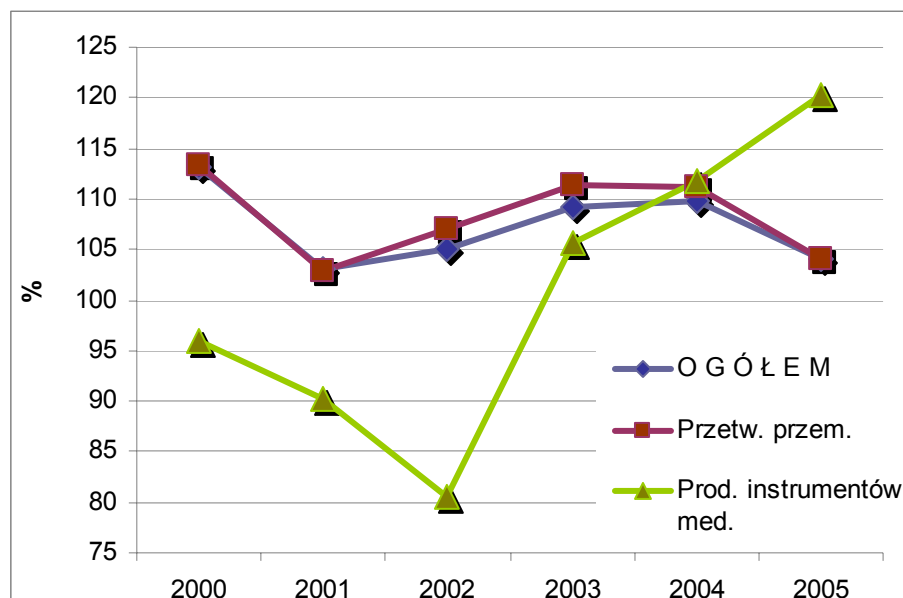
**Rys. 29.** Struktura nakładów na działalność innowacyjną w przedsiębiorstwach przemysłowych:  
Produkcja instrumentów medycznych. Źródło: Nauka i technika, GUS.

Wielkość i struktura nakładów na działalnością innowacyjną w sferze produkcji instrumentów medycznych świadczy o zainteresowaniu tymi badaniami, ale przede wszystkim o świadomości konieczności ponoszenia tych nakładów. Poprawa konkurencyjności jest bowiem prostym środkiem zachowania i podnoszenia swojej pozycji na rynku krajowym i zagranicznym. Powyższe wykresy ilustrują to w sposób klarowny.

## Wydajność pracy

Jednym z mierników potencjału innowacyjnego i skuteczności zastosowanych innowacji jest wydajność pracy. Można ją mierzyć wielkością produkcji sprzedanej lub wartości dodanej brutto na jednego zatrudnionego lub na jednego pracującego. Na rys. 30. przedstawiono graficzną prezentację tego miernika.

Dynamika wydajności pracy mierzona produkcją sprzedaną i produkcją dodaną brutto na jednego zatrudnionego i na jednego pracującego – we wszystkich przypadkach prezentuje się podobnie: wydajność pracy w dziale Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków w latach 2000–2002 gwałtownie spadała, znacznie poniżej średniej w przemyśle i w przetwórstwie przemysłowym.



**Rys. 30.** Dynamika wydajności pracy w przemyśle mierzona wartością dodaną brutto na jednego pracującego. Źródło: Nauka i technika, GUS.

Od roku 2002 wydajność gwałtownie rośnie, w roku 2004 jest zbliżona do średniej, a w roku 2005 znacznie przewyższa średnią wydajność pracy w przemyśle i w przetwórstwie przemysłowym.

## Wyroby nowe i zmodernizowane

Wyroby nowe i zmodernizowane – ich liczbę oraz udział w wartości sprzedaży – można traktować jako miernik celowości i efektywności zastosowania nakładów innowacyjnych. Produkcja sprzedana wyrobów, w tym wyrobów medycznych jest przedstawiona w tabeli 39. i na rysunku 31.

W latach 2000 – 2005 wyróżnia się w sposób znaczący dział: Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków w wielkości produkcji sprzedanej wyrobów nowych i zmodernizowanych.

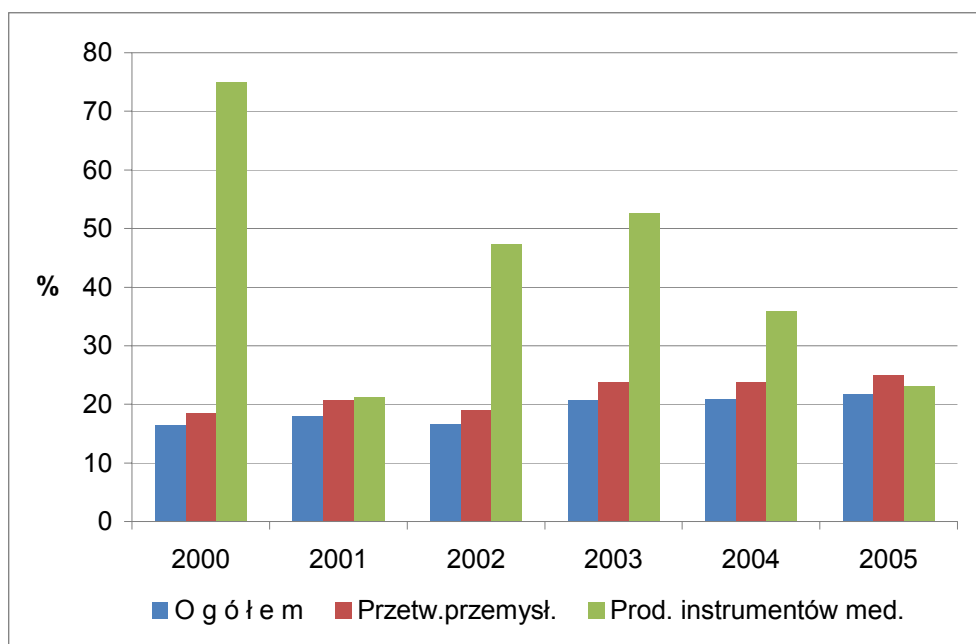
Udział tych wyrobów w niektórych latach kilkakrotnie przewyższa poziom w przetwórstwie przemysłowym i w przemyśle ogółem. Świadczy to o bardzo dużej konkurencyjności tej branży i o konieczności dostosowania się do bardzo wymagającego rynku krajowego, ale też i zagranicznego, chociaż udział eksportu wyrobów medycznych w ramach wysokiej techniki kształtuje się na stałym poziomie.

Należy jednak zauważyć, że sprzedaż wyrobów nowych przedstawia się jako trend falisty zarówno w przemyśle ogółem jak i w przetwórstwie przemysłowym.

**Tabela 39.** Produkcja sprzedana wyrobów nowych i zmodernizowanych w przedsiębiorstwach przemysłowych w latach 2000 – 2005 (ceny bieżące)

WYSZCZEGÓLNIENIE	2000	2001	2002	2003	2004	2005
	Wyroby, których produkcję uruchomiono w latach					
	1998 - 2000	1999 - 2001	2000 - 2002	2001 - 2003	2002-2004	2003 - 2005
	w % produkcji sprzedanej wyrobów					
<b>O g ó ł e m</b>	<b>16,4</b>	<b>18,0</b>	<b>16,7</b>	<b>20,7</b>	<b>20,9</b>	<b>21,8</b>
w tym eksport	4,1	5,8	6,1	10,6	10,6	9,0
sektor: <b>Publiczny</b>	17,0	9,5	7,7	6,2	6,4	7,2
<b>Prywatny</b>	16,1	21,0	19,2	25,0	24,5	25,1
w tym własność zagraniczna	14,9	24,0	13,6	35,0	38,0	29,3
w tym przetwórstwo przemysłowe	<b>18,5</b>	<b>20,8</b>	<b>19,1</b>	<b>23,8</b>	<b>23,8</b>	<b>25,1</b>
Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków	75,0	21,3	47,4	52,6	35,9	23,2

Źródło: Nauka i technika, GUS. Dane dotyczą podmiotów gospodarczych, w których liczba pracujących przekracza 49 osób.



**Rys. 31.** Udział produkcji sprzedanej wyrobów nowych i zmodernizowanych w przedsiębiorstwach przemysłowych w produkcji sprzedanej wyrobów

## **Innowacje i kreatywność – warunkiem przetrwania. Casus – produkty i usługi medyczne**

### **Przemiany globalne a innowacyjność w sferze medycyny**

Stwierdzenie, że wobec dokonujących się gwałtownych przemian w sferze technologii, innowacje i kreatywność są warunkiem przetrwania w biznesie, jest truizmem. Jednakże, zawarte w tytule słowo przetrwanie dotyczy nie tylko biznesu, lecz w coraz większym stopniu również jakości i długości życia ludzkiego. Przemiany w nauce i technologii wpływają bowiem coraz silniej na zmiany modelu życia, zatrudnienia i karier. P.F. Drucker podkreśla, że wydłużający się okres życia aktywnego zmusza pracowników do kilkakrotnej zmiany zawodu i kwalifikacji. Stąd rosnąca popularność „uniwersytetów trzeciego wieku”, z czym z kolei związana jest tzw. „druga kariera”. Gwałtowność przemian sprawia, że gospodarka nabiera cech „gospodarki nietrwałości”. Nietrwale stają się zawody, stanowiska pracy i pozycje w hierarchii menedżerskiej. Ponadnarodowym fuzjom i przejęciom towarzyszy powstanie nowej grupy zatrudnionych – „korporacyjnych cyganów” [17]. „Wszystko, ale to wszystko, co się obecnie dzieje w życiu publicznym i prywatnym – a nawet tym najbardziej osobistym - z wyjątkiem może kilku dziedzin nauki, jest prowizoryczne” [18] Przekształca się większość metod komunikowania się, produkowania, zmienia się styl pracy, instytucje, pojawiają się nowe zawody i sposoby sprzedawania oraz kupowania towarów i usług. Najważniejszym czynnikiem produkcji staje się wiedza, która jest zawsze własnością tego, kto ją opanował. Wiedza jest narzędziem nie tylko naukowców, nauczycieli, menedżerów czy lekarzy, programistów komputerowych, ale coraz większej grupy pracujących (tzw. „robotników wiedzy” - *knowledge workers*). Ich siła polega na tym, że dysponują szczególnymi kwalifikacjami, technologiami i umiejętnościami niedostępnymi dla innych.

W warunkach tak gwałtownych przemian tylko strategie innowacyjne i kreatywne zachowania mogą rokować sukces, choć najczęściej efekty takich zachowań przychodzą z pewnym opóźnieniem. Innowacyjność i kreatywność mają specjalny wymiar, jeśli dotyczy sfery medycyny, a tym samym życia ludzkiego. Rzutują, bowiem nie tylko na efekty ekonomiczne, ale przede wszystkim na zmiany społeczne. W wyniku innowacyjności w sferze medycznej następuje wydłużanie się długości życia, co zarazem wskazuje na wagę rozwoju sektora usług medycznych, zwłaszcza sektora obsługi ludzi starszych. Dlatego też innowacyjność w tych dziedzinach zasługuje na szczególną uwagę.

Na liście 500 najbardziej innowacyjnych przedsiębiorstw zaangażowanych w produkcję produktów i usług medycznych znalazły się m. in. ADAMED sp. z o. o., Med & Life Sp. z o.o., Biomed Wytwórnia Surowic i Szczepionek sp z o. o., Anpharm Przedsiębiorstwo Farmaceutyczne S.A., Pliva Kraków Zakłady Farmaceutyczne S.A., MPW. MED INSTRUMENTS Spółdzielnia Pracy, Zakłady Farmaceutyczne POLFA-ŁÓDŹ S.A. i Grodziskie Zakłady Farmaceutyczne „Polfa” sp. z o. o.

Korzyści z innowacyjności znajdują odzwierciedlenie w wynikach finansowych badanych przedsiębiorstw.

### **Rentowność przedsiębiorstw innowacyjnych, w tym sektora medycznego, na tle sektora przedsiębiorstw ogółem**

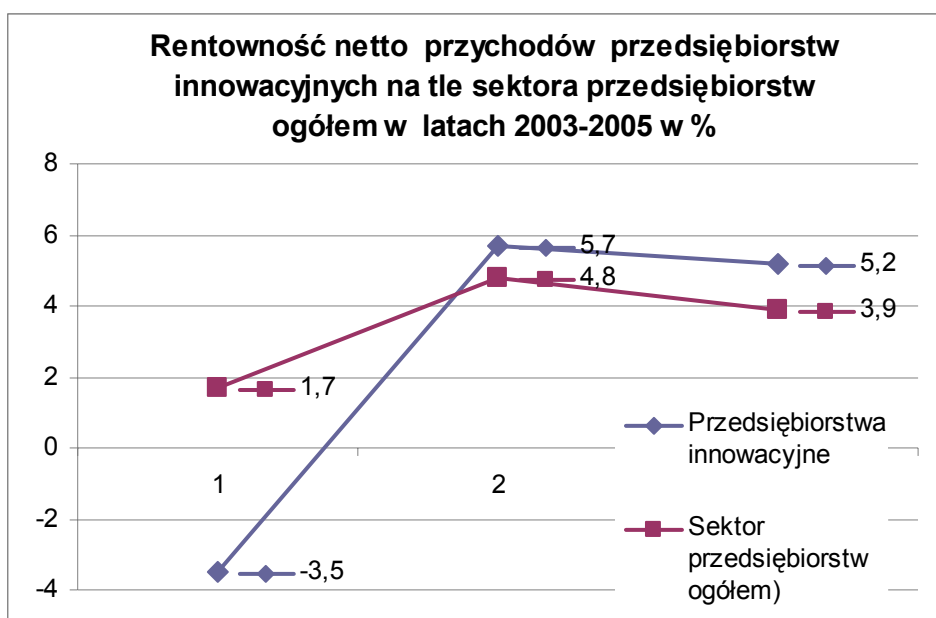
Jak wynika z badań, przedsiębiorstwa innowacyjne są bardziej odporne na występowanie negatywnych zjawisk związanych z „syndromem gospodarki nietrwałości”. Potwierdza to analiza porównawcza rentowności przedsiębiorstw innowacyjnych, w tym ze sfery medycyny, na tle całego sektora przedsiębiorstw (tabele 40. i 41. oraz rysunki 32. i 33.).



Dane zawarte w tabeli 40. wskazują, że w roku 2005 rentowność netto przychodów (czyli relacja wyniku finansowego netto do przychodów ogółem) przedsiębiorstw innowacyjnych była o ok. 33% wyższa w porównaniu z rentownością w sektorze przedsiębiorstw ogółem.

**Tabela 40.** Rentowność netto przychodów w przedsiębiorstwach innowacyjnych na tle sektora przedsiębiorstw ogółem. Źródło: Biuletyn Statystyczny GUS, 2006 r. oraz Lista 500 najbardziej innowacyjnych przedsiębiorstw w Polsce w 2005 r., INE PAN, Warszawa, grudzień 2006.

Lata	Przedsiębiorstwa innowacyjne	Sektor przedsiębiorstw (ogółem)
2003	-3,5	1,7
2004	5,7%	4,8
2005	5,2%	3,9

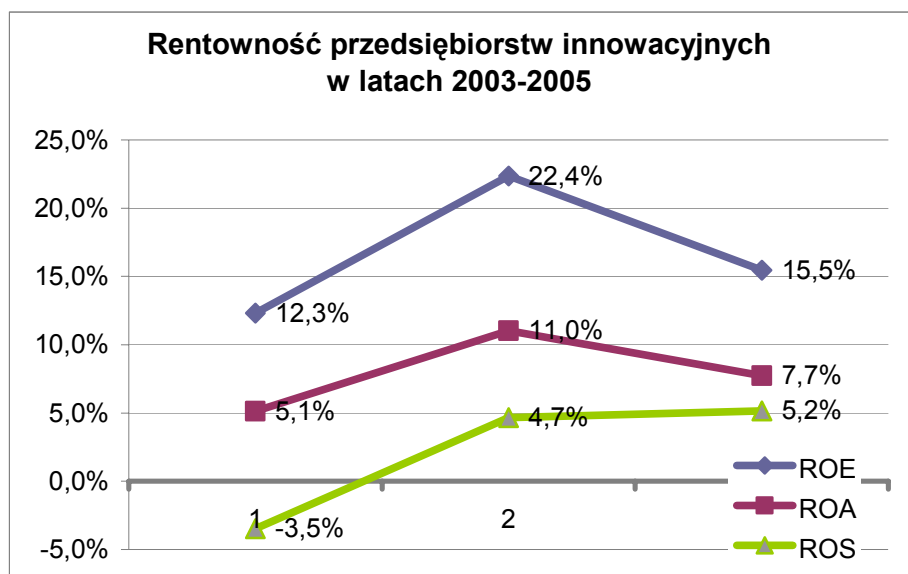


**Rys. 32.** Rentowność netto przychodów przedsiębiorstw innowacyjnych na tle sektora przedsiębiorstw ogółem

Z rysunku 32. wynika, że mimo gorszych (na tle całego sektora przedsiębiorstw) wyników przedsiębiorstw innowacyjnych w 2003 r., już w latach 2004 i 2005 sytuacja się odwróciła.

Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 33., od 2003 roku poprawiły się znacznie wszystkie wskaźniki rentowności netto. Rentowność netto kapitału wlanego ROE – (*return on equity* – czyli relacja wyniku finansowego netto do kapitału własnego), utrzymuje się na poziomie ponad 3-krotnie przekraczającym zwrot z inwestycji pasywnych wolnych od ryzyka. Przedsiębiorstwa korzystały przy tym z dźwigni finansowej w formie kredytów i innych zobowiązań, o czym świadczy dwukrotnie wyższy poziom ROE w porównaniu z ROA (*return on assets* – czyli relacja wyniku finansowego netto do aktywów). Charakterystyczny jest przy tym spektakularny i trwały wzrost wskaźnika rentowności netto przychodów (ROS - *return on sale*). Towarzyszy temu wysoka dynamika eksportu. W 2005 roku eksport stanowił 163% poziomu roku 2004.

Korzystne wyniki przedsiębiorstw innowacyjnych potwierdza też analiza indywidualnych wyników przedsiębiorstw. Załedwie 16 z 500 badanych, czyli około 3% odnotowało straty, podczas gdy w całym sektorze przedsiębiorstw straty występują w ok. 25% przedsiębiorstw.



**Rys. 33.** Rentowność przedsiębiorstw innowacyjnych w latach 2003 – 2005

Wśród rekordzistów osiągających wysoką rentowność – na poziomie ponad 40% przychodów netto – znalazła się spółka z o.o. ADAMED. Zastosowana w tej Spółce technologia otrzymywania odmiany polimorficznej I olanzapiny jest przykładem stworzenia bardzo ekonomicznej i ekologicznej technologii wytwarzania leku przy 100% wykorzystaniu polskiej myśli technicznej oraz przy wykorzystaniu jedynie rodzimych urządzeń, surowców i półfabrykatów w procesie opracowywania i wdrożenia projektu. W stosunku do rozwiązania oryginalnego, udało się wyeliminować z technologii uciążliwe dla otoczenia rozpuszczalniki np. toluen. Nowy polski produkt umożliwił dalszy rozwój nie tylko tej spółki, ale i Instytutu Farmaceutycznego. Wynalazek ten pozwolił na wykreowanie nowego leku na schizofrenię, konkurującego z zagranicznym farmaceutykiem, zarówno pod względem jakości, jak i ceny. To z kolei umożliwiło wprowadzenie polskiego leku generycznego na rynki zagraniczne.

**Tabela 41.** Rentowność wybranych przedsiębiorstw innowacyjnych z sektora medycznego.

Źródło: Lista 500 najbardziej innowacyjnych przedsiębiorstw w Polsce w 2005 r.,  
INE PAN, Warszawa, grudzień 2006

Przedsiębiorstwo	ROS	ROA	ROE
ADAMED sp. z o.o.	44,2%	88,8%	95,2%
Anpharm Przedsiębiorstwo Farmaceutyczne S.A.	11,3%	23,9%	bd

Korzystne wyniki przedsiębiorstw innowacyjnych nie mogą jednak przesłonić faktu, że efekty innowacji nie znajdują pełnego odzwierciedlenia w sprawozdawczości przedsiębiorstw. Gdyby tak nie było, niewykluczone, że efektywność tych przedsiębiorstw byłaby jeszcze wyższa.

## Zatrudnienie w przedsiębiorstwach technologii medycznych

Nakłady na kapitał ludzki i wiedzę, mobilność kadry naukowej oraz zwiększenie jej powiązań z gospodarką są podstawą innowacyjności. Na Liście 500 najbardziej innowacyjnych przedsiębiorstw w Polsce w 2005 r. [19] znalazło się 5. firm z branży technologii medyczne, dla których istniały porównywalne dane o zatrudnieniu w latach 2003–2005 [20].

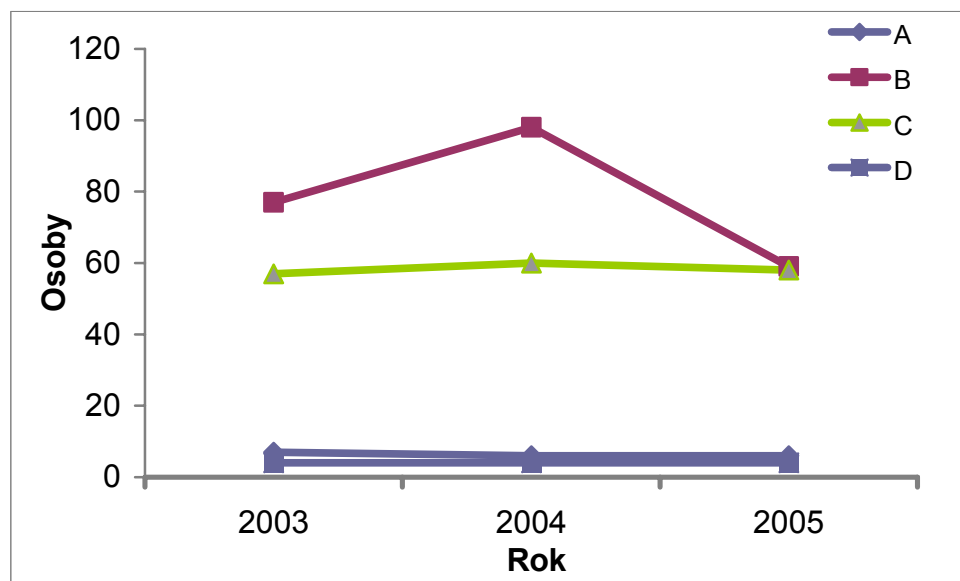
W tej grupie nie ma ani jednej mikro firmy zatrudniającej do 9 pracowników, natomiast przeważały przedsiębiorstwa duże - powyżej 250 osób (3 jednostki). Na liście tej jest także po jednym średnim i małym przedsiębiorstwie. Przeważającą część stanowiły jednostki prywatne (80%), w tym jedna firma z kapitałem zagranicznym. Analizowane podmioty zajmowały się głównie produkcją leków i wyrobów farmaceutycznych, przy czym jedno przedsiębiorstwo – produkcją sprzętu medycznego i chirurgicznego oraz przyrządów ortopedycznych. Analizowane firmy były rozmieszczone na terytorium prawie całego kraju – województwa: lubelskie, dolnośląskie, wielkopolskie, łódzkie i mazowieckie. Przeciętne zatrudnienie w tych podmiotach w roku 2005 r. kształtowało się od 17 do ponad 1000 osób. Średnie zatrudnienie na jednostkę w analizowanych latach ulegało zwiększeniu. W 2003 r. na jedno analizowane przedsiębiorstwo przypadało średnio 440 osób, w roku następnym – 596, a w 2005 r. – 580 osób.

Zauważalną tendencją jest spadek liczby pracujących w badanych firmach. Przeciętne zatrudnienie w tych przedsiębiorstwach w okresie 2003–2005 zmniejszyło się aż o 24%, co stanowi ponad 700 etatów. Jednakże w okresie 2003–2004 można było zaobserwować lekki – 3% wzrost zatrudnienia (o blisko 80 etatów), na który złożyło się zwiększenie zatrudnienia prawie we wszystkich firmach. Również duży spadek zatrudnienia (o 26%) miał miejsce w latach 2004–2005, kiedy to przeciętne zatrudnienie w analizowanych firmach zmniejszyło się aż o 782. Ten diametralny spadek liczby pracujących w analizowanych firmach był przede wszystkim efektem ogromnego zmniejszenia zatrudnienia w jednym zagranicznym przedsiębiorstwie zajmującym się produkcją leków i wyrobów farmaceutycznych (o prawie 800 etatów, co stanowiło blisko 50%). Analiza pokazała, że w badanych firmach stosunkowo mały udział, wśród pracujących w tych podmiotach, stanowiły osoby zatrudnione w działalności B+R (ok. 5%), jednocześnie udział pracowników naukowo-badawczych stanowił tylko ok. 3–4%. W firmach tych można zauważyć wzrost udziału zatrudnionych w działach B+R oraz pracowników naukowo-badawczych, przy czym ta tendencja wzrostowa jest bardzo nieznaczna (ok. 0,5 pkt. proc.).

W analizowanej grupie tylko jedna firma<sup>8</sup> nie podała danych o osobach zatrudnionych w działalności B+R. Przeciętnie na jedno przedsiębiorstwo w 2005 r. przypadały 32 osoby zatrudnione w tym dziale (w 2005 r. firmy zatrudniały w tym dziale od 4 do 59 osób). Jest to stosunkowo dobry wynik, biorąc pod uwagę, że średnio na jedno przedsiębiorstwo w grupie firm<sup>9</sup> na całej Liście 500 najbardziej innowacyjnych przedsiębiorstw w 2005 r. przypadało 40 osób zatrudnionych w tym dziale. W okresie 2003–2005 nastąpił ponad 12% spadek wszystkich zatrudnionych w tym dziale, natomiast w 2004 w stosunku do roku poprzedniego – ok. 16% wzrost, przy czym w okresie 2004–2005 liczba osób pracujących w działalności B+R także zmniejszyła się o ok. 1/4. Na te liczby w głównej mierze miały wpływ zmiany w jednej firmie, natomiast w pozostałych przypadkach liczba pracowników w działach badawczo-rozwojowych kształtowała się na takim samym poziomie z lekką tendencją spadkową (o 1 – 2 osoby) - zob. rys. 34.

<sup>6</sup> Stan na 31.12.2006

<sup>7</sup> Dla których istniały porównywalne dane dotyczące zatrudnienia w działalności B+R.



**Rys. 34.** Zatrudnienie w działalności B+R ogółem w latach 2003–2005 w analizowanych przedsiębiorstwach technologii medycznych (stan na 31.12.) Nazwy firm zostały zmienione na fikcyjne A, B, C, D.  
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych do Listy 500 największych przedsiębiorstw innowacyjnych w 2005 r.

We wszystkich tych firmach byli zatrudnieni pracownicy naukowo-badawczy. Średnio na jedną firmę przypadało w 2005 r. 20 pracowników naukowo-badawczych (analogicznie 27 na Liście 500 najbardziej innowacyjnych przedsiębiorstw). W tym także roku badane firmy zatrudniały od 3 do 36 pracowników naukowo-badawczych.

Niestety, uzyskane dane dotyczące analizowanych przedsiębiorstw technologii medycznych nie dają podstaw do stwierdzenia, że firmy te dostrzegają i doceniają wagę kapitału ludzkiego, który może przyczynić się do wzrostu ich innowacyjności, gdyż w latach 2003–2005 dwie firmy utrzymały taką samą liczbę pracowników naukowo-badawczych. W jednej firmie poziom zatrudnienia tej grupy pracujących wzrósł tylko w 2004 r. w stosunku do roku poprzedniego (o 9%), przy czym w 2005 r. utrzymał się już na takim samym poziomie. Natomiast, w jednym przedsiębiorstwie należącym do kapitału zagranicznego, zajmującym się produkcją leków i wyrobów farmaceutycznych nastąpił ogromny, blisko 40% spadek tej grupy pracowników w 2005 r. w stosunku do roku 2003, przy czym w 2004 r. w stosunku do roku poprzedniego miał miejsce prawie 30% wzrost takich pracowników, pomimo tylko 2% wzrostu wszystkich pracujących w tym przedsiębiorstwie. Zmiany w dziale badawczo – rozwojowym w tym przedsiębiorstwie wiążą się głównie z redukcją zatrudnienia, jaka miała miejsce w roku 2005.

Udział pracowników naukowo-badawczych w grupie wszystkich pracowników działu B+R kształtował się w latach 2003–2005 na poziomie ok. 60–70%, z tendencją spadkową w ostatnim analizowanym roku.

Mimo iż liczba pracowników naukowo-badawczych w analizowanych przedsiębiorstwach nie ulegała znaczącemu zwiększeniu, to jednak istniały podmioty, które wydawały środki na szkolenia personelu, związane bezpośrednio z wprowadzaniem innowacji przez pracowników. Na przykładzie firmy, dla której istniały porównywalne dane, wzrost nakładów na tego typu szkolenie wzrósł o blisko 90% w 2005 r. w stosunku do 2003 r. (przy czym w 2004 r. w stosunku do roku poprzedniego nakłady te uległy zmniejszeniu o ok. 40%).

Pomimo wzrostu przeciętnego zatrudnienia w firmie w 2004 r. o 1,5% nastąpił spadek nakładów na szkolenia o ok. 40%, natomiast w następnym roku ich znaczący wzrost (o ponad 200%) pomimo znacznej redukcji personelu (ok. 50%) – zagraniczne przedsiębiorstwo zajmujące się produkcją leków i wyrobów farmaceutycznych.

Wielkość firmy nie zawsze przekłada się na liczbę zatrudnianych pracowników w działach B+R, mimo, iż dużym przedsiębiorstwom łatwiej przeznaczać środki finansowe na ten cel. W badanych dużych przedsiębiorstwach (ok. 1000 pracujących) w działalności B+R było zatrudnionych ok. 60 osób, przy czym ok. 35 pracowników naukowo-badawczych. Firma średnia (241 pracowników) zatrudniała tylko sześć osób w dziale B+R, w tym trzech pracowników naukowo-badawczych. Jednocześnie mała firma – 17 osobowa – zatrudniała aż 4 osoby w dziale badań i rozwoju, z czego wszyscy byli pracownikami naukowo-badawczymi.

Jak wielokrotnie stwierdzano, innowacyjne przedsiębiorstwa są źródłem konkurencyjności gospodarki Polski i stanowią podstawę zmniejszenia dystansu rozwojowego na poziomie nie tylko przemysłu, ale także regionów i całego kraju. Przeprowadzone badania tylko częściowo odzwierciedlają faktyczną sytuację w zakresie poziomu zatrudnienia ogółem w firmach technologii medycznych, a także w działalności B+R i wśród pracowników naukowo-badawczych. Przedsiębiorstwa innowacyjne natrafiają na szereg barier instytucjonalnych, zatem istotne jest zmniejszenie asymetrii informacji między jednostkami zaangażowanymi w proces innowacyjny, m. in.: konsumenci – firmy – ośrodki badawcze; instytucje naukowe - firmy innowacyjne; centra badawcze (zagraniczne i polskie) w przedsiębiorstwach – ośrodki naukowe; dysponujący środkami finansowymi (banki, inwestorzy) – firmy innowacyjne. Zatem dla przyspieszenia procesów innowacyjnych istotne są działania, które przyczyniają się do wyzwalań kapitału społecznego dla stworzenia więzi społecznych, tworząc szansę współpracy różnych środowisk.

## Studium przypadku przedsiębiorstwa F.B. Sp. z o.o.

Określenie i poznanie stopnia wykorzystania ICT (*Information and Communications Technology*), szczególnie w kontekście wpisywania czynników technologicznych w strategiach małych przedsiębiorstw w Polsce jest ważnym czynnikiem stanowiącym podstawę do wnioskowania o charakterze jakościowym.

Jak pokazuje wiele badań wykorzystanie technologii informacyjno-telekomunikacyjnych nie jest sposobem osiągnięcia celów strategicznych działalności polskich małych przedsiębiorstw.

Teza ta nie dotyczy jednak wyspecjalizowanych firm niszowych, działających na pograniczu informatyki, służby zdrowia i usług medycznych. Jedną z takich firm jest dolnośląska F.B. Sp. z o.o., która na rynek wyspecjalizowanych usług w zakresie, przede wszystkim informatyzacji służby zdrowia weszła jeszcze w 2001 roku, czyli w początkach swojej działalności.

Przedsiębiorstwo F.B. Sp. z o.o. to mała firma rodzinna, zatrudniająca średniorocznie około 10 osób. F.B. zostało założone w 2001 roku w okresie, gdy obecni właściciele spółki zatrudnieni byli w innych przedsiębiorstwach, z których jedno zajmowało się restrukturyzacją polskiej służby zdrowia, zaś drugie było zaangażowane w informatyzację placówek medycznych, w tym także aptek. Dotychczasowe doświadczenia przenieśli oni do nowoutworzonej spółki, która rozpoczęła działalność jesienią 2001 roku. W nowej spółce udało się wykorzystać wcześniejsze umiejętności nabyte w poprzednich miejscach pracy. Działalność nowej spółki była początkowo skoncentrowana na pewnych elementach dotyczących restrukturyzacji polskiej służby zdrowia oraz na zabezpieczeniu finansowym procesów inwestycyjnych w placówkach medycznych. Uruchomiono działalność polegającą na obsłudze informatycznej, wspomaganie procesów informatyzacyjnych w szpitalach, przychodniach i aptekach oraz zarządzaniu projektami informatycznymi w służbie zdrowia. Początkowo działania były prowadzone na obszarze województw: dolnośląskiego i mazowieckiego, żeby po dwóch latach działalności rozszerzyć na obszar całego kraju.

Realizowane projekty informatyczne – oprócz przygotowania konkretnej aplikacji dla finalnego odbiorcy – obejmują swym zasięgiem cały proces inwestycyjny – od znalezienia inwestora, poprzez przygotowanie kosztorysu i projektu rozwiązania oraz uruchomienie środków finansowych – po przeprowadzenie prac, pełne wdrożenie i serwis.

Spółka zajmuje się także – w zakresie informatyzacji obiektów służby zdrowia – implementacją rozwiązań softwarowych, które w około 65% bazują na własnych, unikalnych rozwiązaniach, opracowanych wewnątrz firmy (jednak coraz częściej z wykorzystaniem outsourcingu) zawsze w oparciu o ścisłą współpracę z klientem.

W początku 2006 roku Firma nawiązała ściślejszą współpracę z zewnętrznymi podmiotami w zakresie wspólnych przedsięwzięć doradczych oraz na zasadach podwykonawców oprogramowania dla zarządzania placówkami służby zdrowia. F.B. oszacowała szybko rosnące zapotrzebowanie na nowoczesne rozwiązania służące efektywnemu zarządzaniu placówkami medycznymi. Współpraca z partnerem strategicznym – jedną z największych firm informatycznych w Europie – mogła zaowocować szybkim wzrostem liczby zamówień, a co za tym idzie – rozwojem firmy.

Właściciele F.B. zdawali sobie sprawę, że w epoce globalnej gospodarki i szybkiego wzrostu konkurencji firmy, które potrafią elastycznie działać w oparciu o swoje kompetencje w zakresie ICT oraz maksymalnie wykorzystywać możliwości, jakie daje nowoczesne zarządzanie w połączeniu z aplikacjami służącymi do prowadzenia działalności gospodarczej, muszą maksymalnie wykorzystywać zintegrowane systemy zarządzania dla wspomagania swoich procesów biznesowych.

Dla zlokalizowanej we Wrocławiu firmy rozpoczęcie współpracy z partnerem strategicznym okazało się niezwykle istotne i skutkowało już w pierwszym półroczu, po podpisaniu stosownych umów, zdecydowanym zwiększeniem obrotów w zakresie implementowanych rozwiązań informatycznych. Już od początku współpraca układała się w sposób bardzo dobry; liczbę kontaktów bezpośrednich ograniczono do niezbędnego minimum, wykorzystując w pełnym zakresie dobrodziejstwa ICT (szybkich łącz, sieci internet, poczty elektronicznej) oraz – przede wszystkim – zdalnego dostępu do baz danych i programów narzędziowych wykorzystywanych przez strategicznego partnera.

Należy podkreślić, że F.B. by sprostać tym wyzwaniom rynku, od początku swojej działalności w Polsce budowała silną sieć firm partnerskich. Partnerzy od początku brali udział we większości wdrożeń systemów, gromadząc wiedzę, doświadczenie i referencje, aby w jak najlepszy sposób wykorzystać je w ofercie rozwiązań implementowanych w szpitalach i aptekach.

Obecnie główne działania F.B. w zakresie tworzenia i implementacji systemów informatycznych koncentrują się m. in. na następujących zakresach zadań:

- projektowanie systemów informatycznych dla aptek,
- integracja systemów informatycznych w aptekach i placówkach służby zdrowia,
- produkcja oprogramowania użytkowego (przede wszystkim dla aptek, dla sieci aptek i – jako podwykonawca – w zakresie nowoczesnych systemów zintegrowanych zarządzania placówkami służby zdrowia),
- usługi szkoleniowe w zakresie oferowanych rozwiązań (dla odbiorców końcowych, ale także w zakresie szkoleń przedstawicieli samorządów, gdzie w niedługim czasie firma F.B. ma zamiar rozpocząć kilka projektów informatycznych),
- usługi zarządzania sieciami rozległymi (w sieciach aptek i hurtowni farmaceutycznych),
- serwis gwarancyjny i pogwarancyjny sprzętu komputerowego i oprogramowania (w placówkach służby zdrowia, gdzie takie wdrożenia firma prowadziła na początku swojej działalności).

Przed rozpoczęciem realizacji każdego projektu informatycznego firma F.B. prowadziła intensywne (choć przy mocno ograniczonym budżecie) badania mające na celu przygotowanie jak najlepiej dostosowanych i możliwie zoptymalizowanych rozwiązań.

Firma korzystała – w przypadku obsługi hurtowni farmaceutycznych – nawet z takich badań produktu jak: badania epidemiologiczne, czy też badania podejścia diagnostycznego i terapeutycznego stosowanego przez lekarzy.

Szerokie zainteresowanie F.B. kompleksowym studium zachowań terapeutycznych czy wynikami badania wizerunku podmiotów farmakologicznych zaowocowały wprowadzeniem takich rozwiązań zintegrowanych, które możliwe są do stosowania nie tylko przez przedsiębiorstwa, ale także użytkowników końcowych – klientów aptek.

F.B. korzystała z wyników badań prowadzonych przez renomowane ośrodki badawcze dla producentów i dystrybutorów leków. Korzystała z badań cenowych, badań conceptów produktów, badań reklamy i promocji a nawet satysfakcji klienta. W kilku przypadkach F.B. służyła firmom badawczym jako właściciel operatu badania, a także właściciele uczestniczyli w kilkunastu badaniach jakościowych dotyczących wybranych aspektów zarządzania markami leków i optymalizacją obsługi w sieciach aptek. W niektórych badaniach firmy badawcze korzystały z systemów informatycznych projektowanych przez F.B., w tym także z możliwości uzyskiwania w czasie rzeczywistym informacji o wielkości sprzedaży, dystrybucji leków i kosztach obsługi klienta aptek. Dzięki własnemu systemowi informatycznemu i projektowaniu zintegrowanych sieci teleinformatycznych do obsługi aptek sieciowych, F.B. może także prowadzić we własnym zakresie ograniczone badania o charakterze ilościowym (uzupełniające do badań jakościowych prowadzonych przez wyspecjalizowane firmy badawcze) dotyczące rynku farmaceutycznego. Właściciele firmy postanowili bliżej przyjrzeć się możliwościom własnej firmy w tym zakresie. Wydaje się, że wyniki takich badań mogą być przydatne nie tylko do wykorzystania we własnej firmie, ale także w celach komercyjnych z przeznaczeniem dla hurtowni farmaceutycznych.

Można powiedzieć, że technologie ICT stały się dla właścicieli i współpracowników F.B. nie tylko obszarem zainteresowania w sensie narzędzi prowadzenia biznesu; stały się przede wszystkim „trampoliną” – co podkreślają właściciele – do projektowania nowych usług i wchodzenia na niewielkie nisze rynkowe z zaawansowanym technologicznie i obudowanym sporą wiedzą produktem. ICT mogą dla FB stać się nowoczesnym narzędziem wspomagającym zarządzanie informacją, która stałaby się produktem dla ich dotychczasowych klientów. W tym kontekście ICT jest zarówno narzędziem, jak i produktem.

Od początku swej działalności F.B. może poszczycić się także własnymi osiągnięciami w dziedzinie badań i rozwoju technicznego. Działania te, wykorzystujące wysokowykwalifikowany, choć niewielki zespół informatyków, powstają nie tylko dzięki wysokim kompetencjom w zakresie wykorzystania ICT, ale również dzięki ścisłej współpracy zarówno z klientami, jak i z uczelnią, która uczestniczyła w opracowaniu pierwszych własnych rozwiązań do zarządzania hurtowniami farmaceutycznymi. W ten właśnie sposób powstał pierwszy system „informacji o lekach” wdrożony w wielu dolnośląskich aptekach i hurtowniach farmaceutycznych. Właściciele F.B. zdają sobie sprawę, że dalsze prace nad rozwojem produktów wymagają zaangażowania znacznych zasobów ludzkich, sprzętowych oraz niemałych nakładów inwestycyjnych. O prowadzenia takich działań konieczna jest ponadto współpraca z liczącymi się dostawcami najnowszych technologii informatycznych, dlatego od samego początku swej działalności F.B. rozbudowuje własne zasoby sprzętowe oraz korzysta także z laboratoriów renomowanych producentów sprzętu i oprogramowania.

## Przedsiębiorczość akademicka

Tematyka rozwoju szeroko pojętej przedsiębiorczości akademickiej, która choć jest pojęciem dość nowym, jest obecnie jedną z najszybciej i najbardziej rozwijających się form szeroko pojętego sektora badawczo-rozwojowego.

Jedną z najbardziej interesujących gałęzi tej tematyki jest powstawanie i funkcjonowanie tzw. spółek *spin-off* (odpryskowych). Paradoksalnie jest to jednak jedna ze sfer najmniej zbadanych. Polska literatura problemu skupia się przede wszystkim na zagadnieniach teoretycznych lub techniczno-organizacyjnych.

Co prawda zostało przeprowadzonych kilka badań empirycznych [21-26], brak jest jednak całościowego i pełnego obrazu sytuacji oraz stanu tego rodzaju podmiotów w Polsce.

Problemy zaczynają się już na poziomie semantycznym, mianowicie, przy definicji spółki *spin-off*. Dla klarowności obrazu zostaną przyjęte definicje ze słownika pojęć i transferu technologii wydane przez PARP [26].

Spółkę *spin-off* słownik definiuje jako „nowe przedsiębiorstwo, które powstaje na skutek usamodzielnienia się pracownika/ów przedsiębiorstwa macierzystego lub innej organizacji (np. laboratorium badawczego, szkoły wyższej wykorzystującego/ych w tym celu intelektualne zasoby organizacji macierzystej). Firmy *spin-off*, w przeciwieństwie do firm *spin-out*, posiadają charakter przedsięwzięć niezależnych od instytucji macierzystej.

Powstanie firmy *spin-off* dokonuje się też poprzez usamodzielnienie się pracowników instytucji badawczych czy personelu technicznego dużych firm przemysłowych (...).”

Natomiast „*spin-out* – jest to nowe przedsiębiorstwo, które powstaje na skutek usamodzielnienia się pracownika/ów przedsiębiorstwa macierzystego lub innej organizacji (np. laboratorium badawczego, szkoły wyższej wykorzystującego/ych w tym celu intelektualne zasoby organizacji macierzystej). Firmy *spin-out*, w przeciwieństwie do firm *spin-off* są kapitałowo lub operacyjnie powiązane z organizacją macierzystą. Tworzone są często w ramach *venture management* (...).”

We wcześniej wspomnianych badaniach skupiono się na rozpoznaniu i wyłowieniu firm powyższych typów. W badaniach PARP spółek powstałych dzięki przyuczelnianym Centrach Transferu Technologii (CTT) w 2004 zidentyfikowano 50 spółek, z czego 85% było założonych przez studentów i doktorantów. W badaniu Międzynarodowej Sieci Naukowej koordynowanej przez Instytut Nauk Ekonomicznych PAN (MSN), przeprowadzonym w 2006 r., przy instytutach Polskiej Akademii Nauk zidentyfikowano 12 spółek. Badanie prowadzone przez Instytut Gospodarki Światowej Szkoły Głównej Handlowej wykazało istnienie 50 spółek odpryskowych na terenie Województwa Mazowieckiego.

W poszczególnych badaniach spółek z obszaru technologii medycznych zlokalizowano odpowiednio PARP – brak danych, SGH – 14 (dział 33 PKD „Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków”), MSN – 1 (Implaser Ltd – *spin off* Instytutu Maszyn Przepływowych PAN, m.in. produkcja biostymulacyjnych laserów medycznych) [27].

Pod koniec 2007 r. zakończono badania prowadzone wspólnie przez Instytut Nauk Ekonomicznych PAN i Uniwersytet Viadrina, na próbie 3000 przedsiębiorstw z branż innowacyjnych w Polsce, którego z jednym z celów jest identyfikacja spółek odpryskowych. Wyniki, choć są tylko częściowe, nie budzą zachwyty.

Warto zauważyć, że firmy z sektora technologii medycznych w badaniu SGH stanowią największą grupę – jednak jest ich mało. Jakże są przyczyny?



Wymieniane są różne przyczyny takiego stanu: zbyt niskie nakłady na naukę, przestarzała struktura uczelni, brak odpowiednich, wyspecjalizowanych i doświadczonych łączników pomiędzy nauką a biznesem, trudności z uzyskaniem finansowania (fundusze *Venture Capital*, aniołowie biznesu), brak wiedzy na ten temat oraz niski poziom instytucjonalizacji przedsiębiorczości akademickiej.

Wydaje się jednak, że kluczem do problemu są uwarunkowania prawno-instytucjonalne, które są istotną przeszkodą w rozwoju. Z doświadczeń innych krajów wynika, że po zmianie przepisów liczba spółek odpryskowych zwiększa się, a proces ich powstawania zdynamizował się. Natomiast w Polsce, przy obecnych zapisach ustawy z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych [28]. Instytuty PAN będą musiały się pozbyć udziałów w swoich spółkach *spin-out* [29]. Zmiany prawne, chociaż wydają się kluczowe nie załatwią jednak całej sprawy, potrzebna jest także pomoc „na dole” konkretnym ludziom i przedsięwzięciom. Warte uwagi są propozycje zawarte w: „Opracowanie modelu wspierania przedsiębiorczości akademickiej w Wielkopolsce. Raport końcowy” [30], są to m.in. propozycje stworzenia przedmiotu akademickiego dotyczącego tej tematyki, programy wsparcia menedżerskiego, powołania targów przedsiębiorczości akademickiej, centrum audytu *start-up-ów*, kreowania rynku dla *spin-off-ów*, powołania interdyscyplinarnego centrum badawczo-rozwojowego. Usunięcie przeszkód oraz nowe inicjatywy, choć nie powinny spowodować natychmiastowej rewolucji w ilości kreowanych firm, mogą stanowić podglebie dla rozwoju tej formy przedsiębiorczości w przyszłości.

Omawiana wyżej forma przedsiębiorczości akademickiej nie wyczerpuje jednak innego typu działań związanych z transferem technologii do praktyki gospodarczej, a nieujętych tutaj. Jednym z takich przykładów z zakresu inżynierii biomedycznej jest Fundacja Akademii Medycznej im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu [31]. Prócz innych rodzajów aktywności o charakterze gospodarczym podejmowanych przez tę fundację, najbardziej interesujący i warty uwagi dotyczy wdrożenia i produkcji polskich tytanowych wszczepów stomatologicznych systemu OSTEOPLANT. Ze strony konsumentów (użytkowników) szczególnie godne jest zauważenie przede wszystkim w kontekście wysokich, jak na polską kieszeń, cen leczenia z użyciem implantów. Wszczepy produkowane w Poznaniu są 2-3-krotnie tańsze od swoich odpowiedników zachodnich, nie ustępując im przy tym jakością. Fundacja nie zdecydowała się na wypuszczenie produkcji do firmy zewnętrznej – sama ma produkować swoje implanty w utworzonej w 1996 r. profesjonalnej wytwórni, która jest zlokalizowana na terenie Akademii Medycznej w Poznaniu. Jak twierdzi Fundacja „innowacyjność przedsięwzięcia dotyczy niespotykanej w Polsce technologii obróbki tytanu i produkcji miniaturowych elementów systemu OSTEOPLANT” [32]. Ten przykład pokazuje, że najważniejsza jest przedsiębiorczość samych naukowców, którzy wbrew przeciwnościom są w stanie wdrażać swoje pomysły do praktyki gospodarczej jednocześnie zwiększając dostępność stosowania tego typu leczenia w Polsce.

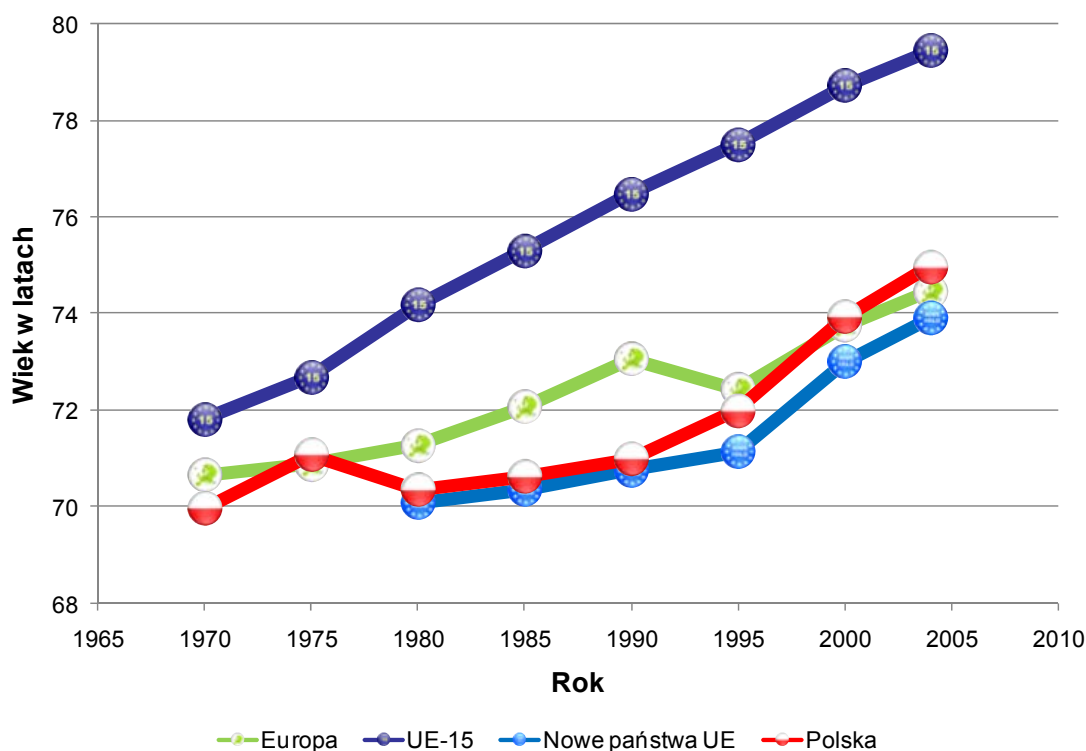
## Rozdział 9

### Priorytetowe kierunki profilaktyki, diagnostyki, leczenia i rehabilitacji

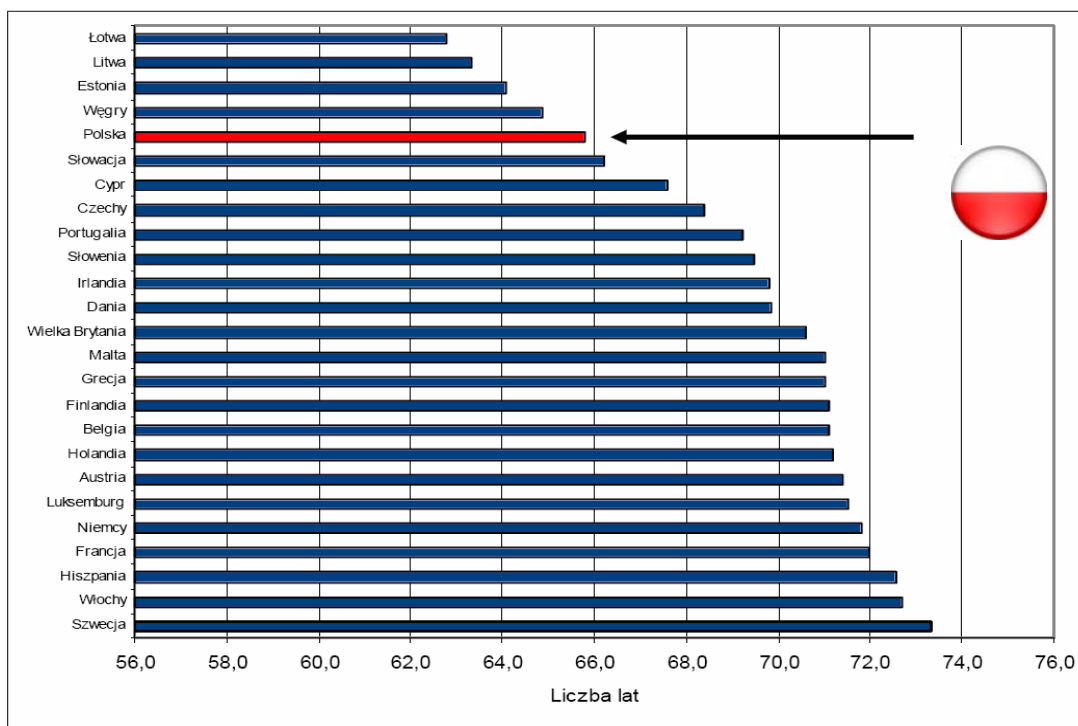
#### Wprowadzenie

W okresie ostatnich kilkudziesięciu lat sytuacja zdrowotna ludności Polski poprawia się. Na przykład, w roku 1984 oczekiwana długość życia od chwili urodzenia wynosiła 70,9 lat, a w roku 2004 – 75,0 lat. W ciągu ostatnich 20 lat wzrost wartości tego wskaźnika wyniósł więc 4,1 roku. Pomimo tak korzystnych wyników, w Polsce oczekiwana długość życia jest o 4,5 roku krótsza w porównaniu ze średnimi wskaźnikami krajów należących do Unii Europejskiej przed 2004 r. – stara Unia (Rys. 35.).

Różnicę między długością życia w Polsce i w innych krajach europejskich potwierdza również niska pozycja Polski w klasyfikacji opartej na wskaźniku szacującym spodziewaną liczbę lat przeżytych w dobrym stanie zdrowia, który jest miarą łączącą w jedną wartość dane dotyczące oczekiwanej długości życia oraz przewidywanego stanu zdrowia populacji. Polska znalazła się w tej klasyfikacji w 2002 roku na 21 miejscu wśród krajów rozszerzonej Unii Europejskiej, z wartością wspomnianego wskaźnika na poziomie 65,8 lat (Rys. 36.).

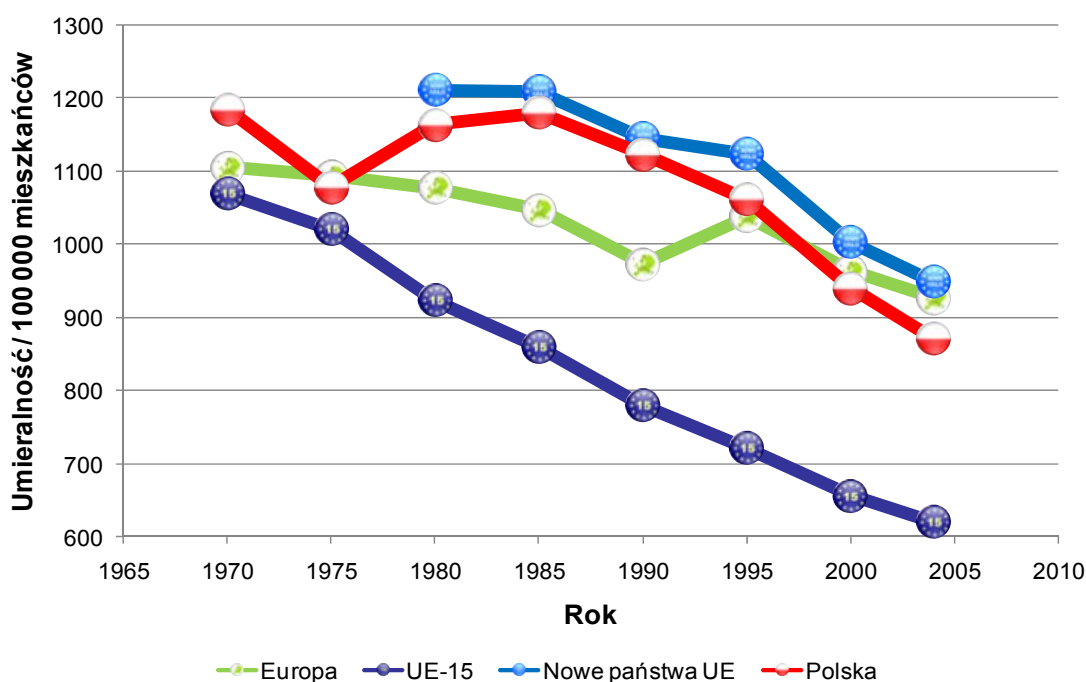


Rys. 35. Oczekiwana długość trwania życia od chwili urodzenia. Źródło: WHO Europe 2007

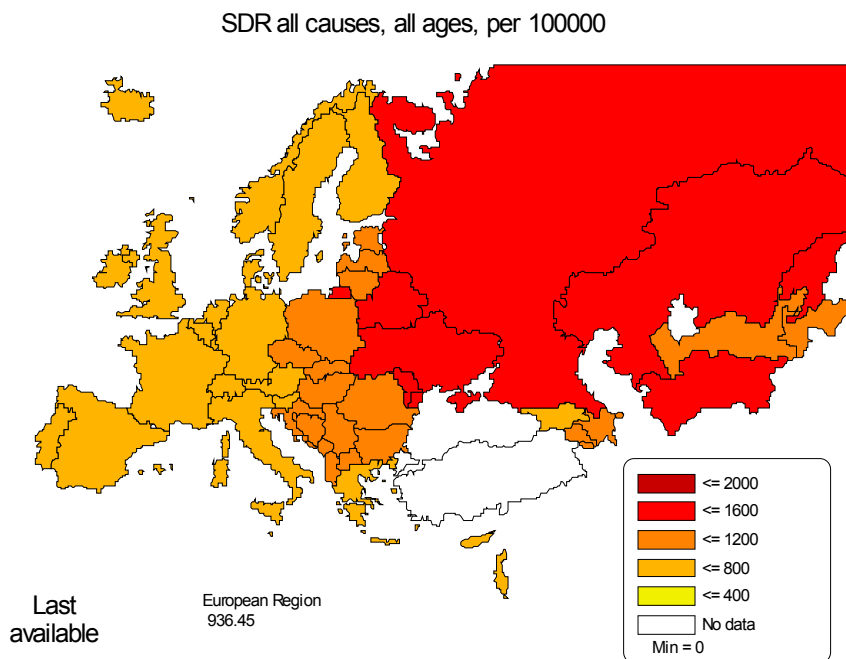


**Rys.36.** Wartości oczekiwanej długości życia w zdrowiu (2002 r.)  
Źródło: WHO Europe 2007

Umieralność ogólna (bez uwzględnienia przyczyn) kształtuje się obecnie na poziomie 872 na 100 tys. mieszkańców. Jak widać na rysunkach 37. i 38. jest ona wyższa niż w krajach starej UE i porównywalna z krajami nowoprzyjętymi do UE.

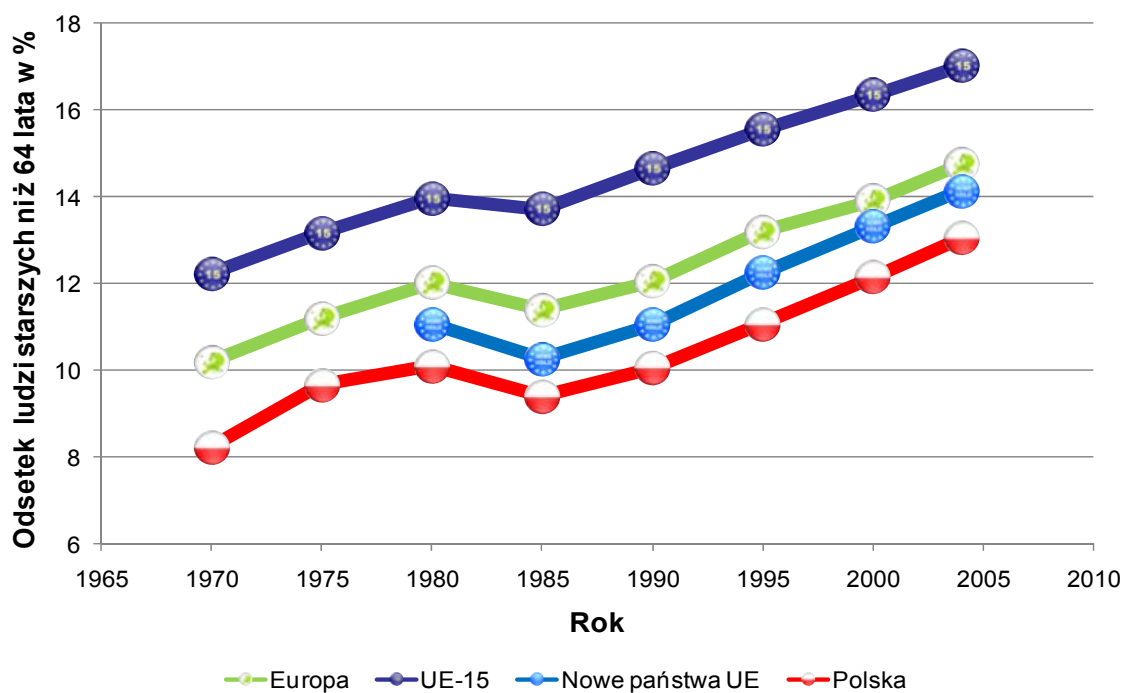


**Rys. 37.** Umieralność ogólna w różnych regionach Europy na 100 tys. mieszkańców  
Źródło: WHO Europe 2007



**Rys. 38.** Umieralność ogólna na 100 tys. mieszkańców (bez uwzględnienia przyczyn)  
Źródło: WHO Europe 2007

Dłuższemu czasowi życia i spadkowi umieralności towarzyszy obniżający się poziom przyrostu naturalnego, co skutkuje starzeniem się społeczeństwa Polski. Ludzie w podeszłym wieku (powyżej 65 roku życia) stanowili w 1984 r. 9,45% populacji naszego kraju. W ciągu kolejnych 20 lat wskaźnik ten zwiększył się o 3,60%, osiągając poziom 13,05% w 2004 r. (Rys. 39.).



**Rys. 39.** Odsetek populacji Polski w wieku podeszłym. Źródło WHO Europe 2007

Celem niniejszego opracowania było przeprowadzenie analizy zapadalności i umieralności dotyczącej identyfikacji podstawowych jednostek chorobowych w kraju oraz analizy i wyboru kluczowych technologii biomedycznych do prowadzenia profilaktyki, diagnostyki, leczenia i rehabilitacji w zakresie podstawowych jednostek chorobowych.

Pierwsza część analizy dotyczy identyfikacji chorób, które stanowią istotny problem zdrowotny w Polsce, tzn. dotyczą znacznej części populacji i związane są z koniecznością ponoszenia wysokich kosztów społecznych i ekonomicznych. Natomiast część druga jest związana z identyfikacją technologii, technik, systemów i urządzeń, które mogą mieć istotny wpływ na prowadzenie profilaktyki, screeningu, diagnostyki, monitorowania, leczenia i rehabilitacji pacjentów cierpiących na choroby zidentyfikowane w pierwszej części analizy lub pomóc w ograniczeniu czynników ryzyka sprzyjających rozwojowi niektórych z tych chorób.

## Identyfikacja podstawowych problemów zdrowotnych w Polsce

### Wskaźniki zapadalności i umieralności

Wstępna ocena źródeł danych, pozwalających na identyfikację podstawowych problemów zdrowotnych w Polsce wykazała, że nie istnieje jeden, spójny i łatwo dostępny system gromadzenia danych statystycznych, dotyczących zapadalności i umieralności. Sytuacja ta spowodowała konieczność korzystania z kilku różnych źródeł danych, w których wyniki liczbowe podawane są z zastosowaniem różnorodnych wskaźników ilościowych. Definicje najważniejszych z nich przedstawiono poniżej:

**Zapadalność** (ang. *incidence rate*), zwana również potocznie zachorowalnością, jest to liczba nowo zarejestrowanych przypadków konkretnej choroby w przedziale czasu (roku) na 100 tys. osób badanej populacji.

**Umieralność** (ang. *mortality rate*) jest to liczba zgonów spowodowanych daną chorobą na 100 tys. osób wśród ogółu obserwowanej populacji (czyli osób zdrowych i chorych łącznie).

**Chorobowość** (ang. *prevalence rate*) – liczba chorych w danym okresie (najczęściej roku) na konkretną chorobę na 100 tys. osób badanej populacji. Współczynnik ten obejmuje zarówno osoby chorujące już wcześniej, jak i nowo stwierdzone przypadki.

**Śmiertelność** (ang. *mortality*) jest to liczba zgonów spowodowanych daną chorobą wśród chorych na tę chorobę.

W populacji, w której zapadalność i chorobowość utrzymują się na stałym poziomie, istnieje zależność:

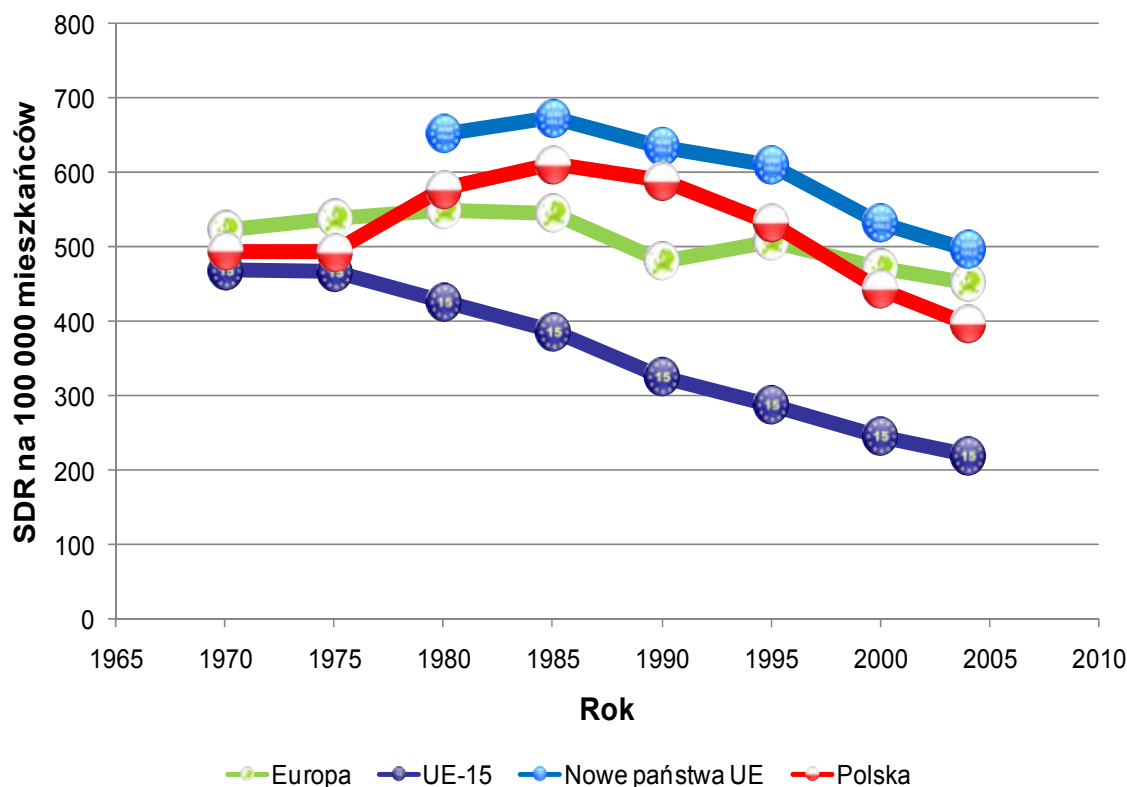
$$\text{Chorobowość} = \text{zapadalność} \times \text{średni czas trwania choroby}$$

**Standaryzowany wskaźnik umieralności (SDR)** (ang. *standard death rate*) jest to umieralność w populacji o standardowym rozkładzie wieku. Umieralność spowodowana różnymi przyczynami zmienia się z wiekiem badanej populacji i uzależniona jest od płci. Stosowanie wskaźnika SDR zwiększa porównywalność wyników badań umieralności przeprowadzanych w różnym czasie w różnych krajach uniezależniając je od zmian struktury wieku badanych populacji. SDR ilustruje, jaka byłaby umieralność, gdyby rozkład wiekowy populacji, w której przeprowadzono badania był rozkładem standardowym.

Liczba osób hospitalizowanych (ang. *hospital discharge*) na 100 tys. osób badanej populacji.

## Choroby układu krążenia

Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu chorób układu krążenia wynosił 397 osób na 100 tys. mieszkańców w Polsce w 2004 r. Należy przy tym zwrócić uwagę, że wskaźnik ten ulega gwałtownemu obniżaniu od roku 1991 r., kiedy to wynosił 609. Polska wyprzedza pod tym względem inne kraje europejskie (Rys. 40.). Zmiany umieralności spowodowanej chorobami układu krążenia łączone są ze zmianą trybu życia Polaków po roku 1989, a w szczególności ze zmianą diety.



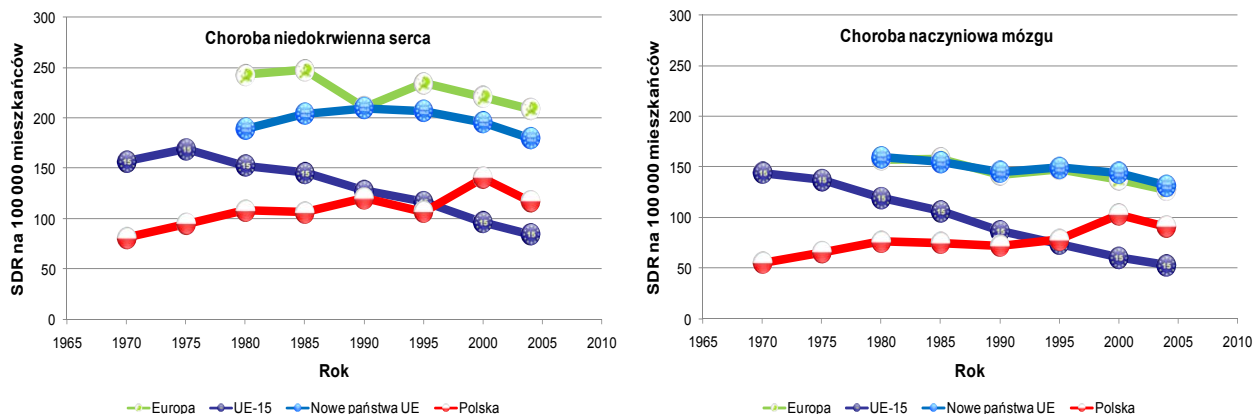
**Rys. 40.** Umieralność z powodu chorób układu krążenia w Polsce w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców.  
Źródło: WHO Europe 2007

Mimo gwałtownego spadku umieralności z powodu chorób układu krążenia, odpowiednie wskaźniki dla Polski odbiegają znacznie od unijnych. W Polsce standaryzowany wskaźnik umieralności na 100 tys. mieszkańców wynosi około 400, podczas gdy w krajach starej Unii Europejskiej już w 2000 roku wynosił on niespełna 250.

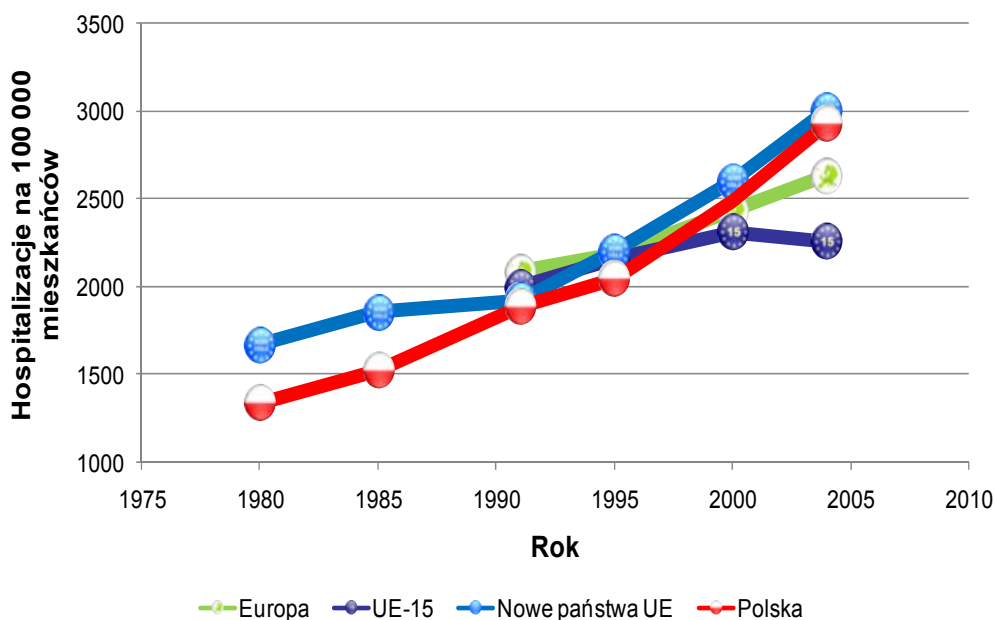
Pośród chorób układu krążenia największa umieralność powodowana jest przez chorobę niedokrwienną serca oraz chorobę naczyń mózgu (Rys. 41.).

Jak widać na rysunku 41. umieralność spowodowana dwiema wyżej wymienionymi przyczynami wzrastała do roku 1999 i dopiero w ostatnich latach odnotowuje się jej spadek.

Choroby układu krążenia stanowią również najczęstszą przyczynę hospitalizacji. W roku 2004 liczba hospitalizacji spowodowanych tymi chorobami wynosiła 2931 na 100 tys. mieszkańców (Rys. 42.), co stanowiło 44% wszystkich hospitalizacji. Połowa z nich była spowodowana chorobą niedokrwienną serca.



Rys. 41. Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu choroby niedokrwiennej serca i z powodu choroby naczyniowej mózgu. Źródło: WHO Europe 2007



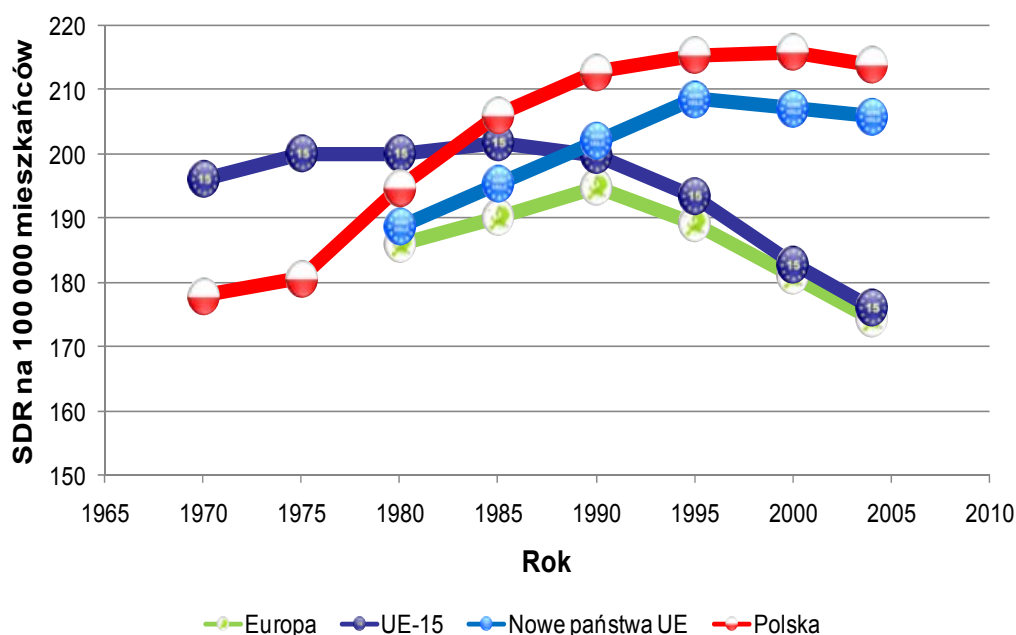
Rys. 42. Liczba hospitalizacji spowodowanych chorobami układu krążenia w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007

Za najistotniejszy czynnik ryzyka chorób układu krążenia uważa się podwyższone ciśnienie tętnicze krwi, które w Polsce w końcu lat 90. stanowiło najczęstszą przyczynę porad ambulatoryjnych i obejmowało około 40% populacji. Drugim bardzo istotnym czynnikiem ryzyka jest podwyższony poziom cholesterolu we krwi.

## Nowotwory złośliwe

Drugą, po chorobach układu krążenia, przyczynę zgonów w Polsce stanowią nowotwory złośliwe. W 2004 r. umieralność spowodowana nowotworami złośliwymi wynosiła w Polsce 214 i była wyższa niż średnia w innych krajach europejskich (Rys. 43.).

Co charakterystyczne, w przeciwieństwie do krajów starej UE, w których od końca lat 80. XX w. obserwuje się wyraźny spadek umieralności z powodu nowotworów złośliwych (182 w 2004 r.), w Polsce wskaźnik ten utrzymuje się na wysokim poziomie (powyżej 210).



**Rys. 43.** Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu nowotworów złośliwych w Polsce w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007

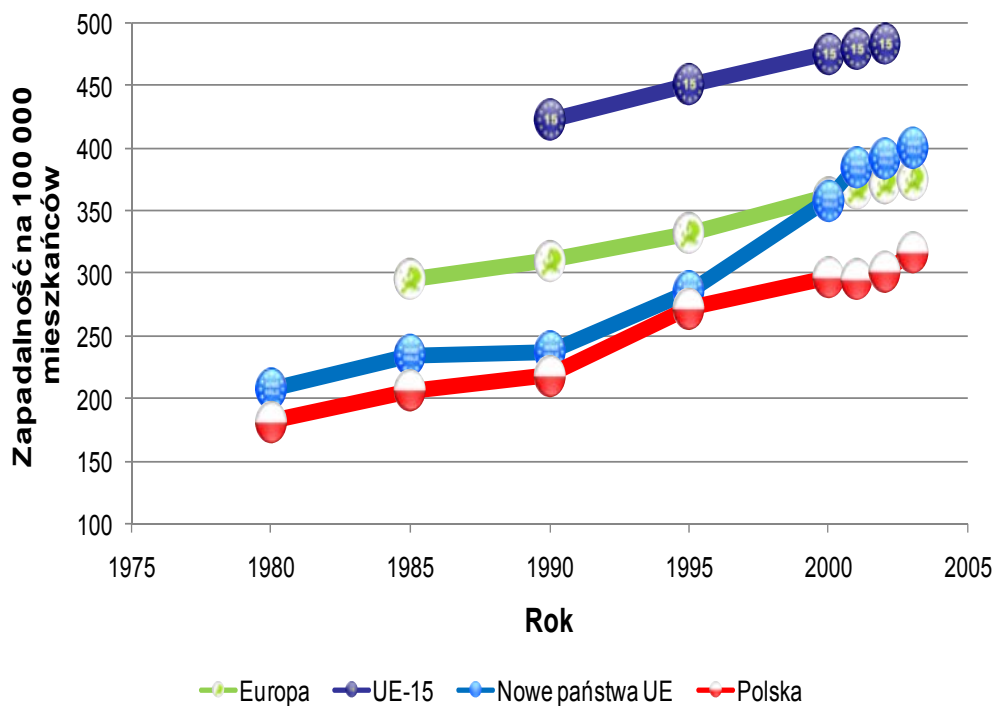
W przeciwieństwie do umieralności, zachorowalność na nowotwory złośliwe w Polsce jest dużo niższa niż w krajach starej UE (Rys. 44.). W 2002 r. wynosiła ona w Polsce 301 a w krajach starej UE 484.

Z porównania obydwu wskaźników wynika, że w Polsce w 2002 r. stosunek liczby zgonów spowodowanych przez nowotwory złośliwe do liczby nowych zachorowań wynosił 67,5%, podczas gdy wskaźnik ten w krajach starej UE wynosił 37,1%.

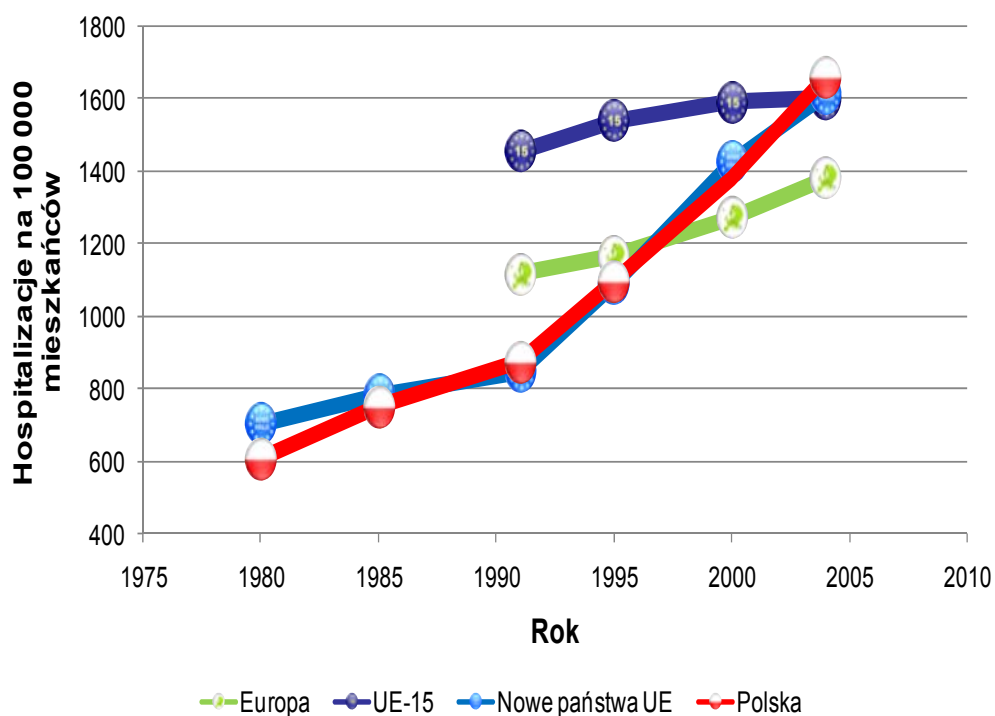
Liczba hospitalizacji spowodowanych nowotworami złośliwymi w 2004 r. wynosiła w Polsce 1662 na 100 tys. mieszkańców i była bardzo zbliżona do liczby hospitalizacji w krajach starej UE (Rys. 45.).

Najczęstszymi nowotworami złośliwymi w populacji kobiet są: nowotwór złośliwy sutka, oskrzela i płuca, trzonu macicy, okrężnicy, skóry, szyjki macicy, jajnika, odbytnicy i żołądka a w populacji mężczyzn: nowotwór złośliwy oskrzela i płuca, gruczołu krokowego, pęcherza moczowego, okrężnicy, żołądka, skóry, odbytnicy, krtani oraz nerki z wyjątkiem miedniczki nerkowej (Rys. 46.).



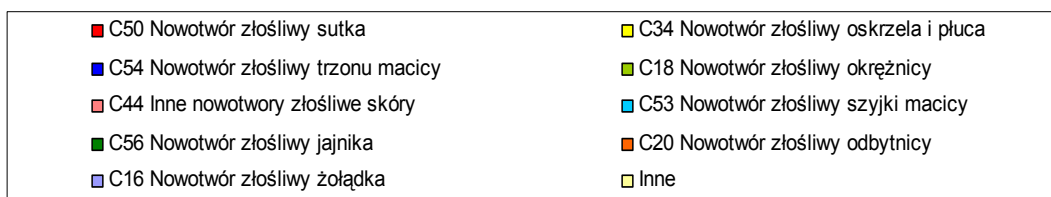
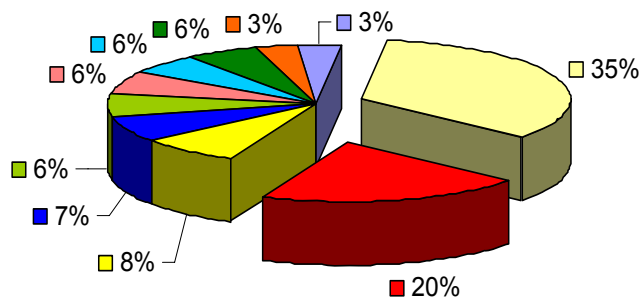


Rys. 44. Zapadalność na nowotwory złośliwe. Źródło: WHO Europe 2007

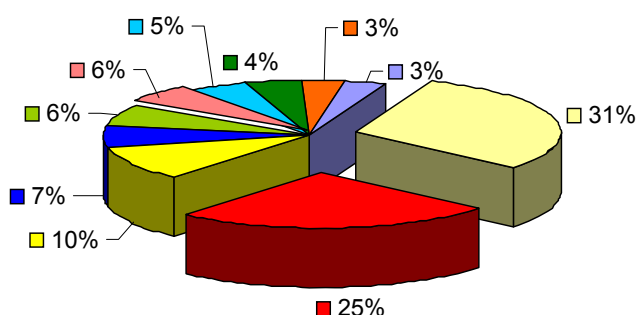


Rys. 45. Liczba hospitalizacji spowodowanych nowotworami złośliwymi w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007

(a)



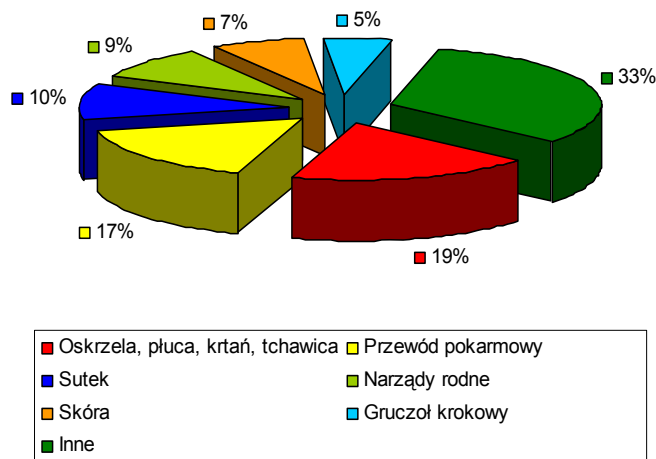
(b)



**Rys. 46.** Częstość występowania nowotworów złośliwych wśród (a) kobiet i (b) mężczyzn w 2004 r. Źródło: Centralny Rejestr Nowotworów

Łącznie, najczęściej występujące w Polsce nowotwory złośliwe dotyczące obojga płci to nowotwory układu oddechowego (oskrzeli, płuca, krtani i tchawicy), nowotwory układu pokarmowego oraz nowotwory skóry.

U kobiet poważny problem stanowią ponadto nowotwory sutka i narządów rodnych, a u mężczyzn – nowotwór złośliwy gruczołu krokowego (Rys. 47.).

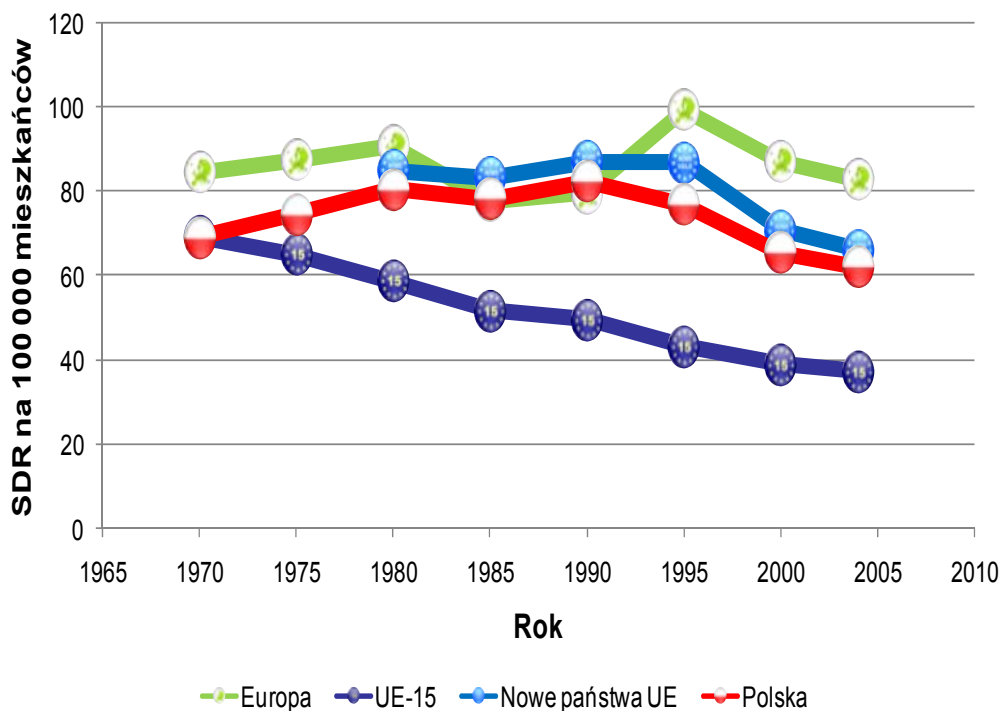


Rys. 47. Częstość występowania nowotworów złośliwych bez względu na płeć chorego w 2004 r. Źródło: Centralny Rejestr Nowotworów

Nowotwory złośliwe są w Polsce większym zagrożeniem życia dla mężczyzn niż dla kobiet. Standaryzowany wskaźnik umieralności na 100 tys. ludności wynosił w 2004 roku dla kobiet 155, podczas gdy dla mężczyzn blisko dwukrotnie więcej, bo aż 303 osoby.

### Zewnętrzne przyczyny zgonów

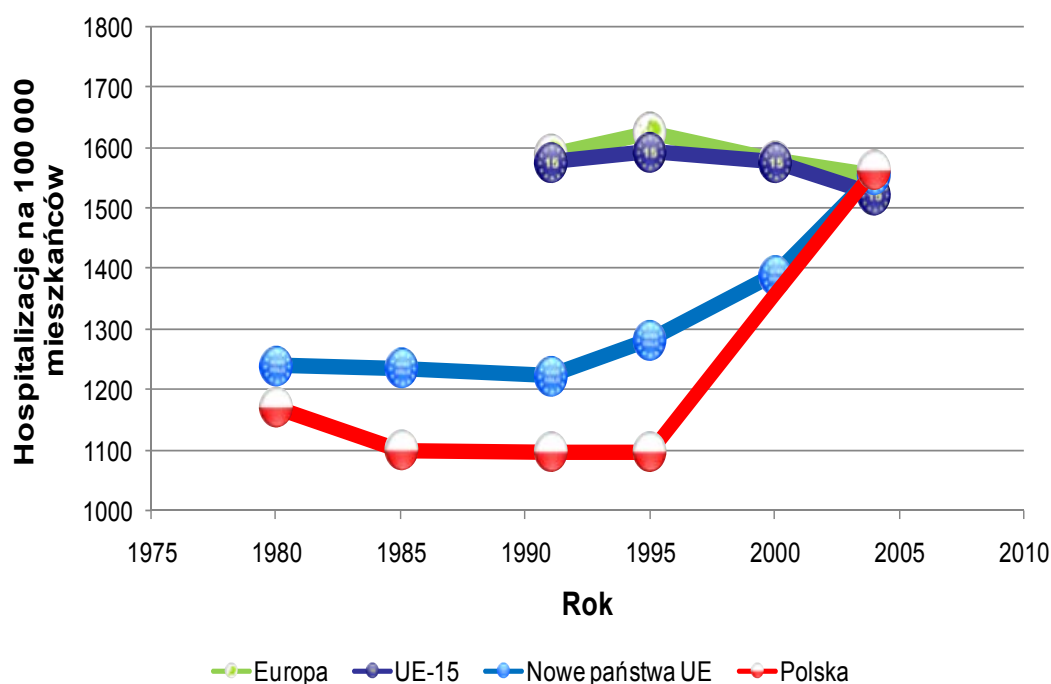
Trzecią co do znaczenia grupą przyczyn zgonów są przyczyny zewnętrzne. W roku 2004 umieralność spowodowana tymi przyczynami wynosiła 62,1 na 100 tys. mieszkańców Polski. Od roku 1991 notuje się w Polsce generalnie tendencje spadkowe w tym zakresie (Rys. 48.).



Rys. 48. Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu okaleczeń spowodowanych przyczynami zewnętrznymi i z powodu zatruc w Polsce w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007

Wśród wszystkich zgonów spowodowanych przyczynami zewnętrznymi, 22,5% stanowią ofiary wypadków drogowych (spadek o 40% od 1991 r.).

Liczba hospitalizacji spowodowanych urazami z przyczyn zewnętrznych oraz zatruciami wynosiła w 2004 r. 1564 na 100 tys. mieszkańców. Wskaźnik ten ma wartość zbliżoną do średniej dla krajów starej UE i jest wynikiem gwałtownego wzrostu w ciągu ostatnich kilkunastu lat (Rys.49.).



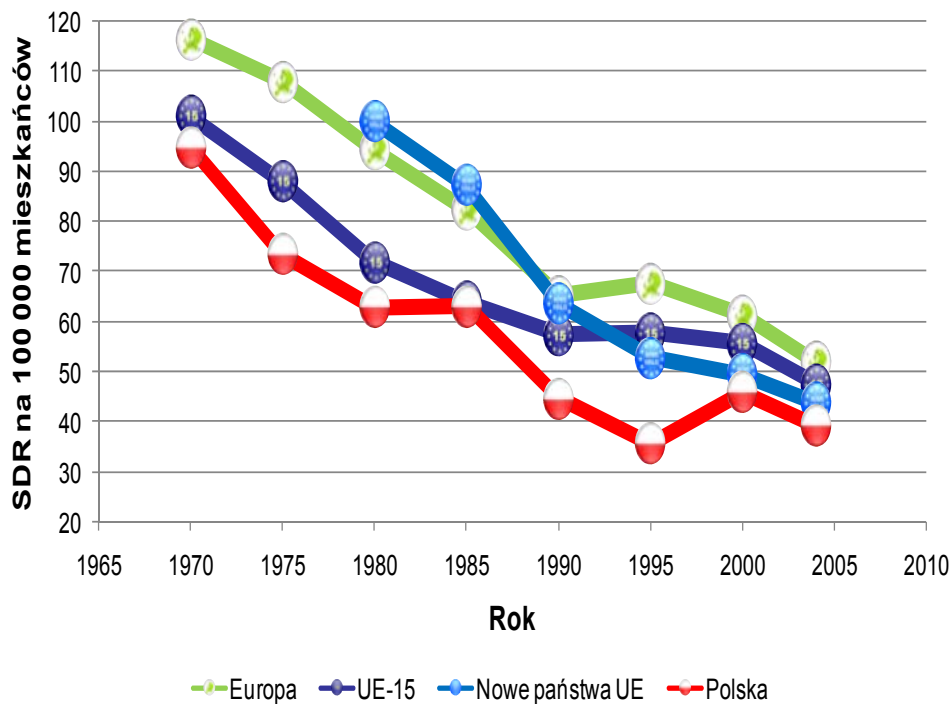
Rys.49. Liczba hospitalizacji spowodowanych urazami i zatruciami w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007

Przyczyny zewnętrzne stanowią niewspółmiernie większe zagrożenie dla życia mężczyzn, niż kobiet. Widać wyraźnie bardzo duże różnice w zależności od płci – wskaźnik dla kobiet jest blisko czterokrotnie niższy niż dla mężczyzn.

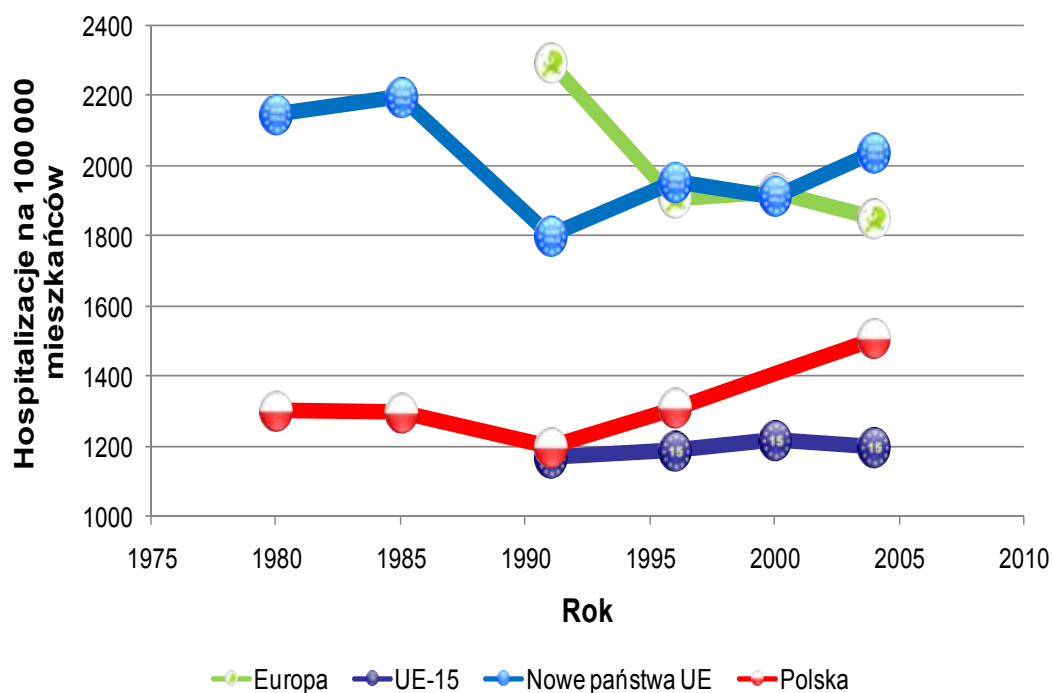
## Choroby układu oddechowego

Umieralność z powodu chorób układu oddechowego jest znacznie mniejsza od umieralności w wyniku chorób układu krążenia i nowotworów złośliwych (Rys. 50.). W 2004 r. wynosiła ona 39,4 i była o 16% niższa od średniego wyniku w krajach UE. Około 43% zgonów spowodowanych chorobami układu oddechowego wywołanych zostało przez przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP) i astmę.

Mimo stosunkowo niskiej umieralności, leczenie pacjentów cierpiących na choroby układu oddechowego stanowi znaczne obciążenie systemu ochrony zdrowia, co widać na wykresie liczby hospitalizacji spowodowanych chorobami układu oddechowego (Rys. 51.). Liczba ta w roku 2004 wynosiła 1508 na 100 tys. mieszkańców i była bardzo zbliżona do liczby hospitalizacji z powodu nowotworów złośliwych, podczas gdy śmiertelność spowodowana chorobami układu oddechowego była 5,4 razy niższa.



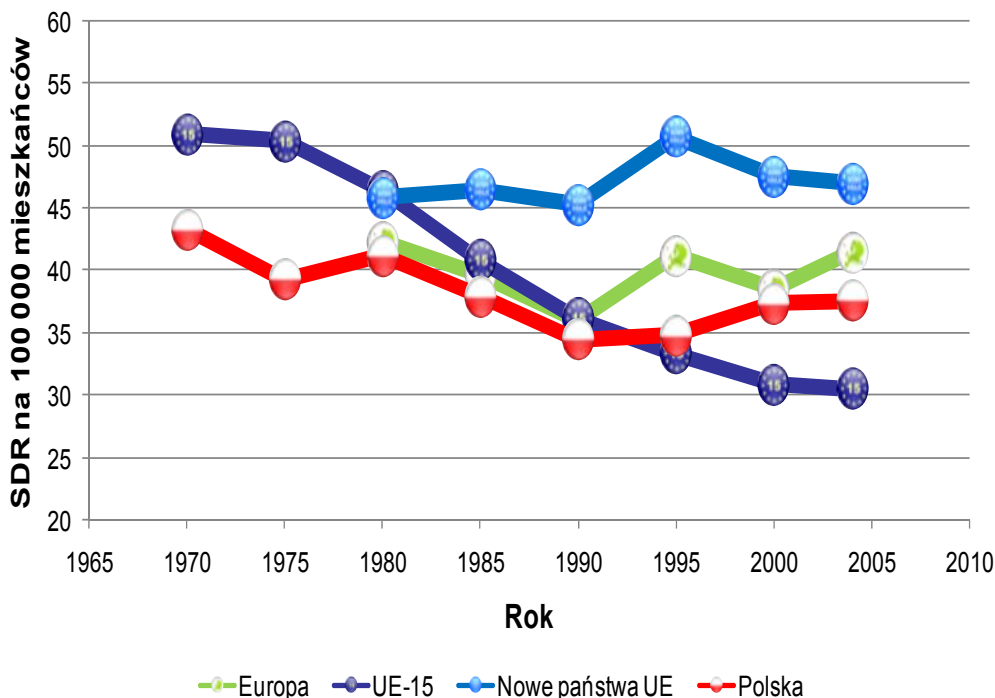
Rys. 50. Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu chorób układu oddechowego w Polsce w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007



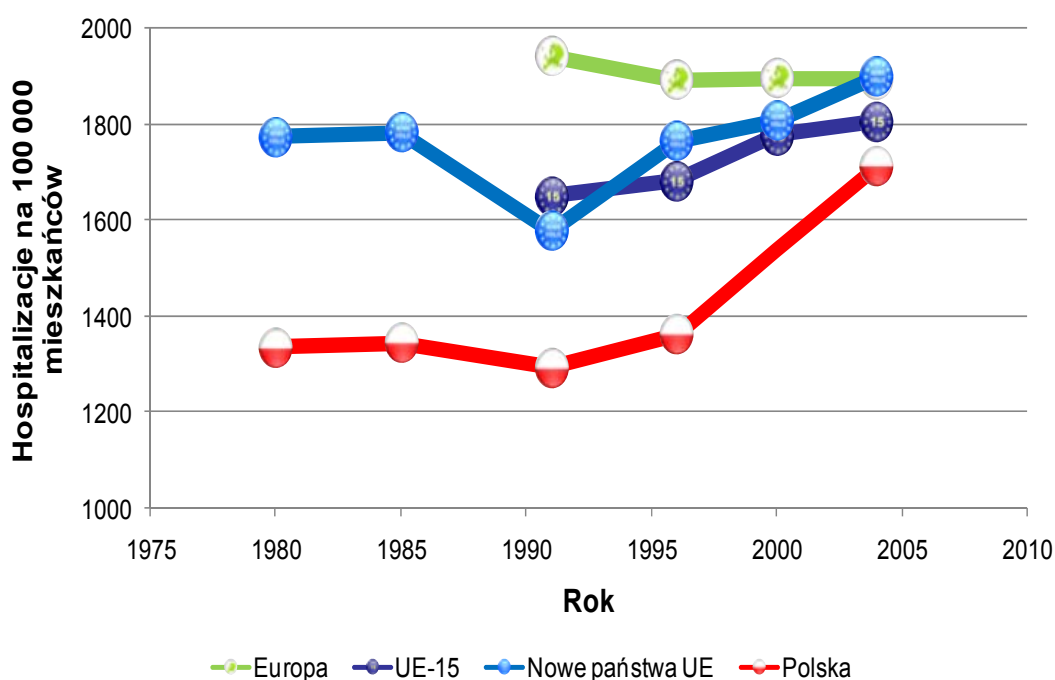
Rys. 51. Liczba hospitalizacji spowodowanych chorobami układu oddechowego w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007

## Choroby układu pokarmowego

Umieralność z powodu chorób układu pokarmowego była w 2004 r. zbliżona do umieralności spowodowanej chorobami układu oddechowego i wynosiła 37,6 na 100 tys. mieszkańców (Rys. 52.).



Rys. 52. Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu chorób układu pokarmowego w Polsce w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007



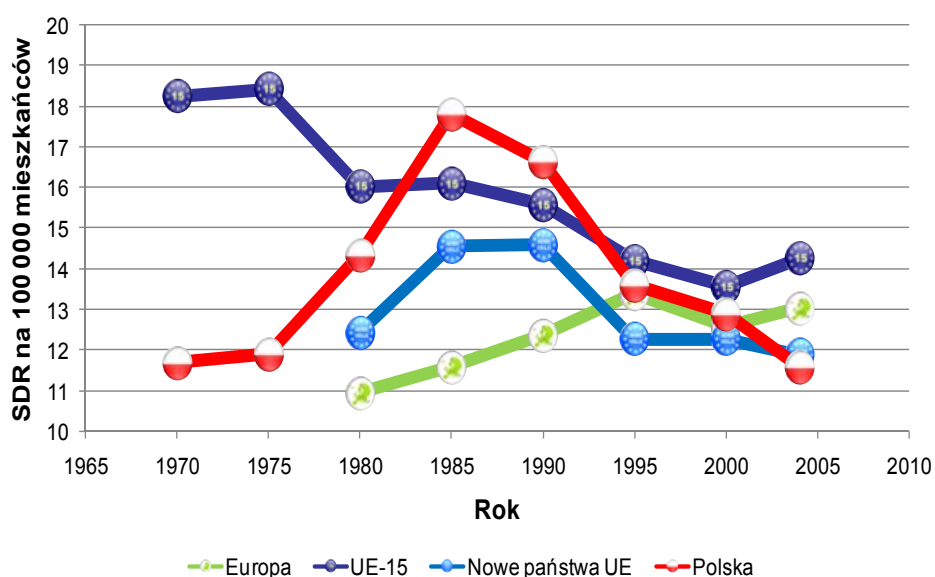
Rys. 53. Liczba hospitalizacji spowodowanych chorobami układu pokarmowego w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007

Podobnie jak w przypadku chorób układu oddechowego, choroby układu pokarmowego są bardzo częstą przyczyną hospitalizacji. W 2004 r. wskaźnik ten wyniósł 1712 na 100 tys. mieszkańców. Warto zwrócić uwagę, że liczba hospitalizacji z powodu chorób układu pokarmowego w Polsce w 2004 r. (Rys. 53.) była niższa niż średnia w krajach starej UE, ale wzrasta gwałtownie od 1996 r., kiedy wynosiła 1362 (wzrost o 25,7%).

## Cukrzyca

Umieralność z powodu cukrzycy wynosiła w 2004 r. w Polsce 11,6 na 100 tys. mieszkańców (Rys. 54.). Była więc znacznie niższa niż umieralność z powodu innych wyżej omówionych chorób. Należy jednak podkreślić, że cukrzyca jest chorobą złożoną, powodowaną zbiorem różnych mechanizmów patogentycznych, których wspólną cechą jest występowanie podwyższonego stężenia glukozy we krwi, prowadzącego do wielu groźnych powikłań, głównie w obrębie układu krążenia i układu nerwowego. Zmiany w obrębie naczyń krwionośnych (angiopatia) występują zarówno w obrębie dużych naczyń (makroangiopatia), głównie w naczyniach wieńcowych, naczyniach mózgu i kończyn dolnych, jak i w obrębie drobnych naczyń (mikroangiopatia), głównie w naczyniach siatkówki oka i nerek. Makroangiopatia jest przyczyną wzrostu ryzyka udaru mózgu, zawału mięśnia sercowego, miażdżycy i amputacji kończyn dolnych. Na przykład, zapadalność na choroby serca i chorobę naczyniową mózgu jest 2-3 razy większa wśród osób z cukrzycą niż w zdrowej populacji.

Mikroangiopatia w obrębie siatkówki oka (retinopatia) prowadzi do pogorszenia i utraty wzroku a w obrębie naczyń nerek (mikronefropatia) do niewydolności nerek. Retinopatia cukrzycowa jest główną przyczyną utraty wzroku u osób w wieku produkcyjnym. Z drugiej strony, blisko połowę osób przewlekle dializowanych stanowią chorzy na cukrzycę. Zmiany w obrębie nerwów (neuropatia) powodują m.in. do powstawanie niegojących się ran i owrzodzeń kończyn dolnych, określanych nazwą zespołu stopy cukrzycowej (ZSC). ZSC jest główną przyczyną amputacji w obrębie kończyn dolnych niebędących następstwem wypadków komunikacyjnych. Zgorzel stopy i amputacja z powodu ZSC jest 20-krotnie częstsza niż w zdrowej populacji. Inne powikłania związane z neuropatią to zaburzenia motoryki układu pokarmowego, pracy pęcherza moczowego i erekcji.



**Rys. 54.** Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu cukrzycy w Polsce w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007

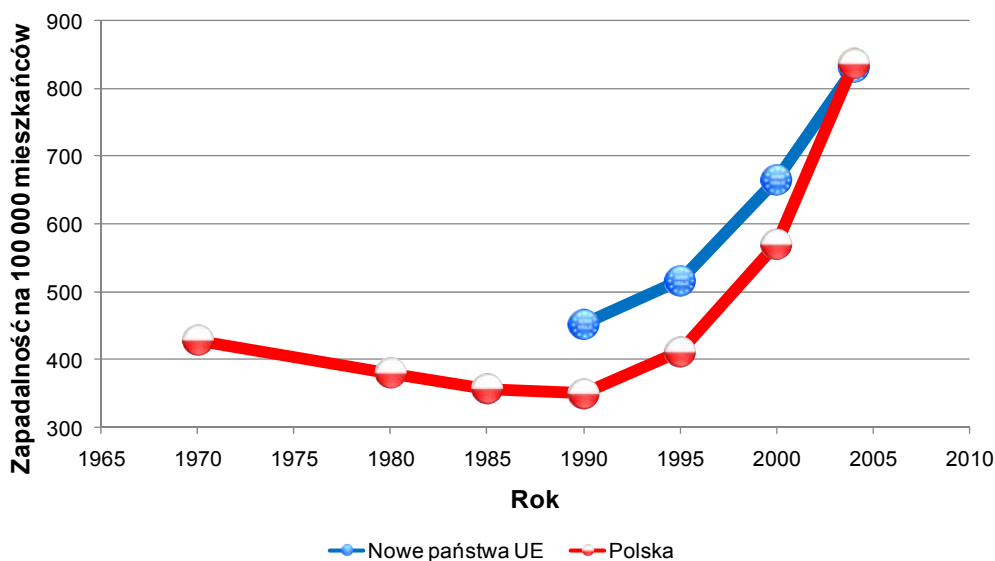
Cukrzyca jest chorobą społeczną i cywilizacyjną (zachorowalność wzrasta wraz ze wzrostem poziomu życia), stanowiącą jeden z podstawowych problemów zdrowotnych ludzkości. Jest ona często nazywana epidemią lub nawet plagą XXI wieku. W 1998 r. koszty bezpośrednie cukrzycy stanowiły 9,3% całkowitych publicznych wydatków na ochronę zdrowia (bez uwzględnienia kosztów powikłań miażdżycowych). W 1998 r. średnie koszty pacjenta z cukrzycą typu 1 były 6,4 razy wyższe, a koszty pacjenta z cukrzycą typu 2 ponad 3 razy wyższe od średnich bezpośrednich kosztów opieki zdrowotnej dla jednego mieszkańca Polski pokrywanych ze środków publicznych.

Wyróżniamy cukrzycę typu 1 (około 10% przypadków), typu 2 oraz cukrzycę wtórne i skojarzone (np. cukrzyca ciężarnych). Na świecie, chorobowość z powodu cukrzycy wynosi 2–7% (duża różnorodność geograficzna i etniczna), a w Polsce ok. 6% i wykazuje tendencję wzrostową. Cukrzyca typu 1 powoduje skrócenie średnio życia chorego o 16–19 lat, w stosunku do populacji bez cukrzycy. Cukrzyca typu 2 powoduje skrócenie średnio życia chorego o 4–6 lat, w stosunku do populacji bez cukrzycy.

## Zaburzenia psychiczne

Coraz istotniejszym problemem, w zakresie stanu zdrowia społeczeństwa polskiego, są problemy natury psychicznej. Zapadalność na te choroby rośnie od 1989 r. i obecnie wynosi 838 na 100 tys. mieszkańców (Rys. 55.).

Wśród zaburzeń psychicznych, największą grupę stanowią zaburzenia nerwicowe i spowodowane chorobami alkoholowymi.



Rys. 55. Zapadalność na choroby psychiczne w Polsce w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców. Źródło: WHO Europe 2007

## Podsumowanie

W ostatnich latach odnotowuje się wzrost średniego czasu życia oraz spadek przyrostu naturalnego, co prowadzi do starzenia się społeczeństwa i narastania problemów zdrowotnych charakterystycznych dla wieku podeszłego.

Trzema głównymi przyczynami zgonów w Polsce są choroby układu krążenia, nowotwory złośliwe oraz urazy spowodowane czynnikami zewnętrznymi i zatrucia.



Poważny problem zdrowotny stanowią również choroby układu oddechowego, układu pokarmowego, cukrzyca oraz choroby i zaburzenia psychiczne.

Umieralność spowodowana tymi przyczynami jest wprawdzie znacznie niższa niż w przypadku trzech grup chorób wymienionych w pierwszej kolejności, jednak ze względu na tendencję wzrostową zachorowalności, wysoki koszt leczenia związany z dużą liczbą hospitalizacji oraz społeczną uciążliwość tych chorób również je należy traktować jako podstawowe problemy zdrowotne kraju.

Sytuacja Polski na tle krajów starej UE jest następująca:

- Umieralność w Polsce, bez rozróżniania przyczyn, jest o 40% wyższa niż w krajach starej UE.
- Umieralność z powodu chorób układu krążenia jest wyższa o 80% niż w krajach starej UE, jednak w Polsce w porównaniu z innymi krajami europejskimi występuje najbardziej gwałtowny spadek tego wskaźnika, przy jednoczesnym istotnym wzroście liczby hospitalizacji.
- Umieralność z powodu nowotworów złośliwych w Polsce jest o 22% wyższa a zachorowalność o 35% niższa niż w krajach starej UE. Wydaje się, że ta niekorzystna tendencja umieralności stanowi jeden z najistotniejszych problemów zdrowotnych w naszym kraju.
- Umieralność wywołana urazami i zatruciami jest w Polsce o 66% wyższa niż w krajach UE, przy podobnym poziomie hospitalizacji.
- Umieralność z powodu chorób układu oddechowego jest w Polsce o 16% niższa niż w krajach starej UE. Wynik ten jest związany z większą o 26% liczbą hospitalizacji w Polsce.
- Umieralność spowodowana chorobami układu pokarmowego jest o 23% wyższa w Polsce niż w krajach starej UE, przy nieco niższej liczbie hospitalizacji (5%).
- Umieralność z powodu cukrzycy jest w Polsce o 19% niższa niż w krajach starej UE. Jednakże podstawowe problemy związane z występowaniem tej choroby dotyczą jej późnych powikłań i mają wpływ na wyższą umieralność w grupie chorób układu krążenia oraz w liczbie osób niepełnosprawnych (pogorszenie ostrości widzenia i utrata wzroku, dysfunkcja nerek, amputacje kończyn dolnych, impotencja).

Wysoka dynamika spadku umieralności z powodu chorób układu krążenia w Polsce jest zjawiskiem korzystnym. Istotne jest utrzymanie tej tendencji, a przede wszystkim zmniejszenie różnic w tym zakresie pomiędzy Polską a krajami UE. Osiągnięcie tego celu będzie możliwe przy wdrożeniu efektywnych profilaktycznych programów zdrowotnych zmniejszających oddziaływanie podstawowych przyczyn chorób układu krążenia – palenia tytoniu, braku aktywności fizycznej, złego odżywiania i wynikającej stąd otyłości, nadciśnienia oraz podwyższonego poziomu cholesterolu. Skutecznym programom profilaktycznym powinna towarzyszyć poprawa w zakresie ogólnie dostępnych metod diagnostycznych oraz nowoczesnych metod leczenia.

Wyniki zachorowalności i umieralności z powodu nowotworów złośliwych wskazują, że głównym problemem w Polsce jest zbyt późne ich rozpoznanie, które w wielu przypadkach nie daje szans na zastosowanie skutecznego leczenia. Konieczne jest zwrócenie uwagi na programy screeningu oraz technologie i systemy umożliwiające wczesną diagnozę i leczenie nowotworów szczególnie w obrębie układu oddechowego (oskrzeli, płuc, krtani i tchawicy), układu pokarmowego, sutka i narządów rodnych, gruczołu krokowego oraz skóry.

Istotne jest działanie prowadzące do skrócenia czasu udzielenia pierwszej pomocy zmniejszających negatywne skutki wypadków, urazów i zatruc.

W odniesieniu do cukrzycy typu 2 bardzo istotne jest wprowadzenie nowoczesnych metod wczesnego rozpoznawania tej choroby (obecnie szacuje się, że wykrywanych jest tylko 50% przypadków cukrzycy typu 2) oraz prowadzenia profilaktyki, podobnie jak w przypadku chorób układu krążenia.

Wzrastająca liczba zarejestrowanych przypadków zaburzeń psychicznych wskazuje na konieczność wdrożenia skutecznych metod profilaktycznych w zakresie zdrowia psychicznego społeczeństwa. Ze względu na specyfikę tej grupy chorób możliwość zastosowania technik, metod i systemów opartych na nowoczesnych technologiach wydaje się ograniczona.

## Rozdział 10

### **Identyfikacja technologii, technik, systemów i urządzeń rozwijanych w krajowych placówkach naukowych, kluczowych z punktu widzenia chorób stanowiących podstawowy problem zdrowotny w Polsce**

#### **Wprowadzenie**

Przeprowadzona analiza umieralności i zapadalności, pozwoliła na identyfikację chorób oraz sprzyjających ich rozwojowi czynników ryzyka, które stanowią obecnie i będą stanowić w najbliższych latach podstawowy problem zdrowotny w Polsce (Tabela 42.).

**Tabela 42.** Problemy zdrowotne i czynniki ryzyka

<b>Choroba / czynnik ryzyka</b>
Choroby układu krążenia
Choroba niedokrwienna serca
Choroba naczyniowa mózgu
Nadciśnienie tętnicze
Inne:
Choroba nowotworowa
Nowotwory złośliwe oskrzeli i płuca
Nowotwory złośliwe narządów trawiennych
Nowotwory złośliwe sutka
Nowotwory złośliwe jajnika i macicy
Nowotwór złośliwy gruczołu krokowego
Cukrzyca
Późne powikłania cukrzycy
Retinopatia cukrzycowa
Nefropatia
Neuropatia
Zespół Stopy Cukrzycowej
Choroby układu oddechowego
Astma
Przewlekła obturacyjna choroba płuc
Choroby psychiczne (w tym depresja)
Następstwa wypadków i zatrucia

Choroba / czynnik ryzyka
Zewnętrzne przyczyny uszkodzenia ciała
Zatrucia
Czynniki ryzyka
Otyłość
Brak aktywności fizycznej
Hipercholesterolemia
Palenie tytoniu

Druga część analizy poświęcona jest identyfikacji technologii, technik, systemów i urządzeń, które mogą mieć istotny wpływ na prowadzenie profilaktyki, screeningu, diagnostyki, monitorowania, leczenia i rehabilitacji pacjentów cierpiących na choroby, wspomniane w pierwszej części analizy lub pomóc w ograniczeniu czynników ryzyka sprzyjających rozwojowi niektórych z tych chorób. Analizę tę wykonano w dwojaki sposób. Po pierwsze, przeprowadzono badania ankietowe z wykorzystaniem opracowanego na potrzeby tego badania formularza. Po drugie, na podstawie opracowania ekspertów, przeprowadzono analizę tematów projektów badawczych finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (dawniej Ministerstwo Nauki i Informatyzacji oraz Komitet Badań Naukowych) pod kątem ich zgodności z problematyką dotyczącą walki z podstawowymi zagrożeniami zdrowia polskiego społeczeństwa.

## **Analiza ankietowa technologii medycznych ograniczających podstawowe problemy zdrowotne w Polsce**

Celem badania ankietowego była identyfikacja technologii, technik, systemów oraz urządzeń rozwijanych w wybranych krajowych ośrodkach naukowo-badawczych, których zastosowanie może w istotny sposób pomóc w prewencji, screeningu, diagnostyce, monitorowaniu, terapii i/lub rehabilitacji chorób stanowiących podstawowy problem zdrowotny społeczeństwa lub pomóc w monitorowaniu czynników ryzyka sprzyjających rozwojowi niektórych z tych chorób. Niemniej istotne było określenie poziomu zaawansowania tych prac pod kątem możliwości praktycznego wykorzystania ich wyników.

Ankiety rozesłano do kilkudziesięciu ośrodków i grup prowadzących badania naukowe lub prace rozwojowe w obszarze technologii medycznych, głównie opierając się na strukturze Sieci Inżynierii Biomedycznej w Polsce BIOMEN. W wyniku przeprowadzonej ankietyzacji łącznie uzyskano 37 odpowiedzi.

W tabeli 43. przedstawiono nazwy poszczególnych technologii, technik, systemów i urządzeń zidentyfikowanych na podstawie zebranych ankiet, z uwzględnieniem chorób i czynników ryzyka wymienionych w tabeli 42. oraz z uwzględnieniem etapu procesu ochrony zdrowia, na którym rozwiązania te mogą być zastosowane (tzn. prewencja, screening, itd.).

Tabela 43. Rozwiązania zidentyfikowane w trakcie ankietyzacji

T	T	S	U	Nazwa zgłoszonej <b>T</b> echnologii, <b>T</b> echniki, <b>S</b> ystemu lub <b>U</b> rządzenia	P	S	D	M	T	R
				System wspomagania decyzji i telekonsultacji urazów i obrażeń wielonarządowych						
				Transdukcja komórek nowotworowych raka trzustki wektorem z transgenem kodującym ludzki czynnik martwicy nowotworów						
				Opracowanie techniki mikroenkapsulacji wysp trzustkowych przeznaczonych do przeszczepienia						
				Kwestionariusz Objawowy KO"0"						
				Narzędzie badawcze do prowadzenia badań analitycznych nad określeniem czynników ryzyka chorób przewlekłych						
				Zastosowanie techniki sortowania cytofluometrycznego (FACS) do izolacji komórek nowotworowych z krwi obwodowej i szpiku kostnego pacjentów z nowotworami przewodu pokarmowego						
				Profilaktyka i leczenie szczękowo-ortopedyczne						
				System do przeprowadzania dializy albuminowej wątroby; MARS (Molecular Adsorbents Recirculating System)						
				Kwestionariusz Osobowości Nerwicowej KON-2006						
				Zespół stopy cukrzycowej - Zabiegi profilaktyczne: usuwanie modzeli i hiperkeratozy; zabiegi lecznicze: opracowywanie podiatryczne ran; zabieg leczniczy: leczenie ran płytkowymi czynnikami wzrostu; zabiegi diagnostyczne: badanie neuropatii, badania naczyń kończyn dolnych, badanie temperatury skóry						
				Robot chirurgiczny Robin hart + system doradczy + system edukacji						

T	T	S	U	Nazwa zgłoszonej <b>T</b> echnologii, <b>T</b> echniki, <b>S</b> ystemu lub <b>U</b> rządzenia	P	S	D	M	T	R
				Mobilny system teleopieki domowej dla pacjentów chorych na cukrzycę (TeleMed)						
				Urządzenie do nieinwazyjnego wspomagania układu krążenia						
				Urządzenie do sztucznej, niezależnej wentylacji płuc						
				System wczesnej diagnostyki i monitorowania terapii chorób reumatoidalnych na podstawie zdjęć transiluminacyjnych						
				System do badania słuchowych potencjałów wywołanych						
				Komputerowy system monitorowania i analizy ciśnienia wewnątrzczaszkowego u pacjentów z wodogłowiem						
				System dozymetrii w diagnostyce fotodynamicznej w ginekologii						
				Technika analizy sygnału elektroretinogramu wywołanego wzorcem PERG – Pattern Electroretinogram z zastosowaniem ciągłej transformaty falkowej (CWT).						
				Biorobot						
				Platforma monitorowania parametrów fizjologicznych z wykorzystaniem bezprzewodowych technologii mobilnych : Bluetooth, ZigBee, RFID.						
				Generator analogowych sygnałów EKG zapisów cyfrowych MIT/BIH Arrhythmia Database						
				Termograficzna diagnostyka zaburzeń funkcjonowania układu naczyniowego oraz stanów chorobowych piersi						
				Trójwymiarowa wizualizacja i estymacja objętości naczyń krwionośnych mózgu na podstawie obrazów tomografii komputerowej						

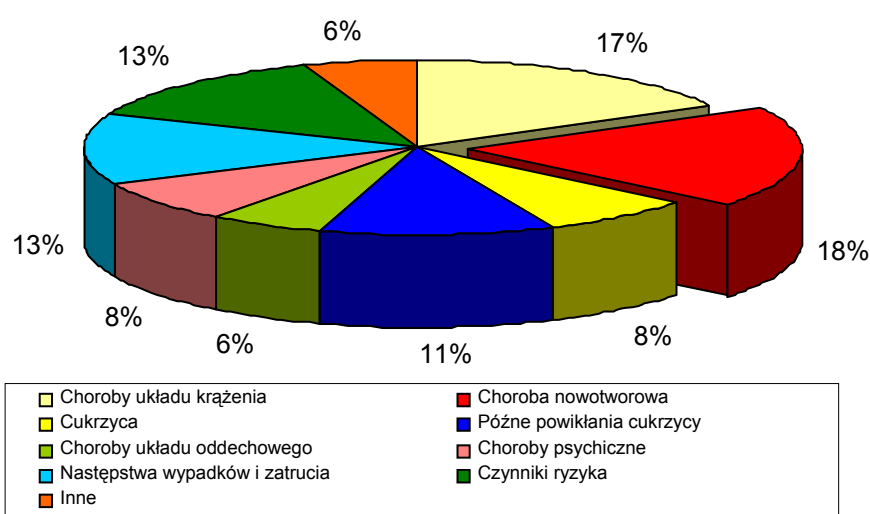
T	T	S	U	Nazwa zgłoszonej <b>T</b> echnologii, <b>T</b> echniki, <b>S</b> ystemu lub <b>U</b> rządzenia	P	S	D	M	T	R
				Prototypowe urządzenie do komunikacji człowieka z komputerem na podstawie analizy sygnału EEG						
				System komputerowy do wspomagania interpretacji danych wideo z endoskopu bezprzewodowego						
				Optymalizacja umożliwiająca adaptacyjność funkcjonalną kardiomonitora telemetrycznego						
				Diagnostyka zaburzeń postrzegania z wykorzystaniem ścieżki wzrokowej						
				System do pomiaru tkankowego zużycia glukozy oraz oceny tkankowej insulinowrażliwości (TISS)						
				Neuromodulacja funkcji autonomicznych						
				Densytmeter ultrasonograficzny oceny masy kostnej kości piętowej Achilles						
				Zastosowanie analizy tetrametrowej do wykrywania swoistych dla antygenów nowotworowych cytotoksycznych limfocytów T u chorych z rakiem żołądka metodą cytometrii przepływowej						
				Urządzenie hybrydowe do pozaustrojowego wspomagania czynności wątroby						
				Systemy do reografii impedancyjnej						
				Oznaczenia ksenobiotyków w materiale biologicznym na potrzeby zatruc, badania abstynencji pacjentów uzależnionych, monitorowanie stężenia leków w trakcie terapii, badanie narażenia na czynniki środowiskowe (biomarkery narażenia)						

P – prewencja, S – screening, D – diagnostyka, M – monitorowanie, T – terapia, R - rehabilitacja

Najwięcej rozwiązań przedstawionych w zgromadzonych ankietach dotyczy cukrzycy i jej późnych powikłań (Rys. 56.). Rozwiązania te stanowią łącznie 19% wszystkich zgłoszonych w ankietach rozwiązań, z tym, że 11% stanowią rozwiązania dotyczące późnych powikłań mikronaczyniowych cukrzycy, a 8% samej choroby.

Należy podkreślić, że rozwiązania zaznaczone przez autorów, jako mające zastosowanie w więcej niż jednej grupie chorób uwzględniano wielokrotnie. W związku z tym dane prezentowane na rysunku 56. są odnoszone nie do liczby wszystkich zebranych ankiet (tzn. 38) lecz do liczby ankiet z uwzględnieniem grup chorób, których leczenie wspomagają prezentowane w nich rozwiązania (tzn. 53).

### Podstawowe jednostki chorobowe



Rys. 56. Podział liczby rozwiązań ze względu na grupę chorób, których dotyczą

Zbliżony wynik do cukrzycy i jej powikłań mikronaczyniowych osiągnęły rozwiązania dotyczące choroby nowotworowej (18%) oraz chorób układu krążenia (17%). Na dalszych pozycjach znalazły się rozwiązania wspomagające leczenie następstw wypadków i zatruc (13%) oraz chorób układu oddechowego (6%). Duży odsetek zgłoszonych rozwiązań dotyczy wspomagania monitorowania czynników ryzyka sprzyjających rozwojowi chorób cywilizacyjnych (13%). Pozostałą część stanowią technologie, techniki, systemy lub urządzenia związane z grupami chorób innymi niż wymienione w Tabeli 42. lub takie, których nie przyporządkowano do żadnej grupy chorób (Rys. 56.).

W tabeli 44. zamieszczono podsumowanie liczby rozwiązań zgłoszonych w ankietach z podziałem na grupy chorób, których dotyczą oraz z uwzględnieniem etapu procesu ochrony zdrowia, na którym rozwiązania te mogą być zastosowane.

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 44., rozwiązania zebrane w trakcie ankietyzacji dotyczą prawie wszystkich chorób zidentyfikowanych jako podstawowe problemy zdrowotne w Polsce. Najwięcej rozwiązań jest poświęconych diagnostyce, monitorowaniu i screeningowi choroby nowotworowej, co biorąc pod uwagę wysoką śmiertelność z powodu nowotworów złośliwych, spowodowaną głównie późnym ich wykrywaniem, jest zjawiskiem pozytywnym. Dużą grupę stanowią również rozwiązania dotyczące diagnozowania, monitorowania i leczenia chorób układu krążenia.



**Tabela 44.** Zestawienie liczby rozwiązań zebranych metodą ankietyzacji z uwzględnieniem chorób stanowiących podstawowy problem zdrowotny oraz z uwzględnieniem poszczególnych etapów procesu ochrony zdrowia

<b>Choroba</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>D</b>	<b>M</b>	<b>T</b>	<b>R</b>
Choroby układu krążenia	4	4	6	6	5	6
Choroba niedokrwienna serca	1	2	2	3	3	2
Choroba naczyniowa mózgu	1	2	2	1	2	2
Nadciśnienie tętnicze, (zespół bezdechu nocnego)	1	1	2	2	2	1
Inne: krwotoki, ucho wewnętrzne	1	1	1	1	1	1
Choroba nowotworowa	4	5	8	6	4	1
Nowotwory złośliwe oskrzeli i płuc (i dróg oddechowych)	1	1	1	1	1	1
Nowotwory złośliwe narządów trawiennych, (przewodu pokarmowego)	2	3	4	4	4	1
Nowotwory złośliwe sutka	1	1	1			
Nowotwory złośliwe jajnika i macicy			1	1		
Nowotwór złośliwy gruczołu krokowego						
Cukrzyca	1		2	2	4	
Późne powikłania cukrzycy	4	4	5	4	2	1
Retinopatia cukrzycowa	1	1	2	2		
Nefropatia						
Neuropatia			1			
Zespół Stopy Cukrzycowej	2	2	1	1	1	
Choroby układu oddechowego (górne drogi oddechowe)	2	1	1	2	2	1
Astma	1					
Przewlekła obturacyjna choroba płuc						
Choroby psychiczne (w tym depresja)		3	3	1	2	
Następstwa wypadków i zatrucia		1	4	3	5	2
Zewnętrzne przyczyny uszkodzenia ciała			2	1	2	1
Zatrucia		1	1	1	3	

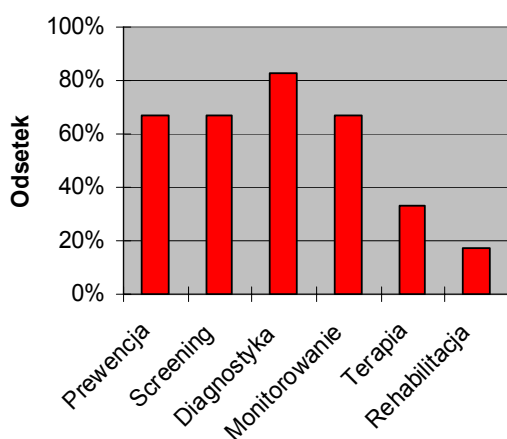
Choroba	P	S	D	M	T	R
Ponadto prowadzone są badania, które dotyczą schorzeń o znaczeniu społecznym:	1		3	4		
Reumatoidalne zapalenie stawów			2	2		
Diagnostyka ubytków słuchu	1		1	1		
Monitorowanie ciśnienia śródczaszkowego				1		
Jaskra			1	1		

Czynnik ryzyka	M
Otyłość	4
Brak aktywności fizycznej	4
Hipercholesterolemia	4
Palenie tytoniu	3

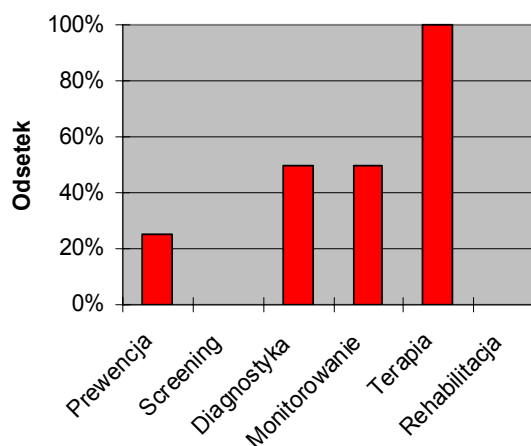
P – prewencja, S – screening, D – diagnostyka, M – monitorowanie,  
T – terapia, R - rehabilitacja

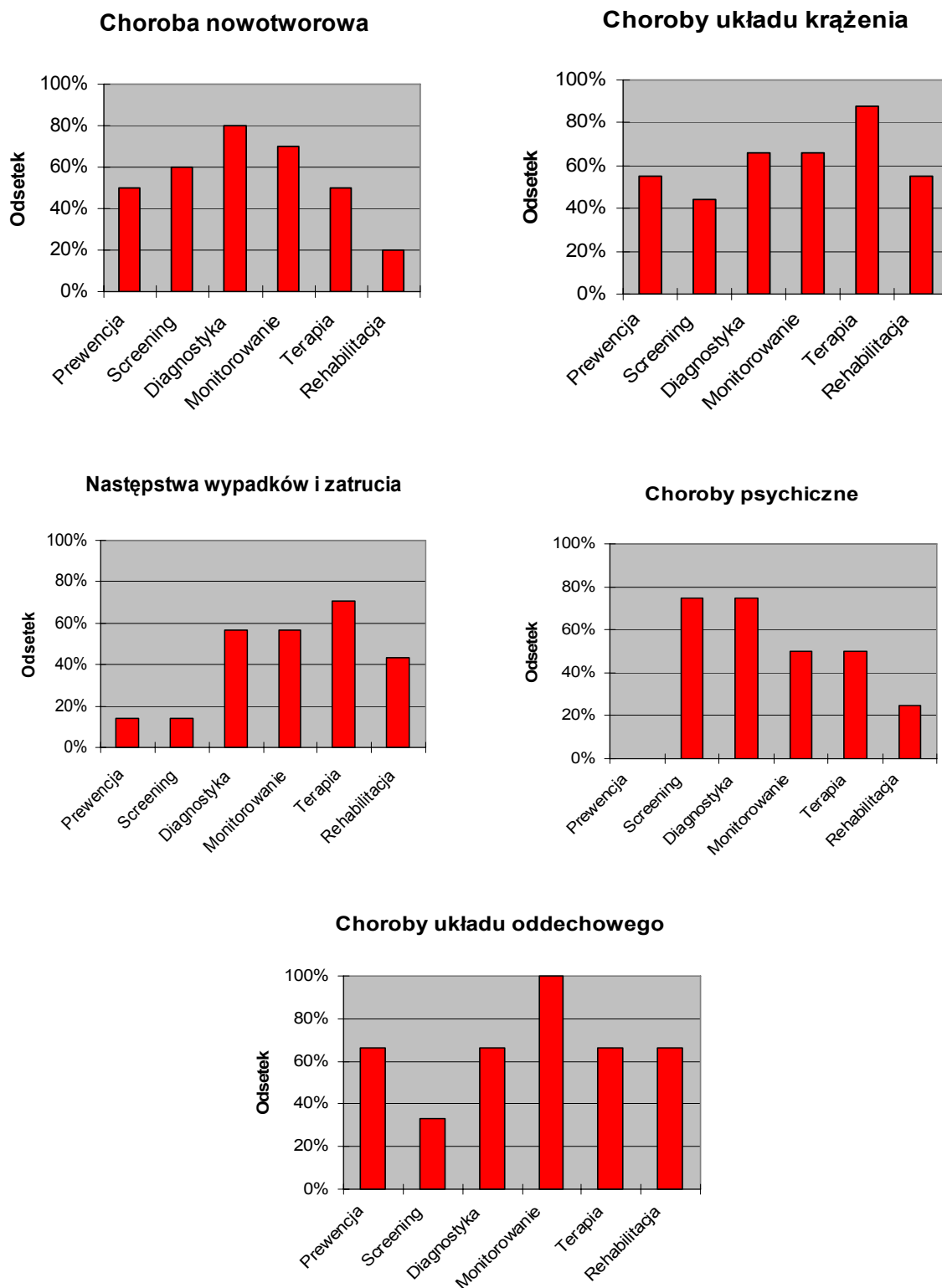
Na rysunkach 57. przedstawiono udział rozwiązań dotyczących poszczególnych grup chorób z uwzględnieniem etapu procesu ochrony zdrowia, na którym rozwiązania te znajdują zastosowanie w odniesieniu do wszystkich rozwiązań dotyczących danej grupy chorób. Należy zwrócić uwagę, że ponieważ te same rozwiązania często znajdują zastosowanie na kilku etapach procesu leczenia (np. w trakcie screeningu, diagnozowania i monitorowania), suma wyników może przekraczać 100%.

**Późne powikłania cukrzycy**



**Cukrzyca**





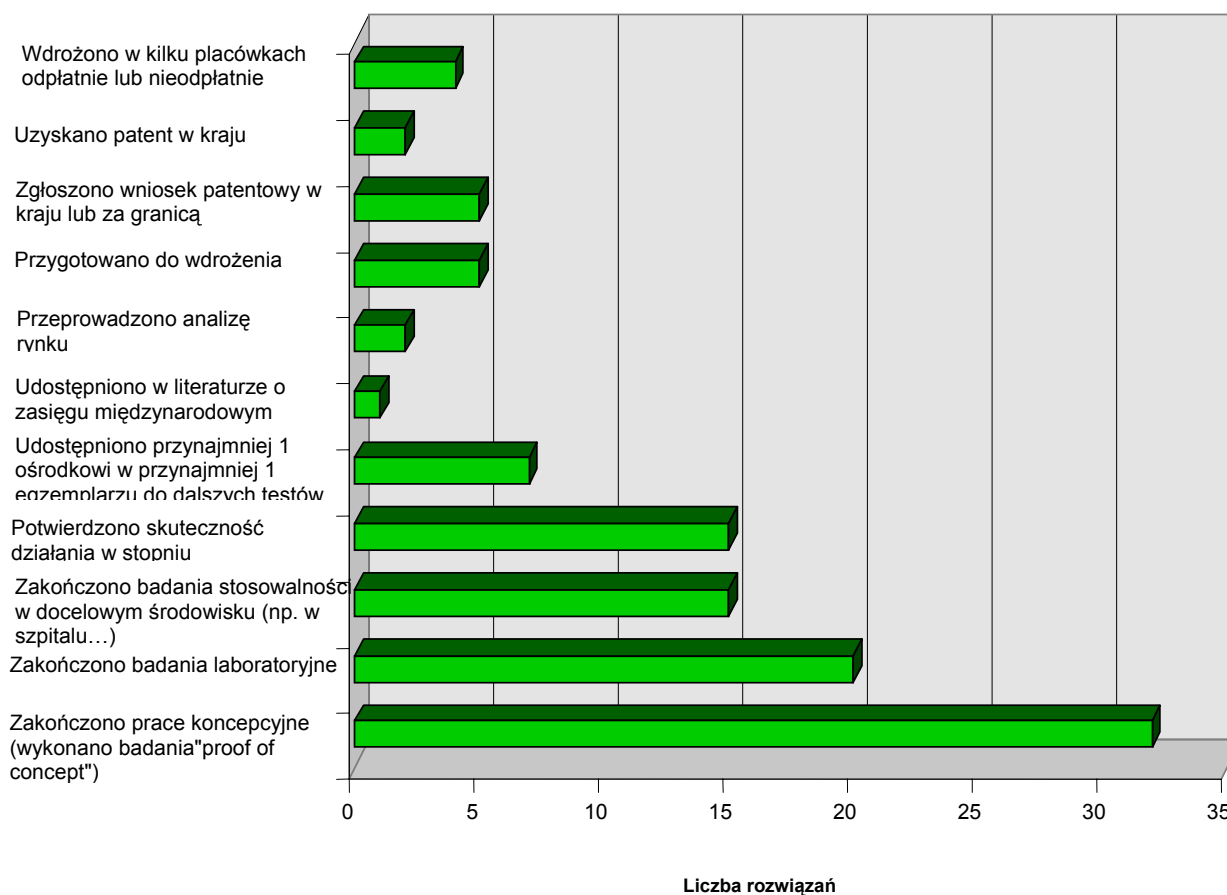
**Rys. 57.** Udział rozwiązań dotyczących poszczególnych grup chorób z uwzględnieniem etapu procesu ochrony zdrowia, na którym rozwiązania te znajdują zastosowanie

Jak wynika z rysunku 57., w grupie rozwiązań dotyczących choroby nowotworowej, późnych powikłań cukrzycy i chorób psychicznych przeważają opracowania związane z diagnostyką tych chorób. W grupie chorób układu krążenia, cukrzycy oraz następstw wypadków i zatruc najwięcej jest opracowań związanych z prowadzeniem terapii a w przypadku chorób układu oddechowego – opracowań z dziedziny monitorowania stanu pacjenta.

Ocenę poziomu zaawansowania prac nad rozwiązaniami zebranymi w trakcie ankietyzacji pod kątem możliwości praktycznego wykorzystania ich wyników (tzn. oszacowanie szans na ich upowszechnienie i komercjalizację) przeprowadzono opierając się na wynikach testu, w którym ankietowane ośrodki weryfikowały wobec zgłoszonych przez siebie rozwiązań prawdziwość następujących stwierdzeń:

- *zakończono prace koncepcyjne (wykonano badania „proof of concept”)*
- *zakończono badania laboratoryjne*
- *zakończono badania stosowalności w docelowym środowisku (np. w szpitalu, domu pacjenta)*
- *potwierdzono skuteczność działania w stopniu umożliwiającym wdrożenie*
- *udostępniono ..... ośrodkowi / -om (podać liczbę ośrodków) w ..... egzemplarz -u / -ach do dalszych testów*
- *przeprowadzono analizę rynku*
- *uzyskano zgody / certyfikaty itp. wymagane do wdrożenia w kraju / za granicą*
- *przygotowano do wdrożenia*
- *zgłoszono wniosek patentowy w kraju / zgłoszono wniosek patentowy za granicą*
- *uzyskano patent w kraju / uzyskano patent za granicą*
- *wdrożono w ..... placówce / -kach (podać liczbę placówek) odpłatnie / nieodpłatnie*
- *podpisano umowę licencyjną*

Rozkład uzyskanych odpowiedzi przedstawiono na rysunku 58.



Rys. 58. Wyniki oceny poziomu zaawansowania prac nad rozwiązaniami uzyskanymi w trakcie ankietyzacji

Wyniki uwidocznione na rysunku 58. wskazują, że większość rozwiązań zgłoszonych w trakcie akcji ankietowej znajduje się we wczesnej fazie rozwoju. Nad większością z nich zakończono prace koncepcyjne (86%), ale prawie połowa (46%) znajduje się wciąż na etapie badań laboratoryjnych. Tylko 41% zgłoszonych rozwiązań zostało zweryfikowanych w warunkach klinicznych lub w domu pacjenta i potwierdziło skuteczność działania w stopniu umożliwiającym wdrożenie. Jedynie wobec 13% rozwiązań autorzy wystąpili o ochronę patentową.

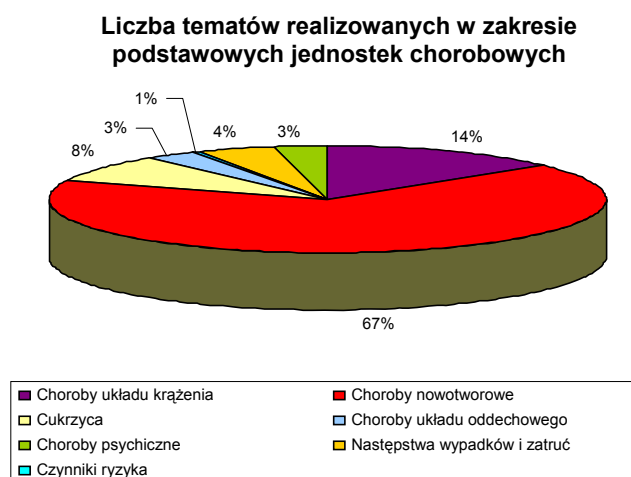
## Analiza tematyki projektów badawczych MNiSW w obszarze objętym ankietacją

Celem tej części badania była analiza liczby projektów badawczych finansowanych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (dawniej Ministerstwa Nauki i Informatyzacji oraz Komitet Badań Naukowych) w ciągu ostatnich 5 lat, których tematyka wiąże się z leczeniem chorób stanowiących podstawowy problem zdrowotny w Polsce. W analizie uwzględniono tzw. projekty własne oraz projekty promotorskie.

Podsumowanie liczby projektów oraz realizujących je jednostek zestawiono w tabeli 45. oraz zilustrowano na rysunkach 59. i 60.

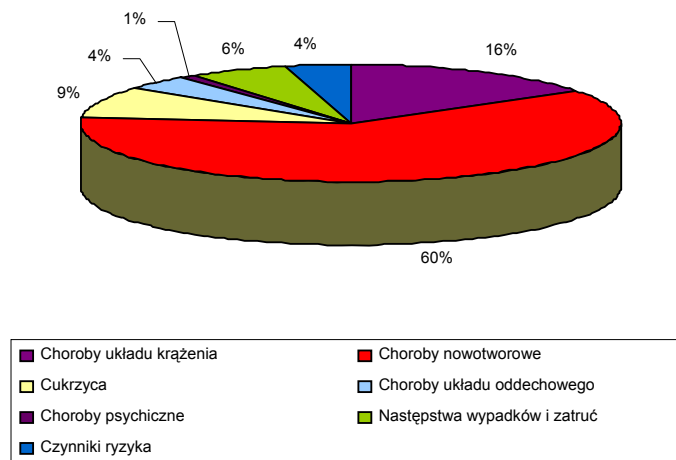
**Tabela 45.** Podsumowanie liczby projektów oraz realizujących je jednostek

Jednostka chorobowa	Liczba projektów	Liczba instytucji realizujących
Choroby układu krążenia	19	16
Choroby nowotworowe	90	62
Cukrzyca	11	9
Choroby układu oddechowego	4	4
Choroby psychiczne	1	1
Następstwa wypadków i zatruc	6	6
Czynniki ryzyka	4	4



**Rys. 59.** Liczba projektów badawczych finansowanych przez MNiSW z uwzględnieniem tematyki dotyczącej grup chorób stanowiących podstawowy problem zdrowotny

Ilość instytucji realizujących tematy w zakresie podstawowych jednostek chorobowych



**Rys. 60.** Liczba instytucji realizujących projekty badawcze finansowane przez MNiSW z uwzględnieniem tematyki dotyczącej grup chorób stanowiących podstawowy problem zdrowotny

Jak wynika z powyższych danych, przeważająca większość projektów (67%) dotyczyła tematyki związanej z chorobą nowotworową. Znacznie mniej projektów dotyczyło chorób układu krążenia (14%), cukrzycy (8%) oraz następstw wypadków i zatruc (4%).

Porównując wyniki uzyskane w tej części analizy do wyników badania ankietowego widać, że dziedziny, które są reprezentowane w większej liczbie projektów przynoszą więcej opracowań w postaci nowych technologii, technik systemów i urządzeń.

## Podsumowanie

Uzyskane wyniki wskazują na ogromną przewagę projektów badawczych dotyczących chorób nowotworowych. Wynik ten jest najprawdopodobniej związany z wprowadzonym w roku 2005 Narodowym Programem Zwalczania Chorób Nowotworowych, w ramach, którego dostępne są relatywnie duże środki przeznaczane na finansowanie badań naukowych. Porównując liczbę rozwiązań zidentyfikowanych na podstawie ankiet z wynikami umieralności i zapadalności na choroby stanowiące podstawowe problemy zdrowotne w kraju można stwierdzić, że są one w dużej mierze zgodne. Wprawdzie chorobami, które stanowią podstawową przyczynę zgonów w Polsce są obecnie choroby serca, a najwięcej rozwiązań zgłoszonych w ankietach dotyczyło choroby nowotworowej i jednocześnie tej dziedziny dotyczyło najwięcej projektów finansowanych przez państwo, ale należy pamiętać, że umieralność spowodowana chorobami układu krążenia wykazuje tendencję spadkową, podczas gdy umieralność wywołana przez nowotwory złośliwe nie zmniejsza się, a zachorowalność wzrasta w szybkim tempie. W uzyskanych wynikach zwraca uwagę również duży odsetek opracowań dotyczących technicznego wspomaganie leczenia cukrzycy. Jest to zbieżne z wynikami epidemiologicznymi dotyczącymi zachorowalności na cukrzycę oraz wzrostu ryzyka poważnych konsekwencji późnych powikłań tej choroby (zawał serca, udar mózgu, utrata wzroku, niska amputacja kończyn dolnych czy dysfunkcja nerek). W odniesieniu do następstw wypadków i zatruc liczba rozwiązań i projektów badawczych była niższa niż można się było spodziewać na podstawie wyników umieralności.

Jest to prawdopodobnie spowodowane faktem, że największe rezerwy w tym zakresie związane są raczej z poprawą systemu organizacji ratownictwa medycznego niż z rozwinięciem nowych technik i technologii. Z przeprowadzonej analizy wynika, że większa część opracowań zgłoszonych w ankietach nie dotyczy pełnych wdrożeń a jedynie oryginalnych technologii, technik, systemów lub urządzeń, które zostały wstępnie zweryfikowane w warunkach klinicznych. Wydaje się, że konieczne jest usprawnienie procesu przechodzenia z tego etapu opracowań do fazy wdrożeniowej.

## **CZĘŚĆ III**

# **ANALIZY TYPU FORESIGHT**



## Rozdział 11

### Pozycjonowanie Technologii kluczowych

#### Wprowadzenie

Metoda wyboru technologii kluczowych wywodzi się z planowania strategicznego i ma na celu identyfikację priorytetów badawczych mających wysoki potencjał na pożądany rozwój ekonomiczny czy zaspokajanie potrzeb społecznych przy optymalnym wykorzystaniu ograniczonych funduszy publicznych.

Metoda ta polega na zastosowaniu zestawu kryteriów, względem których ocenia się „krytyczność” (znaczenie) poszczególnych technologii (kierunków badawczych). Przykładowymi kryteriami stosowanymi w trakcie wyboru technologii kluczowych mogą być:

- Kryteria społeczne (np. znaczenie i akceptacja społeczna, wpływ na poziom jakości życia)
- Kryteria naukowe (np. stymulacja rozwoju naukowego, cele strategiczne w korelacji z priorytetami UE)
- Kryteria ekonomiczne (np. korzyści dla budżetu, możliwość wdrożenia, pobudzenie działalności MŚP)

#### Metodyka prac

Metodyka wyboru Kluczowych Technologii zastosowana w projekcie obejmowała:

1. Opracowanie wstępnej listy kryteriów wyboru technologii kluczowych przez Komitet Sterujący.
2. Opracowanie uwag do wstępnej listy kryteriów wyboru technologii kluczowych przez Panele Tematyczne.
3. Opracowanie ostatecznej listy kryteriów wyboru technologii kluczowych przez Panel Główny.
4. Opracowanie wag do poszczególnych kryteriów wyboru technologii kluczowych przez Panele Tematyczne.
5. Opracowanie listy technologii kandydujących do bycia kluczowymi przez Panele Tematyczne, na podstawie:
  - wyników burzy mózgów,
  - wywiadów z ekspertami,
  - wyników analizy stanu sektora technologii medycznych w Polsce.
6. Ocena punktowo-wagowa technologii kandydujących do bycia kluczowymi przez Panele Tematyczne.
7. Opracowanie list technologii kluczowych przez Panele Tematyczne.
8. Utworzenie przez Panel Główny listy 35 technologii najwyżej ocenionych przez Panele Tematyczne (po 5 najwyżej punktowanych technologii z każdego Panelu).

9. Opracowanie przez Panel Główny Uogólnionej Listy Technologii Kluczowych w obszarze technologii medycznych.

## Wyniki

W wyniku przeprowadzonych prac przez Komitet Sterujący, Panel Główny oraz Panele Tematyczne opracowano tabelę kryteriów wyboru technologii kluczowych (Tabela 46). Tabela ta objęła 6 rodzajów kryteriów: społeczne, prawno-polityczne, naukowe, techniczno-technologiczne, medyczne i ekonomiczne.

**Tabela 46.** Kryteria wyboru technologii kluczowych

<b>KRYTERIA</b>
<p><b>KRYTERIUM SPOŁECZNE (KS)</b></p> <p><b>Kryterium uwzględnia:</b> <b>OCZEKIWANIA i POTRZEBY SPOŁECZNE, ZNACZENIE I AKCEPTACJĘ SPOŁECZNĄ.</b></p> <p><b>W szczególności:</b> Akceptacja przez personel medyczny. Akceptacja przez pacjentów. Powszechna dostępność. Potencjalny wpływ na podwyższanie standardów życia w Polsce. Prawdopodobieństwo zaspokojenia potrzeb społeczeństwa. Skala społeczna, do jakiej odnosi się wybrany obszar tematyczny. Wrażliwość technologii na kryteria etyczne.</p>
<p><b>KRYTERIUM PRAWNO-POLITYCZNE (KPP)</b></p> <p><b>Kryterium uwzględnia:</b> <b>UWARUNKOWANIA PRAWNO-POLITYCZNE</b></p> <p><b>W szczególności:</b> Zgodność z systemem i programami ochrony zdrowia. Ochrona własności intelektualnej.</p>
<p><b>KRYTERIUM NAUKOWE (KN)</b></p> <p><b>Kryterium uwzględnia:</b> <b>PODSTAWY I MOŻLIWOŚCI NAUKOWE ORAZ STYMULACJĘ ROZWOJU NAUKOWEGO.</b></p> <p><b>W szczególności:</b> Potencjał naukowy niezbędny do realizacji danego problemu. Krajowe zaplecze badawcze (ludzkie i aparaturowe) w wybranym obszarze tematycznym. Zgodność z priorytetami rozwoju nauki w kraju. Spójność i komplementarność z priorytetami międzynarodowymi i unijnymi.</p>
<p><b>KRYTERIUM TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNE (KTT)</b></p> <p><b>Kryterium uwzględnia:</b> <b>UWARUNKOWANIA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNE.</b></p> <p><b>W szczególności:</b> Stopień innowacyjności wdrażanych technologii. Ukierunkowanie na rozwiązania dedykowane. Ukierunkowanie na rozwiązania minimalnie-inwazyjne i nieinwazyjne. Promocja technologii niszowych. Automatyzacja i robotyzacja procedur medycznych. Skuteczność medyczna.</p>

<b>KRYTERIA</b>
<b>KRYTERIUM MEDYCZNE (KM)</b>
<p><b>Kryterium uwzględnia:</b> <b>UWARUNKOWANIA MEDYCZNE.</b> <b>W szczególności:</b> Priorytety dla chorób stanowiących podstawowe problemy zdrowotne w Polsce. Rozwój systemów opieki nad osobami starszymi i niepełnosprawnymi. Priorytety z uwagi na opiekę nad matką i dzieckiem. Priorytety z uwagi na możliwość zapewnienia opieki medycznej w domu pacjenta (homecare). Wpływ technologii na leczenie groźnych dla życia chorób cywilizacyjnych. Wpływ na poprawę wskaźników zdrowia. Bezpieczeństwo technologii, wyrobów i procedur medycznych.</p>
<b>KRYTERIUM EKONOMICZNE (KE)</b>
<p><b>Kryterium uwzględnia:</b> <b>KORZYŚCI EKONOMICZNE. MOŻLIWOŚĆ WDROŻENIA. MOŻLIWOŚĆ SFINANSOWANIA PRZEDSIĘWZIĘCIA.</b> <b>W szczególności:</b> Korzyści dla budżetu. Możliwość wdrożenia. Pobudzenie przedsiębiorczości w tym działalności MŚP. Możliwości sfinansowania przedsięwzięcia. Efektywność ekonomiczna. Innowacyjność globalna. Skutki zewnętrzne.</p>

Po opracowaniu listy kryteriów każdy z Paneli Tematycznych opracował wagi dla poszczególnych kryteriów. Suma wag wynosi 100%. Wyniki tych prac przedstawia Tabela 47.

**Tabela 47.** Wagi dla poszczególnych kryteriów ustalone w poszczególnych panelach, tzn. Ekonomicznym (PE), Biopomiary (PBPom), Sztuczne i Hybrydowe Narządy (PSN), Biomateriały (PBMat), Biomechanika (PBMech), Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych (PO), Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie (PI).

<b>Panel</b>	<b>PE</b>	<b>PBPom</b>	<b>PSN</b>	<b>PBMat</b>	<b>PBMech</b>	<b>PO</b>	<b>PI</b>
<b>Kryterium Społeczne</b>	22%	10%	22%	20%	24%	15%	15%
<b>Kryterium Prawno - Polityczne</b>	5%	10%	7%	8%	14%	5%	8%
<b>Kryterium Naukowe</b>	15%	15%	14%	15%	14%	15%	14%
<b>Kryterium Technologiczno-Techniczne</b>	20%	20%	14%	15%	14%	20%	20%
<b>Kryterium Medyczne</b>	10%	30%	29%	21%	20%	30%	25%

Panel	PE	PBPom	PSN	PBMat	PBMech	PO	PI
Kryterium Ekonomiczne	28%	15%	14%	21%	14%	15%	18%

Jak widać wystąpiło duże zróżnicowanie wag nadawanych poszczególnym kryteriom. Najwyższą wagę 30% uzyskało kryterium medyczne (w dwóch Panelach Tematycznych – Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych oraz Biopomiary) a najniższe – 5% kryterium prawno-polityczne (również w dwóch panelach – Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych oraz Panelu Ekonomicznym).

Ogólna ocena statystyczna wykazała, że:

- Średnio najwyższą wagę uzyskało kryterium medyczne (24%)
- Średnio najniższą wagę uzyskało kryterium prawno-polityczne (8%)
- Pozostałe kryteria uzyskały średnie wagi na poziomie 18%, z wyjątkiem kryterium naukowego, które uzyskało wagę 15%
- Najwyższa zgodność ocen wystąpiła dla kryterium naukowego (współczynnik zmienności 3,6%)
- Największy rozrzut ocen wystąpił dla kryterium prawno-politycznego (współczynnik zmienności 38,5%)

W tabeli 48 zestawiono liczby technologii kandydujących do bycia kluczowymi w poszczególnych obszarach tematycznych (reprezentowanych przez 7 Paneli Tematycznych).

**Tabela 48.** Liczby technologii kluczowych w poszczególnych Panelach Tematycznych (skrótów nazw paneli są zgodne z opisem zamieszczonym w tytule tabeli 47)

Panel	PE	PBPom	PSN	PBMat	PBMech	PO	PI
Liczba technologii	35	25	17	23	34	53	25

Ocena punktowo-wagowa pozwoliła na przeprowadzenie pozycjonowania technologii kluczowych. W tabelach 49-55 przedstawiono listy technologii uszeregowane w kolejności zgodnej z uzyskanymi ocenami punktowo-wagowymi.

**Tabela 49.** Technologie kluczowe panelu Ekonomicznego

Lp.	Panel Ekonomiczny
1	Centra wiedzy na temat technologii medycznych i ich wykorzystania
2	System teleinformatyczny obsługujący powiązanie polskich centrów badawczych z firmami światowymi działającymi w sferze technologii medycznej i posiadającymi centra badawcze w Polsce

Lp.	Panel Ekonomiczny
3	Usługi finansowe (nowe instrumenty) zasilania wszystkich elementów łańcucha wartości medycyny i technologii medycznych
4	Systemy teleinformatyczne obsługi sieci ośrodków badawczych technologii medycznych
5	Kompleksowy monitoring w okresie rekonwalescencji przy wykorzystaniu telefonii mobilnej
6	Systemy diagnostyczne dla tworzenia produktów i technologii dedykowanych
7	Systemy badania potrzeb pacjentów w zakresie wyrobów, technologii i procedur medycznych
8	Elektroniczne rynki technologii medycznych i ich obsługa
9	Wirtualne szpitale domowe wraz z systemem finansowania i rozliczania
10	Wirtualne centrum badawcze w gabinecie lekarskim
11	Home care – kompleksowa obsługa przy wykorzystaniu e-health i innych technologii medycznych dla poszczególnych grup pacjentów i funkcji medycznych z uwzględnieniem profilaktyki
12	System powiązań przedsiębiorstw produkcyjnych związanych z technologiami medycznymi, ośrodków wzornictwa przemysłowego, pacjentów, lekarzy, szpitali, firm dystrybucyjnych
13	Publiczna ocena dostawców usług i technologii medycznych pod kątem zdolności poprawy
14	System teleinformatyczny zarządzania innowacyjnym szpitalem spełniającym światowe standardy usług zdrowotnych z różnymi formami finansowania zależnymi od właściciela
15	Monitoring pacjentów kardiologicznych przy pomocy telefonii mobilnej i systemów multimedialnych
16	Rynek kapitałowy w finansowaniu rozwoju technologii medycznych i usług medycznych
17	Dywersyfikacja systemów finansowania na rynkach regulowanych (unikanie rolowania ryzyka, zmniejszenie asymetrii informacyjnych np. szpitale własnością instytucji ubezpieczeniowych, standardy, system oceny technologii medycznych)
18	Wirtualne doliny krzemowe technologii medycznych obejmujące instytucje finansowe, producentów, centra wiedzy, ocenę poziomu innowacyjności i ryzyka, ośrodki medyczne, pacjentów i odbiorców technologii
19	Indywidualne mobilne wielofunkcyjne urządzenie diagnostyczne i informacyjne

Tabela 50. Technologie kluczowe panelu Biopomiary

Lp.	Panel Biopomiary
1	Telemetria
2	Kardiotokografia i nadzór okołoporodowy
3	Pomiary w genetyce
4	Fizjologiczne monitorowanie (wydzielin)

Lp.	Panel Biopomiary
5	Mikroukłady typu MEMS do analizy chemicznej i biochemicznej (lab-on-a-chip)
6	Aktywne czujniki implantowane
7	Ultradźwiękowa charakterystyka struktury tkanek
8	Optyczne metody diagnostyki medycznej (diagnostyka biochemiczna i inne metody bazujące na optyce)
9	Wysokorozdzielczy pomiar EKG
10	Ultradźwiękowe pomiary przepływu krwi

**Tabela 51.** Technologie kluczowe panelu Sztuczne i Hybrydowe Narządy

Lp.	Panel Sztuczne i Hybrydowe Narządy
1	Technologie telemedyczne przeznaczone do zdalnego nadzoru nad pacjentem korzystającym z systemów / urządzeń zastępujących utracone funkcje organizmu, prowadzenia nadzoru pracy tych urządzeń oraz sterowania ich działaniem
2	Technologia wytwarzania urządzeń wspomagających osoby z upośledzeniem zmysłów, ułatwiających: orientację w przestrzeni, komunikację, nawigację i interakcję z otoczeniem
3	Technologia wytwarzania urządzeń wspomagających osoby z upośledzeniem narządu ruchu ułatwiające lub umożliwiające lokomocję i interakcję z otoczeniem (w tym inteligentne protezy)
4	Technologie chemicznych i biochemicznych systemów dozowania substancji na potrzeby zastępowania lub wspomagania utraconych funkcji organizmu (np. na skutek uszkodzenia narządu wytwarzającego te substancje)
5	Technologia produkcji pomp (stacjonarnych, noszonych, implantowanych) do różnych zastosowań medycznych (różny czas stosowania; różny cel stosowania, np. dozowanie leków / hormonów; zastępowanie lub wspomaganie funkcji układu krążenia, układu oddechowego, układu pokarmowego - żywienie)
6	Technologia analizy sygnałów biomedycznych pochodzących od pacjenta oraz sygnałów pochodzących z otoczenia w celu ich wykorzystania do monitorowania stanu pacjenta oraz sterowania urządzeniami / systemami zastępującymi utracone funkcje organizmu
7	Rozwój technologii membranowych dla potrzeb systemów i urządzeń zastępujących utracone funkcje organizmu, w tym dotyczących wytwarzania membran selektywnych, membran aktywnych, membran „inteligentnych”, itp.
8	Nanotechnologie i technologie mikroelektromechaniczne (MEMS) dla potrzeb zastępowania i wspomagania utraconych funkcji organizmu oraz dla potrzeb sztucznych narządów
9	Technologie pomiarowe dla potrzeb pacjentów, korzystających z urządzeń / systemów wspomagających lub zastępujących utracone funkcje narządów wewnętrznych, szczególnie umożliwiające monitorowanie w sposób ciągły i nieinwazyjny wielkości określających stan pacjenta i wynik leczenia
10	Inteligentne metody sterowania na potrzeby urządzeń wykorzystywanych w układach sztucznych narządów oraz w terapii zastępującej utracone funkcje tych narządów, w tym układy czasu rzeczywistego

Lp.	Panel Sztuczne i Hybrydowe Narządy
11	Technologia mikro- i makroplastowania tkanek i komórek ludzkich i zwierzęcych, w celu ich immunoizolacji, umożliwiającej ich przeszczepianie do organizmu biorcy bez konieczności stosowania immunosupresji oraz wykorzystania w bioreaktorach niewszczepialnych
12	Technologie bioinżynierii tkankowej i genetycznej dla potrzeb wspomagania i zastępowania utraconych funkcji narządów, regeneracji narządów i tkanek, hodowli tkanek i narządów in vitro oraz wykorzystania narządów odzwierzęcych do transplantacji
13	Technologie wytwarzania wszczepialnych źródeł energii
14	Modele matematyczne oraz modele numeryczno-fizyczne dla potrzeb sztucznych narządów służące do: eliminacji doświadczeń na zwierzętach, tworzenia systemów eksperckich, testowania sztucznych narządów, wykorzystywania w układach sterowania oraz edukacji
15	Technologie dotyczące niezawodności i bezpieczeństwa działania oraz zapewnienia dostępu do implantowanych sztucznych narządów, umożliwiające np. ich łatwe serwisowanie, modyfikacje itp.
16	Technologie wytwarzania urządzeń wzmacniających możliwości człowieka, w tym robotów medycznych, np. jako urządzeń poprawiających precyzję lub zasięg ruchu

Tabela 52. Technologie kluczowe panelu Biomateriały

Lp.	Panel Biomateriały
1	Biomateriały dla leczenia chorób układu kostnego człowieka
2	Nowe rodzaje kompozytowych implantów niemetalicznych
3	Technologie wytwarzania kompozytów ceramiczno- polimerowych dla stomatologii
4	Bioaktywne biomateriały opatrunkowe
5	Biomateriały dla implantów biodegradowalnych i bioresorbowalnych
6	Technologie biomateriałów gradientowych dla wytwarzania protez stawów
7	Biomateriały dla inteligentnych systemów dozowania leków
8	Nowe konstrukcyjne materiały kompozytowe do protez zewnętrznych i do sprzętu rehabilitacyjnego
9	Biomateriały wykorzystujące stopy metaliczne z pamięcią kształtu
10	Funkcjonalizowane implanty atrombogenne do leczenia układu krążenia
11	Biomateriały dla leczenia chorób oczu
12	Technologie nanoszenia biozgodnych warstw polimerowych spełniających funkcje nośników leków na implantach metalicznych
13	Nanomateriały dla leczenia i diagnostyki chorych tkanek
14	Biomateriały dla neurochirurgii

**Tabela 53.** Technologie kluczowe panelu Biomechanika

Lp.	Panel Biomechanika
1	Rozwój technologii poprawiających jakość życia ludzi chorych, kalekich i starych (endoprotezy, protezy, aparaty ortopedyczne i inne)
2	Rozwój metod monitorowania diagnostyki procesu rehabilitacji (stacjonarnej i zdalnej)
3	Rozwój komputerowych technik wspomagających planowanie i leczenie operacyjne (np. CT/MRI/USG/CAD/CAM/CNC/RP)
4	Rozwój nowych materiałów biozgodnych i biodegradowalnych
5	Rozwój technologii hodowli tkanek oraz przeszczepów kończyn i organów
6	Rozwój metod robotyzacji i nawigacji w leczeniu operacyjnym

**Tabela 54.** Technologie kluczowe panelu Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych

Lp.	Panel Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych
1	Udoskonalone techniki semantycznie zorientowanego przeszukiwania dużych baz danych obrazowych nie posiadających a priori merytorycznych anotacji
2	Optymalizacja programów administrowania bazami danych w <i>Radiological Information Systems</i> (RIS)
3	Techniki automatycznego rozumienia obrazów medycznych
4	Zdalna telemedyczne asysta w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej
5	Rejestracja procesu analizy obrazu prowadzonej przez lekarza
6	Programy wspomagające diagnostykę obrazową – szczególnie różnicowanie zmian patologicznych
7	Programy do fuzji obrazowych – fuzje obrazów uzyskiwanych w różnych technikach obrazowych (USG, CT, MR, PET, SPECT)
8	Skanowanie preparatu z automatycznym rozpoznawaniem obrazu na podstawie bazy wzorców, automatycznie uaktualnianych przez internet
9	Zagadnienia tworzenia zasobów danych medycznych i stosowanie technik data-mining w dużych bazach danych zawierających liczne informacje o pacjentach
10	Optymalizacja pomiaru gęstości (densytometria) struktur kostnych
11	Nawigacja chirurgiczna w zabiegach laparoskopowych z wykorzystaniem obrazów tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego
12	Metody trójwymiarowej wizualizacji narządów wewnętrznych wraz z automatycznym zaznaczeniem (na przykład kolorem) obszarów „podejrzanych” (zmienionych morfologicznie)



Lp.	Panel Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych
13	Programy do nawigacji w czasie zabiegów chirurgicznych lub biopsji na podstawie danych otrzymywanych w czasie badań obrazowych
14	Modelowanie i dźwiękowa rekonstrukcja sceny trójwymiarowej (analizowanej na podstawie obrazu z kamer cyfrowych) do celów wspomagania osób niepełnosprawnych w samodzielnym poruszaniu się
15	Pozyskiwanie i śledzenie ciągów impulsacji na poziomie pojedynczych neuronów (nerwów) – precyzyjna lokalizacja bólu lub nadczynności (choroba Parkinsona) – niedoczynności (brak stymulacji mięśni)
16	Niestandardowe interfejsy komunikacji człowiek-komputer (wizyjne systemy pozwalające sterować np. wózkiem inwalidzkim za pomocą ruchów mimicznych twarzy)
17	Modele symulacyjne w edukacji medycznej wykorzystane także w studiach inżynierskich na kierunku Inżynieria Biomedyczna
18	Automatyczny rozkład procentowy DNA w ogonie „komety” – oraz kategoryzacja „komet” w zależności od wprowadzonych zadanych parametrów
19	Tworzenie obrazów łączących trójwymiarowe rekonstrukcje oraz nawigacje w technice wirtualnej endoskopii; np. możliwość nawigacji (wirtualna bronchoskopia) w drzewie oskrzelowym z jednocześnie widocznymi strukturami wnętrza klatki piersiowej
20	Monitorowanie osób starszych, niepełnosprawnych i chorych w środowisku ich zamieszkania/przebywania
21	Metody uzgadniania skali i parametrów użytej aparatury, ponieważ rejestracje różnych porównywanych lub sklepanych obrazów mogą być realizowane w różnym czasie i różną aparaturą
22	Optymalizacja przetwarzania danych uzyskiwanych w diagnostyce kardiologicznej MR
23	Udoskonalone techniki śledzenia zmian dynamicznych na zobrazowaniach czynnościowych (PET, fMRI, itp.)
24	Komputerowe wspomaganie diagnostyki i nadzoru medycznego, w tym monitorowanie skuteczności terapii (m.in. w zmianach demielinizacyjnych tkanki mózgowej, zmianach ogniskowych płuc, wątroby, zmianach nowotworowych)
25	Wprowadzenie standardu do opisu patologii: opis obrazowo-obiektowy – 2D i 3D (jako jedna z form rejestracji w bazie danych oprócz wyników badań, relacji pacjenta itp.); wydzielenie i pokazanie istotnych obiektów jako dodatku do pełnej rejestracji całych obrazów
26	Diagnostyka termowizyjna
27	Technika protonowej spektroskopii MR (HMRS) – optymalizacja przetwarzania danych – badanie procesów metabolicznych w stanach patologicznych przed etapem zmian w strukturze
28	Kompleksowe modelowanie przepływu krwi w sieci naczyń krwionośnych i wymiany płynów z tkankami na podstawie danych 3D rezonansu magnetycznego z uwzględnieniem ograniczonej rozdzielczości przestrzennej obrazów
29	Tomograf „dynamiczny” – rejestracja pracy (widoku) wybranych narządów w czasie, porównanie (np. po masażu, po podaniu kontrastu, po wysiłku)

Lp.	Panel Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych
30	Synchronizacja obrazów wirtualnej i rzeczywistej endoskopii; nawigacja w czasie rzeczywistej endoskopii w oparciu o wcześniejsze badanie w technice endoskopii wirtualnej
31	Optymalizacja diagnostyki urazów rdzenia kręgowego – szczególnie przy pomocy techniki perfuzji MR
32	Oprogramowanie do oceny parametrów przepływu płynów w technice MR; szczególnie w angiografii MR
33	Optymalizacja przetwarzania danych otrzymywanych w technikach perfuzji CT i MR w odniesieniu do diagnostyki udaru niedokrwiennego – analiza przydatności poszczególnych parametrów – automatyczna detekcja i określenie obszaru penumbry oraz udaru dokonanego
34	Zastosowanie wirtualnej endoskopii w diagnostyce obrazowej
35	Metody dopasowania obrazów tomograficznych rezonansu magnetycznego dla organów przemieszczających się w czasie akwizycji
36	Opracowanie (również z wdrożeniem do produkcji) prostej i taniej nagrywarki CD/DVD (urządzenie z oprogramowaniem) współpracującej z urządzeniami do diagnostyki obrazowej
37	Komputerowe metody śledzenia, modelowania i parametryzacji drzew naczyń krwionośnych w trójwymiarowych obrazach rezonansu magnetycznego
38	Powiązanie technik analizy obrazów medycznych z badaniami endoskopowymi (bronchoskopia, gastroskopia, kolonoskopia)
39	Rozwój techniki dyfuzji MR w diagnostyce obrazowej
40	Opracowanie nowych rodzajów środków kontrastowych dla diagnostyki obrazowej
41	Modelowanie skutków ablacji w patologich wątroby, płuc
42	Algorytmy badań mózgowia z jednoczesnym zastosowaniem fMRI i EEG
43	Technika funkcjonalnego obrazowania MR (fMRI) mózgowia – optymalizacja przetwarzania danych – badanie procesów metabolicznych w stanach patologicznych przed etapem zmian w strukturze
44	Opracowanie techniki eliminacji artefaktów ruchowych w badaniu MR
45	Rozwój nieinwazyjnej diagnostyki MR przepływów płynu mózgowo-rdzeniowego
46	Automatyczne obliczanie frakcji przeżywającej komórek (z uwzględnieniem komórek wczesno-późno-apoptotycznych i nekrotycznych) po wybarwieniu komórek barwnikiem (pomiar absorpcji lub fluorescencji w zwykłym czytniku płytek)
47	Oprogramowanie pozwalające na automatyczną detekcję i oznaczanie struktur mózgowia w czasie badania CT i MR
48	Automatyczna odwrócona DAPI klasyfikacja w celu szybkiej identyfikacji chromosomów i stworzenia DAPI kariotypu
49	Komputerowa analiza struktury wykrytych zmian w celu różnicowania ich charakteru (np. w wirtualnej kolonoskopii różnicowanie grudek kałowych i polipów) – rodzaj wirtualnej biopsji
50	Analiza sekwencji obrazów z wideo-endoskopów

Lp.	Panel Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych
51	Skanowanie preparatu i automatyczny wybór metafaz do analizy kariotypingu
52	Zmniejszenie lub eliminacja hałasu w czasie badania MR
53	Zastosowanie technik <i>rapid prototyping</i> w medycynie

**Tabela 55.** Technologie kluczowe panelu Informatyka Biomedyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie

Lp.	Panel Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie
1	Systemy zdalnego nadzoru pacjenta
2	Systemy automatycznej detekcji i ostrzegania o zagrożeniach
3	Internetowe systemy usług telemedycznych
4	Systemy badań przesiewowych z wykorzystaniem internetu
5	Rozwój narzędzi wspomaganie aparatury diagnostycznej
6	Rozwój systemów telekonsultacji i automatyzacji rozpoznawania treści dokumentów medycznych
7	Rozwój HIS/RIS/PACS
8	Rozwój narzędzi bezpiecznej i poufnej wymiany dokumentów medycznych
9	Procedury optymalizacji wykorzystania sztucznych narządów
10	Systemy wspomaganie osób niepełnosprawnych
11	Systemy ciągłego nadzoru postępów leczenia
12	Rozwój aplikacji GIS w monitoringu medycznym
13	Narzędzia wspomaganie wdrożenia reformy organizacji systemu opieki zdrowotnej w Polsce
14	Rozwój systemów rzeczywistości wirtualnej (VR) do autodiagnostyki i autotreningu (biofeedback)

Analiza opracowanych list technologii przeprowadzona przez Panel Główny ujawniła występowanie znacznych różnic w punktowo-wagowych ocenach technologii pomiędzy poszczególnymi Panelami Tematycznymi. Są one zilustrowane w tabeli 56 zawierającej zestawienie 35 technologii najwyżej punktowanych w poszczególnych Panelach Tematycznych (po 5 technologii z każdego panelu).

**Tabela 56.** Lista technologii opracowana w poszczególnych Panelach Tematycznych (skrótowe nazwy paneli są zgodne z opisem zamieszczonym w tytule tabeli 47)

Lp.	Technologia	Panel	Ocena
1	Centra wiedzy na temat technologii medycznych i ich wykorzystania	PE	7,77
2	System teleinformatyczny obsługujący powiązanie polskich centrów badawczych z firmami światowymi działającymi w sferze technologii medycznej i posiadającymi centra badawcze w Polsce	PE	7,48
3	Usługi finansowe (nowe instrumenty) zasilania wszystkich elementów łańcucha wartości medycyny i technologii medycznych	PE	7,46
4	Systemy teleinformatyczne obsługi sieci ośrodków badawczych technologii medycznych	PE	7,08
5	Kompleksowy monitoring w okresie rekonwalescencji przy wykorzystaniu telefonii mobilnej (inspiracja prezesa Filipiak firma PSILOC)	PE	6,88
6	Telemetria	PBPom	7,39
7	Kardiotokografia i nadzór okołoporodowy	PBPom	7,26
8	Pomiary w genetyce	PBPom	7,08
9	Fizjologiczne monitorowanie (wydzielin)	PBPom	6,98
10	Mikroukłady typu MEMS do analizy chemicznej i biochemicznej (lab-on-a-chip)	PBPom	6,86
11	Technologie telemedyczne przeznaczone do zdalnego nadzoru nad pacjentem korzystającym z systemów / urządzeń zastępujących utracone funkcje organizmu, prowadzenia nadzoru pracy tych urządzeń oraz sterowania ich działaniem	PSN	7,88
12	Technologia wytwarzania urządzeń wspomagających osoby z upośledzeniem zmysłów, ułatwiających: orientację w przestrzeni, komunikację, nawigację i interakcję z otoczeniem	PSN	7,71
13	Technologia wytwarzania urządzeń wspomagających osoby z upośledzeniem narządu ruchu ułatwiających lub umożliwiających lokomocję i interakcję z otoczeniem (w tym inteligentne protezy)	PSN	7,68
14	Technologie chemicznych i biochemicznych systemów dozowania substancji na potrzeby zastępowania lub wspomagania utraconych funkcji organizmu (np. na skutek uszkodzenia narządu wytwarzającego te substancje)	PSN	7,47
15	Technologia produkcji pomp (stacjonarnych, noszonych, implantowanych) do różnych zastosowań medycznych (różny czas stosowania; różny cel stosowania, np. dozowanie leków / hormonów; zastępowanie lub wspomaganie funkcji układu krążenia, układu oddechowego, układu pokarmowego - żywienie)	PSN	7,46
16	Biomateriały dla leczenia chorób układu kostnego człowieka	PBMat	8,67

Lp.	Technologia	Panel	Ocena
17	Biomateriały dla implantów biodegradowalnych i bioresorbowalnych	PBMat	8,41
18	Nowe konstrukcyjne materiały kompozytowe do protez zewnętrznych i dla sprzętu rehabilitacyjnego	PBMat	8,17
19	Nowe rodzaje kompozytowych implantów wykorzystujących składniki niemetaliczne	PBMat	8,07
20	Biomateriały dla inteligentnych systemów dozowania leków	PBMat	7,77
21	Rozwój technologii poprawiających jakość życia ludzi chorych, kalekich i starych (endoprotezy, protezy, aparaty ortopedyczne i in.)	PBMech	7,35
22	Rozwój metod monitorowania diagnostyki procesu rehabilitacji (stacjonarnej i zdalnej)	PBMech	6,60
23	Rozwój komputerowych technik wspomagających planowanie i leczenie operacyjne (np. CT/MRI/USG/CAD/CAM/CNC/RP)	PBMech	6,58
24	Rozwój nowych materiałów biozgodnych i biodegradowalnych	PBMech	6,48
25	Rozwój metod robotyzacji i nawigacji w leczeniu operacyjnym	PBMech	6,18
26	Udoskonalone technik semantycznie zorientowanego przeszukiwania dużych baz danych obrazowych nie posiadających a priori merytorycznych anotacji	PO	9,35
27	Optymalizacja programów administrowania bazami danych w Radiological Informatical Systems (RIS)	PO	9,10
28	Techniki automatycznego rozumienia obrazów medycznych	PO	8,75
29	Zdalna telemedyczna asysta w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej	PO	8,35
30	Rejestracja procesu analizy obrazu prowadzonej przez lekarza	PO	8,25
31	Systemy zdalnego nadzoru pacjenta	PI	8,6
32	Systemy automatycznej detekcji i ostrzegania przed zagrożeniami	PI	8,4
33	Internetowe systemy usług telemedycznych	PI	8,1
34	Systemy badań przesiewowych z wykorzystaniem internetu	PI	8,1
35	Rozwój narzędzi wspomagania aparatury diagnostycznej	PI	7,9

Jak widać Panel Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych przyznał 5. najbardziej kluczowym technologiom od 9,35 do 8,25 pkt. Natomiast Panel Biomechanika przyznał 5. najbardziej kluczowym technologiom w swoim obszarze od 7,35 do 6,18 pkt. Piąta najwyższej punktowana technologia kluczowa w Panelu Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych uzyskała więcej punktów niż najważniejsze technologie w panelach: Ekonomicznym, Sztucznych i Hybrydowych Narządów, Biomechaniki i Biopomiarów.

## Zbiorcza Uogólniona Lista Technologii Kluczowych

W związku z różnicami w ocenach technologii dokonanych przez różne zespoły ekspertów niemożliwe stało się mechaniczne pozycjonowanie technologii w całym obszarze inżynierii biomedycznej z wykorzystaniem punktacji opracowanej przez poszczególne Panele Tematyczne.

W związku z zaistniałą sytuacją, Panel Główny opracowując Zbiorczą Uogólnioną Listę Technologii Kluczowych nie uwzględnił punktacji w poszczególnych panelach a jedynie kolejność technologii na 7. opracowanych listach. W pracach tych analizowano 35 technologii zawartych w tabeli 56. Opracowanie ostatecznej wersji Zbiorczej Uogólnionej Listy Technologii Kluczowych bazowało na integracji wspomnianych 35. technologii oraz pozycjonowaniu zintegrowanych technologii na bazie rankingów tematycznych (uniwersalność w odniesieniu do różnych obszarów inżynierii biomedycznej) oraz dyskusji ekspertów wchodzących w skład Panelu Głównego, prowadzącej do konsensusu. Końcowy wynik tych prac przedstawia tabela 57 (w nawiasach podano numery poszczególnych technologii z tabeli 56, tworzących uogólnione opisy).

**Tabela 57.** Zbiorcza Uogólniona Lista Technologii Kluczowych

Lp.	Technologia kluczowa
1	Technologie teleinformatyczne ukierunkowane na zdalne wspomaganie diagnostyki, monitorowania, terapii i rehabilitacji pacjentów (pkt: 5, 6, 19, 21, 23, 27, 31)
2	Technologie materiałowe dla implantów kostnych i dla sprzętu rehabilitacyjnego (pkt: 11, 13, 26)
3	Technologie wytwarzania urządzeń wspomagających lub umożliwiających lokomocję i interakcję z otoczeniem osób z upośledzeniem zmysłów i /lub narządu ruchu, a także ostrzegających przed zagrożeniami (pkt: 7, 8, 22, 26)
4	Technologie materiałowe dla implantów degradowalnych i inżynierii tkankowej (pkt: 12, 29)
5	Technologie wytwarzania wyspecjalizowanych, inteligentnych systemów i podzespołów do dozowania substancji leczniczych oraz substancji zapewniających wspomaganie lub zastępowanie utraconych funkcji wydzielniczych organizmu (pkt: 9, 10)
6	Technologie wytwarzania wyspecjalizowanych, inteligentnych miniaturowych systemów do pomiarów biochemicznych, w tym pomiarów w genetyce, ułatwiających diagnostykę przy łóżku pacjenta (pkt: 33, 34, 35)
7	Optymalizacja metod przeszukiwania dużych baz danych obrazowych oraz automatycznego i lekarskiego rozumienia obrazów medycznych, a także wspomaganie funkcjonalności aparatury diagnostycznej (pkt: 16, 18, 20, 25)
8	Technologie teleinformatyczne ukierunkowane na wspomaganie oceny zdrowotności wybranych populacji (badania przesiewowe) (pkt: 23, 24)
9	Optymalizacja programów administrowania dużymi bazami danych biomedycznych (pkt: 1, 2, 17)
10	Systemy techniczne i informatyczne wspomagające planowanie i prowadzenie leczenia operacyjnego (pkt: 28,30) oraz nadzór okołoporodowy (pkt: 32)

## Rozdział 12

### Analiza SWOT

#### Wprowadzenie

Celem analizy SWOT jest wskazanie silnych i słabych stron badanego systemu oraz szans i zagrożeń związanych z jego funkcjonowaniem w otoczeniu zewnętrznym. Skrót SWOT oznacza:

**S** (Strengths – Silne strony)

**W** (Weaknesses – Słabe strony)

**O** (Opportunities – Szanse)

**T** (Threats – Zagrożenia)

Rysunek 61 ilustruje układ analizy SWOT w kontekście czynników wewnętrznych, stanowiących cechy badanego systemu, czynników zewnętrznych stanowiących atrybuty otoczenia zewnętrznego oraz czynników pomagających i przeszkadzających w osiągnięciu celu badanego systemu.

	<b>Czynniki pomocne</b> w osiągnięciu celu	<b>Czynniki</b> <b>szkodliwe</b> utrudniające osiągnięcie celu
<b>Czynniki</b> <b>wewnętrzne</b> (atrybuty organizacji / projektu)	<b>Silne strony</b>	<b>Słabe</b> <b>strony</b>
<b>Czynniki</b> <b>zewnętrzne</b> (atrybuty otoczenia zewnętrznego)	<b>Szanse</b>	<b>Zagrożenia</b>

Rys. 61. Układ analizy SWOT

#### Metodyka badań

Analiza SWOT została przeprowadzona według następującego schematu:

1. Opracowanie przez Panele Tematyczne list czynników analizy SWOT uwzględniających specyfikę poszczególnych obszarów inżynierii biomedycznej.
2. Opracowanie przez Panel Główny uogólnionej listy czynników analizy SWOT dla całego obszaru technologii medycznych.

## Wyniki

W tabelach 58-61 przedstawiono listy czynników opracowane w Panelach Tematycznych. W każdej tabeli numeracja czynników obejmuje numer czynnika i oddzielony od niego znakiem „,” – numer panelu (1 – Panel Ekonomiczny, 2 – Panel Biopomiary, 3 – Panel Sztuczne i Hybrydowe Narządy, 4 – Panel Biomateriały, 5 – Panel Biomechanika, 6 – Panel Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych, 7 – Panel Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie).

**Tabela 58.** Czynniki stanowiące silne strony sektora technologii medycznych w poszczególnych Panelach Tematycznych

Lp.	SILNE STRONY
1.1	Duży rynek medyczny
2.1	Wysoki poziom nauczania na uczelniach medycznych
3.1	Istnienie niepublicznych instytucji w ochronie zdrowia, które mogą być źródłem finansowania prac badawczo-rozwojowych i wdrażania innowacji
4.1	Możliwość wykorzystania funduszy strukturalnych na innowacje oraz B+R
5.1	Aktywność środowiska medycznego (naukowego) i szerokie spektrum zagadnień, którymi zajmują się naukowcy
6.1	Obiecujący potencjał ludzki w IT
7.1	Głód sukcesu
8.1	Silna baza naukowa
9.1	Wysoka innowacyjność medycyny
10.1	Wysoka kultura techniczna
11.1	Gotowość do finansowania produkcji firm technologii medycznych
12.1	Silne więzi społeczne sprzyjające rozwojowi medycyny i opieki
13.1	Zdolni przedsiębiorczy ludzie
14.1	Młode społeczeństwo
15.1	Istnienie firm posiadających doświadczenie we wdrażaniu podobnych technologii
16.1	Rozpoznawalne marki globalne
17.1	Rozbudowana sieć dystrybucji krajowej i globalnej
18.1	Promowanie i współfinansowanie przez państwo projektów badawczo-naukowych
19.1	Możliwość adaptacji istniejącego parku maszynowego
20.1	Wysokiej jakości technologie/produkty



Lp.	SILNE STRONY
21.1	Firmy posiadające doświadczenie w certyfikacji
22.2	Zaplecze naukowo/informatyczne w dziedzinie danej technologii pomiarowej
23.2	Dostępność z importu materiałów, komponentów do danej technologii
24.2	Mała kosztochłonność danej technologii
25.2	Unowocześnienie procedur medycznych przy zastosowaniu danej technologii
26.2	Zapewniony zbytny na rynku krajowym danej technologii
27.2	Poprawa komfortu życia dzięki danej technologii
28.2	Możliwość łatwej współpracy z istniejącymi już urządzeniami medycznymi, wysoki stopień standaryzacji i kompatybilności nowego systemu pomiarowego
29.2	Rozwój krajowej produkcji przemysłowej w związku z wdrożeniem danej technologii
30.2	Powszechność zastosowania tej technologii, również poza medycyną
31.2	Stymulacja nowatorskich rozwiązań, nowej wiedzy dzięki wdrożeniu danej technologii
33.3	Wysoki poziom kompetencji i wysoka efektywność jednostek naukowo-badawczych w obszarze sztucznych i hybrydowych narządów
34.3	Możliwość rozwijania działalności usługowej z obszaru telemedycyny (telemonitorowanie, telescreening), która w większym stopniu opiera się na posiadanej wiedzy i doświadczeniu (medycznym i technicznym) niż na konieczności angażowania dużego kapitału
35.3	Integracja środowiska w sektorze naukowo-badawczym
36.3	Możliwość koncentracji tematyki prac naukowo-badawczych
37.3	Posiadanie własnych lub uzyskanie zewnętrznych środków finansowych, znaczących w wymiarze krajowym, przeznaczonych na infrastrukturę lub badania, w tym również z zakresu wybranych sztucznych lub hybrydowych narządów (dotyczy środków zarezerwowanych, które zostaną uruchomione w najbliższej przyszłości)
38.3	Duże prawdopodobieństwo, że finansowanie przez państwo badań dotyczących rozwoju wybranych sztucznych narządów (np. sztuczne serce, nerka) będzie kontynuowane w przyszłości
39.3	Uniwersalność rozwiązań – możliwość ich zastosowania również w innych dziedzinach
40.4	Szybko rozwijające się technologie
41.4	Duża liczba patentów i wdrożeń
42.4	Dobrze rozwinięta sieć wyższych uczelni mogących podjąć się kształcenia kadr
43.4	Współpraca z ośrodkami w kraju i za granicą

Lp.	SILNE STRONY
44.4	Ugruntowana pozycja producentów znajdujących się od lat na rynku technologii medycznych
45.4	Potencjał kadrowy polskich instytucji naukowo-badawczych oraz działów badawczo-rozwojowych instytucji zaangażowanych w technologie medyczne
46.5	Dobra opinia u klientów
47.5	Dobre kontakty międzynarodowe
48.5	Doświadczenia pracowników w realizacji technologii
49.5	Duża liczba dobrych informatyków w kraju
50.5	Łatwość importu nowych technologii przemysłowych i materiałów wynikających z otwarcia i umiędzynarodowienia polskiej gospodarki
51.5	Mała kosztochłonność prac badawczo-rozwojowych technologii medycznych
52.5	Nacisk społeczny na wytwarzanie nowoczesnych, masowo produkowanych i tanich produktów medycznych
53.5	Unowocześnienie procedur medycznych
54.5	Wysoki poziom naukowy i entuzjazm specjalistów i naukowców
55.5	Wzrost liczby ludzi z wyższym wykształceniem
56.5	Zabezpieczenie potrzeb rynku krajowego
57.5	Zainteresowanie środowisk problematyką nowoczesnych technologii medycznych
58.5	Zapotrzebowanie społeczeństwa i przyzwolenie na rozwój technologii medycznych
59.6	Liczne (i silne) ośrodki naukowe (uczelnie i PAN) prowadzące badania w zakresie inżynierii biomedycznej, w tym w dziedzinie obrazowania medycznego
60.6	Nieźle przygotowanie merytoryczne zespołów naukowych, technicznych i medycznych
61.6	Wysokie i stale rosnące ambicje poszczególnych zespołów
62.6	Typowa dla Polaków umiejętność rozwiązywania bieżących, nietypowych problemów
63.6	Coraz szersze wykorzystanie zaawansowanych technik sieciowych/teleinformatycznych
64.6	Coraz częstsze wykorzystanie inteligentnych metod komputerowych
65.6	Wysoka jakość współczesnych systemów wizualizacji obrazów medycznych
66.6	Solidne długo- i krótkoczasowe archiwa danych/dostępność danych
67.6	Duża gama interfejsów cyfrowych ułatwiających współpracę w systemach medycznych/szpitalnych

Lp.	SILNE STRONY
68.6	Znacząca poprawa komfortu życia znaczącej grupy osób przy zaangażowaniu niewielkich nakładów
69.6	Rozwój zakładów produkcyjnych opartych na nowoczesnych technologiach
70.6	Produkty multi-technologiczne (np. mechatroniczne, bioelektroniczne itp.)
71.6	Łatwość obsługi/przyjazny interfejs użytkownika
72.6	Wysoki poziom standaryzacji poszczególnych elementów systemu (otwartość systemu, modułowość, przenośność, kompatybilność, dostępność)
73.6	Powszechność zastosowań (skala potencjalnych zastosowań)
74.6	Duży postęp wiedzy i możliwości/przełom/nowatorstwo
75.7	Technologia informatyczna dynamicznie rozwija się w zakresie sprzętu, oprogramowania i usług
76.7	Sieci neuronowe pozwalają wykorzystywać wiedzę empiryczną, której nie potrafimy przedstawić w postaci algorytmu
77.7	Polscy informatycy są w skali globalnej bardzo wysoko oceniani pod względem umiejętności
78.7	Dobry poziom teoretyczny i oryginalne pomysły w zakresie rozwiązań informatycznych
79.7	Przyciągany jest kapitał zagraniczny (np. Siemens-Wrocław) i wzrasta zatrudnienie informatyków
80.7	Sieci neuronowe i pozostałe inteligentne systemy obliczeniowe posiadają możliwość douczania się już w trakcie działania systemu eksperckiego
81.7	Wysoki poziom wiedzy grup prowadzących badania
82.7	Zdolność szybkiego uczenia się polskich naukowców, praktyków i gotowość organizacji ochrony zdrowia do adaptowania oraz korzystania z nowoczesnych urządzeń i aparatury

**Tabela 59.** Czynniki stanowiące słabe strony sektora technologii medycznych w poszczególnych Panelach Tematycznych

Lp.	SŁABE STRONY
1.1	Złe uregulowania prawne dotyczące własności intelektualnej
2.1	Istnienie luki innowacyjnej pomiędzy Polską a krajami wysokorozwiniętymi
3.1	Brak polityki naukowej i innowacyjnej
4.1	Zróźnicowanie rentowności
5.1	System finansowania służby zdrowia i nauki
6.1	Słabe umiejętności pracy zespołowej, współdziałania
7.1	Krótki cykl życia produktów

Lp.	SŁABE STRONY
8.1	Brak możliwości wdrożenia technologii
9.1	Brak mechanizmów popierania wdrożeń
10.1	Brak związków i wymiany między medycyną, technologią a biznesem
11.1	Wysokie koszty wdrożenia
12.1	Wysokie koszty wytwarzania/surowców
13.1	Brak znajomości wymagań zharmonizowanych
14.1	Ograniczone środki przeznaczone na działalność dystrybucyjną i marketingową
15.1	Starzenie się kadry
16.1	Baza materialna do prowadzenia prac, w tym także baza informatyczna
17.1	Brak możliwości wdrożenia technologii (wysokie koszty wdrożenia)
18.1	Niekorzystna sytuacja firm z punktu widzenia dystrybucji wyrobów w kraju
19.1	Brak możliwości adaptacji istniejącego parku maszynowego
20.1	Wysokie koszty surowcowe
21.1	Ograniczone środki finansowe przeznaczone na działalność marketingową
22.2	Niedostatki koniecznego zaplecza badawczo-naukowego dla wdrożenia danej technologii pomiarowej
23.2	Wysoki koszt badań koniecznych do wdrożenia danej technologii
24.2	Słabo opanowana ścieżka wdrożeń innowacyjnych do wdrożenia danej technologii
25.2	Duże koszty zakupu i eksploatacji danego urządzenia pomiarowego
26.2	Wąski obszar zastosowań/ograniczona skala zastosowań danej technologii pomiarowej
27.2	Konieczność szczegółowych badań oraz znacznej pracochłonności i nakładów związanych z wdrożeniami
28.2	Brak akceptacji społecznej dla tych technologii
29.2	Akademickość rozwiązań, małe szanse na praktyczne wykorzystanie danej technologii pomiarowej
30.2	Brak wsparcia priorytetów UE i krajowych dla takiej technologii pomiarowej
31.3	Słabo rozwinięty sektor krajowych przedsiębiorstw w obszarze technologii medycznych, szczególnie w zakresie zaawansowanych technologii
32.3	Słabość finansowa rodzimego sektora przedsiębiorstw technologii medycznych
33.3	Niskie zainteresowanie sektora przedsiębiorstw współpracą ze sferą naukowo-badawczą

Lp.	SŁABE STRONY
34.3	Wysoki stopień złożoności sztucznych i hybrydowych narządów
35.3	Przeciążenie pracowników wyższych uczelni działalnością dydaktyczną i / lub biurokratyczną
36.3	Brak gotowych, nadających się do skomercjalizowania rozwiązań
37.3	Niskie uposażenia (szczególnie w sektorze naukowo-badawczym i w służbie zdrowia) i spodziewany odpływ kadry za granicę
38.4	Problemy z wdrożeniem nowych technologii medycznych w związku z sytuacją panującą na rynku innych krajów Unii Europejskiej
39.4	Długotrwała procedura pozyskiwania zgody na przeprowadzenie kolejnych badań; ( <i>formalności</i> )
40.4	Nikły wpływ sektora przemysłowego na kierunki badań
41.4	Brak szerokiej dostępności do korzystania z usług laboratoriów wyposażonych w nowoczesny i zaawansowany sprzęt laboratoryjny ( <i>a jeśli jest, to wysokie koszty użytkowania</i> )
42.4	Niewielka ilość instytucji akredytowanych uprawnionych do wydawania zezwoleń na badania <i>in vivo</i>
43.4	Wyraźne niedofinansowanie ośrodków badawczych zajmujących się wprowadzaniem technologii medycznych
44.4	Słabo rozwinięty sektor produkcyjny wykorzystujący nowe technologie medyczne
45.4	Małe zainteresowanie państwa związane z wprowadzeniem nowych technologii medycznych na rynek
46.4	Utrudnienia dla inwestorów prywatnych związane z wprowadzaniem na rynek nowych technologii medycznych
47.4	Jakość, czas i koszt wytworzenia
48.4	Brak zdolności przyciągania i zatrzymania wykwalifikowanej kadry w Polsce (niski poziom płac, niestabilność stanowisk, zmienny zakres obowiązków pracowniczych)
49.4	Brak wsparcia finansowego wdrożeń
50.4	Brak przejrzystego systemu finansowo-prawnego zajmującego się wprowadzeniem produktu od momentu powstania w ośrodku badawczym do wprowadzenia technologii w zakładzie produkcyjnym (niejasna droga finansowania technologii pomiędzy laboratorium badawczym a rynkiem zbytu)
51.4	Brak preferencyjności dla jednostek pracujących nad technologiami medycznymi
52.4	Niski poziom nakładów budżetowych na badania i rozwój technologii medycznych
53.4	Działania reklamowe i promocyjne (brak reklamy i zainteresowania promowaniem tej dziedziny przemysłu)
54.4	Brak własnej znanej marki
55.4	Brak reklamy polskich wyrobów w Europie

Lp.	SŁABE STRONY
56.5	Brak doświadczenia i zaplecza badawczego w rozwiązywaniu zagadnień projektowania, a szczególnie produkcji urządzeń medycznych
57.5	Brak nowoczesnych laboratoriów badawczo-naukowych na poziomie UE
58.5	Brak praktycznych doświadczeń wdrożeń w wytwarzaniu biomateriałów wszczepialnych
59.5	Brak przejrzystości przy podziale funduszy na naukę
60.5	Brak systemu ekonomiczno-prawnego wspierającego wdrożenia technologii
61.5	Brak szans na eksport w ramach technologii medycznych
62.5	Brak szkoleń podwyższających kwalifikacje użytkowników nowych technologii
63.5	Brak wsparcia otoczenia i programu rozwoju
64.5	Brak znaczących inwestycji w park maszynowy
65.5	Brak znaczących wdrożeń technologii medycznych
66.5	Brak zrozumienia decydentów o opłacalności technologii medycznych
67.5	Niewydolny system emerytalny i ubezpieczeń społecznych
68.5	Niski poziom informatyzacji
69.5	Niski poziom rozwoju otoczenia technicznego dla technologii medycznych
70.5	Niskie nakłady na badania naukowe i wdrożenia
71.5	Słaba baza w ogólnej służbie zdrowia
72.5	Słabe przyzwolenie na nowe technologie medyczne
73.5	Trudności ze ściąganiem należności
74.5	Zbyt mała pomoc ze strony państwa
75.5	Zbyt mała pomoc ze strony UE
76.6	Różne niedostatki bazy materialnej
77.6	Zdarzające się lenistwo mentalne, będące skutkiem długiego chronienia środowiska nauki przed działaniem rynku
78.6	Mimo wysiłków ciągle stosunkowo słaba współpraca nauki z przemysłem
79.6	Słaba koordynacja badań na szczeblu centralnym
80.6	Niedostateczne finansowanie wdrożeń w zakresie inżynierii biomedycznej, ich niski priorytet
81.6	Słabo opanowana ścieżka wdrażania innowacyjnych technologii (szczególnie w medycynie)
82.6	Duże koszty zakupu/eksploatacji sprzętu

Lp.	SŁABE STRONY
83.6	Wąski obszar zastosowań/ograniczona skala problemu
84.6	Konieczność szczegółowych badań oraz znaczna pracochłonność i nakłady związane z wdrożeniami
85.6	Konieczność multidyscyplinarnego kształcenia zarówno w zakresie nauk przyrodniczych jak i technicznych
86.6	Brak uregulowania opłat za automatyczne usługi medyczne (np. telemedyczne) ze środków ubezpieczeń społecznych
87.6	Brak możliwości ucyfrowienia/osieciowania niektórych placówek medycznych
88.6	Zbytняя złożoność/abstrakcja/komplikacja/rozbudowanie
89.6	Brak zainteresowania społecznego/podmiotów finansowych, akceptacji społecznej
90.6	Akademickość rozwiązań/brak pragmatyzmu
91.6	Niedostępność technologii/możliwości realizacji
92.7	Bezpieczeństwo wymiany danych medycznych
93.7	Mała świadomość wymagań prawnych związanych z wprowadzaniem do obrotu wyrobów medycznych, w tym oprogramowania
94.7	Rosnąca złożoność oprogramowania wymaga stosownej dokumentacji projektowej
95.7	Standardy są piętą achillesową. Bardzo słabe dążenie do standaryzacji. a) Standard HL7 nie został wprowadzony na szerszą skalę, np. w zakresie komunikacji pomiędzy ubezpieczycielem (NFZ), jednostkami ochrony zdrowia, b) Stajemy przed zadaniem wprowadzenia usystematyzowanej nomenklatury medycznej SNOMED CT. Jeżeli jej wprowadzenie będzie wyglądało podobnie do HL7, to powodzenie jest wątpliwe, c) Brak standardowych systemów klasyfikacyjnych znanych w USA i Europie, np. DRG (do oceny kosztów opieki zdrowotnej).
96.7	Słabą stroną jest oprogramowanie tworzone na wyższych uczelniach. Brak zaplecza pozwalającego utrzymać to oprogramowanie. Brak motywacji finansowej dla autorów z uczelni do sprzedaży. Nie działa mechanizm przekazywania oprogramowania firmom komercyjnym, które zapewniłyby jego serwis
97.7	Wysokie koszty wdrażania nowoczesnych metod i technologii
98.7	Brak dużych firm i korporacji finansujących nowatorskie rozwiązania techniczne i technologiczne
99.7	Niekonkurencyjne płace i złe warunki pracy w ośrodkach badawczo – rozwojowych
100.7	Emigracja najzdolniejszych pracowników naukowych, studentów i trudność w pozyskiwaniu młodych fachowców

**Tabela 60.** Czynniki stanowiące szanse dla sektora technologii medycznych w poszczególnych Panelach Tematycznych

Lp.	SZANSE
1.1	Rynek produktów medycznych – istnienie wielu nisz
2.1	Wzrost dobrostanu
3.1	Wielkie potencjalne przychody i zyski
4.1	Szansa ekspansji biznesowej, technologicznej i cywilizacyjnej
5.1	Przywództwo regionalne w technice i technologii medycznej
6.1	Wielość pomysłów
7.1	Waga społeczna
8.1	Wielki rynek
9.1	Szanse na wzrost w tym sektorze
10.1	Otwartość na innowacje
11.1	Osiągnięcie wysokiego wzrostu gospodarczego
12.1	Zwiększenie popytu globalnego
13.1	Łatwość zdobycia rynków europejskich/globalnych
14.1	Obniżka stóp procentowych, łatwość uzyskania kredytów, instrumenty finansowania proponowane przez państwo
15.1	Brak podobnych technologii na rynku globalnym
16.1	Wysoka wycena procedur medycznych
17.2	Szansa wsparcia finansowego z priorytetów UE i krajowych dla takiej technologii pomiarowej
18.2	Realna możliwość wyjścia na świat z danym rozwiązaniem technologicznym
19.2	Szansa szerokiego wykorzystania nowej techniki pomiarowej w kraju
20.2	Perspektywiczna obniżka kosztów w związku z postępem w miniaturyzacji urządzeń elektronicznych
21.2	Poprawienie komfortu życia dla starzejącego się społeczeństwa
22.2	Brak konkurencyjnych urządzeń na rynku
23.2	Perspektywa dofinansowania tego urządzenia przez publiczną służbę zdrowia
24.2	Perspektywa wykorzystania urządzenia przez medyczny sektor prywatny
25.2	Pojawienie się współpracy w ramach UE przy realizacji danego wdrożenia technologicznego



Lp.	SZANSE
26.2	Wzrost wykształcenia społeczeństwa w zakresie nauk techniczno-medycznych
27.3	Szybki wzrost gospodarczy Polski, wzrost zamożności społeczeństwa
28.3	Wzrost świadomości zdrowotnej społeczeństwa
29.3	Działania wymuszające współpracę i integrację ośrodków naukowo-badawczych
30.3	Możliwość pozyskiwania środków finansowych z UE (zarówno przez sektor naukowo-badawczy, jak i sektor przedsiębiorstw) oraz zgodność tematyki sztucznych narządów z priorytetami UE (7 PR)
31.3	Duży potencjalny rynek zbytu oraz możliwości eksportowe
32.3	Możliwość eksportu technologii potencjalnie tańszych niż stosowanych/produkowanych w krajach tzw. starej UE
33.3	Możliwość rozwoju technologii, systemów, urządzeń i usług dotyczących niszowych obszarów technologii medycznych
34.3	Łatwość i niski koszt rejestracji urządzeń medycznych kategorii I w Polsce w porównaniu z krajami „starej” UE
35.4	Kryteria etyczne (personel medyczny, pacjenci) Rozwój chorób cywilizacyjnych i starzenie się społeczeństwa powoduje wzrost zapotrzebowania na opracowanie nowoczesnych technologii medycznych tym samym na społeczne przyzwolenie na ich stosowanie
36.4	Powszechna dostępność Gwarancja stosowania nowych technologii dla wszystkich grup społecznych niezależnie od statusu majątkowego Dobre wyposażenie ośrodków medycznych i badawczych w zaawansowaną aparaturę pomiarowo-badawczo-medyczną Potencjalny wpływ na podwyższenie poziomu życia w Polsce Prawdopodobieństwo zaspokojenia potrzeb w Polsce
37.4	Struktura zasobów ludzkich Rozwój i produkcja technologii medycznych, wzrost popytu na nowe rozwiązania technologiczne daje możliwości stworzenia nowych miejsc pracy, a tym samym ograniczenie emigracji zarobkowej specjalistów
38.4	Innowacyjność wdrożonych technologii Wpływ na poprawę życia pacjentów zwłaszcza dotkniętych chorobami cywilizacyjnymi, przewlekłymi, onkologicznymi Poprawa skuteczności medycznej Automatyzacja i robotyzacja procedur medycznych Szansa dla promocji i wdrożenia niszowych technologii medycznych

Lp.	SZANSE
39.4	<p>Technologie priorytetowe</p> <p>Obniżenie nakładów finansowych państwa na leczenie chorób przewlekłych (np. cukrzyca) cywilizacyjnych (np. choroba wieńcowa, nowotwory), przyspieszenie czasu rehabilitacji i obniżenie jej kosztów wśród pacjentów dotkniętych urazami ortopedycznymi</p>
40.4	<p>Patenty i wynalazki</p> <p>Szansa rozwoju i wdrożenia technologii medycznych wspomagających leczenie i rehabilitację pacjentów</p> <p>Stosowanie metod nieinwazyjnych lub minimalnie-inwazyjnych</p>
41.4	<p>Rozwój technologii medycznych na świecie</p> <p>Szybki rozwój technologii medycznych na świecie pozwala na stworzenie urządzeń, materiałów, udoskonalenie technik medycznych mogących skutecznie pomóc w walce z chorobami cywilizacyjnymi i/lub nieuleczalnymi</p>
42.4	<p>Możliwości wdrożeń</p> <p>Wzrost stopy życiowej ludności daje szanse na dalsze rozwijanie się badań nad nowymi technologiami medycznymi.</p> <p>Pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości, zarówno w obszarach technologii niszowych jak i wysokonakładowych.</p> <p>Dodatkowe wpływy do budżetu krajowego spowodowane wdrożeniem nowych technologii, opracowaniem patentów i licencji</p> <p>Możliwość sfinansowania przedsięwzięcia w krótkim okresie przynoszącego zysk ze względu na jasno sprecyzowane akty prawne i rynek pacjentów</p>
43.4	<p>Innowacyjność krajowa i zagraniczna</p> <p>Możliwość wprowadzenia udogodnień poprawiających komfort życia pacjentów i lekarzy</p> <p>Poszerzenie rynków zbytu dla produktów krajowych poprzez ich eksport lub transfer technologii (szczególnie tych zajmujących się produktami niszowymi)</p>
44.4	<p>Potencjał naukowy</p> <p>Dobrze wykształcona kadra naukowo-badawcza jest istotnym czynnikiem wpływającym na rozwój, innowację technologii medycznych w Polsce</p>
45.4	<p>Krajowe zaplecze badawcze (ludzkie i aparaturowe)</p> <p>Dobrze wyposażone w sprzęt laboratoria badawcze, sale operacyjne, a także wysoce wykwalifikowany personel naukowy i medyczny dają możliwość poprawy skuteczności i efektywności przeprowadzanych badań, operacji chirurgicznych itp.</p> <p>Możliwość przeprowadzenia większości skomplikowanych operacji, a także leczenia chorób cywilizacyjnych bez konieczności kosztownego leczenia w ośrodków zagranicznych</p> <p>Skrócenie czasu oczekiwania na badania specjalistyczne</p> <p>Szybszy rozwój nowych technologii medycznych w Polsce</p>
46.4	<p>Zgodność z priorytetami międzynarodowymi i unijnymi</p> <p>Możliwość zaistnienia krajowych technologii medycznych na rynkach unijnych i światowych</p> <p>Wzrost inwestycji zagranicznych w dziedzinie technologii medycznej w Polsce</p>

Lp.	SZANSE
47.4	<p>Priorytety dla chorób stanowiących podstawowe problemy zdrowotne w Polsce</p> <p>Zmniejszenie stopnia inwalidztwa, śmiertelności osób dotkniętych chorobami</p>
48.4	<p>Wpływ nowych technologii na leczenie chorób cywilizacyjnych i poprawę wskaźnika zdrowia</p> <p>Rozwój nowych technologii medycznych stwarza możliwości skuteczniejszego leczenia chorób cywilizacyjnych i przez co przyczyniać się do wzrostu wskaźnika</p>
49.4	<p>Bezpieczeństwo technologii, wyrobów i procedur medycznych</p> <p>Zastosowanie sprawdzonych, bezpiecznych technologii, materiałów, procedur badawczych wpływa na efektywność przeprowadzonych badań, zabiegów, a tym samym na wydłużenie zdrowia i życia pacjentów</p> <p>Wzrost zaufania pacjentów do korzystania z nowych rozwiązań technologicznych i materiałowych w zakresie inżynierii biomedycznej.</p>
50.4	<p>Nakłady finansowe i badawcze zgodne z hasłem „lepiej zapobiegać niż leczyć”</p> <p>Skierowanie nakładów finansowych, wzmoczenie badań na działania prewencyjne, zapobiegawcze w zakresie ochrony zdrowia będące często znacznie skuteczniejsze, mniej skomplikowane i mniej kosztowne od leczenia farmakologicznego, szpitalnego, operacyjnego itp.</p>
51.4	<p>Ustawy i rozporządzenia dotyczące działalności w danej branży</p> <p>Zatwierdzenie ustaw wspomagających wdrożenie i rozwój prac badawczych nad innowacyjnością już istniejących technologii medycznych. Poprawa istniejących przepisów prawnych dotyczących sposobu wprowadzania nowych materiałów i środków medycznych.</p>
52.4	<p>Zgodność z systemami i programami ochrony zdrowia</p> <p>Zapewnia wszystkim technologiom medycznym równe szanse startu na rynek krajowy i jednakowe ich traktowanie dyktowane zapotrzebowaniem kreowanym przez pacjentów. Produkty/technologie poddane tym samym sankcjom prawnym mają mniejsze szanse stać się źródłem konfliktów prawnych z powodu niedopracowania (niedotestowania)</p> <p>Gwarancja dostępności nowoczesnych produktów dla warstw społecznych pozostających na granicy ubóstwa</p>
53.5	Dofinansowanie z funduszy strukturalnych UE
54.5	Międzynarodowa współpraca naukowców i technologów
55.5	Możliwość konkurencji międzynarodowej poprzez technologie medyczne
56.5	Możliwość zwiększenia realizowanej aktualnie liczby procedur medycznych w Publicznych i Niepublicznych Zakładach Opieki Zdrowotnej.
57.5	Otwarcie na rynek Europejski
58.5	Poprawa jakości usług medycznych
59.5	Poprawa poziomu życia
60.5	Rozwój eksportu
61.5	Rozwój nauki
62.5	Rozwój sektora małych i średnich przedsiębiorstw

Lp.	SZANSE
63.5	Rozwój zastosowań internetu i informatyki dla potrzeb technologii medycznych
64.5	Starzenie się społeczeństwa i zwiększenie popytu na usługi medyczne
65.5	Stymulowanie rozwoju technologicznego
66.5	Wzrost gospodarczy
67.5	Wzrost liczby prywatnych placówek służby zdrowia
68.5	Wzrost stabilności życia oraz świadomości, że pacjent „nie jest bez szans”
69.5	Wzrost zamożności społeczeństwa
70.5	Zbliżenie rozwoju krajowego poziomu technologii medycznych do istniejącego w USA i UE
71.5	Zwiększenie liczby ludzi aktywnych zawodowo
72.5	Zwiększenie popytu krajowego
73.6	Powszechna już zapewne świadomość potrzeby zmian i reform w służbie zdrowia
74.6	Realne otwarcie na świat, związane m.in. z wejściem do UE
75.6	Szansa szerokiego wykorzystania techniki obrazowania biomedycznego w badaniach screeningowych (profilaktyka)
76.6	Możliwość korzystania z finansowania prac ze środków europejskich
77.6	Taniejące systemy komputerowe i wzrost ich mocy obliczeniowej
78.6	Zauważalna zmiana pokoleniowa, która i w biznesie i w nauce staje się faktem
79.6	Konkurencyjność na rynku
80.6	Wzrost dofinansowania służby zdrowia
81.6	Rozwój medycznego sektora prywatnego
82.6	Współpraca (badawcza, organizacyjna, prawna) w ramach Unii
83.6	Ogólny postęp cywilizacyjny
84.6	Wzrastająca długość życia i równocześnie zamożność obywateli
85.6	Wzrastająca samoświadomość medyczna i troska o długie życie
86.6	Powszechne dążenie do samodzielności (osoba starsza woli się otoczyć aparaturą, niż czuć zależną od np. opieki ze strony dzieci)
87.6	Konieczność unifikacji i zapewnienia coraz wyższych standardów usług medycznych
88.6	Tendencje ekologiczne oraz wzrastająca mobilność bez ograniczeń wiekowych
89.6	Oparcie diagnostyki na technologii multimodalnej
90.6	Rozwój kultury technicznej/kultury zdrowotnej

Lp.	SZANSE
91.6	Postęp technologiczny w obszarze teleinformatyki/telemetrii
92.6	Wzrost liczby użytkowników internetu
93.6	Rozwój komunikacyjny
94.6	Poprawa jakości infrastruktury zdrowotnej
95.6	Standaryzacja rozwiązań technologicznych w zakresie telekomunikacji/informatyki/elektroniki
96.6	Obiektywizacja wiedzy medycznej/rozwój medycyny bazującej na faktach/większa spójność rozwoju medycyny i techniki
97.6	Nowe formy wspólnej edukacji techniczno-medycznej
98.7	Mobilność społeczeństwa i stosowanie technologii bezprzewodowej stwarza szanse na rozwój aplikacji medycznych i wbudowywanie/łączenie ich w typowe systemy powszechnego użytku (np. telefony komórkowe, PDA)
99.7	Dostępność tanich przyjaznych interfejsów użytkownika (np. ekrany dotykowe) może ułatwić posługiwanie się urządzeniami o dużej złożoności programowej
100.7	Prognozowane starzenie się społeczeństwa i spodziewany wzrost zapotrzebowania na infrastrukturę informatyczną i aparaturową do zdalnej opieki domowej
101.7	Finansowanie ze strony UE i Norwegii
102.7	Dobry poziom polskich informatyków
103.7	Swobodny przepływ ludzi, idei i technologii w ramach Unii Europejskiej
104.7	Rozwój tanich środków komunikacji medialnej (internet, intranet, poczta elektroniczna, VoIP)
105.7	Powszechny dostęp do ośrodków naukowo – badawczych, materiałów źródłowych i informacji fachowej
106.7	Krótszy czas od idei do wdrożenia
107.7	Możliwość szerokiego upowszechniania informacji medycznej
108.7	Wysoki stopień publicznej świadomości potrzeby korzystania z nowych rozwiązań stosowanych w medycynie
109.7	Łatwe kontakty pośrednie i bezpośrednie z fachowcami różnych dziedzin medycyny
110.7	Indywidualizowanie potrzeb pacjentów i metod leczenia
111.7	Rynek produktów medycznych – istnienie wielu nisz
112.7	Rozwój tanich gadżetów medycznych

**Tabela 61.** Czynniki stanowiące zagrożenia dla sektora technologii medycznych w poszczególnych Panelach Tematycznych

Lp.	ZAGROŻENIA
1.1	Nieprzemyślana reforma sektora B+R
2.1	Zwiększenie wymagań prawnych
3.1	Stosowanie cen dumpingowych
4.1	Napływ konkurencji zagranicznej
5.1	Obniżenie poziomu edukacji
6.1	Emigracja zdolnych i przedsiębiorczych ludzi, kadr
7.1	Przygnębiający klimat społeczny, poczucie niemożności
8.1	Koszty standardowe pochłaniają fundusze i wypierają innowacyjne rozwiązania
9.1	Zaniechanie reform w służbie zdrowia
10.1	Bariery ekonomiczne
11.1	Słabość mechanizmów politycznych
12.1	Brak venture capital
13.1	Niskie koszty pracy w Chinach i Indiach
14.1	Oderwanie światów produkcji, medycyny, potrzeb pacjentów
15.1	Działania międzynarodowych koncernów, podział pracy na globalnym rynku
16.1	Konkurencja międzynarodowa, niska gotowość do ryzyka w administracji i sektorze finansowym
17.1	Załamanie resztek systemowych powiązań nauka – technologia – przemysł – finanse – polityka
18.1	Zwiększenie wysokości stóp procentowych
19.1	Zwiększenie poziomu inflacji
20.1	Zwiększenie wymagań zharmonizowanych
21.1	Obniżenie finansowania procedur medycznych
22.1	Napływ zagranicznej konkurencji
23.2	Silna konkurencja na rynku istniejących podobnych rozwiązań importowanych po niskich kosztach z krajów azjatyckich
24.2	Konieczność przeprowadzenia długotrwałej procedury certyfikacyjnej przed wprowadzeniem do praktyki klinicznej danego urządzenia
25.2	Ryzyko ponoszenia dużych kosztów na opracowanie danej technologii

Lp.	ZAGROŻENIA
26.2	Krajowe ograniczenia przedsiębiorczości prywatnej koniecznej do realizacji takiego urządzenia pomiarowego
27.2	Ograniczone możliwości zbytu za granicą
28.2	Brak zaufania społecznego i personelu medycznego do tego typu polskiego urządzenia pomiarowego
29.2	Niski poziom technologiczny utrudniający realizację w kraju takiej technologii pomiarowej
30.3	Niskie nakłady państwa na badania naukowe i praktycznie ich brak w sektorze przedsiębiorstw technologii medycznych w obszarze sztucznych narządów
31.3	Problemy etyczne dotyczące niektórych metod i technologii
32.3	Brak mechanizmów i tradycji dotyczących „komercjalizacji” osiągnięć sektora naukowo-badawczego
33.3	Drenaż mózgów związany z otwarciem rynków pracy w UE dla obywateli Polski (emigracja naukowców)
34.3	Niepewna sytuacja sektora naukowo-badawczego
35.3	Brak ogólnopolskiej strategii rozwoju sektora technologii medycznych
36.3	Niskie nakłady na ochronę zdrowia, w tym w szczególności ograniczone środki na procedury wyspospecjalistyczne
37.3	Niski poziom wynagrodzeń, świadczeń rentowych
38.3	Brak lub niewystarczające regulacje prawne
39.3	System rozliczeń stosowany przez NFZ
40.3	Brak zachęt ze strony państwa do rozwijania przez przedsiębiorstwa działalności w sektorze produkcji i usług medycznych
41.3	Szara strefa w systemie ochrony zdrowia
42.3	Konkurencyjne technologie zagraniczne
43.3	System świadczeń gwarantowanych w służbie zdrowia
44.3	Brak akceptacji pewnych technologii (np. związanych z wykorzystaniem narządów odzwierzęcych) przez pacjentów, ich rodziny i społeczeństwo
45.3	Zmienna sytuacja polityczna i jej wpływ na finansowanie i refundację technologii „problematycznych” etycznie
46.3	Niskie zainteresowanie ze strony Ministerstwa Zdrowia i NFZ w pozyskiwaniu nowych technologii medycznych
47.3	Trudne warunki tworzenia nowych, małych przedsiębiorstw
48.3	System oceny placówek badawczych przez państwo, który nie zapewnia należytej promocji działalności wdrożeniowej

Lp.	ZAGROŻENIA
49.3	Brak dostatecznej promocji rodzimych technologii przez państwo
50.4	Kryteria etyczne (personel medyczny, pacjenci) Opór (nieufność) ze strony personelu medycznego i pacjentów na stosowanie nowych materiałów i technologii w warunkach żywego organizmu
51.4	Powszechna dostępność Zahamowanie rozwoju jeszcze nowszych technologii Niższe zaangażowanie personelu medycznego do przeprowadzania skomplikowanych procedur medycznych
52.4	Struktura zasobów ludzkich Warunki ekonomiczne i prawno-polityczne powodujące emigrację zarobkową specjalistów (naukowcy, lekarze, personel badawczo-naukowy)
53.4	Innowacyjność wdrożonych technologii Niska przewidywalność skutków ubocznych stosowania niektórych technologii medycznych, możliwa do zdiagnozowania jedynie w długofalowych testach medycznych (np. zachowanie się materiałów w warunkach <i>in vivo</i> )
54.4	Technologie priorytetowe Obniżenie nakładów na badania naukowe i rozwój technologii w zakresie innych dziedzin inżynierii biomedycznej w kraju
55.4	Patenty i wynalazki Ograniczona możliwość zakupu licencji i patentów zagranicznych, która pozwoliłaby na uruchomienie produkcji krajowej produktów równorzędnych lub substytutów
56.4	Rozwój technologii medycznych na świecie Dynamiczny rozwój nauki i techniki skierowany na poprawę życia i zdrowia pacjentów na skalę światową powoduje duże dysproporcje względem krajowych wdrożeń i rozwoju technologii
57.4	Podstawowe mierniki ekonomiczne (PKB, inflacja) Brak polityki finansowej państwa wspierającej rozwój krajowej branży materiałów i technologii medycznych. Preferencje dla technologii zagranicznych, starszych i tam już nie wykorzystywanych Mniejsze wymagania finansowe (VAT) i prawne dla firm zagranicznych sprzedających produkty, półprodukty, aparaturę czy technologie w porównaniu z wymaganiami kierowanymi do firm rodzimych Niski PKB, wysoka stopa bezrobocia i niestabilność gospodarczo-polityczna powoduje że duży odsetek społeczeństwa może mieć ograniczony dostęp do nowych technologii na rzecz zaspokajania podstawowych potrzeb



Lp.	ZAGROŻENIA
58.4	<p>Innowacyjność krajowa i zagraniczna</p> <p>Wprowadzone produkty szczególnie w dziedzinach gdzie asortyment tego rodzaju jest bardzo bogaty powodować może niedostateczne przebicie się produktów krajowych. Z tego powodu konieczne jest opracowanie preferencyjnych programów postępowania preferujących produkty i technologie krajowe</p> <p>Monitoring rynku krajowego i rynków zagranicznych w celu opracowania strategii dla tych branż i technologii, które mają największą szansę na wdrożenie i efektywność ekonomiczną</p>
59.4	<p>Krajowe zaplecze badawcze (ludzkie i aparaturowe)</p> <p>Zamykanie się przed nowościami technologicznymi płynącymi z krajów lepiej rozwiniętych</p>
60.5	Brak kadry naukowej w szkolnictwie wyższym zainteresowanej tego rodzaju działalnością naukową
61.5	Brak stabilności władzy ustawodawczej i wykonawczej w ostatnich latach
62.5	Brak zrozumienia ze strony osób decydujących o przydział funduszy, zwłaszcza na naukę
63.5	Ciągłe zmiany w reformach finansowania służby zdrowia
64.5	Duża emigracja zarobkowa młodych i wykształconych
65.5	Nadmiernie wysoka specjalizacja – konieczność reglamentowania wysokospecjalistycznych procedur medycznych
66.5	Niemożliwość spełnienia standardów europejskich
67.5	Nieprzewidziane zubożenie społeczeństwa
68.5	Niski poziom wyjściowy bazy technologiczno-technicznej
69.5	Postępujący brak szans na zrównanie poziomu technologii medycznych z krajami dawnej UE
70.5	Silna i bezwzględna konkurencja koncernów zagranicznych
71.5	Wysokie koszty pracy
72.5	Zwiększenie poziomu inflacji
73.5	Zwiększenie wysokości stóp podatkowych
74.6	Brak stabilności rozwiązań prawnych/założeń polityki państwa
75.6	Konieczność przeprowadzenia długotrwałej procedury certyfikacyjnej rozwiązań (programów) przeznaczonych do praktyki klinicznej
76.6	Ryzyko ponoszenia dużych kosztów na opracowanie technologii, które mogą stać się niedługo dostępne komercyjnie
77.6	Prawo patentowe (innowacyjne rozwiązania powinny być poddane kosztownej procedurze patentowej)
78.6	Ograniczenia przedsiębiorczości/restrykcje skierowane przeciw podmiotom prywatnym

Lp.	ZAGROŻENIA
79.6	Wyścig technologiczny z krajami o wyższym poziomie rozwoju i wyższej zamożności obywateli
80.6	Ograniczone możliwości zbytu (za granicą tylko rynki w krajach rozwijających się, w kraju zbyt mało odbiorców)
81.6	Konkurencyjność oparta na niskiej cenie wytworzenia, a nie na jakości produktu
82.6	Konkurencja ze strony producentów urządzeń paramedycznych („cudownych dywaników”) reklamowanych jako skuteczne przy niskiej świadomości społeczeństwa
83.6	Zbyt ścisłe rozgraniczenie specjalności medycznych i technologii, oparcie diagnostyki na technologii jednodalnej
84.6	Brak wiary, że to, co polskie, może być dobre
85.6	Działanie „polskiego piekła”
86.6	Działania biurokratyczne i legislacyjne, które skutecznie ograniczają pole manewru twórczych jednostek
87.6	Wzrost podatków/monopol ubezpieczeń
88.6	Brak zaufania społecznego do lekarzy/upadek etosu
89.6	Tendencje izolacyjne/brak współpracy różnego typu podmiotów na różnych szczeblach
90.7	Niestabilność działania systemów lub świadczonych usług może ograniczyć wiarygodność świadczonych usług w zakresie informatyki medycznej
91.7	Coraz powszechniejsze zastosowanie w aplikacjach medycznych komputerów PC z popularnymi systemami operacyjnymi wpływa istotnie na ich niezawodność
92.7	Sieci neuronowe i algorytmy genetyczne praktycznie nie poddają się walidacji - nie sposób udowodnić, że ich odpowiedź przy określonym zbiorze danych wejściowych będzie prawidłowa
93.7	Obecny system opieki zdrowotnej nie sprzyja wprowadzeniu innowacji. Widać wielką różnicę w podejściu do rozwiązań typu e-zdrowie pomiędzy prywatną, a państwową służbą zdrowia na korzyść tej pierwszej
94.7	Działanie NFZ nie bierze pod uwagę długofalowych korzyści jakie może przynieść telemedycyna/e-zdrowie. Działania NFZ mają bardzo krótki horyzont czasowy
95.7	Słabe finansowanie opieki zdrowotnej
96.7	Skrajnie subiektywna ocena indywidualnych potrzeb ludzkich w zakresie koniecznych usług medycznych
97.7	Brak stabilnej i jednolitej koncepcji ochrony zdrowia na szczeblu państwa oraz zasad i źródeł jej finansowania
98.7	Konkurencja między różnymi ośrodkami leczniczymi i naukowo – badawczymi;
99.7	Niespójny system upowszechniania wiedzy o osiągnięciach naukowych i badawczych

Analiza SWOT dotycząca poszczególnych obszarów inżynierii biomedycznej zaowocowała stworzeniem list czynników analizy SWOT zawierających: 82 czynniki będące silnymi stronami, 100 – słabymi stronami, 112 – szansami i 99 – zagrożeniami, dla rozwoju technologii medycznych w Polsce. Liczby te wskazują na przewagę słabych stron nad silnymi (różnica – 18), ale z drugiej strony na przewagę szans nad zagrożeniami (różnica – 17).

## Uogólniony zestaw czynników

Podsumowaniem analizy SWOT jest uogólniony zestaw czynników opracowany przez Panel Główny na bazie danych zawartych w tabelach 58-61. Panel Główny, podobnie jak większość Paneli Tematycznych, nie oceniał czynników analizy SWOT metodą punktowo-wagową. W związku z tym kolejność czynników będących wynikiem uogólnionej analizy SWOT przedstawionych w tabelach 62-65, nie świadczy o ich istotności. We wspomnianych tabelach przy każdym czynniku podano w nawiasach numery czynników z tabel opracowanych przez Panele Tematyczne, na podstawie których opracowano uogólnione zestawy czynników analizy SWOT.

**Tabela 62.** Czynniki stanowiące silne strony sektora technologii medycznych w Polsce

Lp.	SILNE STRONY
1	Możliwość sfinansowania badań i wdrożenia ich wyników [51.5, 37.3, 35.3, 11.1, 18.1, 38.3, 56.5, 24.2]
2	Potencjał przemysłu zdolnego do wykorzystania wyników badań naukowych [17.1, 44.4, 47.5, 69.6, 46.5, 16.1, 15.1]
3	Brak konserwatyizmu pracowników w zakresie podejmowania nowych zadań badawczych i wdrożeniowych w różnych strukturach organizacyjnych krajowych i międzynarodowych [41.4, 5.1, 72.6, 36.3, 43.4, 39.3, 21.1, 76.7, 74.6, 35.3]
4	Spoleczna ocena technologii jako: - poprawiającej komfort życia i/lub - łatwej w stosowaniu i/lub - skutecznej w diagnostyce i/lub - skutecznej w terapii [12.1, 53.5, 68.6, 57.5, 27.2, 71.6, 58.5, 52.5, 48.5, 73.6]
5	Spoleczeństwo o stosunkowo dużej liczbie zdolnych młodych osób, z kadrą naukową umożliwiającą kształcenie ludzi na poziomie szkół wyższych i prowadzenie zaawansowanych badań naukowych w obszarze nowoczesnych technologii [ 45.4, 42.4, 81.7, 14.1, 82.7, 55.5, 2.1, 13.1, 60.6, 33.3, 54.5]
6	Proinformatyczne zainteresowania młodej generacji owocujące wysoką oceną informatyków w skali globalnej [ 64.6, 22.2, 63.6, 77.7, 49.5, 80.7, 75.7, 6.1]
7	Stabilna baza naukowa poparta wysoką motywacją w przełożeniu na sukces naukowy i ekonomiczny [ 59.6, 10.1, 8.1, 61.6, 78.7, 62.6, 7.1]
8	Opłacalność/ atrakcyjność inwestycji (dla inwestorów) w technologie medyczne [79.7, 4.1, 3.1, 26.2, 1.1]

Lp.	SILNE STRONY
9	Rozwój i wdrażanie technologii medycznych jako innowacyjnej gałęzi gospodarki narodowej [31.2, 19.1, 28.2, 9.1, 25.2, 29.2, 20.1, 40.4, 30.2, 23.2, 50.5, 67.6, 70.6, 34.3]
10	Istnienie i dostępność w kraju medycznych baz danych jako źródło informacji o stanie zdrowotnym społeczeństwa [65.6, 66.6]

**Tabela 63.** Czynniki stanowiące słabe strony sektora technologii medycznych w Polsce

Lp.	SŁABE STRONY
1	Niewystarczające uregulowania prawne w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia [1.1, 28.2, 33.3, 62.5, 78.6, 77.6, 43.4, 18.1, 48.4, 99.7, 76.6, 24.2, 46.4, 70.5, 30.2, 4.1, 64.5, 19.1, 45.4, 79.6, 86.6, 5.1, 38.4, 74.5, 75.5, 73.5, 89.6, 6.1, 93.7, 3.1]
2	Niski poziom nakładów budżetowych na badania i rozwój technologii medycznych [ 35.3, 59.5, 52.4]
3	Emigracja najzdolniejszych pracowników naukowych oraz trudność w pozyskiwaniu młodych fachowców [100.7, 15.1, 37.3]
4	Ograniczone środki finansowe przeznaczone na działalność marketingową i dystrybucyjną [ 14.1, 21.1, 55.4, 53.4, 66.5]
5	Niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii [ 16.1, 71.5, 2.1, 69.5, 36.3, 58.5, 44.4, 65.5, 63.5, 61.5, 51.4, 10.1, 7.1, 81.6, 84.6, 54.4, 96.7, 91.6]
6	Brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań [39.4, 41.4, 42.4, 83.6, 98.7, 57.5, 56.5]
7	Brak wdrożeń technologii medycznych z powodu: <ul style="list-style-type: none"> <li>- braku mechanizmów wsparcia organizacyjnego i finansowego [ 9.1, 22.2, 40.4, 49.4, 80.6, 60.5, 50.4],</li> <li>- akademickości rozwiązań [80.6, 29.2],</li> <li>- wysokich kosztów [11.1, 97.7, 25.2, 27.2, 23.2, 82.6, 47.2, 47.4, 20.1, 12.1],</li> <li>- braku możliwości [17.1, 8.1, 26.2],</li> <li>- słabo rozwiniętego sektora przedsiębiorstw zdolnych do wykorzystania wysokich technologii [31.3, 34.3, 32.3, 88.6].</li> </ul>

**Tabela 64.** Czynniki stanowiące szanse dla sektora technologii medycznych w Polsce

Lp.	SZANSE
1	Możliwość pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych [70.5, 25.2, 82.6, 76.6, 105.7, 18.2, 32.3, 31.3, 12.1, 103.7, 30.3, 17.2, 57.5, 13.1, 53.5, 101.7, 41.4, 46.4, 43.4, 74.6, 55.5]

Lp.	SZANSE
2	Duże zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa [91.6, 9.1, 111.7, 28.3, 35.4, 86.6, 59.5, 19.2, 42.4, 38.4, 108.7, 83.6, 36.4, 7.1, 8.1, 1.1, 84.6, 11.1, 27.3, 90.6, 2.1, 78.6, 66.5, 50.4, 21.2, 69.5, 3.1, 72.5, 94.6, 64.5, 100.7, 58.5]
3	Istnienie w kraju warunków (sprzyjającego otoczenia ludzkiego i technicznego) dla rozwoju technologii medycznych z wykorzystaniem informatyki i telekomunikacji [15.1, 24.2, 10.1, 34.3, 107.7, 106.7, 98.7, 14.1, 65.5, 22.2, 102.7, 92.6, 104.7, 79.6, 93.6, 77.6, 20.2, 51.4, 6.1, 40.4, 61.5, 95.6, 112.7, 5.1, 4.1, 99.7, 26.2, 97.6, 60.5, 71.5]
4	Istnienie w kraju ośrodków badawczych posiadających potencjał do podejmowania zadań w zakresie wysokospecjalistycznych technologii na rzecz ochrony zdrowia [97.6, 26.2, 60.5, 71.5, 62.5, 109.7, 33.3, 63.5, 75.6, 44.4, 45.4, 37.4, 29.3, 54.5]
5	Zaistnienie w kraju świadomości społecznej w zakresie potrzeby ponoszenia kosztów na wysokospecjalistyczne procedury medyczne [81.6, 16.1, 96.6, 56.5, 47.4, 23.2, 110.7, 80.6, 68.5, 88.6, 67.5, 73.6, 39.4, 89.6, 48.4, 85.6, 87.6]

**Tabela 65.** Czynniki stanowiące zagrożenia dla sektora technologii medycznych w Polsce

Lp.	ZAGROŻENIA
1	Konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania, w tym na prace wdrożeniowe, co wpływa również na drenaż mózłów uczonych i inżynierów z Polski [23.2, 6.1, 16.1, 81.6, 51.4, 58.4, 33.3, 13.1, 15.1, 27.2, 69.5, 22.1, 64.5, 66.5, 70.5, 3.1, 56.4, 80.6, 4.1, 55.4, 42.3, 79.6]
2	Niewystarczająco wydajny w kraju system wdrażania wyników badań naukowych i finansowania wdrożeń i ciągle zmiany w systemie prawnym regulującym zasady wdrożeń [29.2, 49.3, 61.5, 62.5, 44.3, 48.3, 54.4, 86.6, 91.7, 46.3, 68.5, 1.1, 98.7, 57.4, 34.3, 17.1, 26.2, 40.3, 99.7, 11.1, 30.3, 83.6, 77.6]
3	Niskie nakłady na służbę zdrowia i niewystarczające uregulowania prawne w zakresie stosowania w ochronie zdrowia wysokospecjalistycznych technologii [95.7, 9.1, 94.7, 20.1, 96.7, 63.5, 75.6, 50.4, 53.4, 14.1, 38.3, 5.1, 35.3, 36.3, 65.5, 24.2, 93.7, 97.7, 21.1, 41.3, 2.1, 43.3]
4	Niepewność w odniesieniu do stabilności systemu ekonomicznego Polski w przełożeniu na finansowanie procedur medycznych i koszty pracy [28.2, 8.1, 10.1, 32.3, 72.5, 90.7, 88.6, 12.1, 47.3, 7.1, 18.1, 74.6, 76.6, 73.5, 19.1, 25.2, 37.3, 31.3, 67.5, 71.5, 82.6, 87.6, 85.6]
5	Ograniczenie przedsiębiorczości poprzez brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków [45.3, 60.5, 89.6, 84.6, 59.4, 78.6, 52.4]

## Podsumowanie

Podsumowując wyniki analizy SWOT można stwierdzić, że:

- W zakresie silnych stron sektora technologii medycznych najistotniejsze są czynniki związane z kapitałem ludzkim, potencjałem wdrożeniowym oraz zapotrzebowaniem społecznym.

- W zakresie słabych stron główną rolę odgrywają czynniki ekonomiczne, bariery prawne, problemy dotyczące zaplecza technologiczno-badawczego, akademickość rozwiązań oraz brak mechanizmów transferu wyników badań do przemysłu.
- Najbardziej istotne szanse dla rozwoju technologii medycznych to: integracja z UE (dostęp do funduszy), wysoki potencjał popytowy, istnienie zaplecza badawczego oraz wdrożeniowego w sektorze telekomunikacyjnym i informatycznym, a także rosnąca świadomość zdrowotna społeczeństwa.
- Do najistotniejszych zagrożeń należy zaliczyć: silną konkurencję zagraniczną, występowanie problemów ekonomicznych (niskie nakłady i brak stabilności ekonomicznej), bariery organizacyjno-społeczne.

## Rozdział 13

### Analiza STEEP

#### Wprowadzenie

Analiza STEEP zaliczana jest do metod wykorzystujących wiedzę ekspertów.

Celem analizy STEEP jest wskazanie czynników środowiska zewnętrznego stanowiących szanse i zagrożenia wpływające na sektor technologii medycznych oraz określenie siły tego oddziaływania. Skrót STEEP oznacza analizę następujących czynników środowiska:

- S** (Sociocultural – Społeczno kulturowe)
- T** (Technological – Technologiczne)
- E** (Enviromental – Środowisko naturalne)
- E** (Economic – Ekonomiczne)
- P** (Political – Polityczne)

Wymienione czynniki mogą być opisane następująco:

1. **Społeczno –kulturowe**  
wartości, styl życia, wzrost demograficzny, religia, poziom wykształcenia, siła robocza, dochody ludności, stosunek społeczeństwa do danej branży
2. **Technologiczne**  
odkrycia naukowe, patenty, poziom technologii w danej branży, nowe technologie, zmiana w organizacji produkcji
3. **Środowisko naturalne**  
ochrona środowiska, zanieczyszczenia, zmiany klimatu, energia odnawialna, recykling
4. **Ekonomiczne**  
PKB, stopa inflacji, stopa bezrobocia, deficyt budżetowy, wielkość rynku, stopy procentowe, opodatkowanie, kurs waluty, bilans handlowy i płatniczy, poziom płac
5. **Polityczno-prawne**  
ustawy i rozporządzenia dotyczące działalności gospodarczej, nastawienie władz do branży, ideologia społeczno-gospodarcza rządów, stabilność rządów, stabilność przepisów prawnych, procesy prywatyzacyjne, członkostwo w UE

## Metodyka prac

Analiza STEEP została przeprowadzona według następującego schematu:

1. Opracowanie przez Panele Tematyczne, w trakcie pracy zdalnej i seminariów tematycznych, propozycji czynników, które powinny być brane pod uwagę przy przeprowadzaniu analizy STEEP.
2. Opracowanie przez Panel Główny, w trakcie seminarium tematycznego, ostatecznej listy czynników analizy STEEP.
3. Opracowanie przez Panel Główny wag dla poszczególnych czynników analizy STEEP.
4. Opracowanie przez Panel Główny oceny punktowo-wagowej poszczególnych czynników analizy STEEP.
5. Opracowanie opisowej oceny wyników analizy STEEP z określeniem typu środowiska zewnętrznego sektora technologii medycznych w Polsce (środowisko bardzo zachęcające, środowisko zachęcające, środowisko neutralne, środowisko mało zachęcające, środowisko zniechęcające).

## Wyniki

W tabelach 66-72 przedstawiono propozycje czynników do analizy STEEP zgłoszone przez poszczególne Panele Tematyczne.

**Tabela 66.** Wyniki analizy STEEP Panelu Ekonomicznego

<b>CZYNNIKI SPOŁECZNO-KULTUROWE</b>
Poziom wykształcenia kadry naukowo-technicznej i medycznej
Poziom wykształcenia społeczeństwa
Obyczajowość, kultura i wzorce rodzime
Brak zaufania i opór społeczny wobec nowych technologii
<b>CZYNNIKI TECHNOLOGICZNE</b>
Miniaturyzacja
Potencjał niezbędny do wdrażania technologii
Rozwój technik informatycznych i telekomunikacyjnych
<b>CZYNNIKI ŚRODOWISKA NATURALNEGO</b>
Energooszczędność technologii biomedycznych
Minimalizacja czynników surowcowych w procesie produkcji
Świadomość ekologiczna społeczeństwa



<b>CZYNNIKI EKONOMICZNE</b>
Wysokość kosztów wdrożenia produktów nowej technologii
Finansowanie służby zdrowia
Aktywizacja przedsiębiorczości dedykowanej współczesnym potrzebom zdrowotnym i medycznym
Wysokość kosztów wytwarzania produktów nowej technologii
<b>CZYNNIKI POLITYCZNO-PRAWNE</b>
Niedostosowany system ochrony własności intelektualnej
Jakość stanowionego prawa
Niewydolny system sądownictwa
Zbieżność z programami / strategią ochrony zdrowia
Zbieżność ze strategią rozwoju UE

**Tabela 67.** Wyniki analizy STEEP Panelu Biopomiary

<b>CZYNNIKI SPOŁECZNO-KULTUROWE</b>
Poprawa jakości i usprawnienie opieki zdrowotnej
Poprawa bezpieczeństwa i jakości życia osób starszych i niepełnosprawnych
Sprawnie działający system szkolnictwa wyższego kształcący dobrych inżynierów i badaczy
Dostępność nowoczesnych metod diagnostycznych
Obawa przed udostępnianiem w formie elektronicznej medycznych danych osobowych
Odływ wykwalifikowanej kadry z budżetowych jednostek badawczo-rozwojowych spowodowany niskimi pensjami
Brak zaufania społecznego do danej technologii medycznej
<b>CZYNNIKI TECHNOLOGICZNE</b>
Rozwój i wdrożenia innowacyjnych technologii inżynierii biomedycznej
Duża konkurencja technologiczna na rynku międzynarodowym w dziedzinie produktów inżynierii biomedycznej

<b>CZYNNIKI ŚRODOWISKA NATURALNEGO</b>
Mniejsze zużycie energii przy wykorzystaniu nowych metod pomiarowych
Technologia niewykorzystująca substancji szkodliwych (zwłaszcza ołowiu)
Potencjalny wzrost zagrożenia środowiska przez wprowadzenie nowej metody pomiarowej
Wzrost zużycia energii
Produkcja szkodliwych odpadów w trakcie eksploatacji urządzenia
Mniejsze zużycie energii przy wykorzystaniu nowych metod pomiarowych
<b>CZYNNIKI EKONOMICZNE</b>
Rozwój (małych i średnich) przedsiębiorstw wysokich technologii
Zmniejszenie kosztów ponoszonych na opiekę zdrowotną (w perspektywie)
Obawa przed koniecznością prowadzenia kosztownych badań nie przynoszących wymiernego wyniku
Mały wskaźnik wdrożeń i komercjalizacji innowacyjnych technologii
Rozwój (małych i średnich) przedsiębiorstw wysokich technologii
Zmniejszenie kosztów ponoszonych na opiekę zdrowotną (w perspektywie)
<b>CZYNNIKI POLITYCZNO-PRAWNE</b>
Wzrost finansowania rozwoju technologii biomedycznych
Opracowanie spójnej strategii rozwoju inżynierii biomedycznej w skali kraju (wskazanie priorytetowych kierunków rozwoju)
Wykorzystanie środków europejskich
Utrzymanie niskiego finansowania badań w dziedzinie inżynierii biomedycznej
Brak zachęt do uruchamiania komercyjnych przedsięwzięć o dużym wkładzie „know-how”
Brak jednostek wspomagających badaczy w uzyskiwaniu patentów i ich finansowania
Brak uregulowań prawnych pozwalających na szybkie wdrożenie danej technologii

**Tabela 68.** Wyniki analizy STEEP Panelu Sztuczne i Hybrydowe Narządy

<b>CZYNNIKI SPOŁECZNO-KULTUROWE</b>
Styl życia (w kontekście popytu na wyroby sektora technologii medycznych)
Poziom świadomości zdrowotnej społeczeństwa

Poziom świadomości techniczno-informatycznej społeczeństwa
Poziom świadomości społecznej osób niepełnosprawnych
Poziom przekonania społeczeństwa o konieczności promocji rodzimych wyrobów i firm
Zróżnicowanie ekonomiczne społeczeństwa prowadzące do zróżnicowania możliwości i oczekiwań wobec technologii medycznych
Mobilność społeczeństwa
Emigracja lekarzy i pielęgniarek
Poziom akceptacji osób niepełnosprawnych i chorych w społeczeństwie
Usuwanie barier społecznych dla osób chorych
Oczekiwania dotyczące indywidualizacji leczenia
Rosnące tempo życia (szczególnie w miastach) wywołujące stres
Migracja ze wsi do miast (do środowiska relatywnie mniej „zdrowego”).
Poziom bezpieczeństwa socjalnego (od kilkunastu lat obniżał się – czy można liczyć, że ten trend ulegnie odwróceniu?)
<b>CZYNNIKI TECHNOLOGICZNE</b>
Krajowe zaplecze naukowo-badawcze
Kształcenie w dziedzinie inżynierii biomedycznej na poziomie studiów wyższych
Infrastruktura informatyczna i telekomunikacyjna (w tym do komunikacji bezprzewodowej)
Wzrost dostępności oraz mocy obliczeniowej i miniaturyzacja komputerów (dostępność nowych klas urządzeń np. palm-topów, PDA)
Możliwość zajęcia nisz rynkowych
Dostępność podzespołów do produkcji aparatury medycznej
Nowe możliwości interakcji z użytkownikiem / rozwój aplikacji z zakresu rzeczywistości wirtualnej
Rozwój technik i narzędzi programistycznych do szybkiego tworzenia aplikacji
Rozwój technologii do szybkiego prototypowania
Możliwość miniaturyzacji urządzeń (nie tylko komputerowych)
Dostęp do źródeł energii oraz technologii magazynowania energii
Dostęp do materiałów (nowe drogie technologie, rzadkie lub wytwarzane sztucznie pierwiastki)
<b>CZYNNIKI ŚRODOWISKA NATURALNEGO</b>
Poziom zanieczyszczenia środowiska (w kontekście ryzyka zachorowań na choroby cywilizacyjne)

Skażenie żywności środkami ochrony roślin, środkami przedłużającymi okres przechowywania itp.
Efekt cieplarniany
Narażenie na kontakt z alergenami
Jakość dróg i natężenie ruchu kołowego
Ryzyko zanieczyszczenia środowiska i zarażenia populacji technologiami, które są lub mogą być stosowane w urządzeniach medycznych (np. był to czynnik, który wstrzymał atomowe sztuczne serce – bateria plutonowa to najsilniejsza trucizna)
<b>CZYNNIKI EKONOMICZNE</b>
System ulg inwestycyjnych, preferencji dla rodzimej produkcji, itp.
System preferencji dla zatrudniania osób niepełnosprawnych
Poziom zamożności obywateli ( w zakresie finansowania ochrony swojego zdrowia)
Poziom przedsiębiorczości w społeczeństwie (możliwości finansowe i prawne)
<b>CZYNNIKI POLITYCZNO-PRAWNE</b>
Polityka podatkowa ( w tym stabilność przepisów podatkowych)
Polityka wobec sfery B+R (w tym jej ciągłość)
Polityka wobec sfery małych i średnich przedsiębiorstw (w tym jej ciągłość)
Polityka w zakresie ochrony zdrowia
Prawo pracy
Stabilność polityczna (stabilność rządów)
Nastawienie władz do branży technologii medycznych
System certyfikacji wyrobów sektora technologii medycznych
Szybkość dostosowywania prawa do zmian w obszarze nowych technologii medycznych i nowych metod leczenia
Poziom „prorozwojowych” i „proinnowacyjnych” regulacji prawnych (np. brak ochrony dla firm, które mogą wstrzymać postęp z partykularnych względów ekonomicznych)
<b>CZYNNIKI ETYCZNE</b>
Podatność technologii medycznych na dylematy moralne odbiorców
Stosunek kościoła katolickiego do technologii medycznych
Czynniki religijne (dot. religii i kościołów występujących w Polsce )

<b>CZYNNIKI DEMOGRAFICZNE</b>
Tendencje demograficzne (starzenie się społeczeństwa)
Udział osób niepełnosprawnych w społeczeństwie
Zachorowalność na choroby przewlekłe
Wzrost liczby urazów i wypadków
Wzrost zachorowalności na choroby cywilizacyjne (związane z niekorzystnymi zmianami stylu życia w bogatszych społeczeństwach)
Zmiany demograficzne w wyniku migracji ludności
Wydłużenie średniego czasu życia

**Tabela 69.** Wyniki analizy STEEP Panelu Biomateriały

<b>CZYNNIKI SPOŁECZNO-KULTUROWE</b>
Rozwój chorób cywilizacyjnych i starzenie się społeczeństwa powoduje wzrost zapotrzebowania na opracowanie nowoczesnych technologii medycznych, a tym samym na społeczne przyzwolenie na ich stosowanie
Gwarancja stosowania nowych technologii dla wszystkich grup społecznych niezależnie od statusu majątkowego
Dobre wyposażenie ośrodków medycznych i badawczych w zaawansowaną aparaturę pomiarowo-badawczo-medyczną
Potencjalny wpływ na podwyższenie poziomu życia w Polsce
Prawdopodobieństwo zaspokojenia potrzeb w Polsce
Rozwój i produkcja technologii medycznych, wzrost popytu na nowe rozwiązania technologiczne daje możliwości stworzenia nowych miejsc pracy, a tym samym ograniczenie emigracji zarobkowej specjalistów
Opór (nieufność) ze strony personelu medycznego i pacjentów wobec stosowania nowych materiałów i technologii w warunkach żywego organizmu
Zahamowanie rozwoju jeszcze nowszych technologii
Niższe zaangażowanie personelu medycznego do przeprowadzania skomplikowanych procedur medycznych
Warunki ekonomiczne i prawno-polityczne powodujące emigrację zarobkową specjalistów (naukowcy, lekarze, personel badawczo-naukowy)
<b>CZYNNIKI TECHNOLOGICZNE</b>
Wpływ na poprawę życia pacjentów zwłaszcza dotkniętych chorobami cywilizacyjnymi, przewlekłymi, onkologicznymi

Poprawa skuteczności medycznej
Automatyzacja i robotyzacja procedur medycznych
Szansa dla promocji i wdrożenia niszowych technologii medycznych
Obniżenie nakładów finansowych państwa na leczenie chorób przewlekłych (np. cukrzyca) cywilizacyjnych (np. choroba wieńcowa, nowotwory), przyspieszenie czasu rehabilitacji i obniżenie jej kosztów wśród pacjentów dotkniętych urazami ortopedycznymi
Szansa rozwoju i wdrożenia technologii medycznych wspomagających leczenie i rehabilitację pacjentów
Stosowanie metod nieinwazyjnych lub minimalnie-inwazyjnych
Szybki rozwój technologii medycznych na świecie pozwala na stworzenie urządzeń, materiałów, udoskonalenie technik medycznych mogących skutecznie pomóc w walce z chorobami cywilizacyjnymi i/lub nieuleczalnymi
Niska przewidywalność skutków ubocznych stosowania niektórych technologii medycznych, możliwa do zdiagnozowania jedynie w długofalowych testach medycznych (np. zachowanie się materiałów w warunkach in vivo)
Obniżenie nakładów na badania naukowe i rozwój technologii w zakresie innych dziedzin inżynierii biomedycznej w kraju
Ograniczona możliwość zakupu licencji i patentów zagranicznych, która pozwoliłaby na uruchomienie produkcji krajowej produktów równorzędnych lub substytutów
Dynamiczny rozwój nauki i techniki skierowany na poprawę życia i zdrowia pacjentów na skalę światową powoduje duże dysproporcje względem krajowych wdrożeń i rozwoju technologii
<b>CZYNNIKI ŚRODOWISKOWE</b>
Dobrze wykształcona kadra naukowo-badawcza jest istotnym czynnikiem wpływającym na rozwój, innowację technologii medycznych w Polsce
Dobrze wyposażone w sprzęt laboratoria badawcze, sale operacyjne, a także wysoce wykwalifikowany personel naukowy i medyczny dają możliwość poprawy skuteczności i efektywności przeprowadzanych badań, operacji chirurgicznych itp.
Możliwość przeprowadzenia większości skomplikowanych operacji, a także leczenia chorób cywilizacyjnych bez konieczności kosztownego leczenia w ośrodkach zagranicznych
Skrócenie czasu oczekiwania na badania specjalistyczne
Szybszy rozwój nowych technologii medycznych w Polsce
Możliwość zaistnienia krajowych technologii medycznych na rynkach unijnych i światowych
Wzrost inwestycji zagranicznych w dziedzinie technologii medycznej w Polsce.
Zmniejszenie stopnia inwalidztwa, śmiertelności osób dotkniętych chorobami
Rozwój nowych technologii medycznych stwarza możliwości skuteczniejszego leczenia chorób cywilizacyjnych

Zastosowanie sprawdzonych, bezpiecznych technologii, materiałów, procedur badawczych wpływa na efektywność przeprowadzonych badań, zabiegów, a tym samym na wydłużenie zdrowia i życia pacjentów

Wzrost zaufania pacjentów do korzystania z nowych rozwiązań technologicznych i materiałowych w zakresie inżynierii biomedycznej

Skierowanie nakładów finansowych, wzmożenie badań na działania prewencyjne, zapobiegawcze w zakresie ochrony zdrowia będące często znacznie skuteczniejsze, mniej skomplikowane i mniej kosztowne od leczenia farmakologicznego, szpitalnego, operacyjnego itp.

Zamykanie się przed nowościami technologicznymi płynącymi z krajów lepiej rozwiniętych

Niebezpieczeństwo funkcjonowania małych i średnich firm związane ze spełnieniem kryteriów unijnych i międzynarodowych

Ryzyko związane z pominięciem leczenia innych groźnych chorób

Zaniedbania przy ocenie bezpieczeństwa stosowanych technologii, wyrobów i procedur medycznych prowadzące do fatalnego w skutkach wpływu na zdrowie i życie pacjentów

### **CZYNNIKI EKONOMICZNE**

Wzrost stopy życiowej ludności daje szansę na dalsze rozwijanie się badań nad nowymi technologiami medycznymi

Pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości, zarówno w obszarach technologii niszowych jak i wysokonakładowych

Dodatkowe wpływy do budżetu krajowego spowodowane wdrożeniem nowych technologii, opracowaniem patentów i licencji

Możliwość sfinansowania przedsięwzięcia w krótkim okresie przynoszącego zysk ze względu na jasno sprecyzowane akty prawne i rynek pacjentów

Możliwość wprowadzenia udogodnień poprawiających komfort życia pacjentów i lekarzy

Poszerzenie rynków zbytu dla produktów krajowych poprzez ich eksport lub transfer technologii (szczególnie tych zajmujących się produktami niszowymi)

Wprowadzenie produktów szczególnie w dziedzinach gdzie asortyment tego rodzaju jest bardzo bogaty powodować może niedostateczne przebicie się produktów krajowych.  
Z tego powodu konieczne jest opracowanie preferencyjnych programów postępowania preferujących produkty i technologie krajowe

Monitoring rynku krajowego i rynków zagranicznych w celu opracowania strategii dla tych branż i technologii, które mają największą szansę na wdrożenie i efektywność ekonomiczną

### **CZYNNIKI POLITYCZNO-PRAWNE**

Zatwierdzenie ustaw wspomagających wdrożenie i rozwój prac badawczych nad innowacyjnością już istniejących technologii medycznych. Poprawa istniejących przepisów prawnych dotyczących sposobu wprowadzania nowych materiałów i środków medycznych

Zapewnia wszystkim technologiom medycznym równe szanse startu na rynek krajowy i jednakowe ich traktowanie dyktowane zapotrzebowaniem kreowanym przez pacjentów. Produkty/technologie poddane tym samym sankcjom prawnym mają mniejsze szanse stać się źródłem konfliktów prawnych z powodu niedopracowania (niedotestowania)

Gwarancja dostępności nowoczesnych produktów dla warstw społecznych pozostających na granicy ubóstwa

Niedostateczna znajomość obowiązujących przepisów i procedur prawnych wymaganych do wprowadzenia technologii/produktu na rynek krajowy lub zagraniczny, implikuje stworzenie sieci szkoleń dla grup wspomagających wdrożenia

Niestabilne rządy i polityka wewnętrzna (gł. Ministerstwa Zdrowia, Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego i Ministerstwa Gospodarki) względem grup społecznych zaangażowanych w rozwój i wdrażanie nowoczesnych technologii. Czynniki te wpływają również na poprawność prognozowania rozwoju technologii, produktów i materiałów medycznych

Brak przepisów chroniących wartości intelektualne. Długotrwała procedura zgłaszania i licencjonowania patentów i wynalazków

**Tabela 70.** Wyniki analizy STEEP Panelu Biomechanika

<b>CZYNNIKI SPOŁECZNO-KULTUROWE</b>
Styl życia
Poziom wykształcenia
Siła robocza
Etyka pracy
Dochód ludności
Wzrost demograficzny
Nowe wzorce konsumpcji
<b>CZYNNIKI TECHNOLOGICZNE</b>
Transfer technologii
Nowe technologie
Poziom technologii w branży
Poziom technologii w branży pokrewnej (substytuty)
Postępująca informatyzacja i komputeryzacja
Zmiany w organizacji produkcji



<b>CZYNNIKI ŚRODOWISKA NATURALNEGO</b>
Zanieczyszczenie powietrza
Zanieczyszczenie wód
Zmiany klimatu
Źródła energii odnawialnej
Ochrona środowiska
Recykling
<b>CZYNNIKI EKONOMICZNE</b>
Wielkość rynku
Stopa inflacji
Bezrobocie
Opodatkowanie
Cła
Stopy procentowe
Średnia płaca
Kurs walutowy
Tempo wzrostu gospodarczego
Deficyt budżetowy
Możliwość eksportu
Dynamika rynku inwestycyjnego i budowlanego
<b>CZYNNIKI POLITYCZNO-PRAWNE</b>
Stabilność rządów
Nastawienie władz do podmiotów zagranicznych
Stabilność przepisów podatkowych
Stabilność procesów celnych
Nastawienie władz do branży
Integracja z Unią Europejską
Procesy prywatyzacyjne

**Tabela 71.** Wyniki analizy STEEP Panelu Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych

<b>CZYNNIKI SPOŁECZNO-KULTUROWE</b>
Poprawa jakości i usprawnienie opieki zdrowotnej
Poprawa bezpieczeństwa i jakości życia osób starszych i niepełnosprawnych
Sprawnie działający system szkolnictwa wyższego kształcący dobrych inżynierów i badaczy
Obawa przed udostępnianiem w formie elektronicznej medycznych danych osobowych
Odływ kwalifikowanej kadry z budżetowych jednostek badawczo-rozwojowych spowodowany niskimi pensjami
Stosunek społeczeństwa do niektórych zagadnień biomedycznych, np. przeszczepów
Zwiększająca się długość życia
Poprawa komfortu życia w starszym wieku oraz w stanach chorobowych
Przeniesienie lub przedłużenie czynności medycznych do domu pacjenta
Zatrudnienie w obszarze nowoczesnych technologii
Wydłużenie okresu aktywności zawodowej
Propagowanie zdrowego trybu życia i samoświadomości medycznej
Realny wzrost poziomu życia
Pewność, że na nasze działania jest zapotrzebowanie
Globalizacja, zarówno w zakresie produkcji, jak i przepływu idei czy informacji
Poziom życia społeczeństwa
Styl życia/pośpiech/nerwowość
Wzorce kariery zawodowej
Prestiż społeczny
Dochody ludności
Bezpieczeństwo życia
Wrażliwość społeczna
Kultura techniczna/informatyczna
<b>CZYNNIKI TECHNOLOGICZNE</b>
Rozwój i wdrożenia innowacyjnych technologii inżynierii biomedycznej

Duża konkurencja technologiczna na rynku międzynarodowym w dziedzinie produktów inżynierii biomedycznej
Najbardziej wymagający obszar cywilnych zastosowań techniki (jakość i innowacyjność)
Rozwój informatyzacji/komputeryzacji
Udział nowoczesnych technologii
Uniwersalność wielu technologii – zastosowania biomedyczne są jednymi z wielu
Coraz większe powiązanie postępu w procesach medycznych i technologicznych z rozwojem informatyki
Stosunkowo mała materiałochłonność technologii biomedycznych
Dostępność technologii
Powszechność wykorzystania internetu
Istniejące alternatywy
Baza techniczna/stan uczelni technicznych
Baza medyczna/stan ośrodków medycznych
<b>CZYNNIKI ŚRODOWISKA NATURALNEGO</b>
Mniejsze zużycie energii związane z transportem osób (zdalna diagnoza)
Proekologiczne nastawienie części społeczeństwa i dążenie do zdrowego trybu życia
Kojarzenie inżynierii biomedycznej jako czegoś, co jest stosunkowo bliskie naturze
Konieczność zmierzenia się z negatywnymi skutkami rozwoju cywilizacyjnego
Zanieczyszczenia środowiska
Wspieranie trendów ekologicznych (umożliwienie ludziom starszym i chorym życia w zgodzie z ich przyzwyczajeniami)
Znaczna redukcja transportu związanego z usługami medycznymi
Optymalizacja użycia leków: (A) redukcja działań ubocznych u pacjenta, (B) kontrola recyklingu leków nieużytych lub przeterminowanych
Jakość infrastruktury technicznej/komunikacyjnej/budowlanej, itp.
Bezpieczeństwo stosowanych technologii/rozwiązań cywilizacyjnych
Profilaktyka ekologiczna
Naturalne warunki życia
<b>CZYNNIKI EKONOMICZNE</b>
Rozwój (małych i średnich) przedsiębiorstw wysokich technologii

Zmniejszenie kosztów ponoszonych na opiekę zdrowotną (w perspektywie)
Marnotrawienie dużych środków na badania nie przynoszące wymiernego wyniku
Mały wskaźnik wdrożeń i komercjalizacji innowacyjnych technologii
Zmniejszenie kosztów obsługi osób starszych i chorych
Wykorzystanie software'u do wstępnej selekcji przypadków chorobowych
Rozwój infrastruktury informacyjnej
Wydłużenie okresu aktywności zawodowej
Chroniczne niedoinwestowanie sporej części laboratoriów
Warunki finansowania opieki zdrowotnej
Niejasne zasady rozdziału środków finansowych
Stabilny kurs złotego
Niska inflacja
Struktura budżetu Państwa
Poziom wymiany import/eksport
Opodatkowanie
Procent bezrobocia/poziom ubóstwa
<b>CZYNNIKI POLITYCZNO-PRAWNE</b>
Wzrost finansowania rozwoju technologii biomedycznych
Brak jednostek wspomagających badaczy w uzyskiwaniu patentów i ich finansowania
Opracowanie spójnej strategii rozwoju inżynierii biomedycznej w skali kraju (wskazanie priorytetowych kierunków rozwoju)
Wykorzystanie środków europejskich
Utrzymanie niskiego finansowania badań w dziedzinie inżynierii biomedycznej
Brak zachęt dla uruchamiania komercyjnych przedsięwzięć o dużym wkładzie „know-how”
Skłonność polityków do ręcznego sterowania nauką
Przekonanie, że bieżące potrzeby polityczne są najważniejsze
Brak strategicznego myślenia o czymkolwiek w skali kraju
Brak konsekwencji w realizacji nawet słusznych planów
Brak stabilności polityki zdrowotnej
Brak klarowności rozwiązań prawnych
Niejasne (nieistniejące?) priorytety rządu

Polityka ubezpieczeń zdrowotnych będąca elementem gry wyborczej
Oparcie organizacji służby zdrowia o technologie informacyjne
Optymalizacja wydatków publicznych w zakresie służby zdrowia
Konieczność uregulowania opłat za automatyczne usługi medyczne (np. telemedyczne) ze środków ubezpieczeń społecznych
Konieczność rewizji prawnej definicji urządzenia medycznego, powołania organu o kompetencji FDA
Uregulowanie prawa własności intelektualnej w odniesieniu do technicznego wytworu (urządzenia, programu) stosowanego w medycynie (inwestowanie w badania jest nieopłacalne z uwagi na niewielki spodziewany zysk, z drugiej strony prawa patentowe ograniczają dostęp do najnowszych osiągnięć)
Rola lokalnych podmiotów w rozwoju polityki zdrowotnej
Prywatyzacja sektora zdrowotnego/ogólny poziom prywatyzacji przedsiębiorstw

**Tabela 72.** Wyniki analizy STEEP Panelu Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie

<b>CZYNNIKI SPOŁECZNO-KULTUROWE</b>
Spółeczeństwo staje się coraz bardziej "społeczeństwem informacyjnym" poprzez powszechne rozwiązania z zakresu technologii informatycznych
Spółeczeństwo również "starzeje się". Daje to duże szanse dla technologii, w których urządzenia wykorzystują komunikaty głosowe lub inne przyjazne interfejsy użytkownika Starzenie się społeczeństwa powoduje zwiększenie się udziału chorób przewlekłych, w tym w znacznej mierze wymagających ciągłej obserwacji lub monitorowania. Może to stymulować rozwój technik telemedycznych. Obecnie w Polsce żyje ok. 5 mln ludzi w wieku powyżej 65 lat. Szacunkowe dane na rok 2030 to 9 mln. Teleopieka domowa i telemonitorowanie domowe to szansa na poprawę zdrowia tej grupy, a także obniżenie kosztów. Szacuje się, że koszt opieki zdrowotnej nad ludźmi starszymi to ok. 60% ogólnych kosztów opieki zdrowotnej
Stwierdzenie dotyczące przekształcania się społeczeństwa w „społeczeństwo informacyjne” w coraz większym stopniu odnosi się również do osób starszych, które najczęściej korzystają z usług medycznych. Rokuje to dobre lata dla telediagnostyki czy telekonsultacji
Rośnie ilość zagrożeń dla systemów komputerowych, zwłaszcza podłączonych do internetu i wykorzystujących popularne systemy operacyjne, w postaci wirusów, robaków itp.
Stworzenie perspektywy rozwoju dla wielopokoleniowego społeczeństwa
Zmiana trybu życia i zainteresowań pokolenia „trzeciego wieku”
Rozwój ośrodków uczących i przystosowujących do percepcowania technik i technologii przydatnych wysokorozwiniętemu społeczeństwu konsumpcyjnemu
Pauperyzacja społeczeństwa wieku poprodukcyjnego
Rozwarstwienie w poziomie życia, wykształcenia i zaspokajania potrzeb na nowe techniki i technologie medyczne
Narastająca skłonność do korzystania z „medycyny naturalnej” oraz niefachowych terapii i terapeutów

Konserwatyzm grup opiniotwórczych i potencjalnych odbiorców usług medycznych
<b>CZYNNIKI TECHNOLOGICZNE</b>
Rozwój technologii komunikacji/telefonii bezprzewodowej
Dzięki rozwojowi techniki mikroprocesorowej / mikrokontrolerom, rozwiązania programowe często wypierają rozwiązania sprzętowe
Coraz częściej bazą dla urządzeń medycznych stają się miniaturowe komputery przemysłowe
Miniaturyzacja pozwoli budować osobiste urządzenia medyczne, które do tej pory miały postać stacjonarną (np. laboratoria medyczne), co pozwoli na prowadzenie zdalnych obserwacji przy użyciu wielu parametrów biomedycznych
Wykorzystanie możliwości kojarzenia oraz rozwijania ściśle określonych i zaplanowanych dziedzin nauki i praktyki
Stwarzanie preferencji dla kształcenia i kształtowania kadr służących rozwojowi technologii informatycznych w medycynie
Niedostatek środków finansowych, powierzchni i wyposażenia technicznego
Szpiegostwo przemysłowe i wykorzystywanie zdobyczy naukowo – technicznych wbrew intencjom twórców
Brak siły przebicia wobec bardziej intratnych z punktu widzenia sponsorów nowych technik i technologii
<i>Uwaga na temat stanu infrastruktury informatycznej. Współczynnik „ICT diffusion” (określający stopień informatyzacji w danym kraju), którym posługuje się WHO, wynosi dla Polski 0,34, czyli tyle co dla Malediwów. Przykłady: najlepsza w Europie Islandia to 0,76, USA 0,8, Czechy 0,46.</i>
<b>CZYNNIKI ŚRODOWISKA NATURALNEGO</b>
Dokumentacja cyfrowa znacznie redukuje zapotrzebowanie na przetworzone zasoby naturalne
Digitalizacja powoduje zmniejszenie zapotrzebowania na odczynniki chemiczne (klisze rentgenowskie)
Prowadzenie działalności w warunkach laboratoryjnych, umożliwiających korzystanie w znacznym stopniu ze źródeł energii w obiegu zamkniętym
Podczas prac naukowych i badawczych możliwość testowania nowych, przyjaznych środowisku, rozwiązań technicznych i technologicznych
Brak możliwości utylizacji zużytych materiałów, części i surowców
Maksymalizacja energochłonności i nieproporcjonalny wzrost kosztów do efektów
<b>CZYNNIKI EKONOMICZNE</b>
Spadek cen produktów z zakresu technologii informatycznych

Koszty utrzymywania tradycyjnych archiwów z danymi medycznymi są znacznie wyższe od kosztów utrzymywania danych w postaci cyfrowej
Coraz niższe są ceny urządzeń do biometrycznej identyfikacji użytkownika
Małe nakłady na służbę zdrowia stanowią zagrożenie
Tani dostęp do nowoczesnych i skuteczniejszych metod diagnozowania i leczenia
Kształtowanie świadomości kosztowej oraz jej premiowanie na poszczególnych etapach pracy koncepcyjnej, wdrożeniowej i produkcyjnej
Przedłużanie wieku produkcyjnego społeczeństwa i wpływ tego zjawiska na wzrost dochodu narodowego
Przechwytywanie przez konkurencję najlepszych rozwiązań i wdrożeń
Samoograniczenia rozwojowe z uwagi na niedostatek środków
Niska lokata na liście priorytetów wynikająca ze słabego lobbingu
<b>CZYNNIKI POLITYCZNO-PRAWNE</b>
Atrakcyjność rozwoju i wsparcie "społeczeństwa informacyjnego"
W przygotowaniu jest nowa edycja dyrektywy UE o wyrobach medycznych. Jedną z istotnych zmian jest wyraźne zaakcentowanie, iż oprogramowanie do celów diagnostycznych czy planowania terapii stanowi wyrób medyczny w sensie prawnym i podlega ocenie zgodności (znak CE). Producenci ww. oprogramowania będą więc skłaniani do stosowania norm zharmonizowanych w projektowaniu i testowaniu swojego oprogramowania
W przypadku oprogramowania sterującego lub wpływającego na funkcje urządzeń medycznych, przejmuje ono klasę ryzyka po urządzeniu, do jakiego jest przeznaczone
Brak ustawy pozwalającej na przechowywanie danych medycznych w postaci elektronicznej
Poprzez akcje informacyjne i promocyjne uzyskanie w ośrodkach decydenckich priorytetów dla badań i wdrożeń
Stworzenie wyspecjalizowanych zespołów interdyscyplinarnych i międzynarodowych w ramach UE
Zmarginalizowanie wobec bardziej prężnych i bogatszych ośrodków naukowych i naukowo – badawczych
Stagnacja w rozwoju kadr i odpływ zagranicę potencjalnego narybku intelektualnego
Koniunkturalizm grup politycznych
Niedostosowanie systemu prawnego do nowych rozwiązań w zakresie technologii informacyjnych w opiece medycznej

W wyniku dyskusji ekspertów tworzących Panel Główny do analizy STEEP wyróżnionych zostało 5 czynników środowiskowych, 5 czynników ekonomicznych, 6 czynników społeczno-kulturowych, 6 czynników technologicznych oraz 6 czynników polityczno-prawnych.

## Wyniki zbiorczej analizy STEEP

W drodze osiągniętego konsensusu Panel Główny nadał równe wagi wszystkim rozpatrywanym czynnikom. Tabela 73 przedstawia uśrednione (na podstawie punktacji dokonanej przez poszczególnych ekspertów Panelu Głównego) wyniki oceny punktowej wszystkich czynników branych pod uwagę w analizie STEEP.

**Tabela 73.** Wyniki oceny punktowej wszystkich czynników branych pod uwagę w analizie STEEP

PARAMETRY ANALIZY STEEP	Punktacja (1 - 5)
<b><u>Środowiskowe</u></b>	
Zanieczyszczenie środowiska	2,88
Źródła energii	2,38
Ochrona środowiska	3,63
Czynniki chorobotwórcze	3,50
Optymalizacja procesów	3,13
<b>Średnia</b>	<b>3,10</b>
<b><u>Ekonomiczne</u></b>	
Wskaźnik wdrożeń i komercjalizacji innowacyjnych technologii	2,88
Wielkość rynku	3,88
Rozwój małych i średnich przedsiębiorstw wysokich technologii	2,88
Finansowanie i koszty ochrony zdrowia	3,38
Poziom zamożności obywateli	2,75
<b>Średnia</b>	<b>3,15</b>
<b><u>Społeczno-kulturowe</u></b>	
Styl życia	3,00
Poziom wykształcenia	3,50
Tendencje demograficzne	3,88
Jakość opieki zdrowotnej	3,38
Świadomość zdrowotna społeczeństwa	2,75
Choroby cywilizacyjne	3,75
<b>Średnia</b>	<b>3,38</b>
<b><u>Technologiczne</u></b>	
Nowe technologie i procedury wyskosp specjalistyczne	3,88



PARAMETRY ANALIZY STEEP	Punktacja (1 - 5)
Techniki informatyczne telekomunikacyjne	3,50
Infrastruktura informatyczna i telekomunikacyjna	3,13
Rozwój technologii medycznej na świecie	3,75
Nisza rynkowa	3,38
Patenty, wynalazki i ochrona wartości intelektualnej	2,63
<b>Średnia</b>	<b>3,38</b>
<b><u>Polityczno-prawne</u></b>	
Krajowe zaplecze naukowo-badawcze	4,00
Stabilność polityczna	3,25
Optymalizacja przepisów w zakresie podatków i ochrony zdrowia	2,88
Finansowanie rozwoju technologii medycznych	2,88
Formy własności	2,25
Fundusze Europejskie	3,38
<b>Średnia</b>	<b>3,10</b>

## Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że najbardziej zachęcającymi do rozwijania technologii medycznych czynnikami środowiska zewnętrznego są czynniki technologiczne i społeczno-kulturowe. Najmniej zachęcające są czynniki środowiskowe i polityczno-prawne.

Szczegółowa analiza uzyskanych wyników wykazuje, że:

- W zakresie czynników środowiskowych najbardziej zachęcające są: ochrona środowiska, tzn. mało istotne obciążenie środowiska naturalnego przez produkcję i usługi związane z sektorem technologii medycznych oraz czynniki chorobotwórcze, tzn. występowanie wielu czynników sprzyjających wzrostowi zapotrzebowania na technologie medyczne (np. niezdrowy tryb życia – dieta, brak aktywności fizycznej, stres, nadużywanie alkoholu, itp.)
- W zakresie czynników ekonomicznych najbardziej sprzyjającym czynnikiem jest wielkość rynku, tzn. wielkość populacji Polski oraz trendy związane ze wzrostem liczby osób wymagających stosowania technologii medycznych, np. starzenie się społeczeństwa, wzrost zachorowalności na choroby przewlekłe, itp.
- W zakresie czynników społeczno-kulturowych najbardziej zachęcające są tendencje demograficzne, tzn. głównie wzrost liczby osób w wieku podeszłym, natomiast czynnikiem najbardziej zniechęcającym jest niski poziom świadomości zdrowotnej polskiego społeczeństwa.

- W zakresie czynników technologicznych najbardziej zachęcające jest wysokie zapotrzebowanie na nowe technologie i procedury wysokospecjalistyczne, które stwarza szansę rozwoju dla polskich firm sektora technologii medycznych. Najbardziej zniechęcającym czynnikiem w tej grupie jest niska aktywność w odniesieniu do patentów i wynalazków oraz zaniedbania w zakresie ochrony wartości intelektualnej.
- W zakresie czynników polityczno-prawnych najwyżej ocenione zostało krajowe zaplecze naukowo-badawcze w dziedzinie inżynierii biomedycznej. Czynniki ten uzyskał najwyższą ocenę spośród wszystkich rozpatrywanych w tej analizie.

**Reasumując uzyskane wyniki można stwierdzić, że otoczenie zewnętrzne sektora technologii medycznych w Polsce jest neutralne z tendencją do zachęcającego.**

## Rozdział 14

### Krzyżowa analiza wpływów (CROSS - IMPACT)

#### Wprowadzenie do badań metodą cross - impact

Analiza strukturalna wpływów lub inaczej analiza cross-impact jest jedną z metod porządkowania i analizowania zbiorów obejmujących dużą liczbę zmiennych, które wzajemnie na siebie oddziałują, np. w taki sposób, że wystąpienie jednego zdarzenia zmienia prawdopodobieństwo zaistnienia innego zdarzenia, leżącego w obszarze objętym badaniem. Podstawowym celem analizy cross-impact jest identyfikacja zmiennych, których wpływ na zachowanie się analizowanego systemu jest najsilniejszy (tzw. zmiennych / czynników kluczowych). Przy czym należy pamiętać, że o ile analiza cross-impact jest pomocna w ustaleniu wzajemnych powiązań zmiennych w rozpatrywanym systemie i w konsekwencji w ich uporządkowaniu i kategoryzacji, o tyle nie daje ona odpowiedzi na pytanie: jakie działania należy podjąć, aby uzyskać pożądane zmiany stanu badanego systemu.

Analiza cross-impact, badając zależności pomiędzy z pozoru niezwiązanymi ze sobą zdarzeniami i trendami, pozwala określić ich wzajemne wpływy i zachodzące pomiędzy nimi relacje, a jej wyniki mogą być wykorzystane do zwiększenia spójności zawartości kwestionariuszy tez delfickich. Jedną z trudności dotyczącą implementacji metody delfickiej (omówionej w rozdziale 15) jest formułowanie tez w taki sposób, aby uwzględniały one wzajemne relacje i wpływy zmiennych występujących w analizowanym systemie. Tezy delfickie zawarte w formularzach traktowane są bowiem równorzędnie nawet wówczas, gdy zawarte w nich stwierdzenia zależą od siebie nawzajem lub nawet wzajemnie się wykluczają.

Analiza cross-impact rozpoczyna się od określenia zbioru czynników, które potencjalnie mogą w danym systemie stanowić zmienne kluczowe. Zwykle zmienne te określane są w trakcie burzy mózgów ekspertów uczestniczących w badaniu. Aby ukierunkować wysiłki ekspertów, pomocne może okazać się zdefiniowanie obszaru poszukiwań poprzez sformułowanie pytań pomocniczych, ułatwiających identyfikację potencjalnych zmiennych kluczowych. W obszarze objętym niniejszym badaniem przykładowe pytanie może brzmieć w sposób następujący:

- Jakie tendencje związane ze stylem życia i stanem zdrowia społeczeństwa będą miały dominujący wpływ na rynek technologii medycznych w Polsce do roku 2020?

Jedną ze zmiennych określoną na podstawie powyższego pytania może być np. „*zwiększenie się odsetka ludzi otyłych w populacji*”.

Nieodzownym jest nie tylko skrótowe nazwanie poszczególnych zmiennych, ale dokładne ich zdefiniowanie i scharakteryzowanie.

Po określeniu zbioru potencjalnych zmiennych kluczowych mogą one być zgrupowane w ramach obszarów tematycznych (możliwa jest również odwrotna kolejność postępowania, tzn. najpierw wyznaczenie obszarów tematycznych a następnie definiowanie mieszczących się w ich zakresie zmiennych) i filtrowane w taki sposób, aby w wyodrębnionym wejściowym zbiorze zmiennych, z punktu widzenia analizy cross-impact, reprezentowany był każdy z obszarów.

Po sformułowaniu zbioru zmiennych wejściowych eksperci określają wzajemne zależności pomiędzy nimi, definiując macierz analizy strukturalnej lub inaczej – macierz wpływów bezpośrednich.

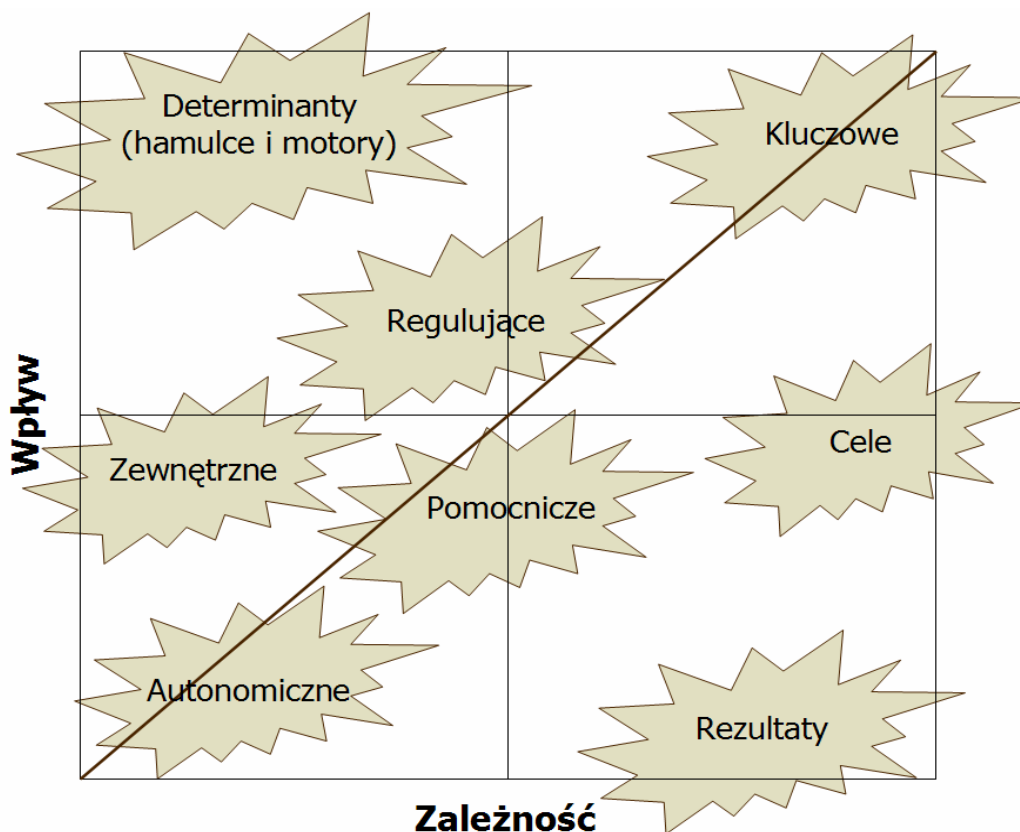
Podstawowe ograniczenie metody wynika z konieczności ograniczenia liczby rozpatrywanych zmiennych w taki sposób, aby umożliwić ekspertom ustalenie, w rozsądnym czasie, ich wzajemnych powiązań (im więcej zmiennych tym dłuższy czas potrzebny na dyskusję). Celem tego etapu analizy jest określenie (przez ekspertów), czy i w jakim stopniu poszczególne zmienne wpływają na inne zmienne w badanym zbiorze wejściowym. Dla każdej pary zmiennych A i B należy więc odpowiedzieć na pytania: (1) czy zmienna A wywiera bezpośredni wpływ na zmienną B? (2) Jeśli tak, to czy wpływ ten jest mały, średni, duży czy potencjalny? Brak wpływu pomiędzy zmiennymi oznacza się cyfrą „0”. W większości zastosowań macierz analizy strukturalnej średnio w 80% pól zawiera wartość „0”.

W opisany sposób powstaje macierz analizy strukturalnej, która może być przetworzona za pomocą narzędzi cross-impact takich jak np. MicMac (Impact Matrix Cross- Reference Multiplication Applied to a Classification). Stosując wspomniane narzędzia można badać i porównywać hierarchię poszczególnych zmiennych z uwzględnieniem ich bezpośrednich i pośrednich wpływów, co stanowi bogate źródło informacji o badanym systemie. Siłą analizy strukturalnej jest m.in. jej zdolność do odkrywania związków łączących zmienne, których wzajemne wpływy nie są oczywiste i mogą pozostać nierozpoznane nawet przez ekspertów w danej dziedzinie. W konsekwencji analiza cross-impact pozwala na wyodrębnienie następujących grup zmiennych / czynników (i scharakteryzowanie łączących je zależności):

- **Zmienne kluczowe (strategiczne)** – wywierają silny wpływ na inne zmienne i jednocześnie silnie zależą od innych zmiennych wskazując potencjalne kierunki działań, prowadzące do pożądanego zachowania się badanego systemu.
- **Zmienne decydujące (determinanty)** – mają bardzo silny wpływ na badany system jednak ich kontrolowanie jest trudne. Mogą więc stanowić siłę napędową lub hamulec działania systemu.
- **Zmienne regulacyjne (kontrolne)** oraz **Zmienne / czynniki pomocnicze (pochodne)** – ich wpływ na zachowanie systemu nie jest decydujący, jednak mogą być pomocne w osiągnięciu zakładanych celów.
- **Cele i wyniki (rezultaty)** – ich zachowanie zależy od zachowania innych elementów systemu.
- **Zmienne niezależne (autonomiczne)** – nie wywierają istotnego wpływu na zachowanie badanego systemu jako całości.
- **Zmienne zewnętrzne** – ich wpływ na system jest mniej istotny niż wpływ determinantów, ale większy niż wpływ zmiennych autonomicznych. Jednocześnie wpływ systemu na te zmienne jest niewielki.

Im więcej zmiennych należy do kategorii zmiennych kluczowych, tym „stabilność” systemu jest mniejsza, gdyż wiele różnorodnych działań i zdarzeń może powodować zmiany w jego funkcjonowaniu.

Rysunek 62 obrazuje orientacyjne położenie poszczególnych zmiennych na płaszczyźnie **Zależność – Wpływ**.



Rys. 62. Podział czynników w analizie cross-impact

## Memento

Zarówno dane wejściowe do analizy cross-impact jak i jej wyniki w równym stopniu świadczą o tym, w jaki sposób grupa ekspertów biorących udział w badaniu postrzega badany system (rzeczywistość), a więc o niej samej, jak o zachowaniu badanego systemu.

Stanowią one materiał pomocniczy w analizie zachowania systemu i określaniu wzajemnych powiązań i oddziaływań poszczególnych zmiennych i trendów, zarówno aktualnych (bezpośrednich i pośrednich), jak i tych, które mogą mieć znaczenie w przyszłości (potencjalnych). Wyniki uzyskiwane za pomocą analizy cross-impact w 80% są oczywiste i potwierdzają jedynie wstępne poglądy i odczucia ekspertów biorących udział w badaniu. Prawdziwą wartość analizy strukturalnej stanowi pozostałe 20% wyników, często sprzecznych z intuicyjnymi opiniami na temat funkcjonowania badanego systemu.

## Metodyka

W niniejszym projekcie analiza cross-impact została przeprowadzona w celu określenia i uporządkowania najistotniejszych czynników wpływających na stan i perspektywę rozwoju technologii medycznych w Polsce. Wyniki tej analizy miały być wykorzystane przy konstruowaniu formularzy tez delfickich oraz w trakcie prac nad scenariuszami rozwoju technologii medycznych.

Badanie zostało przeprowadzone w pięciu etapach:

1. Określenie w Panelach Tematycznych wstępnej (szerokiej) listy zmiennych i trendów kandydujących do wejściowej macierzy analizy strukturalnej, tzn. Macierzy Wpływów Bezpośrednich (MWB).

2. Konsolidacja oraz wybór przez Panel Główny ostatecznej listy zmiennych i trendów do MWB – definiowanie zmiennych i trendów do MWB.
3. Definiowanie przez Panele Tematyczne stopnia wzajemnych oddziaływań poszczególnych zmiennych i trendów występujących w MWB.
4. Wariantowa analiza cross-impact za pomocą programu MicMac.
5. Konsolidacja i dyskusja wyników oraz wybór zmiennych kluczowych.

Poniżej zamieszczono opis poszczególnych etapów badania cross-impact.

## Określenie wstępnej (szerokiej) listy zmiennych i trendów

Zmienne i trendy, z których została utworzona wstępna (szeroka) lista obejmująca czynniki najistotniejsze z punktu widzenia rozwoju technologii medycznych w Polsce, zostały określone w Panelach Tematycznych. Przewodniczący Paneli Tematycznych posługiwali się w tym celu pytaniami pomocniczymi. Na przykład, w panelu *Sztucznej Hybrydowej Narządy* pytania te brzmiały:

- Jakie tendencje związane ze stylem życia i stanem zdrowia społeczeństwa będą miały dominujący wpływ na rynek technologii medycznych w Polsce do roku 2020?
- Jakie tendencje na rynku technologii medycznych będą dominować do roku 2020?
- Jakie uwarunkowania etyczne, kulturowe i światopoglądowe będą wpływać na rozwój technologii medycznych w Polsce do roku 2020?
- Jakie zmiany społeczne i ekonomiczne będą wywierać największy wpływ na zapotrzebowanie na technologie medyczne oraz możliwość ich zaspokojenia przez krajowych dostawców do roku 2020?
- Jakie uwarunkowania prawno-polityczne będą wywierać istotny wpływ na rozwój sektora technologii medycznych w Polsce do roku 2020?

Planowano, że każda zmienna zostanie nazwana w zwięzły sposób i opisana 1-3 zdaniem, by jej interpretacja była jednoznaczna (etap ten był zwykle realizowany w trakcie pracy zdalnej i / lub seminariów poszczególnych Paneli Tematycznych).

Ostatecznie listy opracowane w Panelach Tematycznych zawierały od 18 do 26 czynników.

## Definiowanie zmiennych i trendów do MWB

Opracowane listy potencjalnie kluczowych zmiennych i trendów zostały przekazane Panelowi Głównemu, który dokonał wyboru zmiennych i trendów definiujących nagłówki wierszy i kolumn MWB.

Czynniki te zostały określone w trakcie seminarium Panelu Głównego w drodze dyskusji prowadzącej do konsensusu Ekspertów biorących udział w pracach Panelu Głównego. Panel Główny dokonał również uzupełnienia opisów poszczególnych zmiennych i trendów. Ostateczna lista czynników definiujących strukturę MWB zatwierdzona do dalszych etapów analizy cross-impact, przedstawiona jest w tabeli 74.

Tabela 74. Zmienne i trendy do analizy cross-impact wraz z opisami

Lp.	Zmienna lub trend wraz z opisem
1.	<p><b>Starzenie się społeczeństwa</b></p> <p>Starzenie się społeczeństwa i wzrost zapotrzebowania na:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• technologie zastępowania lub wspomagania narządów wewnętrznych, ruchu i zmysłów,</li> <li>• sprzęt rehabilitacyjny domowego użytku,</li> <li>• usługi nadzoru na odległość osób niepełnosprawnych w warunkach domowych,</li> <li>• zrobotyzowane i zautomatyzowane systemy domowej opieki oraz pomocy dla osób niepełnosprawnych w warunkach domowych.</li> </ul> <p>Wzrost ilości chorób cywilizacyjnych – postęp medycyny wydłuża czas życia, a tym samym zwiększa ilość pacjentów z chorobami przewlekłymi. Być może większa ilość pacjentów będzie miała szansę doczekać do zaprotezowania, przeszczepu etc.;</p> <p>Rosnąca długość życia spowoduje wzrost oczekiwania wobec komfortu życia w wieku pozaprodukcyjnym i rozwój technologii dla zwiększenia komfortu życia ludzi starych i niedołączonych;</p> <p>Powiększy się grupa chorych wymagających stałego podawania leków lub innego leczenia nefarmakologicznego, w tym sztucznych narządów – np. nerka (ale również leczenia wymagającego obsługi problemów psychologicznych – psychoterapia, choroby kręgosłupa – różne treningi i metody fizykoterapii itp.)</p>
2.	<p><b>Czynniki środowiskowe</b></p> <p>Ze względu na zmiany klimatyczne, rabunkową eksploatację zasobów naturalnych oraz zagrożenie terroryzmem wzrośnie liczba katastrof globalnych oraz chorób cywilizacyjnych i ich ofiar, co będzie prowadzić do wzrostu zapotrzebowania na technologie wykorzystywane np. w medycynie ratunkowej, itp.</p>
3.	<p><b>Uwarunkowania polityczne</b></p> <p>Istotne znaczenie będzie miał stopień akceptacji organów państwa dla rozwiązań prawno-politycznych sprzyjających rozwojowi technologii medycznych i systemu opieki zdrowotnej w Polsce do roku 2020 oraz stopień integracji z systemami i strukturami istniejącymi w Unii Europejskiej.</p>
4.	<p><b>Urazowość powypadkowa</b></p> <p>Wzrost mobilności ludności, wzrost liczby samochodów, słaba jakość dróg, rozwój techniki (np. w motoryzacji) skutkować będzie wzrostem liczby wypadków komunikacyjnych oraz zmniejszeniem ilości wypadków śmiertelnych (lepszy sprzęt, skuteczniejsze systemy ratownicze) na rzecz wzrostu ilości osób okaleczonych (uratowanych), które będą wymagać protezowania, co spowoduje: wzrost znaczenia technologii związanych z medycyną ratunkową i rehabilitacją osób poszkodowanych w wypadkach.</p> <p>Spodziewany jest również:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wzrost znaczenia obsługi technicznej i informatycznej działań interwencyjnych (np. sztuczne narządy, roboty chirurgiczne, telemedycyna, programy doradcze),</li> <li>• wzrost znaczenia obsługi technicznej i informatycznej działań terapeutycznych (nadzór nad środkami i optymalizacja kosztów usług, telemedycyna, programy doradcze),</li> <li>• wzrost zapotrzebowania na technologie specjalistyczne stosowane dla podtrzymania życia na czas dotarcia do szpitala oraz telemonitoringu i systemów ekspertowych zwiększających efektywności i koordynujących współdziałanie grup (pojazd, obsługa w drodze, szpital itd.) w systemie ratunkowym.</li> </ul>

Lp.	Zmienna lub trend wraz z opisem
5.	<p><b>Poziom wykształcenia społeczeństwa, w tym wiedzy o chorobach i metodach ich leczenia</b></p> <p>Poniższe zjawiska będą powodować wzrost świadomości zdrowotnej społeczeństwa i wzrost wymagań oraz oczekiwań wobec systemu ochrony zdrowia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• poziom edukacji społecznej a szczególnie rozwój systemów kształcenia przez całe życie;</li> <li>• rozwój i powszechna dostępność do internetu i pojawianie się wysokiej jakości serwisów informacyjnych w tym płatnych;</li> <li>• pojawianie się w telewizji coraz większej ilości kanałów i programów tematycznych o zdrowiu.</li> </ul>
6.	<p><b>Stopień komercjalizacji usług medycznych</b></p> <p>Rozwój usług i świadczeń zdrowotnych poza jednostkami ochrony zdrowia prowadzony przez prywatne firmy może powodować wzrost zapotrzebowania na technologie podnoszące jakość usług przy jednoczesnym obniżaniu ich kosztów.</p>
7.	<p><b>Integracja w zakresie prawa, ochrony zdrowia, finansowania rozwoju gospodarczego i naukowego w ramach Unii Europejskiej</b></p> <p>Spodziewać się należy stopniowego spadku znaczenia prawa krajowego na rzecz prawa UE:</p> <p>Prawo krajów-członków musi być zgodne z prawem UE stanowionym przez Parlament Europejski. Z tego względu należy spodziewać się, że rozwój technologii medycznych nie powinien być blokowany przez zmienne prawodawstwo krajowe. Z drugiej strony prawo UE może utrudniać rozwój krajowych firm (prawne bariery wejścia na rynek). Należy przewidywać również wzrost roli organizacji międzynarodowych dla ustalania prawa i standardów opieki medycznej na całym świecie, co uniezależni ich rozwój od chwilowych wahań pryncypiów etycznych lokalnych społeczności.</p> <p>Na rozwój technologii medycznych w Polsce wpływać będą:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• harmonizacja (zgodność) z kierunkami priorytetowymi rozwoju Unii Europejskiej i Polski.;</li> <li>• stopień integracji z systemami i strukturami istniejącymi w Unii Europejskiej.</li> </ul>
8.	<p><b>Wyroby medyczne na zamówienie</b></p> <p>W najbliższych latach popularność systemów medycznych dostosowanych do indywidualnych potrzeb i cech pacjenta przeznaczonych do wspomaganie utraconych funkcji organizmu będzie rosła.</p>
9.	<p><b>Poziom zamożności społeczeństwa</b></p> <p>Poziom zamożności społeczeństwa będzie rósł ze względu na rozwój gospodarczy wynikający z przystąpienia Polski do Unii Europejskiej (napływ środków Unijnych, emigracja zarobkowa) i obecne uwarunkowania gospodarcze. Tempo wzrostu powinno być w Polsce wyższe niż w innych krajach UE. Zagrożeniem dla tego trendu mogą być rosnące gwałtownie ceny energii (ropa naftowa, gaz węgiel), które w skrajnym przypadku mogą doprowadzić do globalnego kryzysu gospodarczego. Niezależnie od kierunku trendu zmian poziomu zamożności społeczeństwa, można przewidywać, że będzie on miał znaczący wpływ (pozytywny w przypadku wzrostu i negatywny przy spadku) na rozwój sektora technologii medycznych.</p>
10.	<p><b>Profilaktyka i badania przesiewowe</b></p> <p>Wzrost świadomości zdrowotnej społeczeństwa, popularyzacja wiedzy o nowych technologiach, zachowaniach prozdrowotnych, ułatwiony dostęp do informacji itd. powinny prowadzić do wzrostu zainteresowania profilaktyką i badaniami przesiewowymi.</p>



Lp.	Zmienna lub trend wraz z opisem
11.	<p><b><i>Integracja środowisk naukowych</i></b></p> <p>W ostatnich latach obserwuje się tendencję do integracji środowisk naukowych w szczególności w obszarze inżynierii biomedycznej ze względu na jej wzrastające znaczenie w Europie i na świecie oraz jej multidyscyplinarny charakter. Integracji sprzyja polityka państwa oraz sposób finansowania badań naukowych w Unii Europejskiej.</p>
12.	<p><b><i>Informatyzacja kraju. Rozwój telematyki i telekomunikacji</i></b></p> <p>Rozwój i dostępność oraz obniżenie kosztów (upowszechnienie) technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) powinno sprzyjać ich wykorzystaniu w obszarze technologii medycznych.</p>
13.	<p><b><i>Wzrost liczby chorych na choroby cywilizacyjne</i></b></p> <p>Zmiana stylu życia prowadzi do zwiększenia się ilości przypadków chorób cywilizacyjnych takich, jak: cukrzyca, zwyrodnienia stawów i kręgosłupa, choroby serca, nowotwory, choroby psychiczne itp. Trend ten jest potęgowany przez niezdrowy tryb życia: brak ruchu i niezdrowe odżywianie prowadzące do otyłości i zespołu metabolicznego, palenie papierosów, nadużywanie alkoholu, stres.</p>
14.	<p><b><i>Wzrost liczby ludzi potrzebujących stałego wsparcia techniki medycznej</i></b></p> <p>Poziom włączenia osób upośledzonych niepełnosprawnych o ograniczonych możliwościach mobilności do uczestnictwa w życiu społecznym i zawodowym będzie wzrastał.</p>
15.	<p><b><i>Wykorzystanie rozwiązań wysokich technologii, w tym biologicznych</i></b></p> <p>W ostatnich latach kierunkami priorytetowymi w dziedzinie inżynierii biomedycznej są m.in. rozwój inżynierii komórkowej, tkankowej i genetycznej a także rozwój rozwiązań hybrydowych (techniczno – biologicznych). Wraz ze wzrostem możliwości oferowanych przez tego typu rozwiązania mogą zyskiwać na znaczeniu problemy etyczne i światopoglądowe dotyczące ich praktycznego stosowania.</p>
16.	<p><b><i>Wykorzystanie półproduktów</i></b></p> <p>W produkcji aparatury medycznej powinny zachodzić przemiany ułatwiające nawet stosunkowo niewielkim firmom wytwarzanie złożonych technicznie i technologicznie produktów dzięki wykorzystaniu „półproduktów” wytwarzanych przez wyspecjalizowanych dostawców. Wiedza i pomysł na dobry produkt będą odgrywać istotniejszą rolę niż ograniczenia technologiczne danego przedsiębiorstwa.</p>
17.	<p><b><i>Techniki opieki domowej</i></b></p> <p>Rozwój i dostępność oraz obniżenie kosztów (upowszechnienie) technologii informacyjno-komunikacyjnych ICT, wydłużanie się życia, wzrost liczby osób wymagających ciągłej opieki przy jednoczesnym niedoborze pracowników sektora ochrony zdrowia i wzroście kosztów hospitalizacji prowadzi do rozwoju technik opieki domowej.</p>
18.	<p><b><i>Nakłady na ochronę zdrowia</i></b></p> <p>Poziom finansowania systemu opieki zdrowotnej w Polsce, a szczególnie poziom środków kierowanych na badania i wdrożenia nowych technologii informatycznych w tym systemie odegra istotną rolę w rozwoju sektora technologii medycznych.</p> <p>Liberalizacja rynku ubezpieczeń społecznych i usług medycznych oraz planowany wzrost składki na ubezpieczenie zdrowotne powinny prowadzić do wzrostu nakładów na ochronę zdrowia.</p>

Lp.	Zmienna lub trend wraz z opisem
19.	<p><b>Poziom finansowania innowacyjnych technologii</b></p> <p>Państwo polskie przeznacza na finansowanie B&amp;R mniejszy odsetek PKB niż inne kraje UE, a uwzględniając różnice w wartości bezwzględnej PKB, dysproporcja jest nawet bardziej rażąca. Stan ten utrzymuje się od początku lat 90. XX w. mimo deklaracji kolejnych ekip rządzących, że ich priorytety obejmują szkolnictwo wyższe i naukę i zapowiedzi, że niekorzystny trend zostanie odwrócony. Na przykład w ciągu kilku najbliższych lat nakłady państwa na naukę mają podobno wzrosnąć kilkakrotnie. Trudno stwierdzić na ile jest to realne. Być może ze względu na szybki rozwój Polski, fundusze z UE itd. prognozy wzrostu nakładów mają szansę być zrealizowane.</p> <p>Inwestycje rodzimego sektora przedsiębiorstw w B&amp;R oraz w innowacyjność również są niskie (w porównaniu nie tylko z liderami w tej dziedzinie czy krajami starej UE lecz również z krajami znajdującymi się na podobnym poziomie jak Polska).</p>
20.	<p><b>Miniaturyzacja wyrobów medycznych</b></p> <p>W związku z szybkim rozwojem mikro- i nanotechnologii oraz z postępowaniem w dziedzinie sprzętu i oprogramowania komputerowego przewidywany jest wzrost liczby rozwiązań zminiaturyzowanych i wykorzystujących najnowsze osiągnięcia technologii informatycznej prowadząc do rozwoju nowych metod diagnostyki i terapii.</p>
21.	<p><b>Certyfikacja wyrobów medycznych</b></p> <p>Certyfikacja urzędów medycznych stanowi wymóg pozwalający na wprowadzenie nowych technologii medycznych na rynek europejski i światowy. Złożoność i koszt obowiązujących norm utrudniają w dużej mierze wejście na rynek małych i średnich firm w szczególności z państw nowo przyjętych do Unii Europejskiej.</p>
22.	<p><b>Potencjał rynku pracy</b></p> <p>Udział grupy pracującej w usługach związanych ze zdrowiem będzie wzrastać zarówno z powodu wyrównywania odpływu pracowników służby zdrowia w ostatnich latach, jak również spodziewanego wzrostu liczby osób korzystających z usług systemu ochrony zdrowia. Mimo spodziewanego wzrostu zatrudnienia wciąż będzie występował niedobór wykwalifikowanych specjalistów oraz pracowników średniego szczebla personelu medycznego, co będzie prowadzić do rozwoju technologii racjonalizujących wykorzystanie czasu specjalistów i ułatwiających pacjentom kontakt z nimi.</p>

Po zdefiniowaniu listy zmiennych i trendów Panel Główny utworzył „pustą” MWB o wymiarach 22 wiersze x 22 kolumny.

## Definiowanie stopnia wzajemnych oddziaływań poszczególnych zmiennych i trendów występujących w MWB

Panel Główny podzielił MWB na 7 fragmentów przeznaczonych dla poszczególnych Paneli Tematycznych. Zadaniem każdego z Paneli Tematycznych było określenie wpływu wszystkich 22 zmiennych i trendów występujących w MWB na 4 wybrane czynniki, w tym jeden wspólny dla wszystkich Paneli Tematycznych trend, tj. **Starzenie się społeczeństwa**. Wprowadzenie wspólnego dla wszystkich paneli czynnika pozwalało ocenić różnice w sposobach określania sił związków łączących zmienne i trendy występujące w MWB przez ekspertów z poszczególnych paneli i dawało możliwość wprowadzenia korekt mających na celu zminimalizowanie tych różnic.

Zadanie dla Paneli Tematycznych polegało na określeniu, w jaki sposób zmienne i trendy zawarte w wierszach MWB wpływają na zmienne zawarte w kolumnach, tzn. dany panel określał siłę wpływu bezpośredniego tylko w jednym kierunku.


Analiza dotyczyła całego sektora technologii medycznych, a nie wybranych technologii, czy wybranego obszaru inżynierii biomedycznej.

Siłę wpływu podawano w następującej skali:

- Brak wpływu – „0”
- Wpływ potencjalny – „P”
- Wpływ mały – „1”
- Wpływ średni (istotny, ale niedecydujący) – „2”
- Wpływ duży (decydujący) – „3”

Proces definiowania zwartości MWB ilustruje rysunek 63.

Czynnik	C1	C2	C3	C4	C5	...
C1	X		2	0	3	
C2	3		0	0	2	
C3	0		X	0	1	
C4	P		0	X	1	
C5	0		0	0	X	
C6	0		1	0	1	
...	...		...	...	...	



PT1-PT7      PT3   PT3   PT3

Rys. 63. Wypełnianie MWB (C1-C22 – czynniki analizy cross-impact, PT1-PT7 – panele tematyczne)

Efektem pracy Paneli Tematycznych jest w pełni zdefiniowana Macierz Wpływów Bezpośrednich, przedstawiona na rys. 64.

W kolumnie *Starzenie* występują wartości, które powstały w wyniku analizy sił oddziaływań określonych przez wszystkie Panele Tematyczne, w której brano pod uwagę wartość średnią oraz zgodność opinii poszczególnych paneli. W pozostałych kolumnach tabeli podano wartości uzyskane bezpośrednio z Paneli Tematycznych.

	1 : Starzenie	2 : Środowisko	3 : Polityka	4 : Wypadki	5 : Wiedza	6 : Komerc. OZ	7 : Integr. UE	8 : Med. cel.	9 : Zamożność	10 : Profilak.	11 : Int. nauki	12 : IT i TT	13 : Ch. cywil.	14 : Ciągła OZ	15 : Nowe tech.	16 : Półprod.	17 : Opieka dom	18 : Nakłady OZ	19 : Fin. inno.	20 : Miniatur.	21 : Certyfik.	22 : Rynek pr.
1 : Starzenie	0	P	P	2	P	P	P	3	2	2	P	0	2	3	2	P	2	3	1	1	0	2
2 : Środowisko	1	0	P	1	0	0	P	P	0	1	1	0	3	2	2	1	2	P	P	0	0	P
3 : Polityka	P	1	0	0	1	2	1	1	2	1	1	3	P	0	2	1	2	3	1	1	2	1
4 : Wypadki	1	P	P	0	0	P	P	2	P	P	P	P	P	3	2	1	3	2	1	1	0	1
5 : Wiedza	2	P	P	0	0	P	1	3	P	2	1	P	1	0	2	1	2	2	2	2	1	2
6 : Komerc. OZ	P	P	2	0	P	0	P	2	0	2	1	2	1	0	2	1	2	2	2	2	1	1
7 : Integr. UE	P	1	2	0	P	1	0	1	3	2	2	P	P	0	2	1	1	2	1	1	1	1
8 : Med. cel.	P	P	P	0	0	2	P	0	0	P	1	1	1	0	2	1	2	2	1	2	1	1
9 : Zamożność	2	1	1	0	2	3	1	3	0	2	1	3	1	2	2	1	3	3	2	2	1	1
10 : Profilak.	3	P	P	0	0	P	P	1	0	0	P	1	2	3	1	P	2	2	1	P	P	1
11 : Int. nauki	0	P	1	0	1	P	1	1	0	1	0	0	P	0	2	1	P	P	2	2	0	1
12 : IT i TT	P	P	P	0	2	1	1	1	1	2	2	0	1	0	2	1	2	2	2	1	P	1
13 : Ch. cywil.	3	1	P	0	P	1	P	2	1	2	1	1	0	3	2	1	3	2	1	1	0	1
14 : Ciągła OZ	2	P	1	0	1	2	P	2	1	1	1	1	1	0	2	1	3	3	1	2	1	1
15 : Nowe tech.	2	1	P	0	1	2	P	2	0	2	2	1	1	0	0	2	2	2	2	2	1	1
16 : Półprod.	P	P	P	0	0	P	P	2	0	1	1	1	P	0	1	0	2	2	1	1	1	P
17 : Opieka dom	2	P	P	0	P	2	P	1	0	1	P	1	P	0	1	P	0	2	1	1	P	P
18 : Nakłady OZ	2	1	1	0	0	2	1	3	0	3	1	2	2	0	2	2	3	0	2	2	P	P
19 : Fin. inno.	P	1	1	0	0	1	1	2	1	2	2	2	1	0	3	2	2	2	0	3	1	1
20 : Miniatur.	P	P	P	0	0	P	P	2	0	2	1	1	P	0	2	2	2	2	2	0	0	P
21 : Certyfik.	0	0	1	0	0	P	1	1	0	1	P	P	P	0	2	2	2	2	P	1	0	P
22 : Rynek pr.	P	P	2	0	P	1	P	1	0	1	1	2	P	0	1	1	2	2	1	P	0	0

© LIPSOR-EPITA-MICMAC

Rys. 64. Macierz Wpływu Bezpośrednich (numery czynników są zgodne z numeracją w tabeli 74, towarzyszą im skrótowe nazwy czynników)

## Analiza cross-impact za pomocą programu MicMac

Analizę cross-impact przeprowadzono z wykorzystaniem, wspomnianego wcześniej, opracowanego przez Michela Godeta systemu MicMac ("L'art et la méthode" Tom II – Editions Dunod). Wersja systemu MicMac, którą posługiwano się w trakcie analizy została opracowany w French Computer Innovation Institute 3IE (Institut d'Innovation Informatique pour l'Entreprise) pod nadzorem twórców koncepcji z LIPSOR Prospective (foresight) Strategic and Organisational Research Laboratory.

Poniżej przedstawiono wyniki analizy oparte na bazowej Macierzy Wpływu Bezpośrednich.

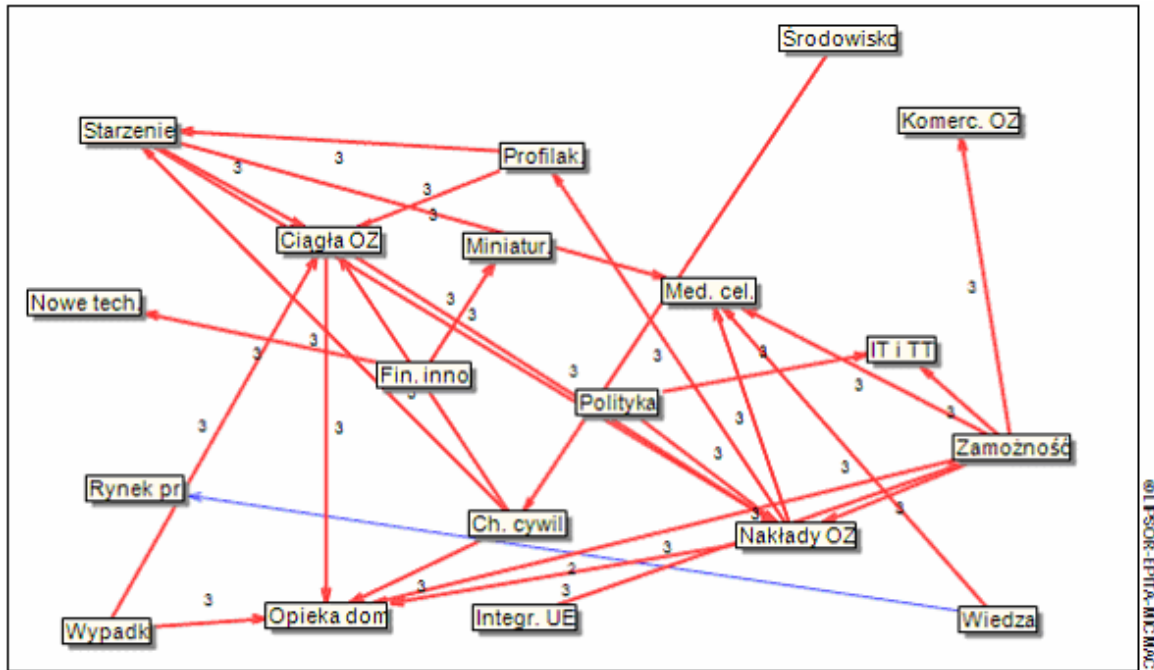
W tabeli 75 przedstawiono sumaryczną siłę oddziaływania (wpływ) oraz sumaryczną siłę zależności poszczególnych czynników analizy cross-impact opartą na wartościach zawartych w bazowej MWB (oddziaływania bezpośrednie).

Analiza danych zawartych w tabeli 75 wskazuje, że najsilniejszy wpływ na inne czynniki w obrębie systemu technologii medycznych ma *Zamożność społeczeństwa*. Najmniejszy wpływ na inne czynniki wywiera *Certyfikacja wyrobów medycznych*. Czynnikiem najbardziej zależnym od pozostałych jest rozwój *Technik opieki domowej* a najmniej zależnym – *Urazowość powypadkowa*.

Na rysunku 65 przedstawiono garb ilustrujący 10% najsilniejszych oddziaływań bezpośrednich czynników branż pod uwagę w analizie cross-impact.

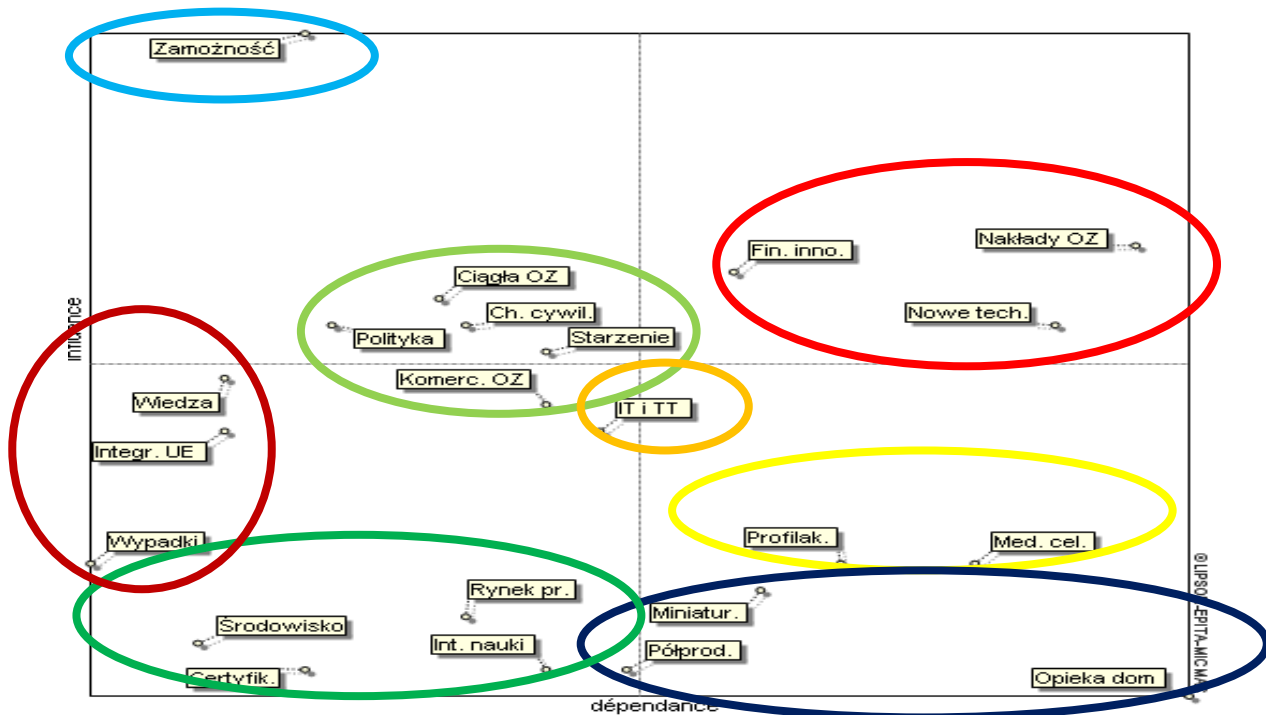
**Tabela 75.** Sumaryczne siły oddziaływań bezpośrednich występujących między czynnikami analizy cross-impact

N°	Czynnik	Wpływ	Zależność
1	Starzenie - Starzenie się społeczeństwa	25	20
2	Środowisko - Czynniki środowiskowe	14	7
3	Polityka - Polityczne uwarunkowania	26	12
4	Wypadki - Urazowość powypadkowa	17	3
5	Wiedza - Poziom wykształcenia społeczeństwa, w tym wiedzy o chorobach i metodach ich leczenia	24	8
6	Komerc. OZ - Stopień komercjalizacji usług medycznych	23	20
7	Integr. UE - Integracja w zakresie prawa, ochrony zdrowia, finansowania rozwoju gospodarczego i naukowego w ramach Unii Europejskiej	22	8
8	Med. cel. - Wyroby medyczne na zamówienie	17	36
9	Zamożność - Poziom zamożności społeczeństwa	37	11
10	Profilak. - Profilaktyka i badania przesiewowe	17	31
11	Int. nauki - Zintegrowanie środowisk naukowych	13	20
12	IT i TT - Informatyzacja kraju. Rozwój telematyki i telekomunikacji	22	22
13	Ch. cywil. - Wzrost liczby chorych na choroby cywilizacyjne	26	17
14	Ciągła OZ - Wzrost liczby ludzi potrzebujących stałego wsparcia techniki medycznej	27	16
15	Nowe tech. - Wykorzystanie rozwiązań wysokich technologii, w tym biologicznych	26	39
16	Półprod. - Wykorzystanie półproduktów	13	23
17	Opieka dom. - Techniki opieki domowej	12	44
18	Nakłady OZ - Nakłady na ochronę zdrowia	29	42
19	Fin. inno. - Poziom finansowania innowacyjnych technologii	28	27
20	Miniatur. - Miniaturyzacja wyrobów medycznych	16	28
21	Certyfik. - Certyfikacja wyrobów medycznych	13	11
22	Rynek pr. - Potencjał rynku pracy	15	17
	<b>Razem</b>	<b>462</b>	<b>462</b>



Rys. 65. Najsilniejsze oddziaływania bezpośrednie między czynnikami analizy cross-impact (liniami czerwonymi oznaczono oddziaływania silne a linią niebieską – oddziaływanie średnie)

Na rysunku 66 przedstawiono rozkład czynników analizy cross-impact na płaszczyźnie Wpływ – Zależność, wyodrębniając 8 grup czynników, zgodnie z metodyką analizy cross-impact, opisaną we wstępnej części rozdziału. Rozkład ten bazuje na oddziaływaniach bezpośrednich.



Rys. 66. Podział czynników analizy cross-impact, bazujący na oddziaływaniach bezpośrednich, na: czynniki kluczowe (kolor czerwony), cele (kolor żółty), rezultaty (kolor granatowy), czynniki autonomiczne (kolor ciemno zielony), czynniki zewnętrzne (kolor brązowy), czynniki pomocnicze (kolor pomarańczowy), czynniki regulacyjne (kolor jasno zielony) oraz determinanty (kolor jasno niebieski).

Czynnikami kluczowymi w tym przypadku są: *Nakłady na ochronę zdrowia, Wykorzystanie rozwiązań wysokich technologii, w tym biologicznych oraz Poziom finansowania innowacyjnych technologii.*

Drugim etapem badania było powtórzenie wyżej opisanej analizy z uwzględnieniem oddziaływań potencjalnych. W tym celu MWB przekształcono w Macierz Wpływów Pośrednich (MWP), zastępując oddziaływania potencjalne („P”) oddziaływaniami silnymi („3”). Na rysunku 67 przedstawiono uzyskaną w opisany sposób macierz MWP a na rysunku 68 – graf ilustrujący siłę oddziaływań pomiędzy poszczególnymi czynnikami, z uwzględnieniem bezpośrednich oddziaływań potencjalnych.

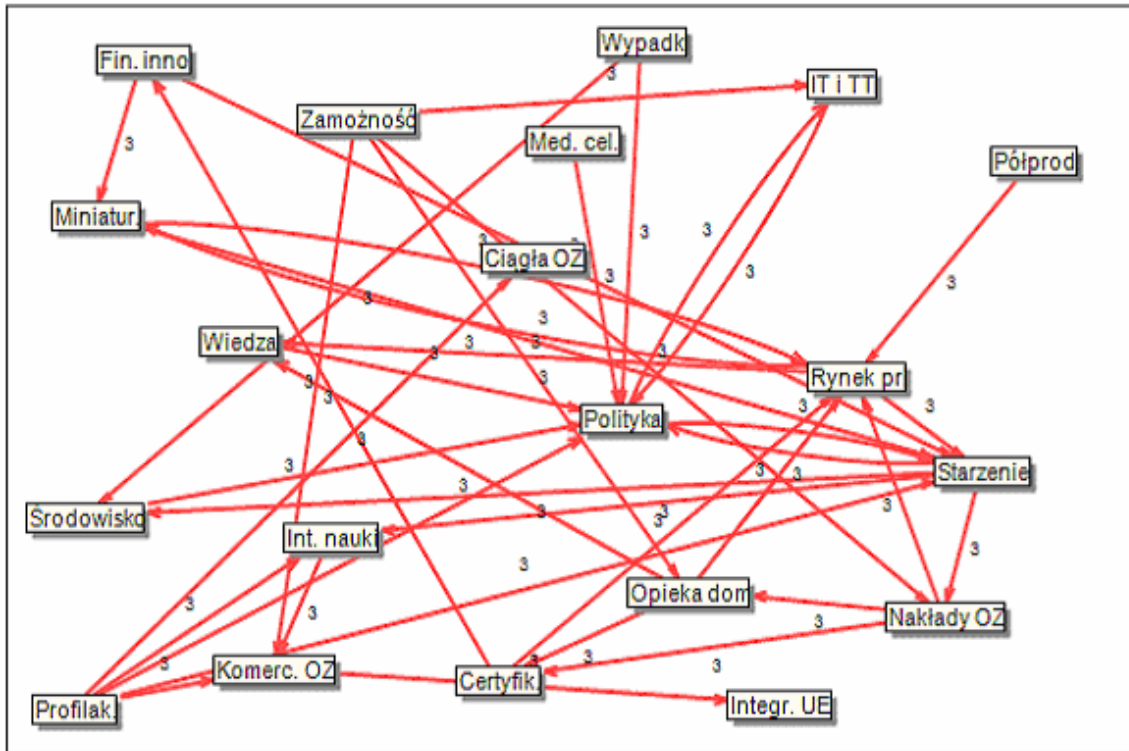
	1 : Starzenie	2 : Środowisko	3 : Polityka	4 : Wypadki	5 : Wiedza	6 : Komerc. OZ	7 : Integr. UE	8 : Med. cel.	9 : Zamożność	10 : Profilak.	11 : Int. nauki	12 : IT i TT	13 : Ch. cywil.	14 : Ciągła OZ	15 : Nowe tech.	16 : Półprod.	17 : Opieka dom	18 : Nakłady OZ	19 : Fin. inno.	20 : Miniatur.	21 : Certyfik.	22 : Rynek pr.
1 : Starzenie	0	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	0	2	3	2	3	2	3	1	1	0	2
2 : Środowisko	1	0	3	1	0	0	3	3	0	1	1	0	3	2	2	1	2	3	3	0	0	3
3 : Polityka	3	1	0	0	1	2	1	1	2	1	1	3	3	0	2	1	2	3	1	1	2	1
4 : Wypadki	1	3	3	0	0	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	1	3	2	1	1	0	1
5 : Wiedza	2	3	3	0	0	3	1	3	3	2	1	3	1	0	2	1	2	2	2	2	1	2
6 : Komerc. OZ	3	3	2	0	3	0	3	2	0	2	1	2	1	0	2	1	2	2	2	2	1	1
7 : Integr. UE	3	1	2	0	3	1	0	1	3	2	2	3	3	0	2	1	1	2	1	1	1	1
8 : Med. cel.	3	3	3	0	0	2	3	0	0	3	1	1	1	0	2	1	2	2	1	2	1	1
9 : Zamożność	2	1	1	0	2	3	1	3	0	2	1	3	1	2	2	1	3	3	2	2	1	1
10 : Profilak.	3	3	3	0	0	3	3	1	0	0	3	1	2	3	1	3	2	2	1	3	3	1
11 : Int. nauki	0	3	1	0	1	3	1	1	0	1	0	0	3	0	2	1	3	3	2	2	0	1
12 : IT i TT	3	3	3	0	2	1	1	1	1	2	2	0	1	0	2	1	2	2	2	1	3	1
13 : Ch. cywil.	3	1	3	0	3	1	3	2	1	2	1	1	0	3	2	1	3	2	1	1	0	1
14 : Ciągła OZ	2	3	1	0	1	2	3	2	1	1	1	1	1	0	2	1	3	3	1	2	1	1
15 : Nowe tech.	2	1	3	0	1	2	3	2	0	2	2	1	1	0	0	2	2	2	2	2	1	1
16 : Półprod.	3	3	3	0	0	3	3	2	0	1	1	1	3	0	1	0	2	2	1	1	1	3
17 : Opieka dom	2	3	3	0	3	2	3	1	0	1	3	1	3	0	1	3	0	2	1	1	3	3
18 : Nakłady OZ	2	1	1	0	0	2	1	3	0	3	1	2	2	0	2	2	3	0	2	2	3	3
19 : Fin. inno.	3	1	1	0	0	1	1	2	1	2	2	2	1	0	3	2	2	2	0	3	1	1
20 : Miniatur.	3	3	3	0	0	3	3	2	0	2	1	1	3	0	2	2	2	2	2	0	0	3
21 : Certyfik.	0	0	1	0	0	3	1	1	0	1	3	3	3	0	2	2	2	2	3	1	0	3
22 : Rynek pr.	3	3	2	0	3	1	3	1	0	1	1	2	3	0	1	1	2	2	1	3	0	0

© LIPSOR-EPITAMICMAC

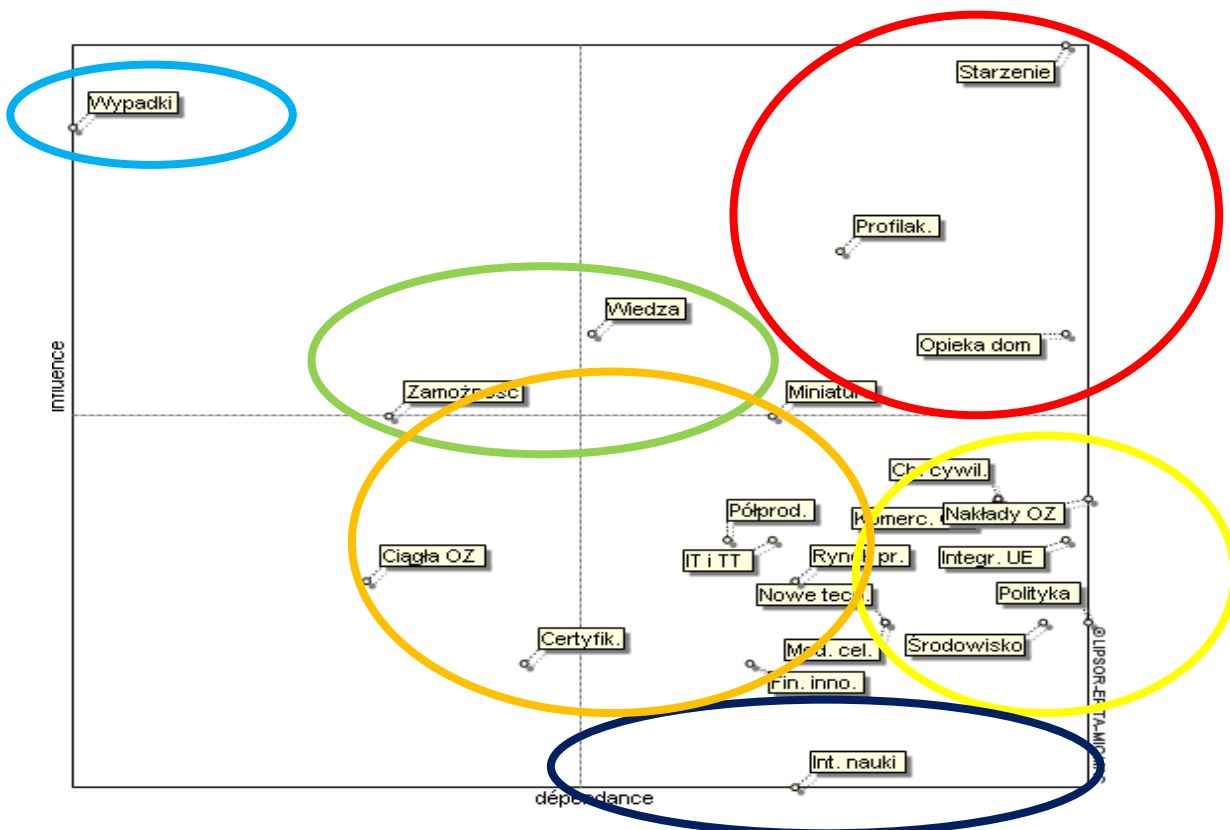
**Rys. 67.** Macierz Wpływów Pośrednich (numery czynników są zgodne z numeracją w tabeli 33, towarzyszą im skrótove nazwy czynników)

Na rysunku 69 przedstawiono rozkład czynników analizy cross-impact na płaszczyźnie Wpływ – Zależność, wyodrębniając 6 grup czynników. Rozkład ten bazuje na oddziaływaniach bezpośrednich potencjalnych.

Porównując zawartość rysunków 66 i 69 można zauważyć, że uwzględnienie oddziaływań potencjalnych doprowadziło do wzrostu zależności poszczególnych czynników od pozostałych zmiennych i trendów. W związku z tym na wykresie 69 nie występują czynniki zewnętrzne i autonomiczne. Wśród czynników kluczowych pojawiły się natomiast: *Starzenie się społeczeństwa, Rozwój technik opieki domowej oraz Profilaktyki i badań przesiewowych.*



Rys. 68. Najsilniejsze oddziaływania bezpośrednie z uwzględnieniem oddziaływań potencjalnych między czynnikami analizy cross-impact

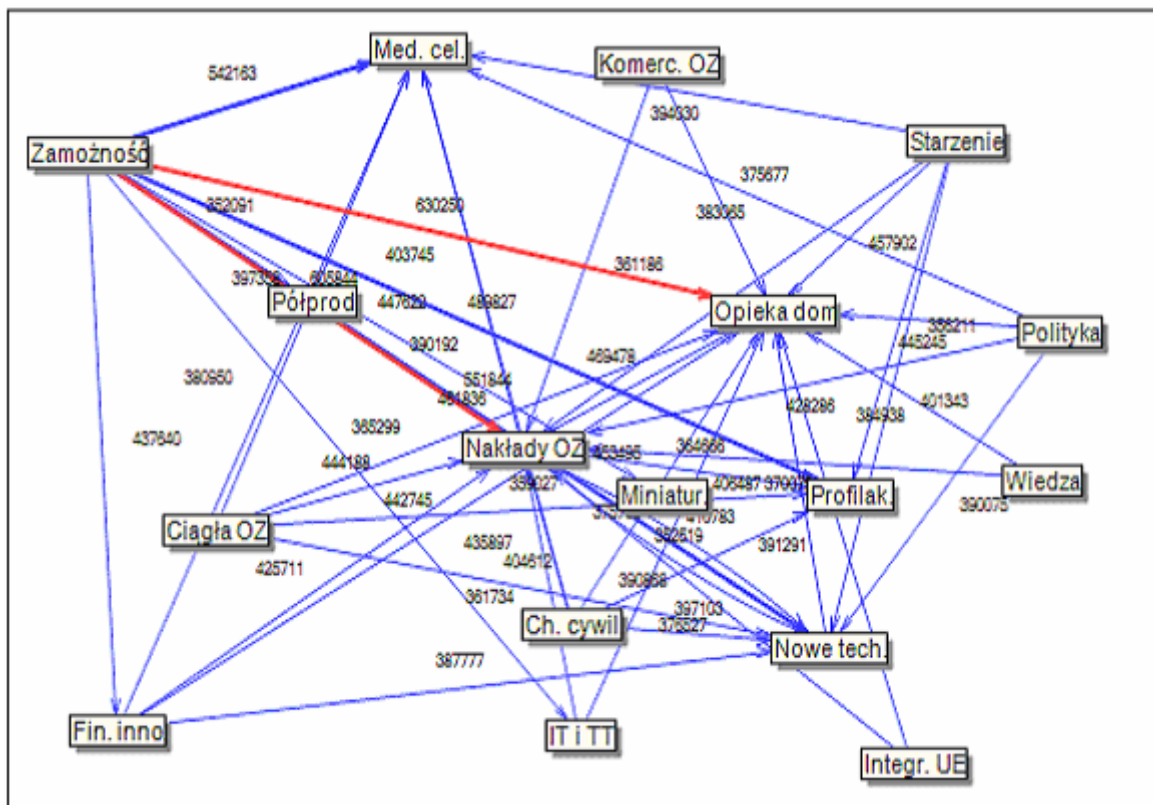


Rys. 69. Podział czynników analizy cross-impact, bazujący na oddziaływaniach bezpośrednich, na: czynniki kluczowe (kolor czerwony), cele (kolor żółty), rezultaty (kolor granatowy), czynniki pomocnicze (kolor pomarańczowy), czynniki regulacyjne (kolor jasno zielony) oraz determinanty (kolor jasno niebieski)



Trzeci etap badania polegał na uwzględnieniu, obok określonych przez ekspertów oddziaływań bezpośrednich, oddziaływań pośrednich. Algorytmy wykorzystane w programie MicMac analizując rozprzestrzenianie się oddziaływań w systemie poprzez połączenia i pętle sprzężenia zwrotnego spajające poszczególne czynniki, pozwalają zhierarchizować je z uwzględnieniem liczby połączeń i pętli o długości 1, 2, ... n dochodzących i wychodzących od każdego czynnika. W efekcie zostają ujawnione oddziaływania ukryte, trudne do zdefiniowania przez ekspertów badających system.

Na rysunku 70 przedstawiono graf oddziaływań pośrednich dla badanego systemu technologii medycznych.

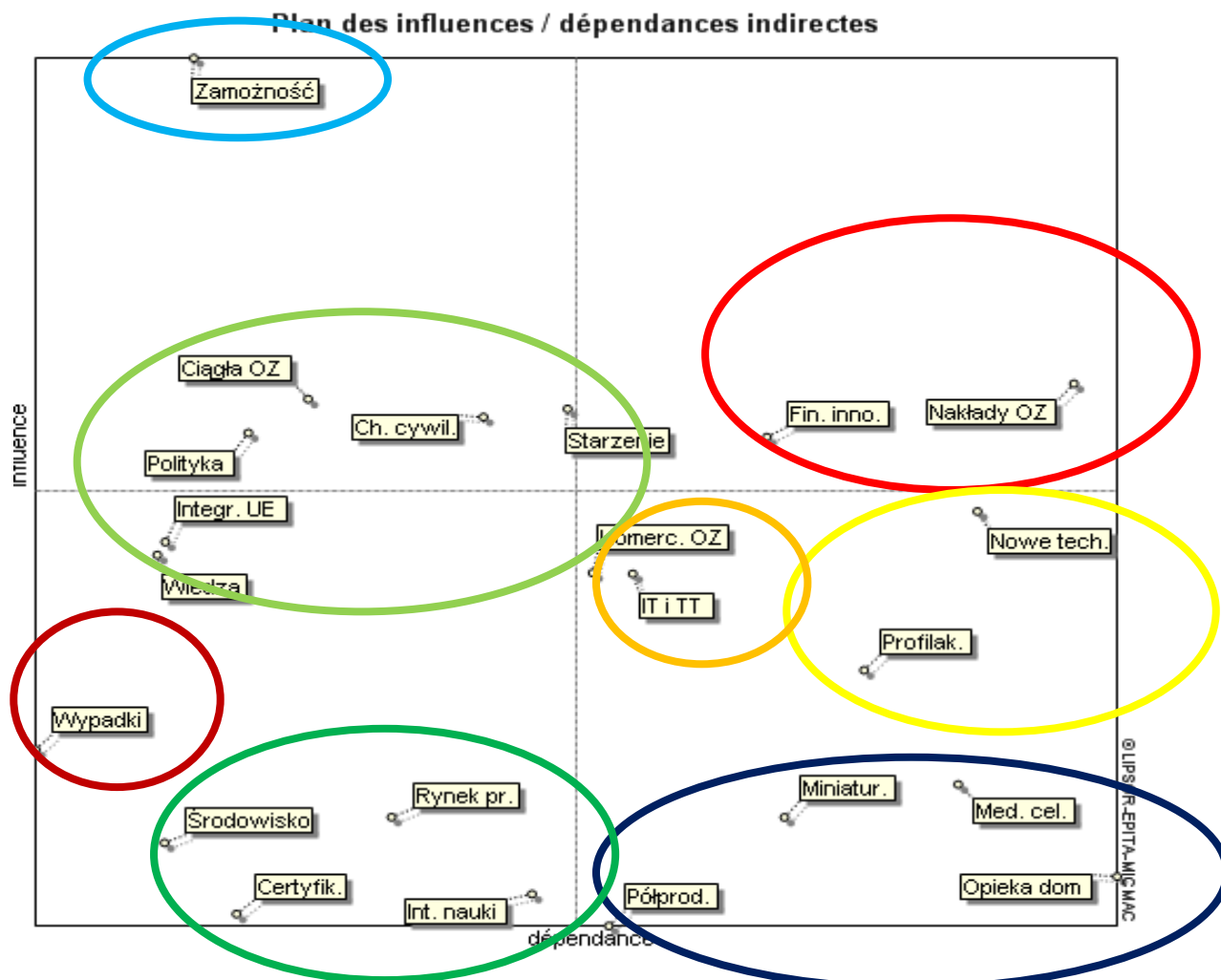


Rys. 70. Najsilniejsze oddziaływania pośrednie między czynnikami analizy cross-impact

Jak widać, w tym przypadku najsilniejsze oddziaływania wywiera *Zamożność społeczeństwa* na *Rozwój metod opieki domowej* oraz *Nakłady na ochronę zdrowia*. W mniejszym stopniu *Zamożność społeczeństwa* determinuje rozwój *Profilaktyki i badań przesiewowych*, *Wyrobow medycznych na zamówienie* oraz *Rozwiązań wysokich technologii, w tym biologicznych*.

Na rysunku 71 przedstawiono rozkład czynników analizy cross-impact na płaszczyźnie Wpływ – Zależność, wyodrębniając, podobnie jak w przypadku oddziaływań bezpośrednich, 8 grup czynników.

Czynnikami kluczowymi w tym przypadku są: *Nakłady na ochronę zdrowia* oraz *Poziom finansowania innowacyjnych technologii*.



**Rys. 71.** Podział czynników analizy cross-impact, bazujący na oddziaływaniach pośrednich, na: czynniki kluczowe (kolor czerwony), cele (kolor żółty), rezultaty (kolor granatowy), czynniki autonomiczne (kolor ciemno zielony), czynniki zewnętrzne (kolor brązowy), czynniki pomocnicze (kolor pomarańczowy), czynniki regulacyjne (kolor jasno zielony) oraz determinanty (kolor jasno niebieski)

Ostatni etap badania uwzględniał analizę oddziaływań pośrednich potencjalnych. Ze względu na dużą liczbę oddziaływań potencjalnych zdefiniowanych przez ekspertów ich wpływ na wyniki analizy przeważał nad wpływem oddziaływań pośrednich. Wyniki uwzględniające oddziaływanie pośrednie potencjalne były bardzo zbliżone do zaprezentowanych wcześniej wyników dotyczących oddziaływań potencjalnych bezpośrednich z identycznym zestawem czynników kluczowych tzn. *Starzenie się społeczeństwa, Rozwój technik opieki domowej oraz Profilaktyki i badań przesiewowych.*

Na rysunku 72 przedstawiono zmiany siły oddziaływania i stopnia zależności poszczególnych czynników na inne czynniki w zależności od uwzględnienia oddziaływań bezpośrednich lub pośrednich.

Kalsyfikacja ze względu na siłę wpływu

Lp.	Czynnik	Czynnik
1	9 - Zamożność	9 - Zamożność
2	18 - Nakłady OZ	18 - Nakłady OZ
3	19 - Fin. inno.	14 - Ciągła OZ
4	14 - Ciągła OZ	1 - Starzenie
5	3 - Polityka	13 - Ch. cywil.
6	13 - Ch. cywil.	3 - Polityka
7	15 - Nowe tech.	19 - Fin. inno.
8	1 - Starzenie	15 - Nowe tech.
9	5 - Wiedza	7 - Integr. UE
10	6 - Komer. OZ	5 - Wiedza
11	7 - Integr. UE	12 - IT i TT
12	12 - IT i TT	6 - Komer. OZ
13	4 - Wypadki	10 - Profilak.
14	8 - Med. cel.	4 - Wypadki
15	10 - Profilak.	8 - Med. cel.
16	20 - Miniatur.	20 - Miniatur.
17	22 - Rynek pr.	22 - Rynek pr.
18	2 - Środowisko	2 - Środowisko
19	11 - Int. nauki	17 - Opieka dom
20	16 - Półprod.	11 - Int. nauki
21	21 - Certyfik.	21 - Certyfik.
22	17 - Opieka dom	16 - Półprod.

Klasyfikacja ze względu na stopień zależności

Lp.	Czynnik	Czynnik
1	17 - Opieka dom	17 - Opieka dom
2	18 - Nakłady OZ	18 - Nakłady OZ
3	15 - Nowe tech.	15 - Nowe tech.
4	8 - Med. cel.	8 - Med. cel.
5	10 - Profilak.	10 - Profilak.
6	20 - Miniatur.	20 - Miniatur.
7	19 - Fin. inno.	19 - Fin. inno.
8	16 - Półprod.	12 - IT i TT
9	12 - IT i TT	16 - Półprod.
10	1 - Starzenie	6 - Komer. OZ
11	6 - Komer. OZ	1 - Starzenie
12	11 - Int. nauki	11 - Int. nauki
13	13 - Ch. cywil.	13 - Ch. cywil.
14	22 - Rynek pr.	22 - Rynek pr.
15	14 - Ciągła OZ	14 - Ciągła OZ
16	3 - Polityka	3 - Polityka
17	9 - Zamożność	21 - Certyfik.
18	21 - Certyfik.	9 - Zamożność
19	5 - Wiedza	2 - Środowisko
20	7 - Integr. UE	7 - Integr. UE
21	2 - Środowisko	5 - Wiedza
22	4 - Wypadki	4 - Wypadki

Rys. 72. Wpływ uwzględnienia oddziaływań bezpośrednich na siłę oddziaływania i stopień zależności czynników badanych w analizie cross-impact

Jak widać na rys. 72, uwzględnienie oddziaływań pośrednich powoduje obniżenie znaczenia *Poziomu finansowania innowacyjnych technologii* jako czynnika oddziaływującego na system technologii medycznych (przesunięcie z poz. 3 na poz. 7). Natomiast wzrasta wpływ *Starzenia się społeczeństwa* (wzrost z poz. 8 na poz. 4).

Uwzględnienie oddziaływań pośrednich nie powoduje istotnych przesunięć czynników w klasyfikacji określającej stopień ich uzależnienia od innych czynników.

Podsumowując wyniki analizy cross-impact opartej na bazowej Macierzy Wpływów Bezpośrednich w tabeli 76 przedstawiono podział badanych czynników na poszczególne grupy.

**Tabela 76.** Podział czynników uwzględnionych w analizie cross-impact na grupy zmiennych i trendów: kluczowych, determinantów, zewnętrznych, regulujących, pomocniczych, autonomicznych, celów oraz rezultatów

Zmienne i trendy (oddziaływania bezpośrednie)							
Kluczowe	Determinanty	Zewnętrzne	Regulujące	Pomocnicze	Autonomiczne	Cele	Rezultaty
Nakłady na OZ Fin. inno. Nowe tech.	Zamożność	Wiedza Integr. UE Wypadki	Ciągła OZ Ch. Cywil. Starzenie Politka Komerc. OZ	IT i TT	Środowisko Certyfik. Rynek pr. Int. Nauki Wypadki	Med. cel. Profilakt.	Opieka dom. Miniatur. Półprod.
Zmienne i trendy (bezpośrednie oddziaływania potencjalne)							
Kluczowe	Determinanty	Zewnętrzne	Regulujące	Pomocnicze	Autonomiczne	Cele	Rezultaty
Starzenie Profilak. Opieka dom.	Wypadki		Zamożność Wiedza	Ciągła OZ Certyfik. Miniatur. Półprod. IT i TT Rynek pr. Fin. inno.		Ch. cywil. Komerc. OZ Nakłady OZ Integr. UE Polityka Środowisko Nowe tech. Med cel.	Int. nauki
Zmienne i trendy (oddziaływania pośrednie)							
Kluczowe	Determinanty	Zewnętrzne	Regulujące	Pomocnicze	Autonomiczne	Cele	Rezultaty
Nakłady na OZ Fin. inno.	Zamożność	Wypadki	Ciągła OZ Ch. Cywil. Starzenie Politka Wiedza Integr. UE	IT i TT Komerc. OZ	Środowisko Certyfik. Rynek pr. Int. nauki	Nowe tech. Profilakt.	Opieka dom. Miniatur. Półprod. Med. cel.
Zmienne i trendy (potencjalne oddziaływania pośrednie)							
Kluczowe	Determinanty	Zewnętrzne	Regulujące	Pomocnicze	Autonomiczne	Cele	Rezultaty
Starzenie Profilak. Opieka dom.	Wypadki		Zamożność Wiedza	Ciągła OZ Certyfik. Miniatur. Półprod. IT i TT Rynek pr. Fin. inno.		Ch. cywil. Komerc. OZ Nakłady OZ Integr. UE Polityka Środowisko Nowe tech. Med cel.	Int. nauki

## Analiza wariantowa

Analizę cross-impact wykonano nie tylko opierając się na wartościach z bazowej Macierzy Wpływów Bezpośrednich, ale również posługując się zmodyfikowanymi jej wariantami uwzględniającymi:

- Różnice w ocenie siły oddziaływań poszczególnych czynników przeprowadzonej przez poszczególne panele.
- Różną siłę oddziaływań potencjalnych.
- Dwa dodatkowe czynniki, które z założenia powinny należeć do grupy rezultatów.
  - Poziom satysfakcji z działania systemu ochrony zdrowia (jakość usług)
  - Koszty opieki zdrowotnej
- Jedynie „najsilniejsze” oddziaływania potencjalne.

W pierwszym wariacie sprawdzono, na ile różnice w sposobie oceny systemu technologii medycznych przez poszczególne Panele Tematyczne mogły zmienić wyniki analizy cross-impact. W tym celu skorygowano oceny siły oddziaływań czynników analizy cross-impact dokonane przez poszczególne panele stosując współczynniki korekcyjne obliczone na podstawie ocen wpływu wszystkich zmiennych i trendów na wspólny dla wszystkich paneli czynnik tzn. *Starzenia się społeczeństwa*. Dodatkowymi czynnikami kluczowymi, które pojawiły się w tej analizie były: *Wzrost liczby chorych na choroby cywilizacyjne* oraz *Uwarunkowania polityczne*.

W drugim wariacie analizowano zmiany w systemie w zależności od siły oddziaływań potencjalnych, które kolejno zastępowano oddziaływaniami średnimi i słabymi. Analiza ta nie wniosła zasadniczych zmian do wyników zaprezentowanej uprzednio analizy podstawowej.

W trzecim wariacie do analizy wprowadzono dodatkowe dwa czynniki (*Poziom satysfakcji z działania systemu ochrony zdrowia [jakość usług]* oraz *Koszty opieki zdrowotnej*). Analiza ta została przeprowadzona, gdyż opierając się na wynikach analizy podstawowej (rys. 66 i 71) stwierdzono, że w systemie brakuje czynników o wyraźnym charakterze „Rezultatów” działania systemu technologii medycznych i w związku z tym zmienne kluczowe zlokalizowane są w znacznej odległości od prawego górnego narożnika wykresu w układzie Wpływ-Zależność. Wprowadzenie dodatkowych czynników spowodowało pojawienie się na liście czynników kluczowych nowej zmiennej w postaci *Integracji w ramach Unii Europejskiej w zakresie prawa, ochrony zdrowia, finansowania rozwoju gospodarczego i naukowego*.

W czwartym wariacie uwzględniono tylko najistotniejsze oddziaływania pośrednie, co skutkowało pojawieniem się w grupie czynników kluczowych tych samych dodatkowych zmiennych i trendów, które wystąpiły w wariacie pierwszym tzn. *Wzrost liczby chorych na choroby cywilizacyjne* oraz *Uwarunkowania polityczne*.

## Podsumowanie. Zmienne kluczowe

Podsumowując przeprowadzoną analizę cross-impact stwierdzono, że podstawowymi zmiennymi kluczowymi z punktu widzenia funkcjonowania i przyszłości systemu technologii medycznych w Polsce są:

- **Starzenie się społeczeństwa**
- **Nakłady na ochronę zdrowia**
- **Poziom finansowania innowacyjnych technologii**
- **Rozwój rozwiązań zaawansowanych technologii, w tym biologicznych**

Dodatkowo zestaw ten może być uzupełniony przez następujące czynniki:

- Profilaktyka i badania przesiewowe
- Wzrost liczby chorych na choroby cywilizacyjne
- Rozwój technik opieki domowej
- Uwarunkowania polityczne
- Integracji w ramach Unii Europejskiej w zakresie prawa, ochrony zdrowia, finansowania rozwoju gospodarczego i naukowego

## Rozdział 15

### Badanie ankietowe metodą delficką

#### Wprowadzenie do badań metodą delficką

Metoda delficka jest podmiotowo-intuicyjną, systematyczną i zestrukturyzowaną, interaktywną metodą prognozowania bazującą na wynikach niezależnego badania opinii wybranych ekspertów. Cechą charakterystyczną badań prowadzonych metodą delficką jest ich wieloetapowość. Opinie ekspertów zbierane są w trakcie dwóch lub więcej rund, prowadzonych anonimowo, badań kwestionariuszowych. Po zakończeniu każdej z rund administrator badania podsumowuje / analizuje wyniki poprzedniej rundy i rezultaty tej analizy udostępnia ekspertom w trakcie kolejnej rundy. Wynikom wspomnianej analizy mogą towarzyszyć, uzyskane od ekspertów, obszerniejsze wyjaśnienia leżące u podstaw ich opinii. Dzięki temu, w kolejnych rundach eksperci mają możliwość zrewidowania swych opinii i ich zbliżenia do opinii innych ekspertów. Proces ten powinien być powtarzany wielokrotnie i trwać do momentu, w którym przestają zachodzić istotne zmiany w rozkładzie opinii ekspertów. Jednak z przyczyn praktycznych badanie metodą delficką zwykle kończy się po 2 lub 3 rundzie.

Metoda delficka powstała w Rand Corporation (Santa Monica, CL, USA) w okresie zimnej wojny i początkowo stosowana była do przewidywania wpływu rozwoju technologii na sposób prowadzenia działań wojennych. Nazwa metody pochodzi od nazwy miejscowości Delfy w Grecji, gdzie w starożytności w świątyni Apolla ulokowana była wyrocznia delficka – Pythia. Autorzy metody delfickiej uważali, iż nazwa metody nie oddaje w sposób właściwy jej istoty, gdyż sugeruje skojarzenia z „*proroctwem, z domieszką okultyzmu*”, podczas gdy w rzeczywistości metoda delficka, wobec braku pełnej naukowej wiedzy na dany temat, docenia znaczenie opinii, doświadczenia i intuicji ekspertów i pozwala wykorzystać ich wiedzę dostępną właśnie w tej formie do prognozowania przyszłości.

Pierwsze wyniki badań w sektorze cywilnym, w których zastosowano metodę delficką, zostały opublikowane w 1964 r. i dotyczyły prognozowania rozwoju nauki i technologii w długim horyzoncie czasu. Obejmowały one takie zagadnienia jak: przełomowe odkrycia naukowe, kontrola globalnej populacji, automatyzacja czy postęp badań kosmicznych.

Kluczowymi cechami metody delfickiej, odróżniającymi ją od innych metod prognozowania są:

1. Strukturyzacja przepływu informacji – eksperci biorący udział w badaniu przekazują swoją wiedzę wypełniając kwestionariusze przygotowane zwykle w formie zestawu hipotez (tzw. tez delfickich) oraz ewentualnie w formie komentarzy uzasadniających ich opinie. Administrator badania kontroluje interakcje pomiędzy uczestnikami badania przetwarzając, analizując i filtrując uzyskane wyniki, co pozwala uniknąć typowych negatywnych efektów funkcjonowania paneli ekspertów obradujących „*twarzą w twarz*” (np. forsowanie własnego zdania, skupianie się na problemach, o których posiada się większą wiedzę, narzucanie zdania „*autorytetów*” innym uczestnikom panelu itp.).
2. Stałe sprzężenie zwrotne – uczestnicy badania mają dostęp do wyników poprzednich rund badania, mogą komentować swoje przewidywania i zapoznać się z argumentami innych uczestników. W dowolnym momencie mogą zmienić swoje zdanie.

3. Anonimowość uczestników – zapobiega próbom zdominowania wyników badania przez uczestników wykorzystujących swoją pozycję lub osobowość, uwalnia (przynajmniej częściowo) od „skrzywień” zawodowych (tzn. tendencji do przywiązywania większej wagi do zagadnień, o których posiadana wiedza jest bogatsza), pozwala w swobodny sposób wyrażać własne opinie, unikać przyłączania się do „opinii tłumu”, zachęca do wyrażania otwartej krytyki i przyznawania się do błędów poprzez rewidowanie własnych opinii.

Metoda delficka jest bardzo interesującym narzędziem prognozowania przyszłości. Głównym niebezpieczeństwem przy jej stosowaniu jest – jak w całym procesie foresight – traktowanie wyników badania jako faktów, tylko dlatego, że są one wyrażone w formie danych. Tymczasem stanowią one jedynie narzędzie, dostarczające informacji o przyszłości, której jednak do końca nie można przewidzieć i która zawsze będzie różna od oczekiwań.

## Metodyka

Badanie kwestionariuszowe metodą delficką zostało przygotowane i przeprowadzone w trakcie procesu złożonego z następujących etapów:

1. Opracowanie przez Panel Główny arkusza identyfikacyjnego (metryki) eksperta – respondenta biorącego udział w badaniu kwestionariuszowym.
2. Opracowanie przez Panel Główny kryteriów ogólnych oceny tez delfickich.
3. Opracowanie przez Panele Tematyczne 7 wstępnych zestawów (kwestionariuszy) tez delfickich (6 kwestionariuszy technologicznych dotyczących poszczególnych obszarów inżynierii biomedycznej i kwestionariusz tez ekonomicznych).
4. Uogólnienie i konsolidacja 7 kwestionariuszy tez delfickich przez Panel Główny oraz opracowanie kwestionariusza tez ogólnych, dotyczących całej dziedziny technologii medycznych.
5. Opracowanie elektronicznej wersji kwestionariuszy badania delfickiego umożliwiającej zdalny udział w ankietyzacji z wykorzystaniem sieci internet (internetowe kwestionariusze umieszczono na platformie komunikacyjnej konsorcjum ROTMED).
6. Przeprowadzenie pierwszej tury badania kwestionariuszowego.
7. Opracowanie wyników pierwszej tury badania kwestionariuszowego i opracowanie elektronicznej wersji ankiet zawierających graficzną prezentację rozkładu wyników uzyskanych w pierwszej turze badania.
8. Przeprowadzenie drugiej tury badania kwestionariuszowego.
9. Statystyczna i graficzna analiza wyników drugiej tury badania kwestionariuszowego metodą delficką dla całego uzyskanego zbioru danych.

## Opracowanie kwestionariusza tez delfickich

Arkusz identyfikacyjny eksperta obejmował następujące dane:

1. Płeć.
2. Przedział wiekowy (poniżej 31 lat, 31-40 lat, 41-50 lat, 51-60 lat, 61-70 lat, powyżej 70 lat).
3. Wykształcenie (wyższe, licencjackie / inżynierskie, średnie).
4. Stopień / tytuł naukowy (magister, magister inżynier, doktor, doktor habilitowany, profesor).



5. Sektor zatrudnienia (nauka, gospodarka, administracja i polityka, media, organizacje pozarządowe, inne).
6. Obszar aktywności, który najlepiej opisuje dotychczasowe doświadczenie zawodowe (akademickie badania naukowe, badania i rozwój (B+R) w przemyśle, produkcja przemysłowa, ochrona zdrowia, zarządzanie i marketing, doradztwo, administracja publiczna, polityka, organizacje pozarządowe, inne).

Zestaw kryteriów ogólnych, który stosowany był do oceny wszystkich tez ogólnych oraz 7. zestawów tez tematycznych obejmował następujące zagadnienia:

1. Samoocena kwalifikacji eksperta w odniesieniu do obszaru opisywanego przez daną tezę
  - Poziom znajomości zagadnienia poruszonego w treści tezy
    - Wysoki (eksperski)
    - Dobry
    - Przeciętny
    - Brak znajomości
  - Typ wiedzy eksperckiej
    - Ogólny
    - Specjalistyczny
  - Rodzaj kontaktu z dyscypliną
    - Regularny
    - Okazjonalny
    - Praktyczny
    - Teoretyczny
    - Profesjonalny (zawodowy)
    - Amatorski
2. Ocena ważności tezy
  - Istotna
  - Nieistotna
  - Brak zdania
3. Przewidywany czas realizacji założeń tezy.
  - Ze względu na termin jej technicznej wykonalności
    - Przed rokiem 2010
    - W latach 2011 - 2015
    - W latach 2016 - 2020
    - Po roku 2020
    - Nigdy
  - Ze względu na termin jej komercjalizacji
    - Przed rokiem 2010
    - W latach 2011 - 2015
    - W latach 2016 - 2020
    - Po roku 2020
    - Nigdy
4. Wpływ realizacji tezy na podane aspekty życia

Aspekt życia	Wpływ			
	Wysoce korzystny	Korzystny	Obojętny	Niekorzystny
Wzrost dobrobytu				
Jakość życia				
Rozwój medycyny				
Rozwój ochrony zdrowia i opieki medycznej				
Innowacyjność				
Wzrost zatrudnienia				
Wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych				
Pozycję konkurencyjną wobec innych krajów				
Środowisko naturalne				
Inne aspekty (proszę podać jakie i ocenić ich wpływ)				

5. Działania, których podjęcie i/lub czynniki, których wystąpienie sprzyja realizacji danej tezy (istniała możliwość zaznaczenia wielu odpowiedzi)

Działanie / czynnik	Tak / Nie
Zwiększenie nakładów na badania podstawowe	
Zwiększenie nakładów na badania stosowane i innowacje	
Wzrost infrastruktury badawczo-rozwojowej	
Rozszerzenie współpracy jednostek naukowych z gospodarką	
Rozwój instytucji pośredniczących w kontaktach nauka-przemysł	
Zwiększenie ilości kierunków studiów związanych z inżynierią biomedyczną	
Wzrost liczby patentów danym obszarze technologii medycznych	
Wprowadzenie odpowiednich mechanizmów fiskalnych	
Działania legislacyjne	
Zwiększenie akceptacji społecznej (np. poprzez odpowiednie kampanie informacyjne)	
Inne działania (proszę podać jakie)	

6. Bariery / ograniczenia we wdrożeniu danej tezy do gospodarki (istniała możliwość zaznaczenia wielu odpowiedzi)

Bariera / ograniczenie	Tak / Nie
Niewystarczające uregulowania prawne w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia	
Ograniczone środki finansowe przeznaczone na działalność marketingową i dystrybucyjną	
Niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii	
Brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań	
Akademickość rozwiązań	
Wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych	
Słabo rozwinięty sektor przedsiębiorstw zdolnych do wykorzystania wysokich technologii	
Konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania	
Niskie nakłady na służbę zdrowia i niewystarczające uregulowania prawne w zakresie stosowania w ochronie zdrowia wysokospecjalistycznych technologii	
Brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków	
Inne bariery / ograniczenia (proszę wymienić jakie)	

Dodatkowo, eksperci - respondenci mieli możliwość dołączenia własnego komentarza do każdego z 8. kwestionariuszy tez delfickich.

Wstępny zestaw tez ekonomicznych złożony był z 13. tez. Zestawy technologicznych tez delfickich zawierały odpowiednio: 10 tez w Panelu Biopomiary, 13 tez w Panelu Sztuczne i Hybrydowe Narządy, 18 tez w Panelu Biomateriały, 11 tez w Panelu Biomechanika, 12 tez w Panelu Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych oraz 15 tez w Panelu Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie.

## Zestaw tez ogólnych

W wyniku pracy Panelu Głównego ostateczna wersja kwestionariusza ogólnych tez delfickich składała się z tez przedstawionych w tabeli 77.

Tabela 77. Zestaw tez ogólnych badania kwestionariuszowego metodą delficką

Lp.	Teza delficka
1	Wzrośnie zainteresowanie sektora produkcyjno-przemysłowego wytwarzaniem nowych, krajowych produktów medycznych, co spowoduje zwiększenie dostępności tych produktów dla społeczeństwa.
2	Wzrośnie zainteresowanie obcych producentów polskimi opracowaniami technologii materiałowych dla medycyny.
3	Nastąpi wzrost zainteresowania państwa sektorem naukowo-badawczym w zakresie technologii medycznych, przejawiający się zwiększonym dofinansowaniem badań.
4	Środki uzyskiwane przez polskie instytucje badawcze w ramach europejskich programów badań naukowych osiągną poziom nakładów Polski na finansowanie budżetu UE w tym zakresie.
5	Postępy globalizacji przyczynią się do rozwoju technologii wytwarzania i potaniaenia wyrobów medycznych.
6	Techniki komputerowe rozwiążą problemy personalizacji wyrobów medycznych (np. implanty zindywidualizowane, anatomiczne, inne).
7	Upowszechnienie technik komputerowych w leczeniu operacyjnym zwiększy liczbę i dostępność dokonywanych zabiegów.
8	Wzrost nakładów na ochronę zdrowia umożliwi wprowadzenie drogich, skutecznych procedur medycznych opartych na przykład na ciągłym monitorowaniu stanu pacjentów, wykorzystaniu nawigacji w chirurgii, itp.
9	Nastąpi rozwój systemu monitorowania jakości usług medycznych.
10	Nastąpi znaczący rozwój nieinwazyjnych i mało-inwazyjnych metod diagnostycznych.
11	Pojawią się nowe systemy monitorujące i diagnozujące zdalnie różne stany chorobowe.
12	Nastąpi lepsze wykorzystanie metod genetycznych w medycynie.
13	Rozwiązania z zakresu teleopieki domowej i mobilnej będą wykorzystywane w opiece medycznej, przyczyniając się do ograniczenia kosztów oraz liczby i czasu trwania hospitalizacji i zwiększenia efektywności leczenia pacjentów wymagających stałej opieki.
14	Systemy informatyczne wykorzystujące metody i narzędzia analizy i eksploracji danych medycznych będą powszechnie używane do wspomagania diagnostyki i planowania terapii, stając się ważnym czynnikiem istotnego wzrostu skuteczności diagnostyki, profilaktyki i terapii, w tym farmakoterapii.
15	Nastąpi wzrost samodzielności osób niepełnosprawnych poprzez upowszechnienie urządzeń wspomagających oraz nowe możliwości komputerowej analizy i interpretacji biosygnalów.
16	Nastąpi wzrost znaczenia nowoczesnych metod modelowania złożonych procesów i obiektów biomedycznych, przyczyniając się do postępu w profilaktyce, diagnostyce i terapii.

## Zestawy tez tematycznych

W wyniku pracy Panelu Głównego ostateczne wersje kwestionariuszy tematycznych tez delfickich składały się z tez przedstawionych w tabelach 78 - 84.

**Tabela 78.** Zestaw tez ekonomicznych badania kwestionariuszowego metodą delficką

Lp.	Teza delficka
1	Wydatki na ochronę zdrowia w Polsce wzrosną do 10 procent PKB.
2	Nastąpi wzrost udziału usług medycznych świadczonych poza systemem publicznej ochrony zdrowia.
3	Nastąpi wzrost udziału sektora ochrony zdrowia w tworzeniu PKB.
4	Nastąpi wprowadzenie mechanizmów rynkowych do finansowania istotnej części świadczeń zdrowotnych.
5	Nastąpi rozwój systemu monitorowania jakości usług medycznych.
6	Polscy producenci zajmą istotne miejsce na globalnym rynku medycznych produktów niszowych.
7	Nastąpią zmiany prawno-organizacyjne ułatwiające powstawanie firm z zakresu inżynierii biomedycznej (w tym spółek spin-off).
8	Kryzys ekonomiczno-polityczny spowoduje zahamowanie postępu w medycynie oraz spadek zapotrzebowania na nowoczesne wyroby medyczne.
9	Nastąpi pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości związanej z wyrobami medycznymi.

**Tabela 79.** Zestaw tez technologicznych dotyczących obszaru biopomiarów badania kwestionariuszowego metodą delficką

Lp.	Teza delficka
1	Rozwój metod obrazowania parametrycznego umożliwi lepszą ocenę struktury i stanu tkanek pod kątem zmian patologicznych.
2	Opracowania nowych algorytmów i rozwój metod przetwarzania obrazów spowodują wzrost znaczenia diagnostyki opartej na wykorzystaniu ultradźwięków, np. trójwymiarowego (3D) ultradźwiękowego obrazowania diagnostycznego.
3	Nastąpi rozwój metod pomiarowych umożliwiających pacjentowi dokonywanie samodzielnych pomiarów w domu.
4	Nastąpi szybki rozwój metod i technologii wczesnego wykrywania nowotworów.
5	Nastąpi znaczny rozwój metod diagnostyki i nadzoru okołoporodowego matki i dziecka nienarodzonego.

Lp.	Teza delficka
6	Powstaną nowe metody diagnostyki i terapii dzięki rozwojowi badań w dziedzinie nanomedycyny i opracowaniu nowych materiałów o ulepszonych właściwościach wykorzystywanych w urządzeniach pomiarowych i wykonawczych implantowanych do organizmu.
7	Powstaną precyzyjne testy i metody wykrywania infekcji w najwcześniejszym stadium choroby.
8	Zostaną opracowane mikrosystemy typu lab-on-a-chip, wykorzystujące osiągnięcia mikro- i nanotechnologii (MEMS, MEOMS) do diagnostyki biochemicznej w celu monitorowania zmian dynamicznych wielkości biochemicznych i do zastosowań w miejscu przebywania pacjenta (point-of-care).

**Tabela 80.** Zestaw tez technologicznych dotyczących obszaru sztucznych i hybrydowych narządów badania kwestionariuszowego metodą delficką

Lp.	Teza delficka
1	Zostanie opanowana i upowszechni się technologia regeneracji uszkodzonych narządów wewnętrznych i nerwów, przywracająca im utracone funkcje, z wykorzystaniem osiągnięć inżynierii komórkowej i tkankowej, w szczególności z zastosowaniem komórek macierzystych.
2	Implantowane czujniki lab-on-a-chip wykorzystujące osiągnięcia nanotechnologii i mikrosystemy elektromechaniczne (MEMS), śledzące stan wybranych narządów, będą wykorzystywane jako źródło sygnałów do kontroli działania sztucznych narządów.
3	Implantowane sztuczne narządy będą zasilane energią pozyskiwaną z organizmu człowieka.
4	Modele matematyczne i hybrydowe (matematyczno-sprzętowe) pozwolą na projektowanie i testowanie zindywidualizowanych (wirtualnych) sztucznych narządów wewnętrznych.
5	Nowoczesne sposoby leczenia cukrzycy, wykorzystujące rozwiązania sztucznej trzustki, pozwolą na osiąganie przebiegów stężenia glukozy we krwi, takich jak u ludzi zdrowych, eliminując problemy związane z rozwojem późnych powikłań cukrzycy.
6	Powstanie sztuczna lub hybrydowa wątroba pozwalająca na utrzymanie przy życiu osób z całkowitą niewydolnością wątroby do momentu wykonania przeszczepu lub regeneracji wątroby pacjenta.
7	Miniaturowe implantowane pompy będą stosowane długookresowo (kilka lat) do wspomaganie wybranych elementów układu krążenia oraz przywracania funkcji wewnątrzwydzielniczych narządów wewnętrznych.
8	Powstanie w Polsce wszczepialna proteza serca.
9	Powstaną sztuczne narządy zmysłów (wzroku, słuchu, smaku i węchu) zintegrowane z układem nerwowym pacjenta, zapewniające swobodne ich wykorzystanie w życiu codziennym.
10	Zostanie opanowana i będzie stosowana technologia wytwarzania całych narządów ludzkich (takich jak nerka, trzustka, itp.) z wykorzystaniem komórek macierzystych.
11	Zostanie opanowane i będzie wykorzystywane sterowanie urządzeniami (np. sztucznymi kończynami) za pomocą sygnałów z centralnego układu nerwowego.

**Tabela 81.** Zestaw tez technologicznych dotyczących obszaru biomateriałów badania kwestionariuszowego metodą delficką.

Lp.	Teza delficka
1	Coraz większe znaczenie będą mieć implanty wchłaniające i biodegradowalne niewymagające ponownej interwencji chirurgicznej.
2	Wprowadzone zostaną na rynek medyczny implanty ze stopów metali o większej biogodności.
3	Będą rozwijane technologie membranowe dla potrzeb chirurgii tkanek i sztucznych narządów.
4	Wzrośnie dostępność biomateriałów i implantów importowanych, co spowoduje wzrost konkurencyjności.
5	Starzenie się społeczeństwa wymusi większą podaż na rynek medyczny materiałów implantacyjnych i większe zapotrzebowanie na stałe i czasowe implanty.
6	Z uwagi na powszechność chorób nowotworowych i genetycznych nastąpi znaczny rozwój biomateriałów, w tym nanomateriałów, dla diagnostyki, jako nośników leków o przedłużonym działaniu terapeutycznym i służących do miejscowego dawkowania leków w organizmie.
7	Nastąpi wzrost dostępności implantów zindywidualizowanych dla ortopedii i traumatologii.
8	Nastąpi wzrost produkcji i zastosowań nowych biomateriałów ceramicznych i wyrobów z kompozytów polimerowych ze względu na takie ich właściwości jak: degradowalność (korozja), mniejsza waga i mniejsze koszty produkcji, w porównaniu z wyrobami metalowymi.
9	Wzrośnie zapotrzebowanie na materiały opatrunkowe, zawierające substancje stymulujące regenerację tkanek lub resorbujące wydzieliny w ranie lub bakteriobójcze.
10	Biomateriały resorbujące się zostaną szerzej wykorzystane jako nośniki leków (hormonów, leków przeciwzapalnych, antybiotyków itp.).
11	Wzrost zamożności społeczeństw i dyktat mody zwiększą zapotrzebowanie, dla celów chirurgii kosmetycznej, na różnego rodzaju biomateriały uzupełniające niedobór tkanek.
12	Metody implantacji wykorzystujące materiały z pamięcią kształtu będą powszechniej stosowane w medycynie.

**Tabela 82.** Zestaw tez technologicznych dotyczących obszaru biomechaniki badania kwestionariuszowego metodą delficką

Lp.	Teza delficka
1	Poprawa jakości i długości życia spowoduje wzrost liczby osób wymagających endoprotezoplastyki.
2	Rozwój technologii tkankowych (hodowli tkanek) ograniczy potrzebę stosowania endoprotez.
3	Nowe materiały biogodne i biodegradowalne zwiększają trwałość implantów medycznych, co spowoduje zmniejszenie liczby operacji rewizyjnych.
4	Robotyzacja zabiegów medycznych poprawi jakość w leczeniu operacyjnym.

Lp.	Teza delficka
5	Rozwój technologii przemysłowych przyspieszy rozwój technologii medycznych, w tym robotyzacji i nawigacji w leczeniu operacyjnym.
6	Proces rehabilitacji stacjonarnej i zdalnej stanie się czynnikiem rozwoju nowoczesnych technologii medycznych.
7	Wzrost liczby wypadków komunikacyjnych oraz wypadków związanych z uprawianiem sportów (w tym ekstremalnych) spowoduje wzrost zapotrzebowania na protezy zewnętrzne i sprzęt rehabilitacyjny wykorzystujący lekkie niemetaliczne materiały kompozytowe.
8	Roboty medyczne, w tym roboty interwencyjne, chirurgiczne i ratunkowe, będą stosowane powszechnie, zwiększając bezpieczeństwo pacjentów i personelu medycznego. Roboty te uzyskają znaczną autonomiczność w podejmowaniu decyzji.

**Tabela 83.** Zestaw tez technologicznych dotyczących obszaru obrazowania biomedycznego i przetwarzania obrazów biomedycznych badania kwestionariuszowego metodą delficką

Lp.	Teza delficka
1	Postęp w rozwoju techniki doprowadzi do znacznej poprawy rozdzielczości, dokładności i czytelności pozyskiwania danych obrazowych na temat morfologicznych i czynnościowych zmian narządów wewnętrznych człowieka.
2	Postęp w dziedzinie obrazowania spowoduje powszechną dostępność wizualizacji wybranych fragmentów narządów aż do poziomu molekularnego.
3	Nowe możliwości interpretacji zobrazowań medycznych wynikać będą z połączenia ulepszonych technik trójwymiarowej rekonstrukcji obrazów narządów oraz nowatorskich metod ich interpretacji z użyciem środków wirtualnej rzeczywistości.
4	Zobrazowania medyczne będą szeroko stosowane w zabiegach terapeutycznych we wnętrzu ciała pacjenta.
5	Udoskonalone techniki łączenia zobrazowań pozyskiwanych różnymi metodami (np. CT+fMRI+USG), pozwalające na dokładniejszą oceną natury występujących patologii, będą powszechnie dostępne.
6	Dzięki rozwojowi metod komputerowego obrazowania wnętrza ciała w czasie rzeczywistym możliwy będzie dalszy postęp chirurgii laparoskopowej oraz realne stanie się zastosowanie we wnętrzu ciała pacjenta mikrorobotów chirurgicznych.
7	Nowy rodzaj obrazowania medycznego powstanie na bazie połączenia technik przetwarzania obrazów, grafiki komputerowej oraz modelowania i symulacji zmian morfologicznych zachodzących w czasie i w przestrzeni.
8	Zastosowanie technik obrazowania medycznego napotka na barierę związaną z ograniczonymi możliwościami percepcyjnymi lekarza i może stać się źródłem frustracji dla mniej doświadczonych lekarzy.
9	Wzrost znaczenia komponenty softwarowej w obrazowaniu medycznym będzie stanowić szansę dla krajowych małych i średnich przedsiębiorstw.



**Tabela 84.** Zestaw tez technologicznych dotyczących obszaru informatyki medycznej i sieci neuronowych w medycynie badania kwestionariuszowego metodą delficką

Lp.	Teza delficka
1	Programy edukacyjne, budowane na bazie systemów telematycznych, odegrają znaczącą rolę w zakresie kształcenia ustawicznego i edukacji społeczeństwa, prowadząc do zmian w świadomości i zachowaniach prozdrowotnych.
2	Nastąpi rozwój oprogramowania wspomagającego analizę ryzyka oraz poprawę jakości i bezpieczeństwa systemów informatycznych w opiece zdrowotnej.
3	Technologie społeczeństwa informacyjnego (IST) odegrają istotną rolę w poprawie warunków życia ludzi starszych i niepełnosprawnych, zwiększając ich aktywność społeczną, a poprzez rozwój usług telemedycznych - w poprawie systemu opieki nad takimi osobami.
4	Organizacja systemu opieki zdrowotnej w Polsce zostanie oparta na nowoczesnych technologiach informatycznych wykorzystujących elektroniczne karty pacjenta, zapewniając wymianę informacji medycznej, co znacznie rozszerzy dostępność usług medycznych.
5	Wzrośnie rola usług telemedycznych w zakresie: telekonsultacji (ośrodek referencyjny - lekarz pierwszego kontaktu), teleopieki i telemonitorowania (pacjent - specjalista), teleedukacji i telechirurgii.
6	Nastąpi szybki rozwój bioinformatyki oraz jej praktycznych zastosowań w zakresie diagnostyki jak i terapii.
7	Nastąpi rozwój bezpiecznych serwerów baz danych gromadzących indywidualne dokumenty (historie chorób) pacjentów.
8	Wykorzystanie nowoczesnych metod diagnozowania naśladowujących sposób postępowania lekarza diagnosty wpłynie na tworzenie nowych modeli rozwiązań informatycznych.

## Charakterystyka respondentów biorących udział w badaniu metodą delficką

Zaproszenie do wzięcia udziału w badaniu kwestionariuszowym wysłano do 920 ekspertów, których dane zgromadzono na platformie komunikacyjnej konsorcjum ROTMED. Arkusz identyfikacyjny eksperta wypełniło 259 respondentów (28%). Charakterystyka tej grupy przedstawiona została w tabelach 85-90.

**Tabela 85.** Płeć respondentów

Płeć	Liczba respondentów
Mężczyzna	182
Kobieta	77

**Tabela 86.** Wiek respondentów

Wiek	Liczba respondentów
< 31 lat	54
31-40 lat	70
41-50 lat	59
51-60 lat	47
61-70 lat	23
> 70 lat	6

**Tabela 87.** Wykształcenie respondentów

Wykształcenie	Liczba respondentów
Wyższe	233
Licencjackie / inżynierskie	3
Średnie	23

**Tabela 88.** Stopnie i tytuły naukowe respondentów

Stopień / tytuł naukowy	Liczba respondentów
Magister	27
Magister inżynier	69
Doktor	76
Doktor habilitowany	29
Profesor	29
Inny / brak	29

**Tabela 89.** Sektor zatrudnienia

Sektor zatrudnienia	Liczba respondentów
Nauka	178
Gospodarka	42
Administracja i polityka	5
Media	1
Organizacje pozarządowe	1
Inne	32

**Tabela 90.** Obszar aktywności respondentów

Obszar aktywności	Liczba respondentów
Akademickie badania naukowe	144
Badania i rozwój (B+R) w przemyśle	24
Produkcja przemysłowa	16
Służba zdrowia	33
Zarządzanie i marketing	16
Doradztwo	4
Administracja publiczna	5
Polityka	0
Organizacje pozarządowe	0
Inne	17

Jak wynika z danych zawartych w tabelach 85-90 wśród respondentów przeważali mężczyźni (70%), poniżej 50 roku życia (71%) z wyższym wykształceniem (90%) i tytułem doktora (29%) zatrudnieni w nauce (69%) w obszarze akademickich badań naukowych (56%).

Pracownicy służby zdrowia stanowili 13% ogółu respondentów a osoby zatrudnione w gospodarce – 16%, w tym w sektorze produkcji przemysłowej – 6%.

**Tabela 91.** Liczba respondentów, którzy wzięli udział w badaniu (z podziałem na poszczególne grupy tez oraz tury badania)

Grupa tez	Runda 1	Runda 2
Tezy ogólne	165	130
Tezy ekonomiczne	60	42
Tezy technologiczne dotyczące biopomiarów	73	63
Tezy technologiczne dotyczące sztucznych i hybrydowych narządów	50	40
Tezy technologiczne dotyczące biomateriałów	56	52
Tezy technologiczne dotyczące biomechaniki	61	45
Tezy technologiczne dotyczące obrazowania biomedycznego i przetwarzania obrazów biomedycznych	84	61
Tezy technologiczne dotyczące informatyki medycznej i sieci neuronowych w medycynie	73	52

Tabela 92. Liczba odpowiedzi dotyczących poszczególnych tez w 8 grupach

Grupa tez	Runda 1	Runda 2
Tezy ogólne	2151	1855
Tezy ekonomiczne	458	349
Tezy technologiczne dotyczące biopomiarów	465	438
Tezy technologiczne dotyczące sztucznych i hybrydowych narządów	445	368
Tezy technologiczne dotyczące biomateriałów	580	580
Tezy technologiczne dotyczące biomechaniki	388	302
Tezy technologiczne dotyczące obrazowania biomedycznego i przetwarzania obarów biomedycznych	681	500
Tezy technologiczne dotyczące informatyki medycznej i sieci neuronowych w medycynie	526	392

W obydwu turach badania kwestionariuszowego wzięło udział 135 respondentów, co stanowi zaledwie 14,7% grupy ekspertów wytypowanej do badania. Wynik ten jest zbliżony do rezultatów uzyskiwanych w innych projektach typu foresight.

W jednej turze uczestniczyło 51 respondentów, a 73 osoby ograniczyły swój udział w badaniu do wypełnienia arkusza identyfikacyjnego.

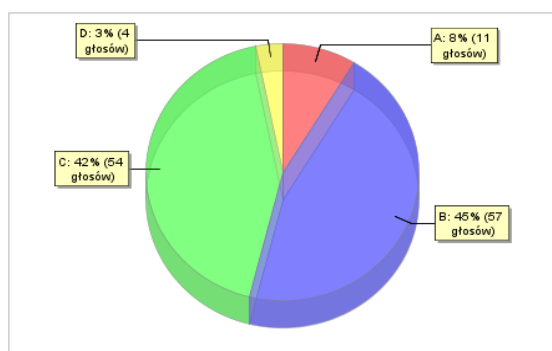
W tabelach 91 i 92 przedstawiono podsumowania dotyczące aktywnych uczestników badania delfickiego.

Poniżej zamieszczono wybrane wyniki badania kwestionariuszowego dotyczącego zestawu 16. tez ogólnych.

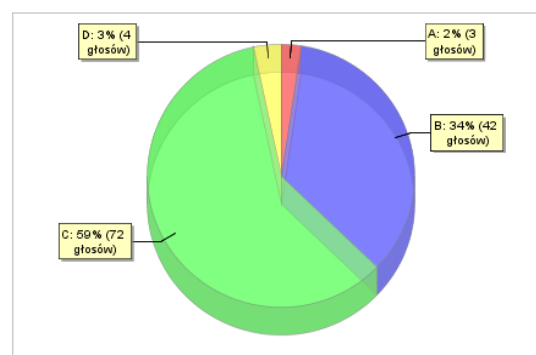
## Analiza rezultatów badania kwestionariuszowego – tezy ogólne

Na rysunku 73 przedstawiono wyniki samooceny respondentów dotyczące poziomu znajomości zagadnień, którym poświęcone są poszczególne tezy ogólne. Respondenci oceniali poziom znajomości zagadnień poruszanych przez poszczególne tezy w następującej skali: A – wysoki (eksperski), B – dobry, C – przeciętny, D – brak znajomości.

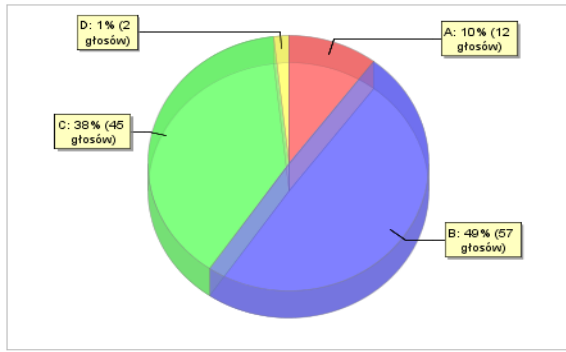
Wzrośnie zainteresowanie sektora produkcyjno-przemysłowego wytwarzaniem nowych, krajowych produktów medycznych, co spowoduje zwiększenie dostępności tych produktów dla społeczeństwa



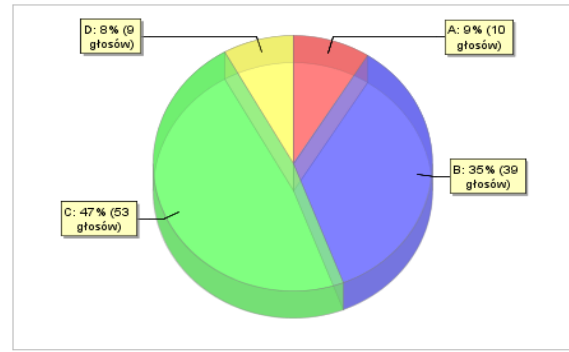
Wzrośnie zainteresowanie obcych producentów polskimi opracowaniami technologii materiałowych dla medycyny



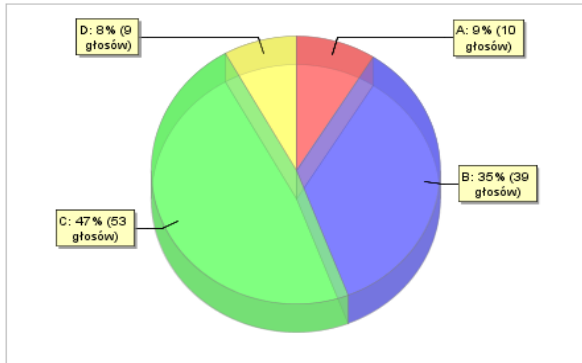
Nastąpi wzrost zainteresowania państwa sektorem naukowo-badawczym w zakresie technologii medycznych, przejawiający się zwiększonym dofinansowaniem badań



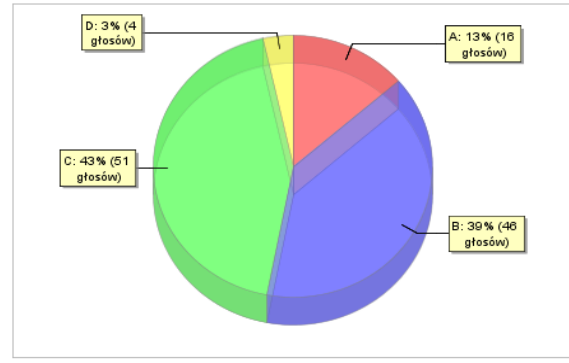
Środki uzyskiwane przez polskie instytucje badawcze w ramach europejskich programów badań naukowych osiągną poziom nakładów Polski na finansowanie budżetu UE w tym zakresie



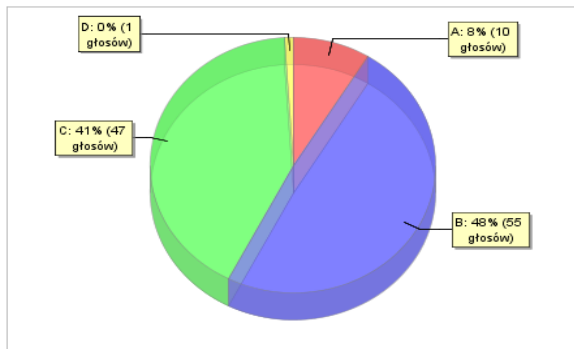
Postępy globalizacji przyczynią się do rozwoju technologii wytwarzania i potaniaenia wyrobów medycznych



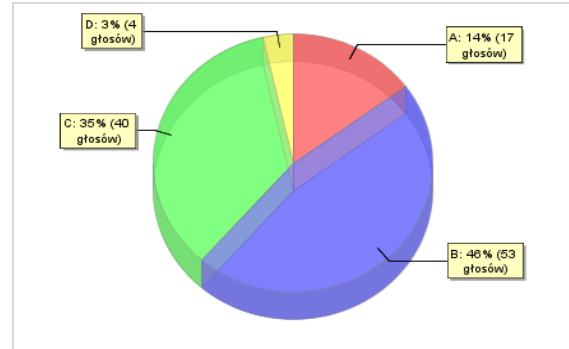
Techniki komputerowe rozwiążą problemy personalizacji wyrobów medycznych (np. implanty zindywidualizowane, anatomiczne, inne)



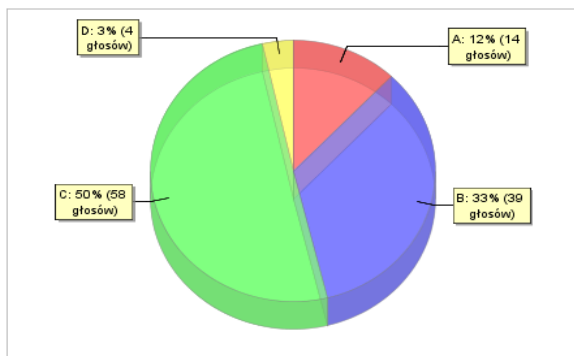
Upowszechnienie technik komputerowych w leczeniu operacyjnym zwiększy liczbę i dostępność dokonywanych zabiegów



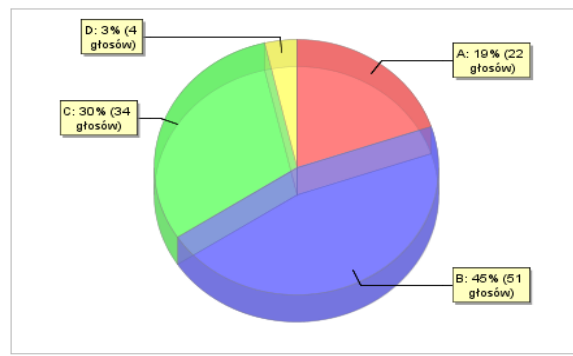
Wzrost nakładów na ochronę zdrowia umożliwi wprowadzenie drogiej, skutecznych procedur medycznych opartych na przykład na ciągłym monitorowaniu stanu pacjentów, wykorzystaniu nawigacji w chirurgii, itp.



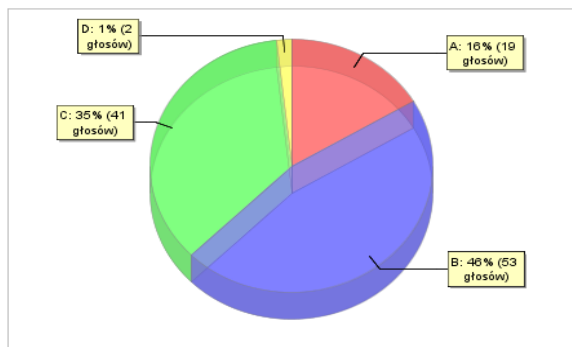
Nastąpi rozwój systemu monitorowania jakości usług medycznych



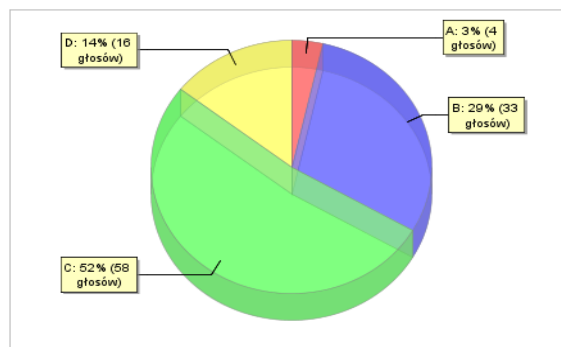
Nastąpi znaczący rozwój nieinwazyjnych i mało inwazyjnych metod diagnostycznych



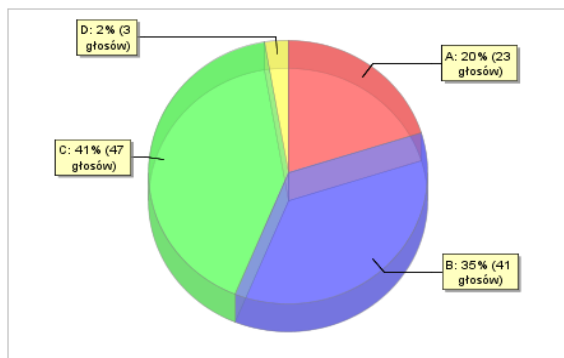
Pojawią się nowe systemy monitorujące i diagnozujące zdalnie różne stany chorobowe



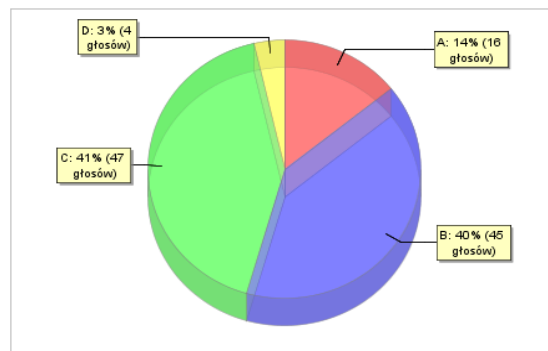
Nastąpi lepsze wykorzystanie metod genetycznych w medycynie



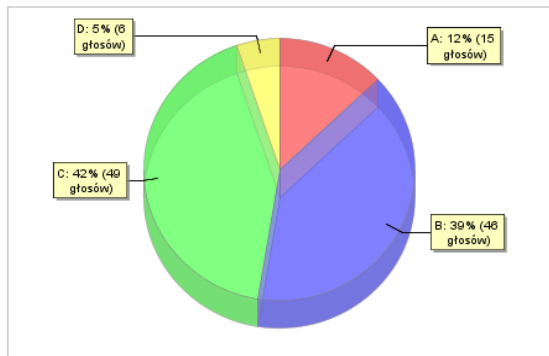
Rozwiązania z zakresu teleopieki domowej i mobilnej będą wykorzystywane w opiece medycznej, przyczyniając się do ograniczenia kosztów oraz liczby i czasu trwania hospitalizacji i zwiększenia efektywności leczenia pacjentów wymagających stałej opieki



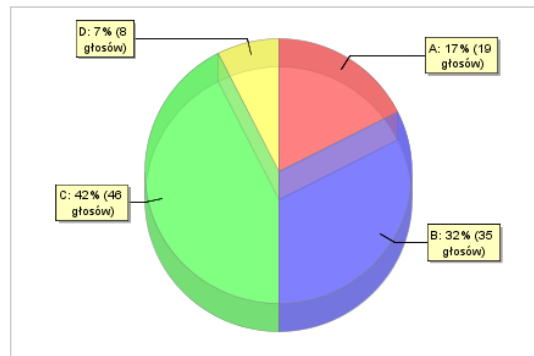
Systemy informatyczne wykorzystujące metody i narzędzia analizy i eksploracji danych medycznych będą powszechnie używane do wspomaganie diagnostyki i planowania terapii, stając się ważnym czynnikiem istotnego wzrostu skuteczności diagnostyki, profilaktyki i terapii, w tym farmakoterapii



Nastąpi wzrost samodzielności osób niepełnosprawnych poprzez upowszechnienie urządzeń wspomagających oraz nowe możliwości komputerowej analizy i interpretacji biosygnali



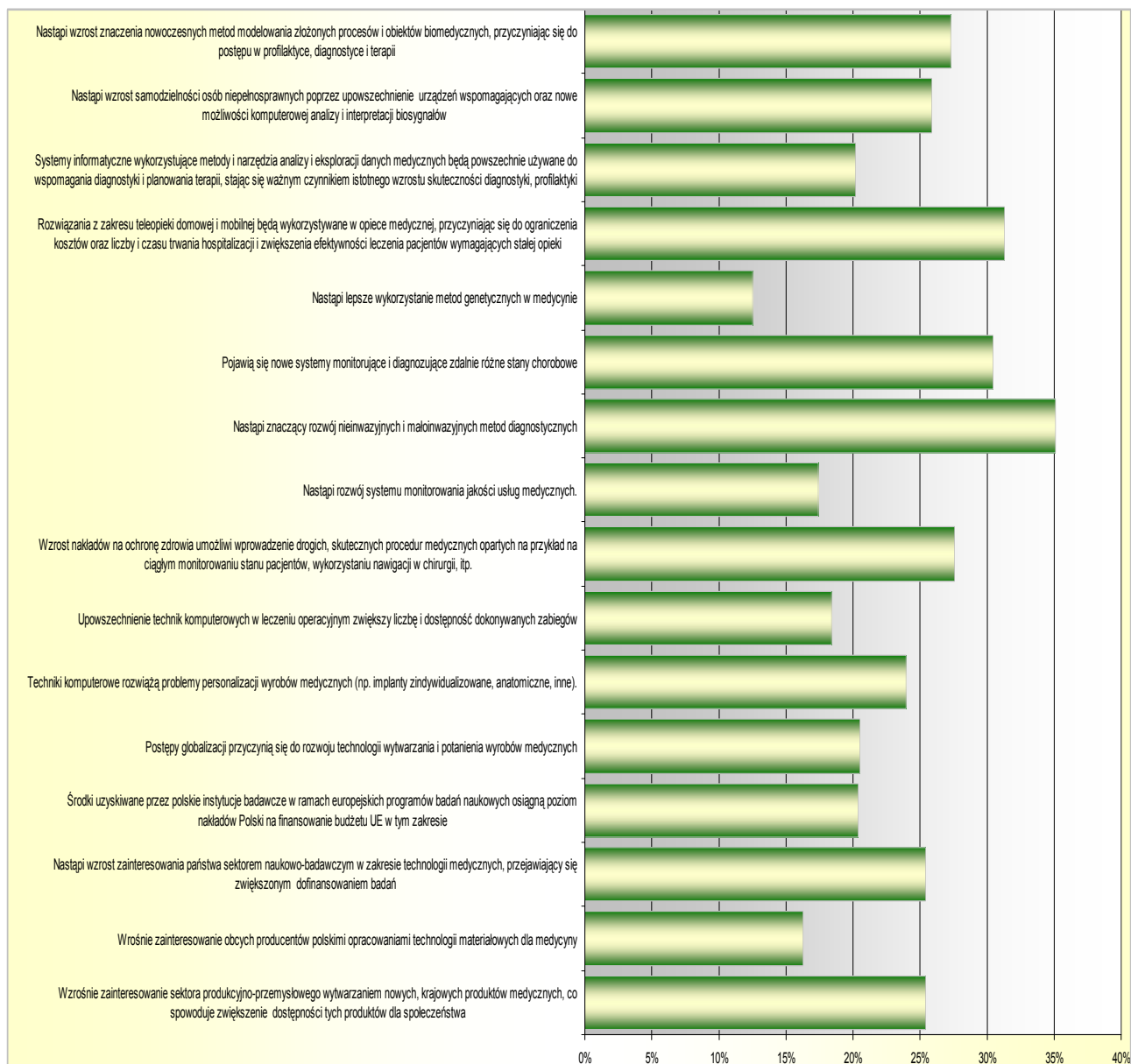
Nastąpi wzrost znaczenia nowoczesnych metod modelowania złożonych procesów i obiektów biomedycznych, przyczyniając się do postępu w profilaktyce, diagnostyce i terapii



**Rys. 73.** Wyniki samooceny respondentów dotyczące poziomu znajomości zagadnień, którym poświęcone są poszczególne tezy ogólne (A – wysoki [ekspertki], B – dobry, C – przeciętny, D – brak znajomości).

Z danych przedstawionych na rysunku 73 wynika, że respondenci w większości (12 na 16 tez) uznawali poziom swojej wiedzy na temat zagadnień poruszanych w poszczególnych tezach za przeciętny lub dobry (4 na 16 tez). Odsetek respondentów czujących się ekspertami w zakresie zagadnień, których dotyczyły tezy ogólne wahał się od 2% do 20%.

Rysunek 74 ilustruje odsetek respondentów, którzy określili typ swojej wiedzy dotyczącej zagadnień poruszanych w poszczególnych tezach ogólnych jako specjalistyczny.



**Rys. 74.** Odsetek respondentów, dysponujących specjalistyczną wiedzą w zakresie zagadnień poruszanych w tezach ogólnych

Odsetek respondentów oceniających swoją wiedzę odnośnie zagadnień poruszanych w tezach ogólnych jako specjalistyczną wyniósł od 13% dla tezy mówiącej, że: „*Nastąpi lepsze wykorzystanie metod genetycznych w medycynie*” do 36% dla tezy mówiącej, że: „*Nastąpi znaczący rozwój nieinwazyjnych i małoinwazyjnych metod diagnostycznych*”. Średnio  $24\% \pm 6\%$  respondentów dysponowało wiedzą specjalistyczną a pozostała część wiedzą ogólną.

Na rysunku 75 zilustrowano odsetek odpowiedzi respondentów, uznających poszczególne tezy za istotne.



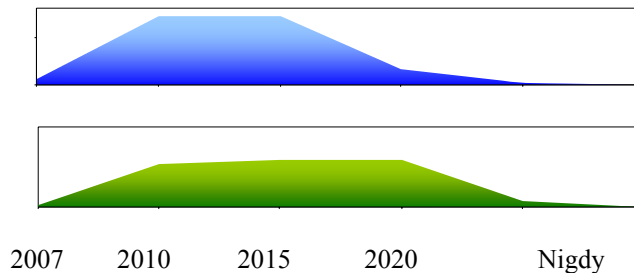
**Rys. 75.** Odsetek odpowiedzi respondentów, uznających poszczególne tezy ogólne za istotne

Jak widać, za najistotniejsze uznano tezy: „*Rozwiązania z zakresu teleopieki domowej i mobilnej będą wykorzystywane w opiece medycznej, przyczyniając się do ograniczenia kosztów oraz liczby i czasu trwania hospitalizacji i zwiększenia efektywności leczenia pacjentów wymagających stałej opieki*” (97% odpowiedzi) oraz „*Nastąpi znaczący rozwój nieinwazyjnych i małoinwazyjnych metod diagnostycznych*” (96% odpowiedzi). Najmniej istotna teza to: „*Nastąpi wzrost znaczenia nowoczesnych metod modelowania złożonych procesów i obiektów biomedycznych, przyczyniając się do postępu w profilaktyce, diagnostyce i terapii*” (85% odpowiedzi). Średnio tezy zostały uznane za istotne przez 90%±4% respondentów.

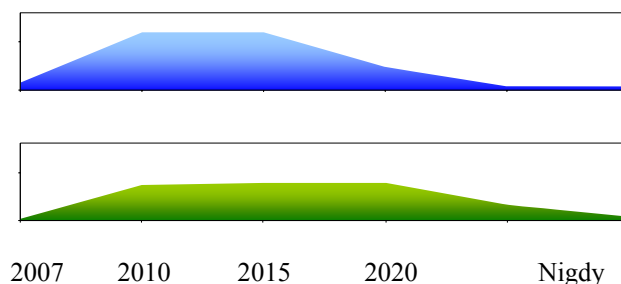
Na rysunku 76 zaprezentowano opinie respondentów na temat przewidywanego horyzontu czasowego realizacji tez ogólnych w odniesieniu do ich wykonalności oraz upowszechnienia się / komercjalizacji.



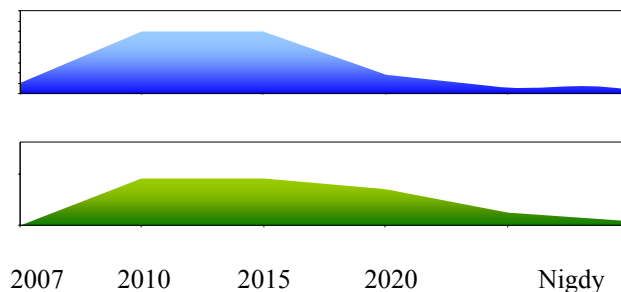
1. Wzrośnie zainteresowanie sektora produkcyjno-przemysłowego wytwarzaniem nowych, krajowych produktów medycznych, co spowoduje zwiększenie dostępności tych produktów dla społeczeństwa



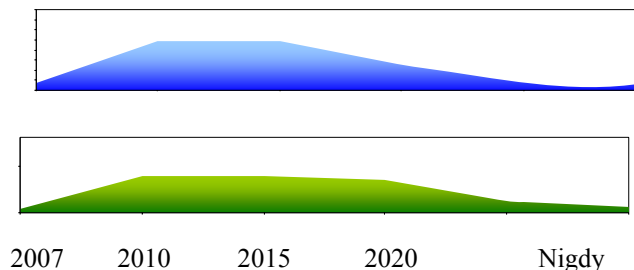
2. Wzrośnie zainteresowanie obcych producentów polskimi opracowaniami technologii materiałowych dla medycyny



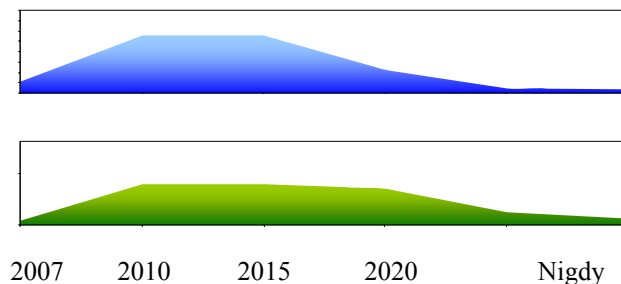
3. Nastąpi wzrost zainteresowania państwa sektorem naukowo-badawczym w zakresie technologii medycznych, przejawiający się zwiększonym dofinansowaniem badań



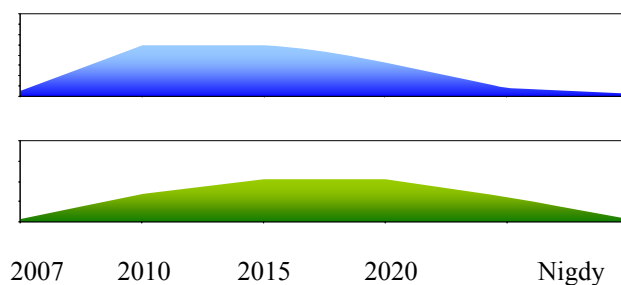
4. Środki uzyskiwane przez polskie instytucje badawcze w ramach europejskich programów badań naukowych osiągną poziom nakładów Polski na finansowanie budżetu UE w tym zakresie



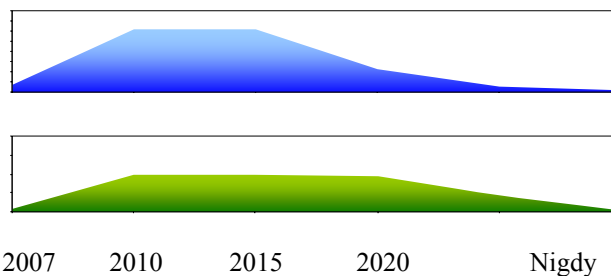
5. Postępy globalizacji przyczynią się do rozwoju technologii wytwarzania i potaniaenia wyrobów medycznych



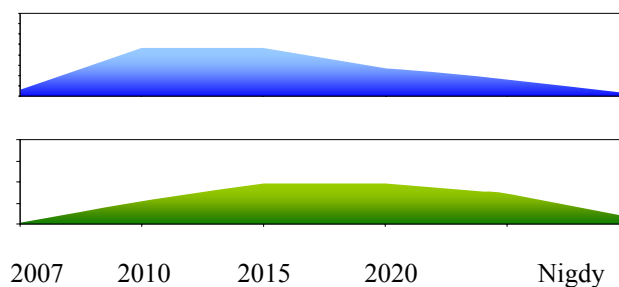
6. Techniki komputerowe rozwiążą problemy personalizacji wyrobów medycznych (np. implanty zindywidualizowane, anatomiczne, inne)



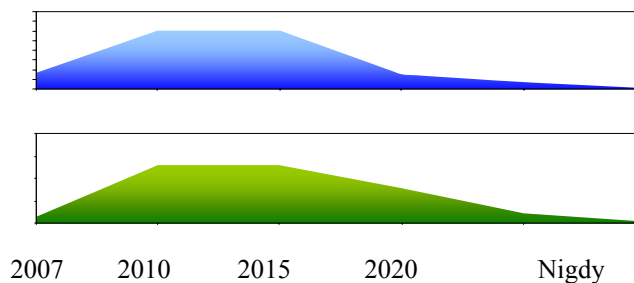
7. Upowszechnienie technik komputerowych w leczeniu operacyjnym zwiększy liczbę i dostępność dokonywanych zabiegów



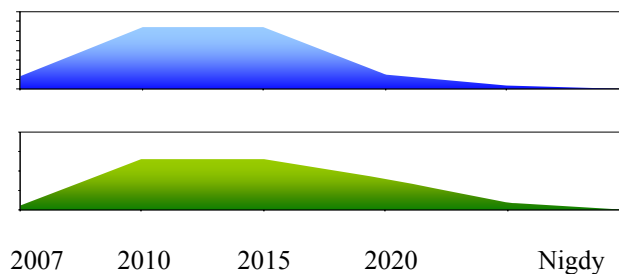
8. Wzrost nakładów na ochronę zdrowia umożliwi wprowadzenie drogich, skutecznych procedur medycznych opartych na przykład na ciągłym monitorowaniu stanu pacjentów, wykorzystaniu nawigacji w chirurgii, itp.



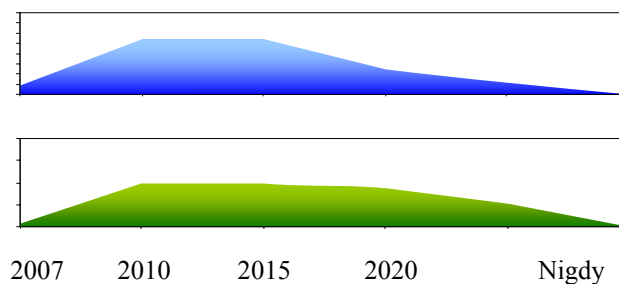
9. Nastąpi rozwój systemu monitorowania jakości usług medycznych



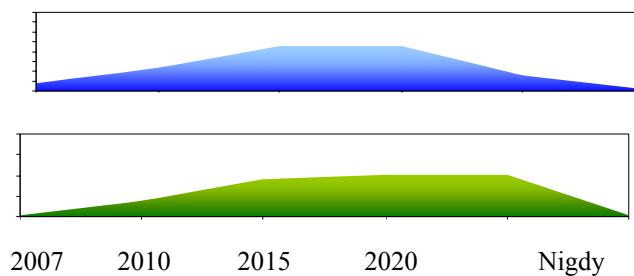
10. Nastąpi znaczący rozwój nieinwazyjnych i małoinwazyjnych metod diagnostycznych



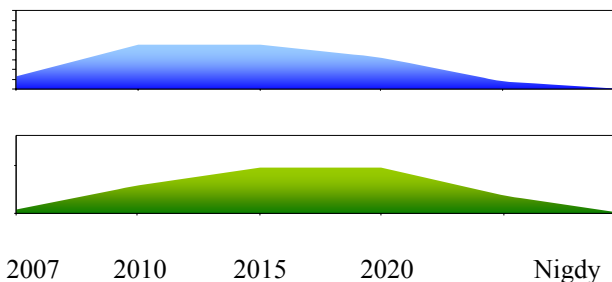
11. Pojawią się nowe systemy monitorujące i diagnozujące zdalnie różne stany chorobowe



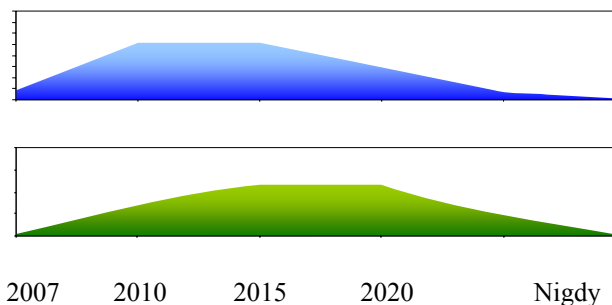
12. Nastąpi lepsze wykorzystanie metod genetycznych w medycynie



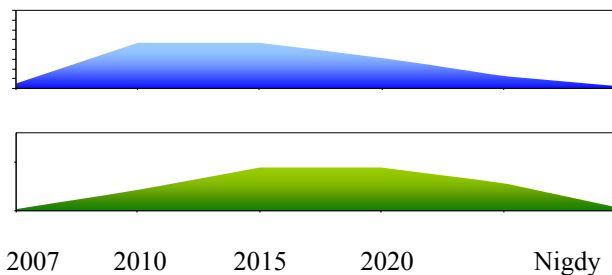
13. Rozwiązania z zakresu teleopieki domowej i mobilnej będą wykorzystywane w opiece medycznej, przyczyniając się do ograniczenia kosztów oraz liczby i czasu trwania hospitalizacji i zwiększenia efektywności leczenia pacjentów wymagających stałej opieki



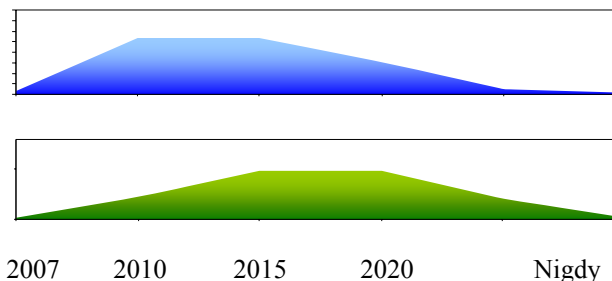
14. Systemy informatyczne wykorzystujące metody i narzędzia analizy i eksploracji danych medycznych będą powszechnie używane do wspomagania diagnostyki i planowania terapii, stając się ważnym czynnikiem istotnego wzrostu skuteczności diagnostyki, profilaktyki i terapii, w tym farmakoterapii



15. Nastąpi wzrost samodzielności osób niepełnosprawnych poprzez upowszechnienie urządzeń wspomagających oraz nowe możliwości komputerowej analizy i interpretacji biosygnalów



16. Nastąpi wzrost znaczenia nowoczesnych metod modelowania złożonych procesów i obiektów biomedycznych, przyczyniając się do postępu w profilaktyce, diagnostyce i terapii



**Rys. 76.** Opinie respondentów na temat przewidywanego horyzontu czasowego realizacji tez ogólnych w odniesieniu do ich wykonalności (kolor niebieski) oraz upowszechnienia się / komercjalizacji (kolor zielony). Skala na osi rzędnych obejmuje zakres od 0 do 80%

Uzyskane wyniki wskazują, że stwierdzenia zawarte w tezach w ocenie większości respondentów urzeczywistnią się w latach 2010-2015. Wyjątek stanowi teza dotycząca lepszego wykorzystania metod genetycznych w medycynie, której realizacja przewidywana jest w okresie 2016-2020. Średnio  $53\% \pm 11\%$  respondentów przewidywało realizację tez ogólnych w latach 2011-2015 a  $26\% \pm 8\%$  w latach 2016-2020. Jedynie  $8\% \pm 4\%$  respondentów uważa, że nastąpi to po roku 2020 a  $9\% \pm 3\%$ , że w ciągu najbliższych 3 lat. Największa zgodność opinii respondentów wystąpiła w odniesieniu do tezy mówiącej o spodziewanym wzroście zainteresowania sektora produkcyjno-przemysłowego wytwarzaniem krajowych produktów medycznych ( $73\%$  głosów na realizację tezy w latach 2011-2015).

Upowszechnienie / komercjalizacja istoty tez ogólnych przewidywane jest w 10. przypadkach na 16 średnio po 5 latach od ich urzeczywistnienia. W pozostałych przypadkach obydwie okresy nakładają się. W trakcie weryfikacji tego kryterium zgodność opinii ekspertów była mniejsza niż w poprzednio omawianym przypadku. Średnio  $34\% \pm 11\%$  respondentów uważało, że upowszechnienie / komercjalizacja tez ogólnych nastąpi w latach 2011-2015,  $39\% \pm 7\%$ , że w latach 2016-2020 r., a  $19\% \pm 9\%$ , że po roku 2020.

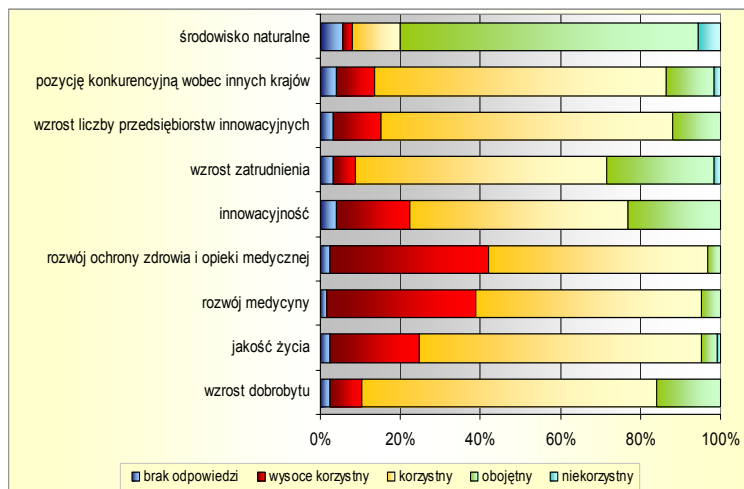
Na rysunku 77 przedstawiono spodziewany przez ekspertów wpływ realizacji stwierdzeń zawartych w tezach ogólnych na wybrane aspekty życia, takie jak: wzrost dobrobytu, jakość życia, rozwój medycyny, rozwój ochrony zdrowia i opieki medycznej, innowacyjność, wzrost zatrudnienia, wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych, pozycję konkurencyjną Polski wobec innych krajów i środowisko naturalne.

Z analizy danych wynika, że realizacja większości tez (14 na 16 tez) powinna, według przeważającej części respondentów, wpłynąć korzystnie na poziom dobrobytu. Tylko w tezach dotyczących wykorzystania metod genetycznych oraz modelowania w medycynie i ochronie zdrowia większość respondentów uważała, że wpływ ten będzie obojętny.

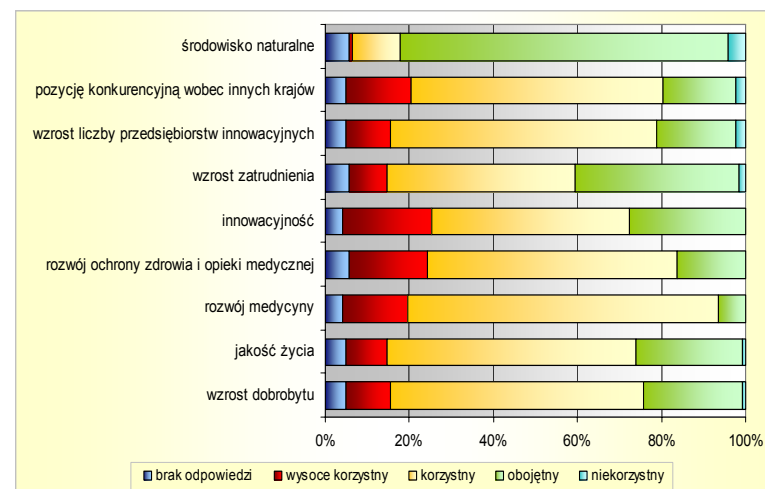
Realizacja wszystkich tez powinna wywierać wysoce korzystny lub korzystny wpływ na jakość życia, rozwój medycyny oraz rozwój ochrony zdrowia i opieki medycznej. Największy odsetek respondentów uznał, że wysoce korzystny wpływ na wyżej wymienione aspekty życia będą miały tezy zakładające znaczący rozwój nieinwazyjnych i mało inwazyjnych metod diagnostycznych oraz pojawienie się nowych systemów telematycznych monitorujących i diagnozujących różne stany chorobowe. W grupie aspektów ekonomicznych, tzn. innowacyjności, wzrostu liczby przedsiębiorstw innowacyjnych, wzrostu zatrudnienia oraz pozycji konkurencyjnej Polski wobec innych krajów oceny respondentów były mniej optymistyczne, aczkolwiek przeważała opinia o korzystnym wpływie realizacji tez na wspomniane aspekty życia. Wyjątkiem był przewidywany wpływ realizacji tez o charakterze technologicznym na wzrost zatrudnienia, który większość respondentów uznała za obojętny.

Wpływ realizacji tez na środowisko naturalne będzie, zdaniem większości respondentów, obojętny.

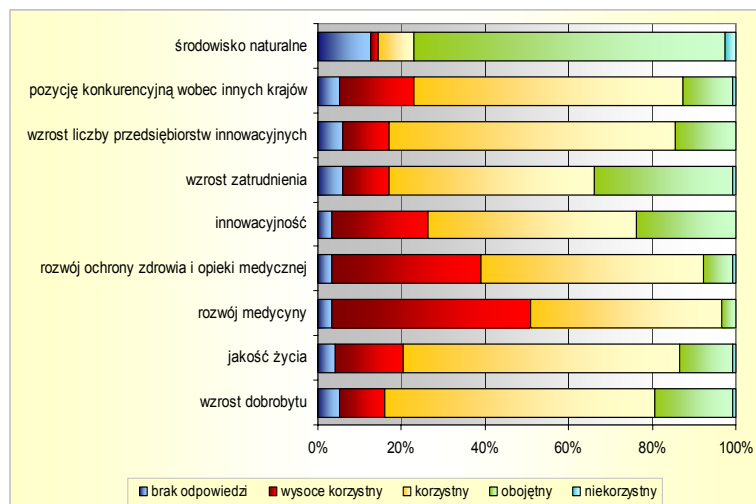
### Teza 1



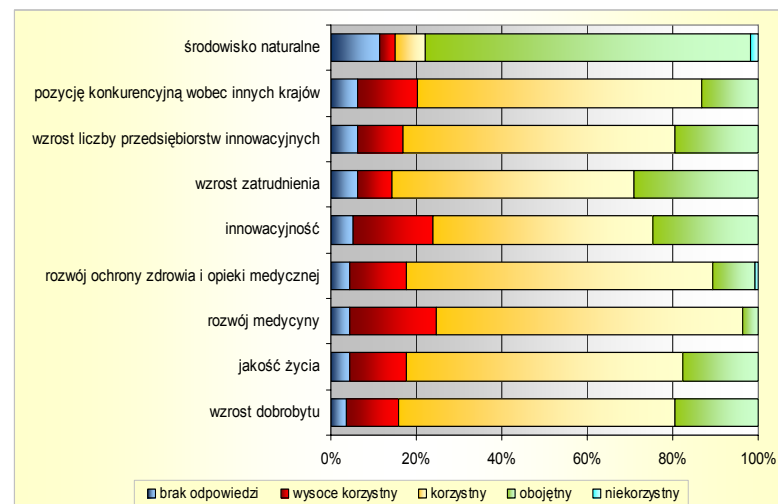
### Teza 2



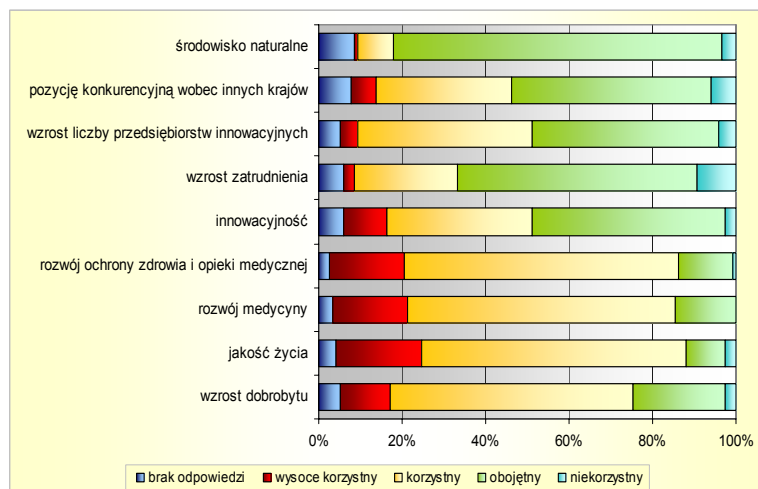
### Teza 3



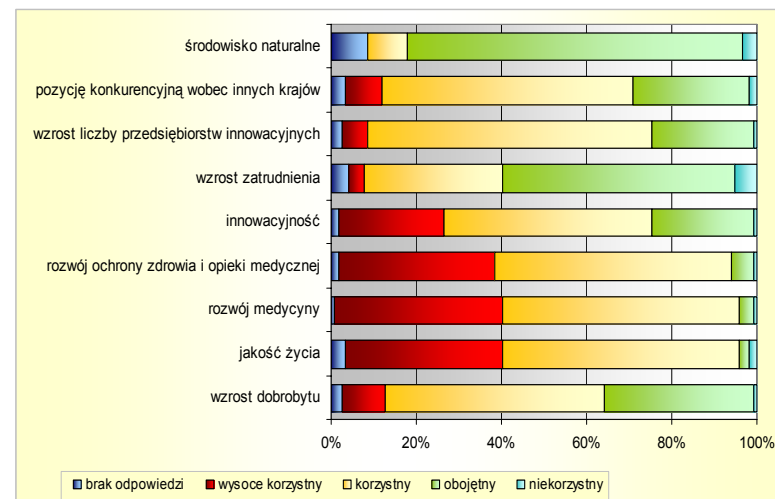
### Teza 4



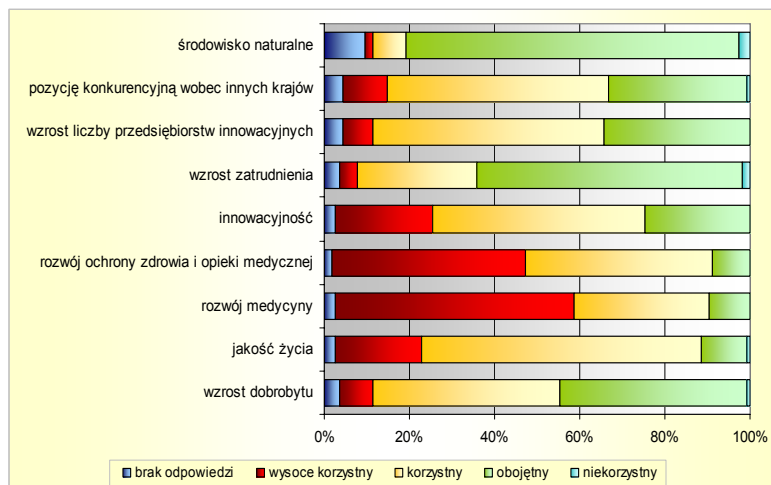
### Teza 5



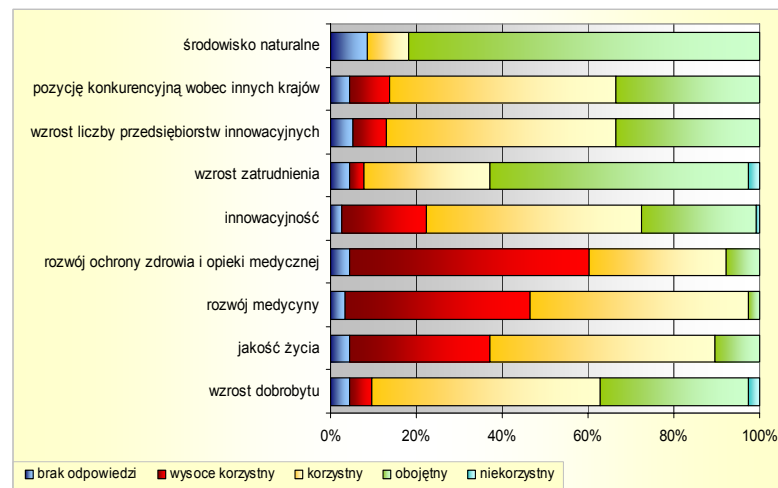
### Teza 6



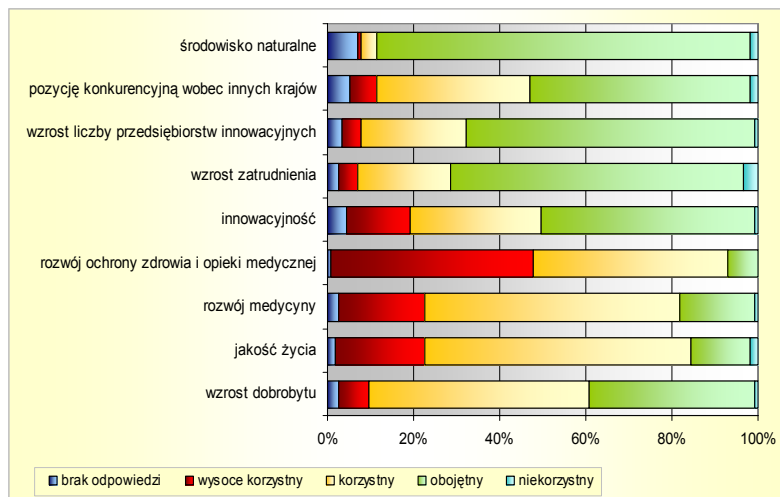
### Teza 7



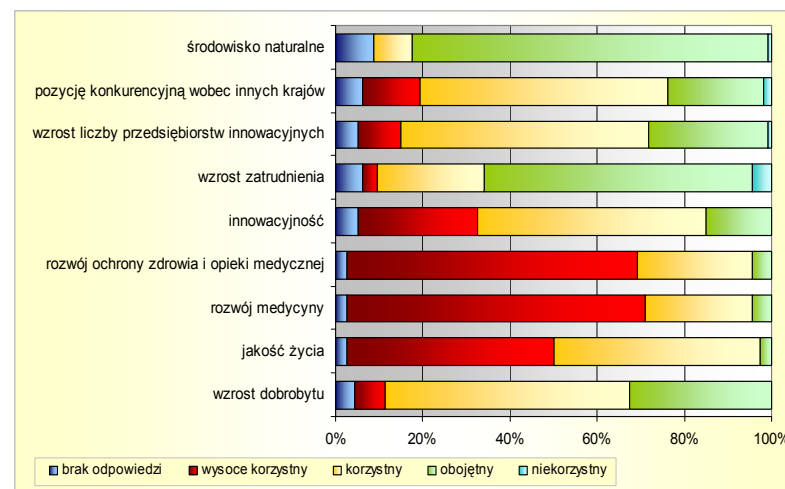
### Teza 8



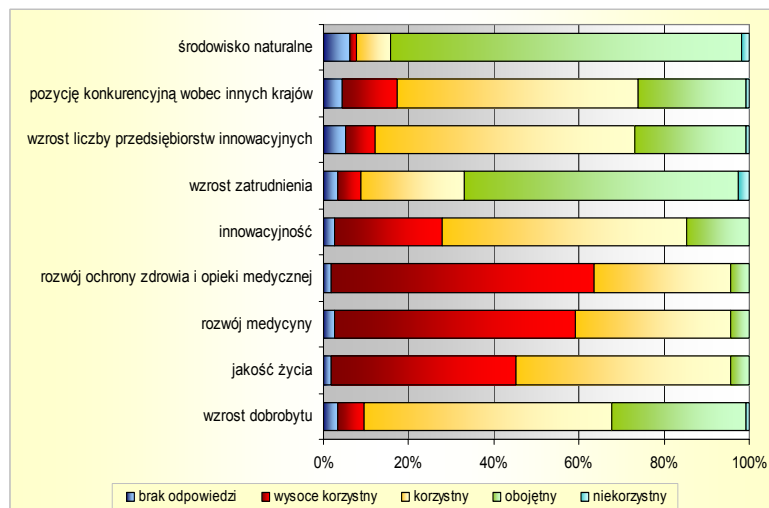
### Teza 9



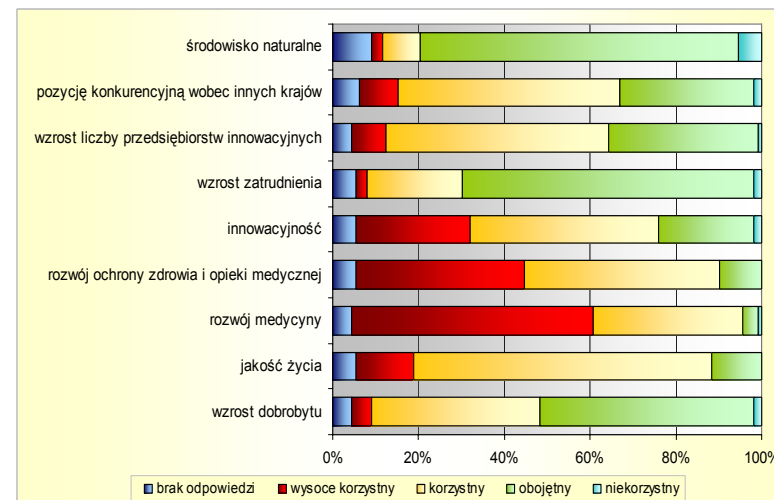
### Teza 10



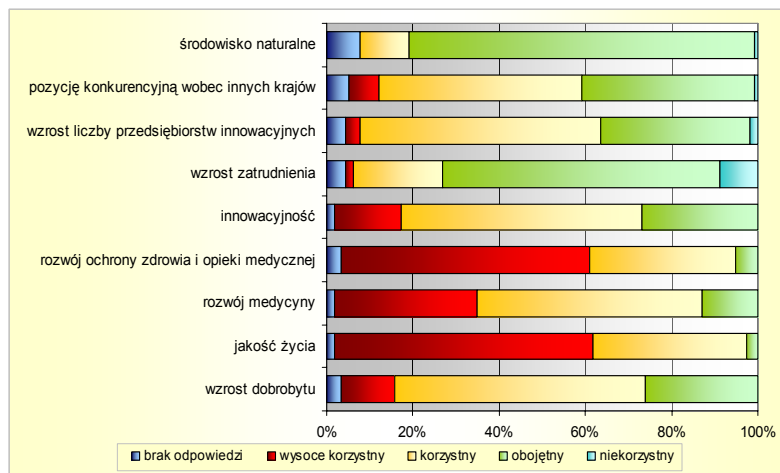
### Teza 11



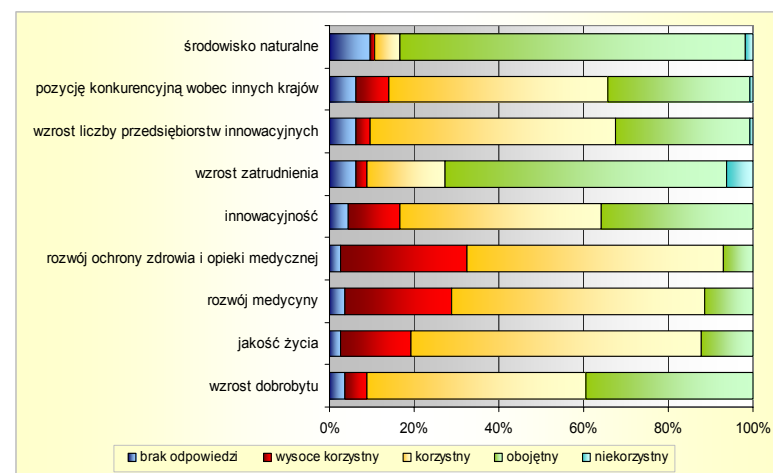
### Teza 12



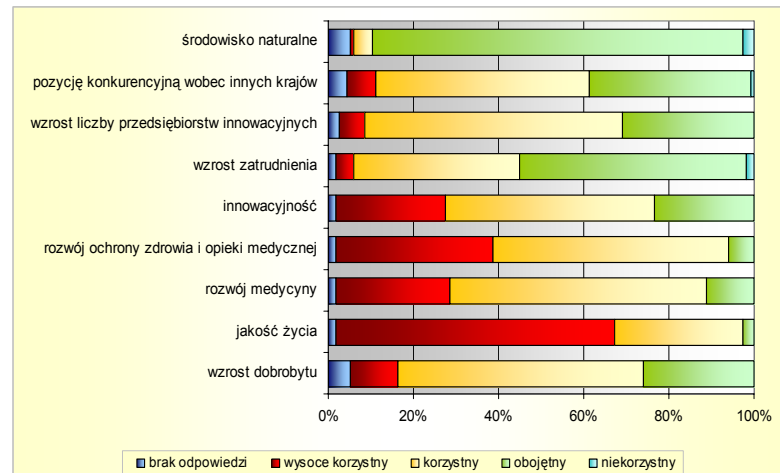
### Teza 13



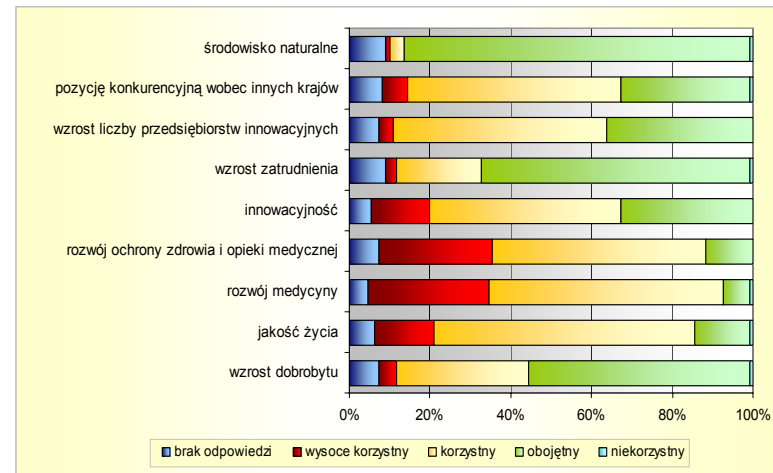
### Teza 14



### Teza 15



### Teza 16



Rys. 77. Wpływ realizacji stwierdzeń zawartych w tezach ogólnych na wybrane aspekty życia (numery tez są zgodne z opisem zawartym w tabeli 77)



Średnie oceny ekspertów dla wszystkich tez ogólnych przedstawiono w tabeli 93.

**Tabela 93.** Średni wpływ realizacji tez ogólnych na wybrane aspekty życia

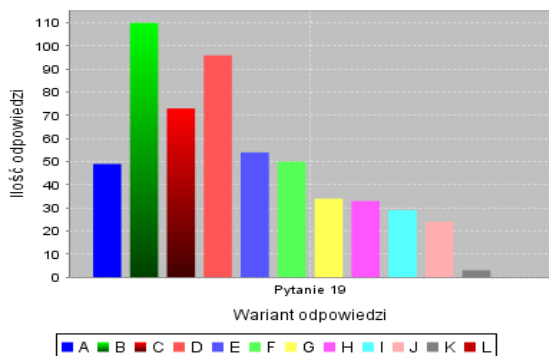
Wpływ	Brak odpowiedzi	Wysoco korzystny	Korzystny	Obojętny	Niekorzystny
<b>Aspekt życia</b>	[%]				
Wzrost dobrobytu	4±1	8±3	55±10	32±11	1±1
Jakość życia	3±1	28±17	58±12	10±6	1±1
Rozwój medycyny	3±1	37±16	52±14	8±5	0±0
Rozwój ochrony zdrowia	3±2	39±16	49±13	8±4	0±0
Innowacyjność	4±1	20±5	48±7	28±10	0±1
Wzrost zatrudnienia	5±2	5±3	32±14	55±14	3±3
Wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych	5±1	7±3	57±11	31±13	1±1
Pozycja konkurencyjna wobec innych krajów	5±1	10±4	54±10	29±12	1±1
Środowisko naturalne	8±2	1±1	8±3	80±4	2±2

Ostatnie kryteria dotyczą ustalenia działań i czynników sprzyjających realizacji danej tezy (rys. 78) oraz barier ograniczających jej wdrożenie (rys. 79).

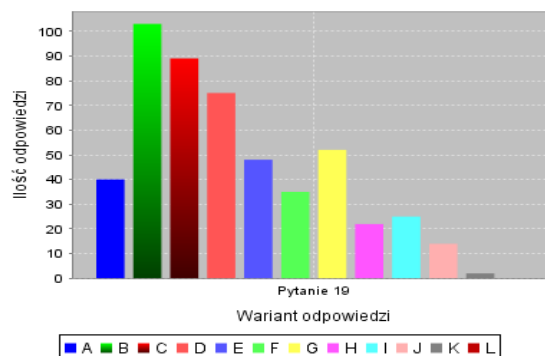
Na rysunku 78 wzięto pod uwagę następujące działania i czynniki (w nawiasach podano średnie uzyskane dla poszczególnych czynników lub działań):

- A – zwiększenie nakładów na badania podstawowe (38%±17%),
- B – zwiększenie nakładów na badania stosowane i innowacje (81%±9%),
- C – wzrost infrastruktury badawczo-rozwojowej (68%±9%),
- D – rozszerzenie współpracy jednostek naukowych z gospodarką (56%±14%),
- E – rozwój instytucji pośredniczących w kontaktach nauka-przemysł (29%±9%),
- F – zwiększenie ilości kierunków studiów związanych z inżynierią biomedyczną (31%±7%),
- G – wzrost liczby patentów w danym obszarze technologii medycznych (25%±5%),
- H – wprowadzenie odpowiednich mechanizmów fiskalnych (22%±8%),
- I – działania legislacyjne (27%±15%),
- J – zwiększenie akceptacji społecznej /np. poprzez odpowiednie kampanie informacyjne/ (20%±10%),
- K, L – inne (1%±1%).

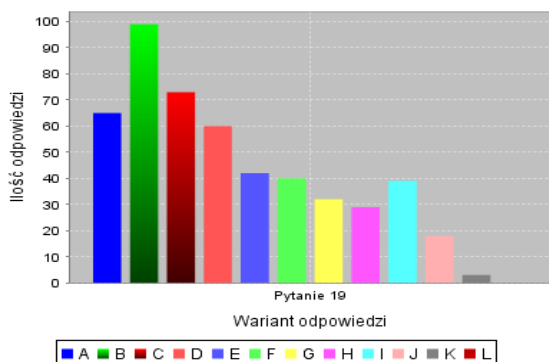
Wzrośnie zainteresowanie sektora produkcyjno-przemysłowego wytwarzaniem nowych, krajowych produktów medycznych, co spowoduje zwiększenie dostępności tych produktów dla społeczeństwa



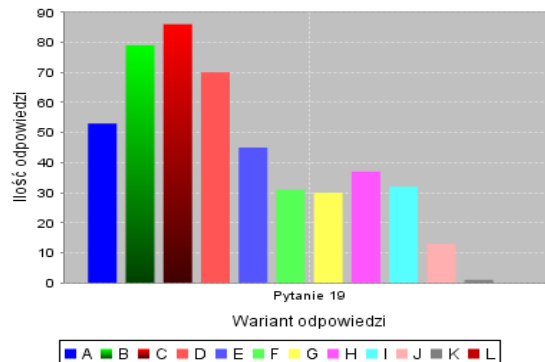
Wzrośnie zainteresowanie obcych producentów polskimi opracowaniami technologii materiałowych dla medycyny



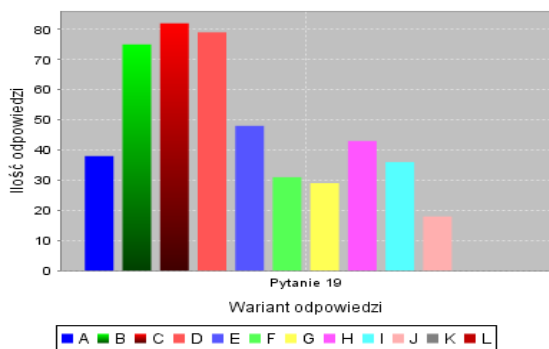
Nastąpi wzrost zainteresowania państwa sektorem naukowo-badawczym w zakresie technologii medycznych, przejawiający się zwiększonym dofinansowaniem badań



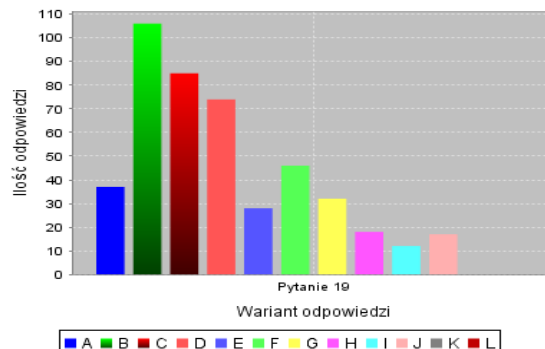
Środki uzyskiwane przez polskie instytucje badawcze w ramach europejskich programów badań naukowych osiągną poziom nakładów Polski na finansowanie budżetu UE w tym zakresie



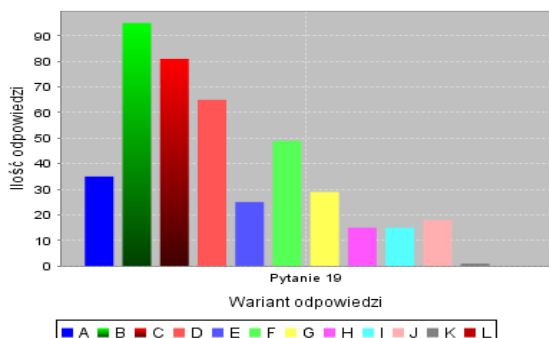
Postępy globalizacji przyczynią się do rozwoju technologii wytwarzania i potaniaenia wyrobów medycznych



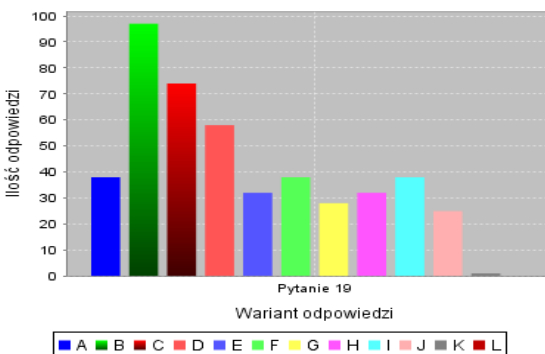
Techniki komputerowe rozwiążą problemy personalizacji wyrobów medycznych (np. implanty zindywidualizowane, anatomiczne, inne)



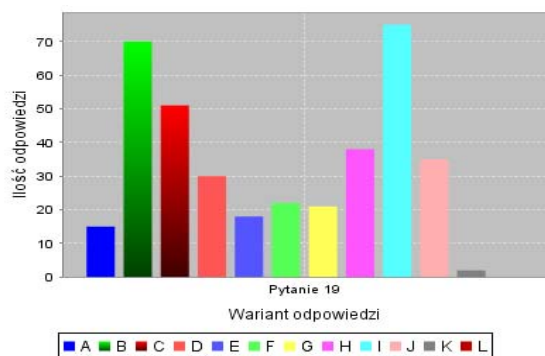
Upowszechnienie technik komputerowych w leczeniu operacyjnym zwiększy liczbę i dostępność dokonywanych zabiegów



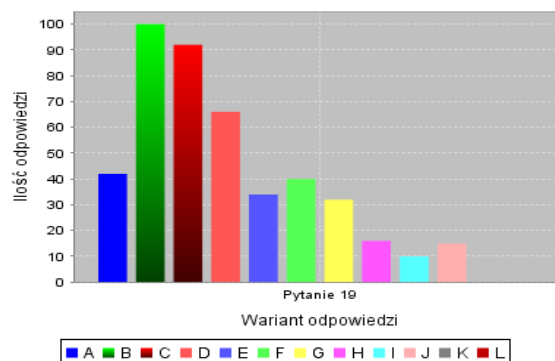
Wzrost nakładów na ochronę zdrowia umożliwi wprowadzenie drogiej, skutecznych procedur medycznych opartych na przykład na ciągłym monitorowaniu stanu pacjentów, wykorzystaniu nawigacji w chirurgii, itp.



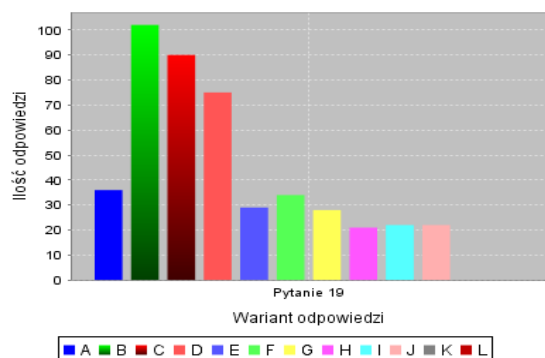
Nastąpi rozwój systemu monitorowania jakości usług medycznych



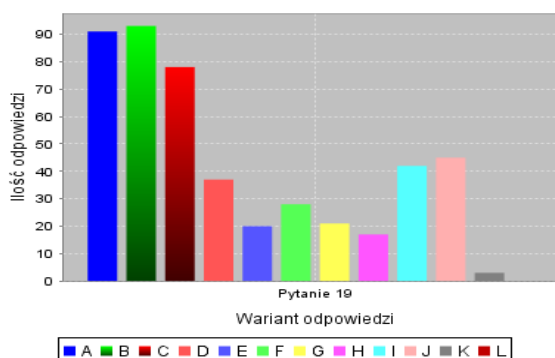
Nastąpi znaczący rozwój nieinwazyjnych i małoinwazyjnych metod diagnostycznych



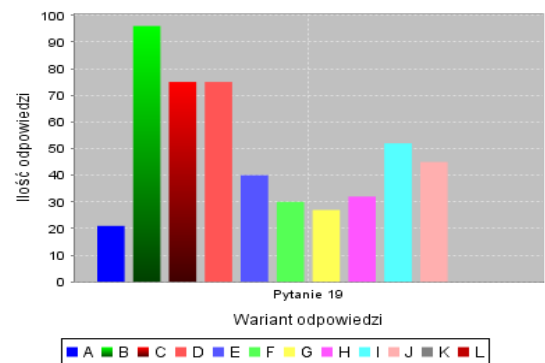
Pojawią się nowe systemy monitorujące i diagnozujące zdalnie różne stany chorobowe



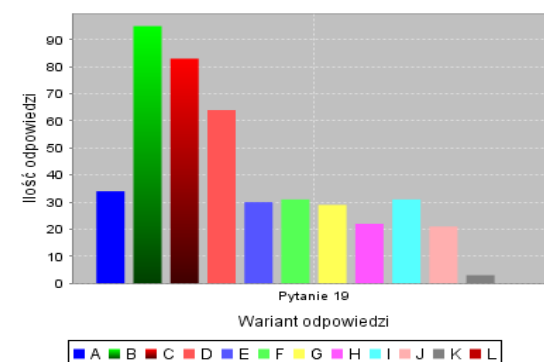
Nastąpi lepsze wykorzystanie metod genetycznych w medycynie



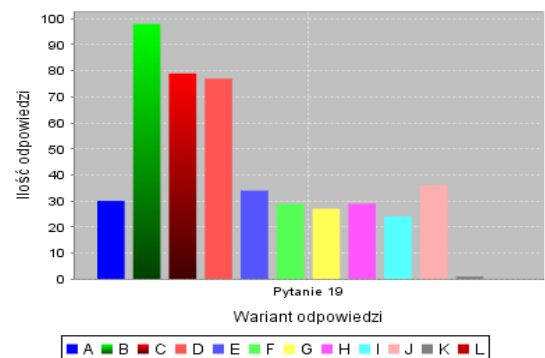
Rozwiązania z zakresu teleopieki domowej i mobilnej będą wykorzystywane w opiece medycznej, przyczyniając się do ograniczenia kosztów oraz liczby i czasu trwania hospitalizacji i zwiększenia efektywności leczenia pacjentów wymagających stałej opieki



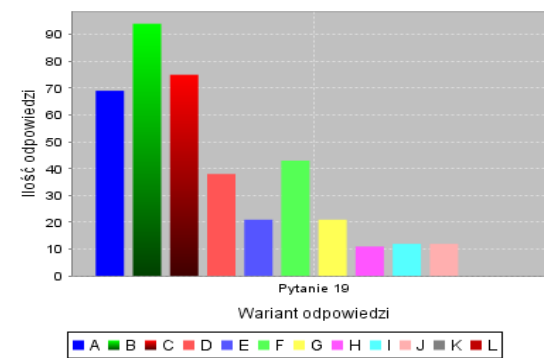
Systemy informatyczne wykorzystujące metody i narzędzia analizy i eksploracji danych medycznych będą powszechnie używane do wspomaganie diagnostyki i planowania terapii, stając się ważnym czynnikiem istotnego wzrostu skuteczności diagnostyki, profilaktyki i terapii, w tym farmakoterapii



Nastąpi wzrost samodzielności osób niepełnosprawnych poprzez upowszechnienie urządzeń wspomagających oraz nowe możliwości komputerowej analizy i interpretacji biosygnalów



Nastąpi wzrost znaczenia nowoczesnych metod modelowania złożonych procesów i obiektów biomedycznych, przyczyniając się do postępu w profilaktyce, diagnostyce i terapii



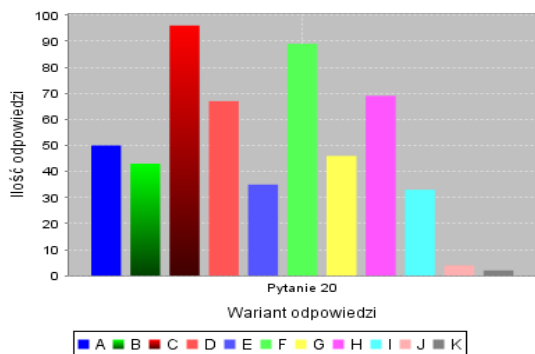
**Rys. 78.** Działania i czynniki sprzyjające realizacji tez ogólnych (A – zwiększenie nakładów na badania podstawowe, B – zwiększenie nakładów na badania stosowane i innowacje, C – wzrost infrastruktury badawczo-rozwojowej, D – rozszerzenie współpracy jednostek naukowych z gospodarką, E – rozwój instytucji pośredniczących w kontaktach nauka-przemysł, F – zwiększenie ilości kierunków studiów związanych z inżynierią biomedyczną, G – wzrost liczby patentów w danym obszarze technologii medycznych, H – wprowadzenie odpowiednich mechanizmów fiskalnych, I – działania legislacyjne, J – zwiększenie akceptacji społecznej /np. poprzez odpowiednie kampanie informacyjne/, K, L – inne)

Działaniem najczęściej wskazywanym przez respondentów jest zwiększenie nakładów na badania stosowane i innowacje (13 z 16 tez). Inne często wymieniane czynniki i działania to wzrost infrastruktury badawczo-rozwojowej oraz rozszerzenie współpracy jednostek naukowych z gospodarką. W tezie dotyczącej rozwoju systemów monitorowania jakości usług medycznych respondenci podkreślili istotność działań legislacyjnych.

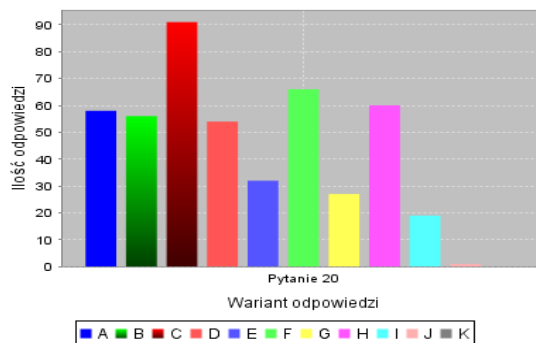
Na rysunku 79 przedstawiono następujące bariery i ograniczenia (w nawiasach podano średnie wyniki uzyskane dla wszystkich tez):

- A – niewystarczające uregulowania prawne w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia (33%±10%),
- B – ograniczone środki finansowe przeznaczone na działalność marketingową i dystrybucyjną 34%±7%),
- C – niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii (71%±8%),
- D – brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań (45%±14%),
- E – akademickość rozwiązań (21%±5%),
- F – wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych (65%±13%),
- G – słabo rozwinięty sektor przedsiębiorstw zdolnych do wykorzystania wysokich technologii (32%±6%),
- H – konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania (38%±10%),
- I – brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków (14%±5%),
- J, K – inne (1%±1%).

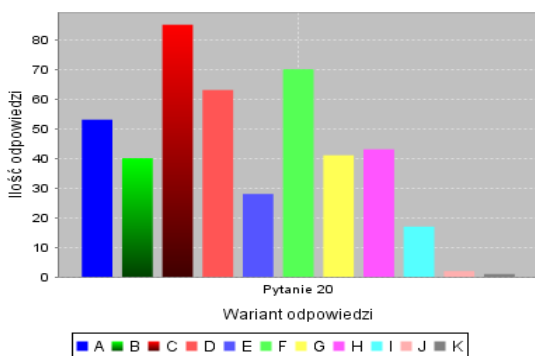
Wzrosnie zainteresowanie sektora produkcyjno-przemysłowego wytwarzaniem nowych, krajowych produktów medycznych, co spowoduje zwiększenie dostępności tych produktów dla społeczeństwa



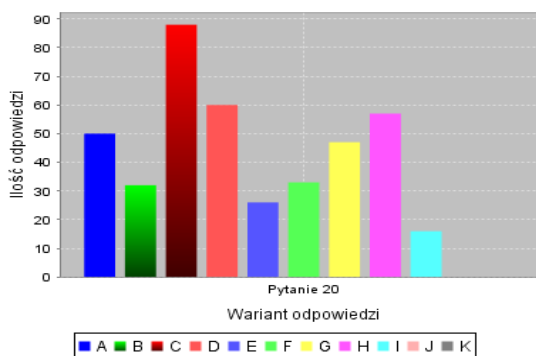
Wrośnie zainteresowanie obcych producentów polskimi opracowaniami technologii materiałowych dla medycyny



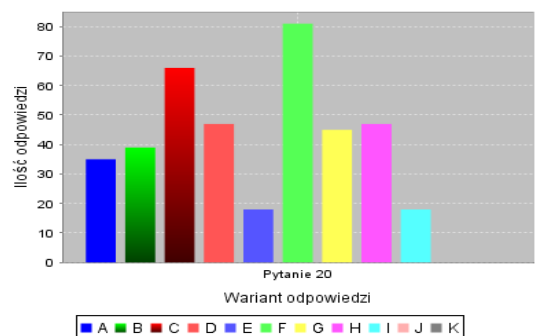
Nastąpi wzrost zainteresowania państwa sektorem naukowo-badawczym w zakresie technologii medycznych, przejawiający się zwiększonym dofinansowaniem badań



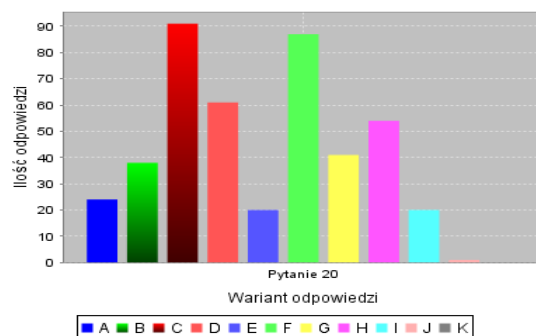
Środki uzyskiwane przez polskie instytucje badawcze w ramach europejskich programów badań naukowych osiągną poziom nakładów Polski na finansowanie budżetu UE w tym zakresie



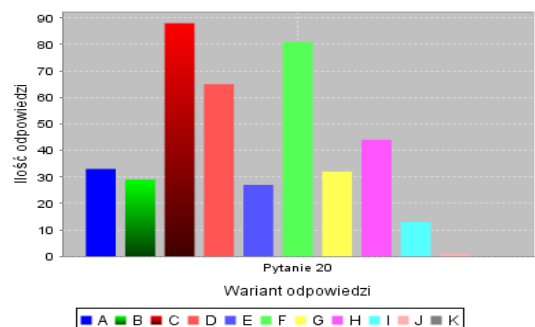
Postępy globalizacji przyczynią się do rozwoju technologii wytwarzania i potaniaenia wyrobów medycznych



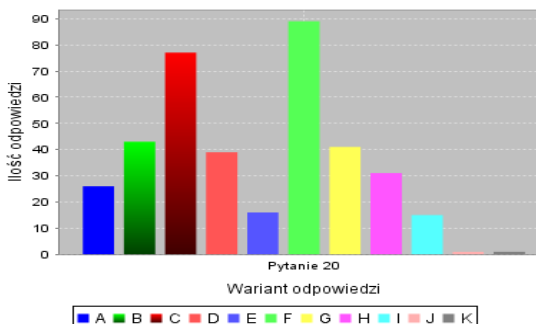
Techniki komputerowe rozwiążą problemy personalizacji wyrobów medycznych (np. implanty zindywidualizowane, anatomiczne, inne)



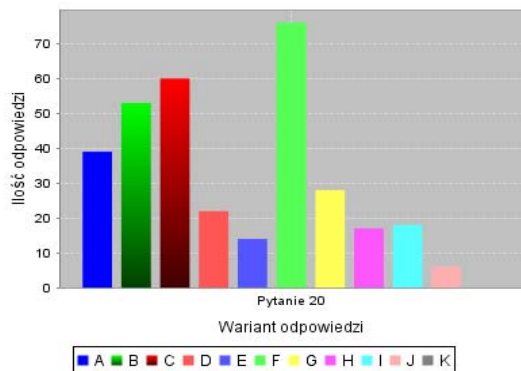
Upowszechnienie technik komputerowych w leczeniu operacyjnym zwiększy liczbę i dostępność dokonywanych zabiegów



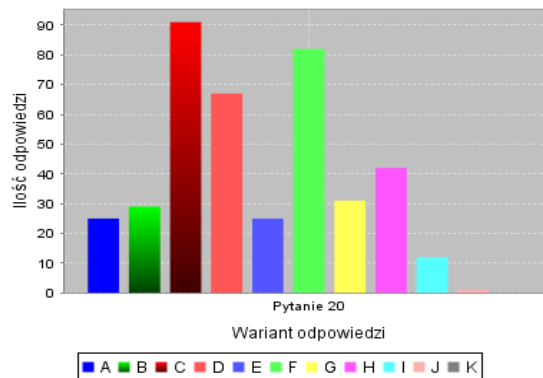
Wzrost nakładów na ochronę zdrowia umożliwi wprowadzenie drogich, skutecznych procedur medycznych opartych na przykład na ciągłym monitorowaniu stanu pacjentów, wykorzystaniu nawigacji w chirurgii, itp.



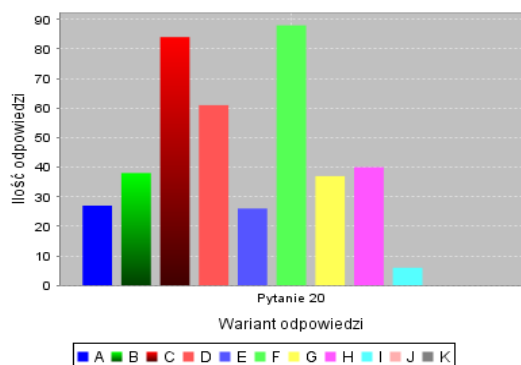
Nastąpi rozwój systemu monitorowania jakości usług medycznych



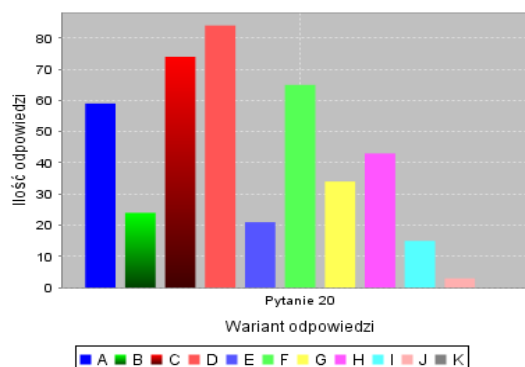
Nastąpi znaczący rozwój nieinwazyjnych i małoinwazyjnych metod diagnostycznych



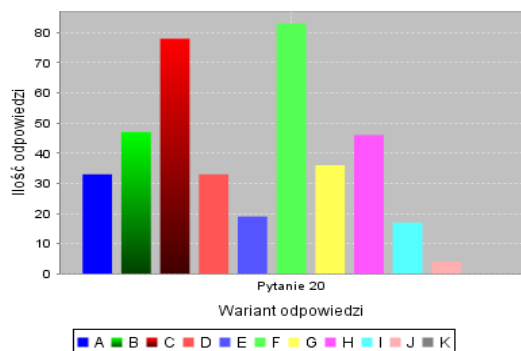
Pojawią się nowe systemy monitorujące i diagnozujące zdalnie różne stany chorobowe



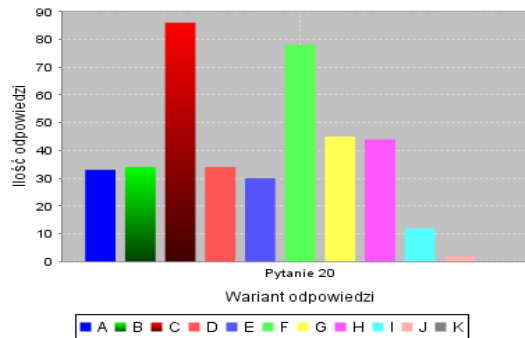
Nastąpi lepsze wykorzystanie metod genetycznych w medycynie



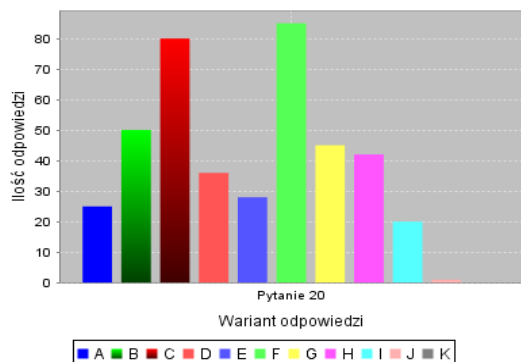
Rozwiązania z zakresu teleopieki domowej i mobilnej będą wykorzystywane w opiece medycznej, przyczyniając się do ograniczenia kosztów oraz liczby i czasu trwania hospitalizacji i zwiększenia efektywności leczenia pacjentów wymagających stałej opieki



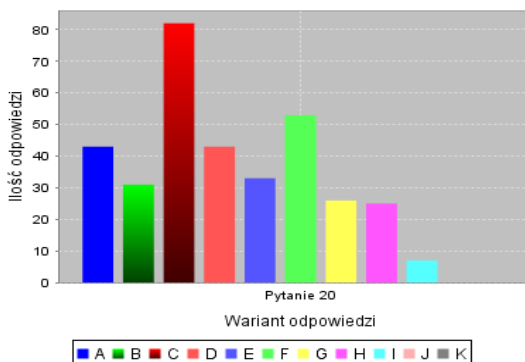
Systemy informatyczne wykorzystujące metody i narzędzia analizy i eksploracji danych medycznych będą powszechnie używane do wspomagania diagnostyki i planowania terapii, stając się ważnym czynnikiem istotnego wzrostu skuteczności diagnostyki, profilaktyki i terapii, w tym farmakoterapii



Nastąpi wzrost samodzielności osób niepełnosprawnych poprzez upowszechnienie urządzeń wspomagających oraz nowe możliwości komputerowej analizy i interpretacji biosygnalów



Nastąpi wzrost znaczenia nowoczesnych metod modelowania złożonych procesów i obiektów biomedycznych, przyczyniając się do postępu w profilaktyce, diagnostyce i terapii



**Rys. 79.** Bariery i ograniczenia utrudniające realizację tez ogólnych (A – niewystarczające uregulowania prawne w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia, B – ograniczone środki finansowe przeznaczone na działalność marketingową i dystrybucyjną, C – niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii, D – brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań, E – akademickość rozwiązań, F – wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych, G – słabo rozwinięty sektor przedsiębiorstw zdolnych do wykorzystania wysokich technologii, H – konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania, I – brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków, J, K – inne).

W tym przypadku najwięcej głosów (9 na 16 tez) uzyskał niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii oraz wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych (6 na 16 tez). Istotnymi przeszkodami są również brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań. Najmniejsze problemy następcza brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków.

## **Analiza rezultatów badania kwestionariuszowego – tezy ekonomiczne i technologiczne**

Ze względu na ograniczenie objętości niniejszego opracowania w poniższym tekście często ograniczono się do przedstawienia przykładowych wyników opartych na wybranych tezach przygotowanych przez poszczególne Panele Tematyczne. Wybrano jedną tezę ekonomiczną i po jednej tezie technologicznej:

- Nastąpi pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości związanej z wyrobami medycznymi.
- Nastąpi szybki rozwój metod i technologii wczesnego wykrywania nowotworów.
- Nowoczesne sposoby leczenia cukrzycy, wykorzystujące rozwiązania sztucznej trzustki, pozwolą na osiąganie przebiegów stężenia glukozy we krwi, takich jak u ludzi zdrowych, eliminując problemy związane z rozwojem późnych powikłań cukrzycy.
- Coraz większe znaczenie będą mieć implanty wchłaniające i biodegradowalne niewymagające ponownej interwencji chirurgicznej.
- Rozwój technologii tkankowych (hodowli tkanek) ograniczy potrzebę stosowania endoprotez.
- Postęp w dziedzinie obrazowania spowoduje powszechną dostępność wizualizacji wybranych fragmentów narządów aż do poziomu molekularnego.
- Wzrośnie rola usług telemedycznych w zakresie: telekonsultacji (ośrodek referencyjny – lekarz pierwszego kontaktu), teleopieki i telemonitorowania (pacjent – specjalista), teleedukacji i telechirurgii.

Podobnie jak w przypadku tez ogólnych analizę rozpoczyna samoocena wiedzy respondentów na temat zagadnień poruszanych w poszczególnych tezach. Uśrednione wyniki tej analizy dla 7. zestawów tez tematycznych przedstawiono w tabeli 94.

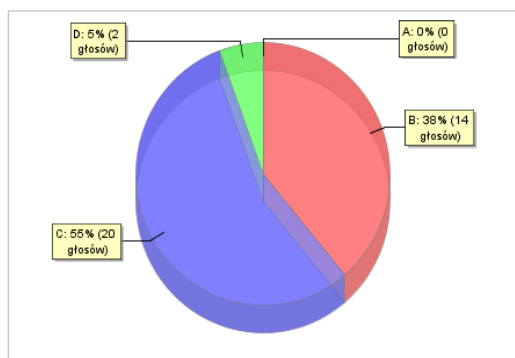
**Tabela 94.** Wyniki samooceny respondentów dotyczące poziomu znajomości zagadnień, którym poświęcone są tezy przygotowane przez poszczególne Panele Tematyczne

Poziom wiedzy eksperta	Brak odp.	Wysoki	Dobry	Przeciętny	Brak znajomości
<b>Panel</b>	[%]				
Ekonomiczny	2±2	3±3	26±7	59±7	10±4
Biopomiary	1±2	15±8	36±7	43±11	6±4
Sztuczne i Hybrydowe Narządy	6±2	7±4	29±7	47±9	11±5
Biomateriały	3±2	17±5	38±7	36±5	6±3
Biomechanika	1±1	12±6	36±8	41±9	10±5
Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych	2±1	18±3	39±5	37±5	4±3
Informatyka medyczna i sieci neuronowe w medycynie	3±2	23±7	37±4	33±6	4±3

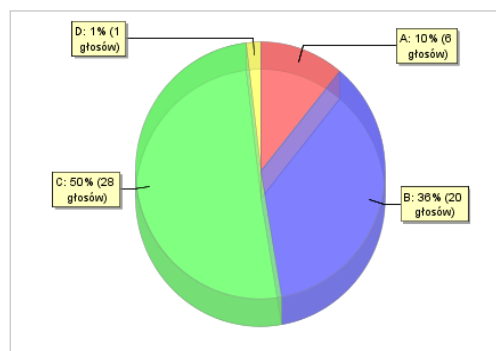
Jak widać największy udział respondentów oceniających poziom swojej wiedzy dotyczącej zagadnień poruszanych w tezach jako wysoki występowało w Panelu Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie. Większość respondentów niezależnie od tematyki tez oceniła swój poziom wiedzy jako dobry lub przeciętny.

Na rysunku 80 zaprezentowano wyniki samooceny respondentów dotyczące poziomu znajomości zagadnień, którym poświęcone są wybrane tezy w poszczególnych kwestionariuszach tematycznych. Respondenci oceniali poziom znajomości poruszanych przez poszczególne tezy w następującej skali: A – wysoki (eksperski), B – dobry, C – przeciętny, D – brak znajomości.

Nastąpi pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości związanej z wyrobami medycznymi

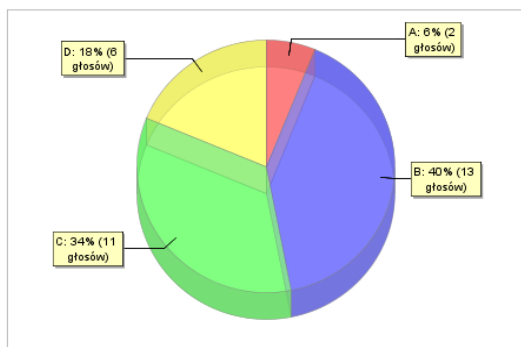


Nastąpi szybki rozwój metod i technologii wczesnego wykrywania nowotworów

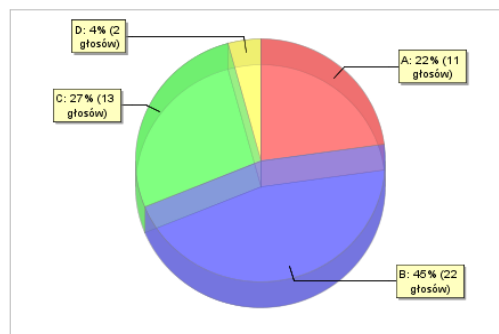




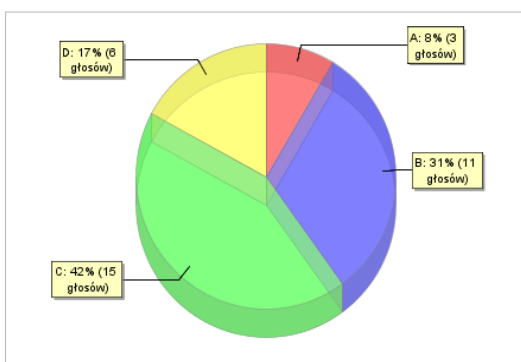
Nowoczesne sposoby leczenia cukrzycy, wykorzystujące rozwiązania sztucznej trzustki, pozwolą na osiąganie przebiegów stężenia glukozy we krwi, takich jak u ludzi zdrowych, eliminując problemy związane z rozwojem późnych powikłań cukrzycy



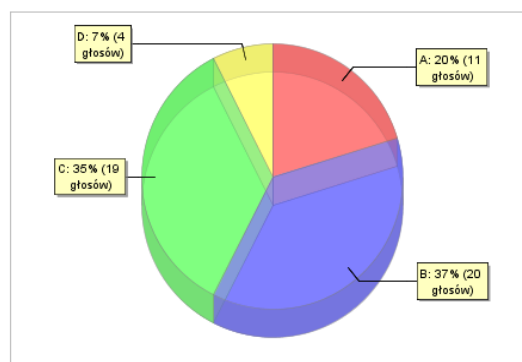
Coraz większe znaczenie będą mieć implanty wchłanialne i biodegradowalne niewymagające ponownej interwencji chirurgicznej



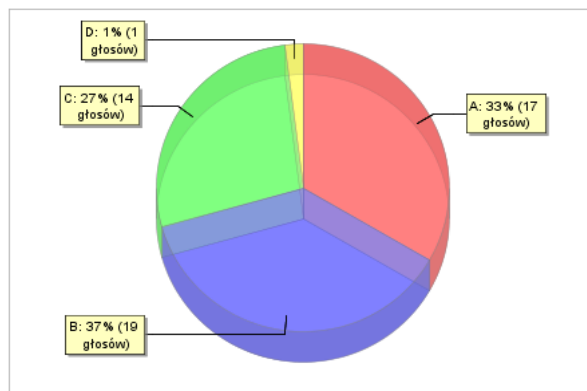
Rozwój technologii tkankowych (hodowli tkanek) ograniczy potrzebę stosowania endoprotez



Postęp w dziedzinie obrazowania spowoduje powszechną dostępność wizualizacji wybranych fragmentów narządów aż do poziomu molekularnego

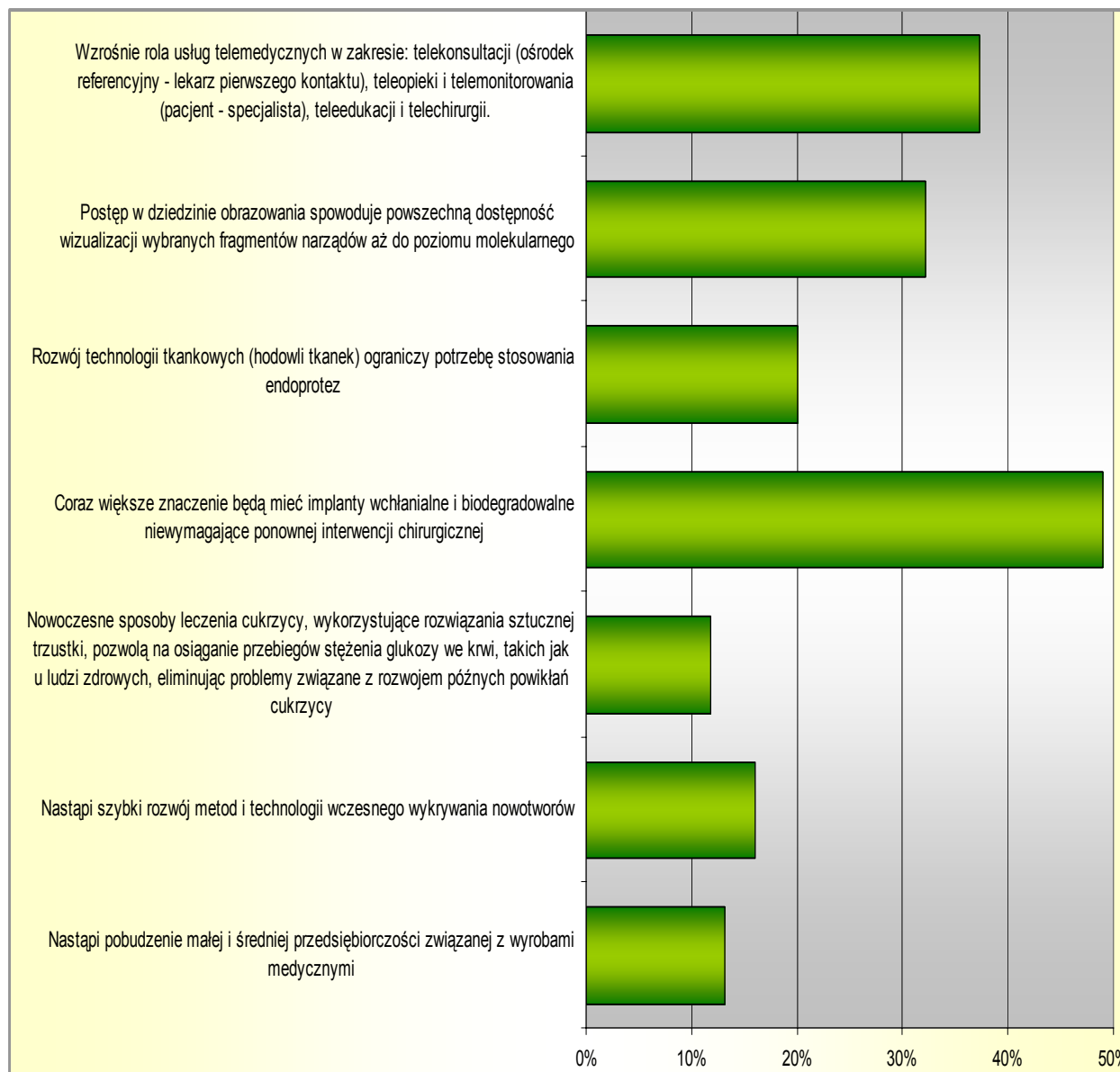


Wzrośnie rola usług telemedycznych w zakresie: telekonsultacji (ośrodek referencyjny - lekarz pierwszego kontaktu), teleopieki i telemonitorowania (pacjent - specjalista), teledukacji i telechirurgii



**Rys. 80.** Wyniki samooceny respondentów dotyczące poziomu znajomości zagadnień, którym poświęcone są wybrane tezy tematyczne (A – wysoki [ekspertki], B – dobry, C – przeciętny, D – brak znajomości)

Rysunek 81 ilustruje odsetek respondentów, którzy określili typ swojej wiedzy dotyczącej zagadnień poruszanych w zestawie wybranych tez jako specjalistyczny.

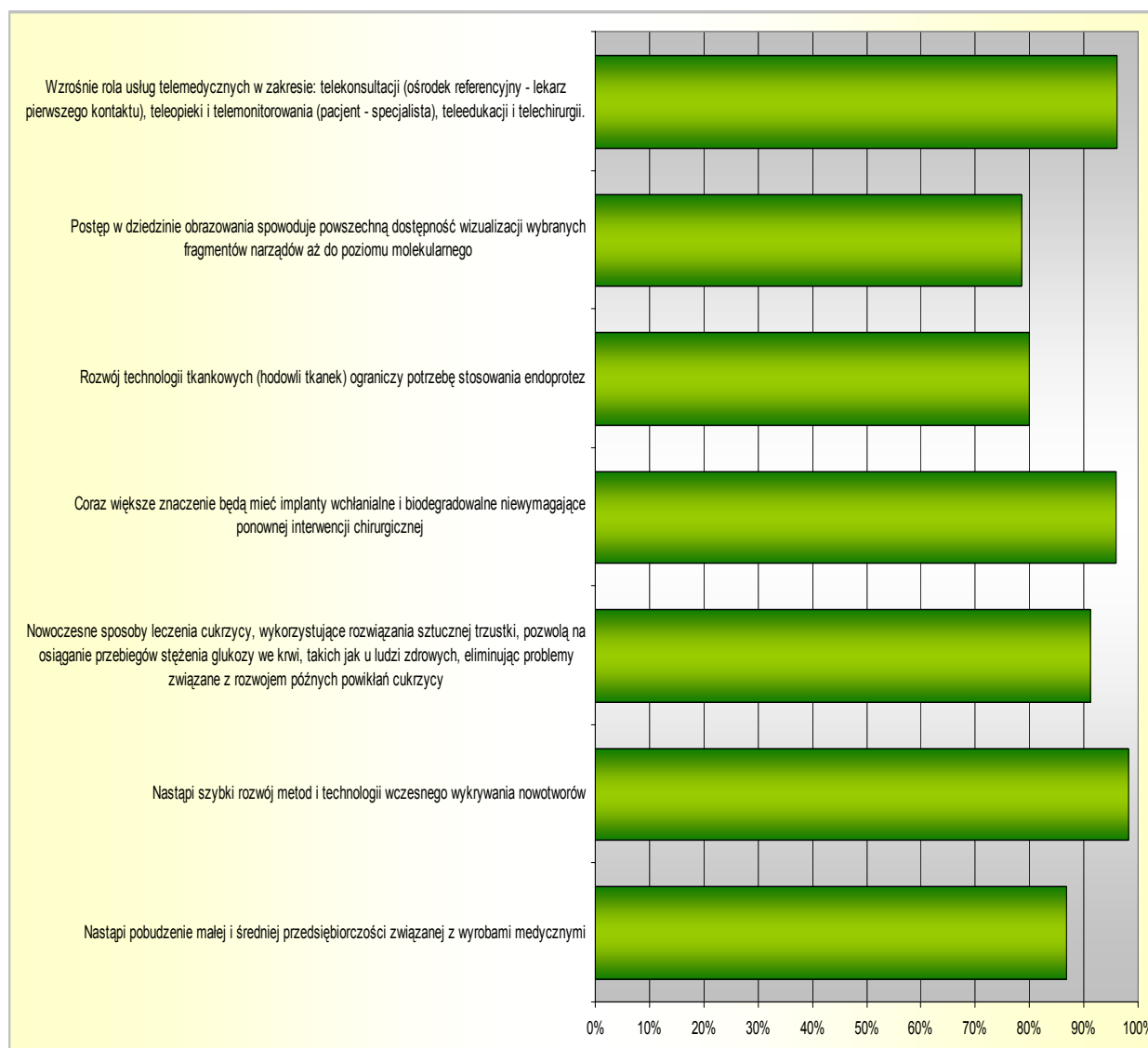


**Rys. 81.** Odsetek respondentów, dysponujących specjalistyczną wiedzą w zakresie zagadnień poruszanych w zestawie wybranych tez tematycznych

W tym przypadku można stwierdzić duże zróżnicowanie w odniesieniu do poszczególnych tez. Najwięcej specjalistów oceniało wybrane tezy dotyczące biomateriałów, informatyki medycznej i obrazowania biomedycznego.

Średnio najczęściej respondentów uznało za istotne tezy opracowane przez Panel Biopomiary ( $92\% \pm 5\%$ ). Na dalszych miejscach znalazły się kolejno: Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie ( $88\% \pm 5\%$ ), Biomateriały ( $88\% \pm 6\%$ ), Sztuczne i Hybrydowe Narządy ( $87\% \pm 6\%$ ), Ekonomia ( $83\% \pm 11\%$ ), Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych ( $82\% \pm 16\%$ ) oraz Biomechanika ( $81\% \pm 11\%$ ). Największe zróżnicowanie wyników oceny istotności poszczególnych tez występowało w obszarze obrazowania biomedycznego i przetwarzania obrazów biomedycznych.

Na rysunku 82 zilustrowano odsetek odpowiedzi respondentów, uznających wybrane, przykładowe tezy za istotne.



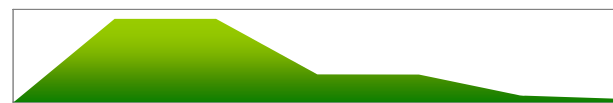
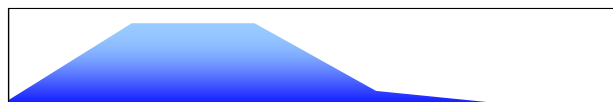
Rys. 82. Odsetek odpowiedzi respondentów, uznających wybrane tezy tematyczne za istotne

Najwyżej oceniono istotność tezy dotyczącej szybkiego rozwoju metod i technologii wczesnego wykrywania nowotworów (99%). W dalszej kolejności znalazła się teza dotycząca wzrostu roli usług telemedycznych w zakresie telekonsultacji oraz teza zwracająca uwagę na coraz większe znaczenie implantów wchłaniających i biodegradowalnych niewymagających ponownej interwencji chirurgicznej.

Biorąc pod uwagę średnie wyniki uzyskane dla **wszystkich tez** w poszczególnych grupach tematycznych, dotyczących horyzontu czasowego realizacji i upowszechnienia / komercjalizacji, wykonalność i upowszechnienie się technologii omawianych przez te tezy spodziewane jest w większości przypadków w latach 2011-2015. Wyjątek stanowią tezy dotyczące sztucznych i hybrydowych narządów, których urzeczywistnienie jest spodziewane w latach 2016-2020 a komercjalizacja – po roku 2020. W podobnym okresie spodziewana jest komercjalizacja technologii dotyczących biomechaniki, mimo że rozwiązania te będą wykonalne już w latach 2011-2015.

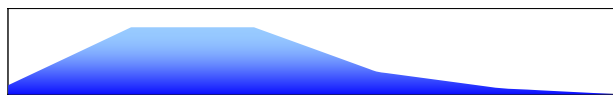
Na rysunku 83 zaprezentowano, **jako przykładowe**, opinie respondentów na temat przewidywanego horyzontu czasowego realizacji wybranego zestawu tez w odniesieniu do ich wykonalności oraz upowszechnienia się / komercjalizacji.

Nastąpi pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości związanej z wyrobami medycznymi



2007 2010 2015 2020 Nigdy

Nastąpi szybki rozwój metod i technologii wczesnego wykrywania nowotworów



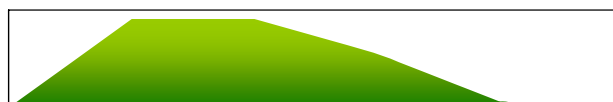
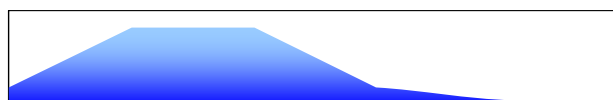
2007 2010 2015 2020 Nigdy

Nowoczesne sposoby leczenia cukrzycy, wykorzystujące rozwiązania sztucznej trzustki, pozwolą na osiąganie przebiegów stężenia glukozy we krwi, takich jak u ludzi zdrowych, eliminując problemy związane z rozwojem późnych powikłań cukrzycy



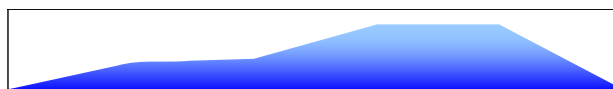
2007 2010 2015 2020 Nigdy

Coraz większe znaczenie będą mieć implanty wchłanialne i biodegradowalne niewymagające ponownej interwencji chirurgicznej



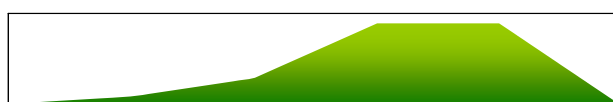
2007 2010 2015 2020 Nigdy

Rozwój technologii tkankowych (hodowli tkanek) ograniczy potrzebę stosowania endoprotez



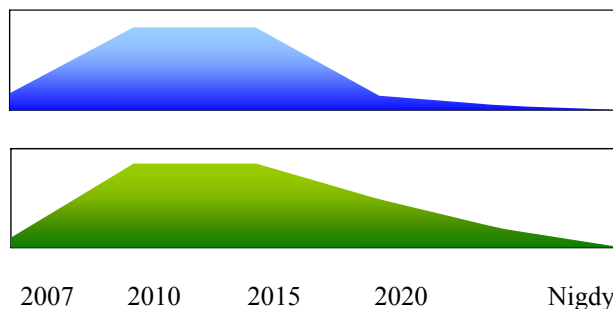
2007 2010 2015 2020 Nigdy

Postęp w dziedzinie obrazowania spowoduje powszechną dostępność wizualizacji wybranych fragmentów narządów aż do poziomu molekularnego



2007 2010 2015 2020 Nigdy

Wzrośnie rola usług telemedycznych w zakresie: telekonsultacji (ośrodek referencyjny - lekarz pierwszego kontaktu), teleopieki i telemonitorowania (pacjent - specjalista), teleedukacji i telechirurgii

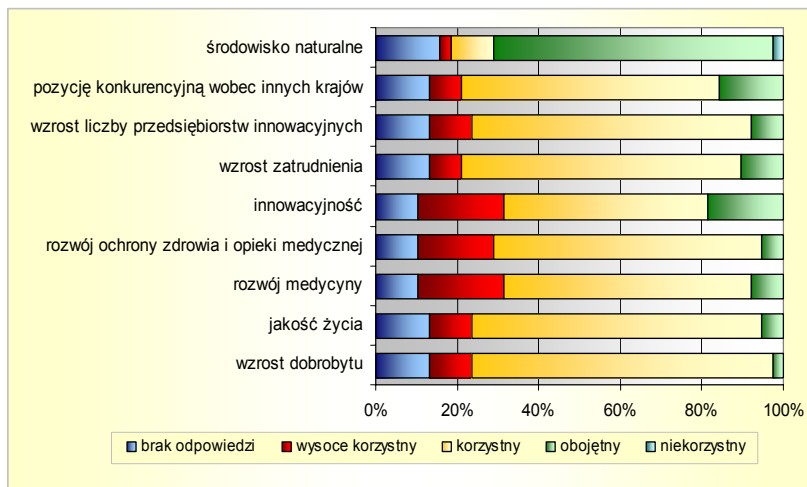


**Rys. 83.** Opinie respondentów na temat przewidywanego horyzontu czasowego realizacji wybranych tez tematycznych w odniesieniu do ich wykonalności (kolor niebieski) oraz upowszechnienia się / komercjalizacji (kolor zielony). Skala na osi rzędnych obejmuje zakres od 0 do 80%

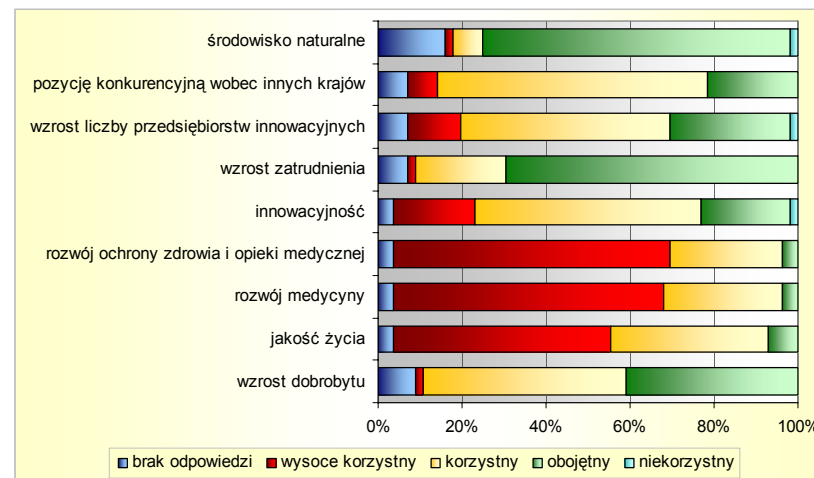
Respondenci spodziewają się, że w latach 2011-2015 możliwy będzie rozwój: metod i technologii wczesnego wykrywania nowotworów, usług telemedycznych, implantów wchłanianych i biodegradowalnych oraz nowoczesnych sposobów leczenia cukrzycy. W tym samym czasie respondenci spodziewają się pobudzenia małej i średniej przedsiębiorczości związanej z wyrobami medycznymi. Najpóźniej przewidywane jest rozwinięcie technologii tkankowych ograniczających potrzebę stosowania endoprotez. Upowszechnienie i komercjalizacja wybranych technologii spodziewana jest w tym samym okresie, co ich techniczna wykonalność. Wyjątkiem jest upowszechnienie metod wizualizacji wybranych fragmentów narządów aż do poziomu molekularnego, które nastąpi dopiero po roku 2020.

Na rysunku 84 przedstawiono spodziewany przez ekspertów wpływ realizacji stwierdzeń zawartych w przykładowych tezach tematycznych na wybrane aspekty życia, takie jak: wzrost dobrobytu, jakość życia, rozwój medycyny, rozwój ochrony zdrowia i opieki medycznej, innowacyjność, wzrost zatrudnienia, wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych, pozycję konkurencyjną Polski wobec innych krajów i środowisko naturalne.

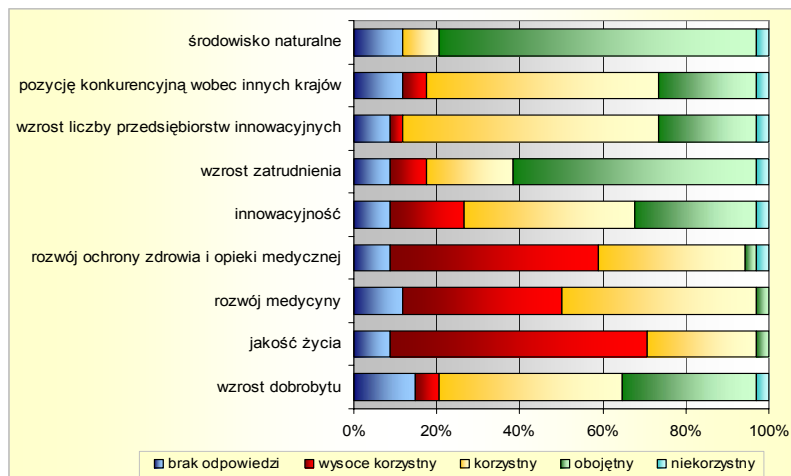
### PE - Teza 9



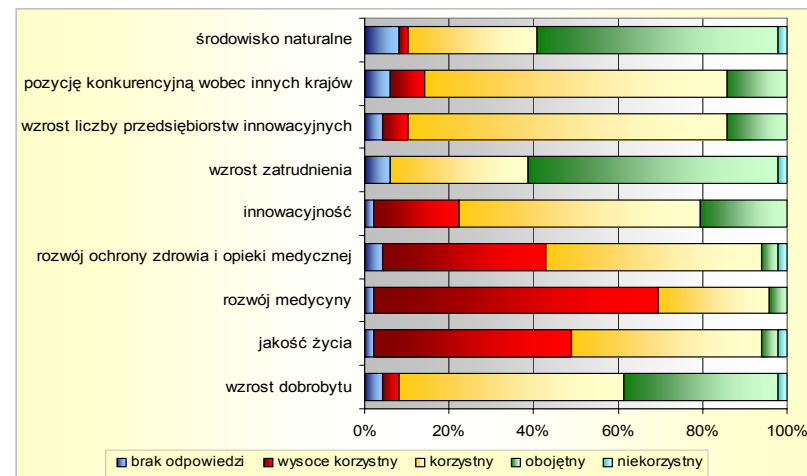
### PBPom - Teza 4



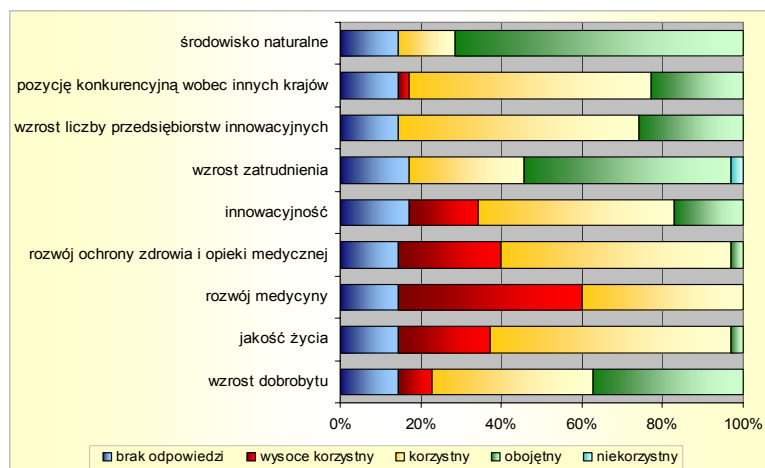
### PSN - Teza 5



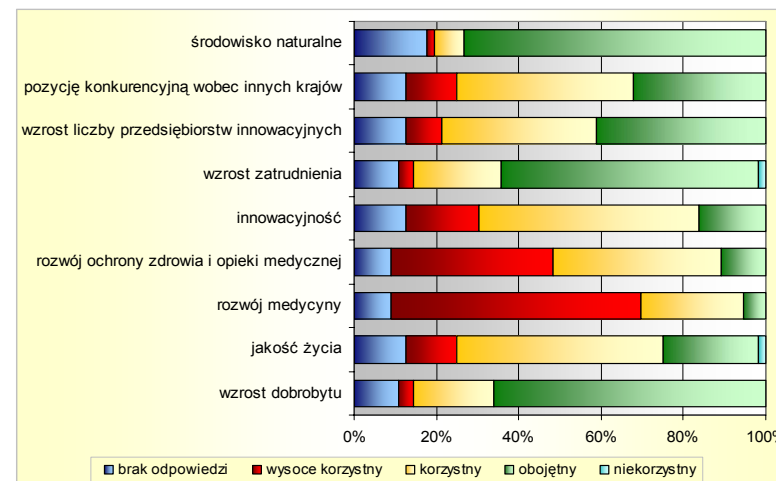
### PBMat - Teza 1



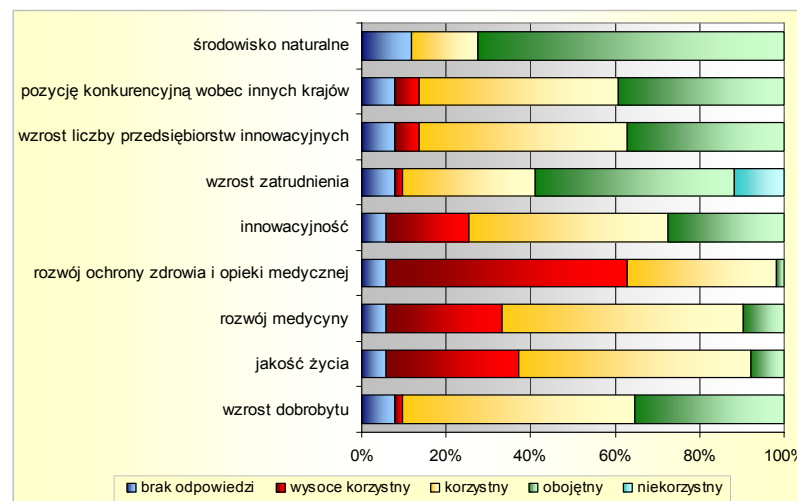
### PBMech - Teza 2



### PO - Teza 2



### PI - Teza 5



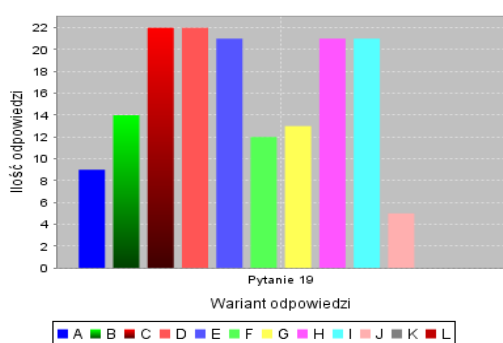
Rys. 84. Wpływ realizacji stwierdzeń zawartych w przykładowych tezach tematycznych na wybrane aspekty życia (skrócone nazwy paneli są zgodne z opisem w tytule tabeli 47, a numery tez są zgodne z opisami zawartymi odpowiednio w tabelach 78–84)

Respondenci uznali, że pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości będzie miało korzystny wpływ na wszystkie rozpatrywane aspekty życia z wyjątkiem środowiska naturalnego, na który analizowana teza ma wpływ obojętny.

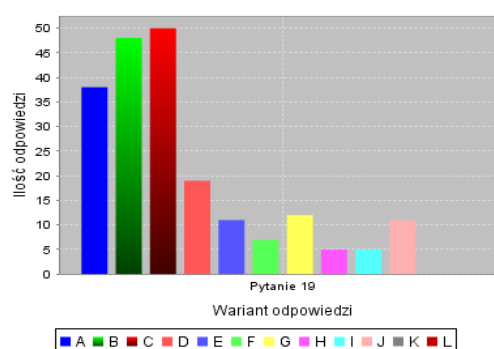
Wpływ realizacji stwierdzeń zawartych w wybranych tezach technologicznych będzie obojętny dla środowiska naturalnego i wzrostu zatrudnienia. Najbardziej korzystny wpływ realizacja założeń wspomnianych tez będzie miała na rozwój medycyny oraz rozwój ochrony zdrowia i opieki medycznej.

Na rysunku 85 zaprezentowano działania i czynniki wskazane przez respondentów jako sprzyjające realizacji wybranych przykładowych tez tematycznych (opis tych działań i czynników znajduje się w opisie rysunku)

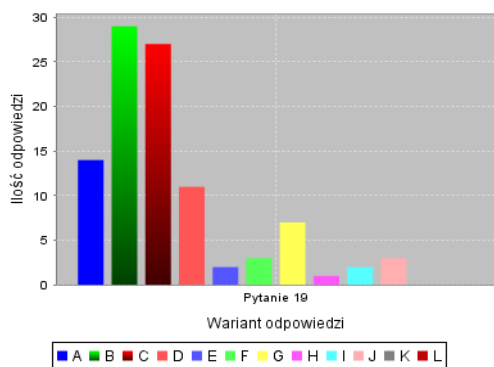
Nastąpi pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości związanej z wyrobami medycznymi



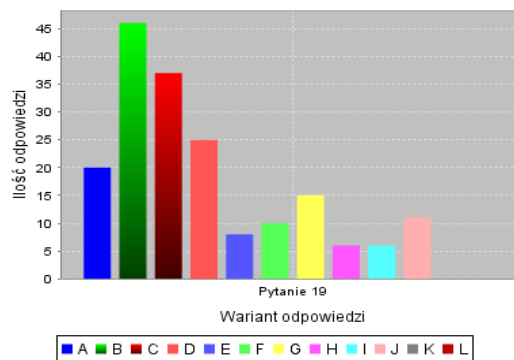
Nastąpi szybki rozwój metod i technologii wczesnego wykrywania nowotworów



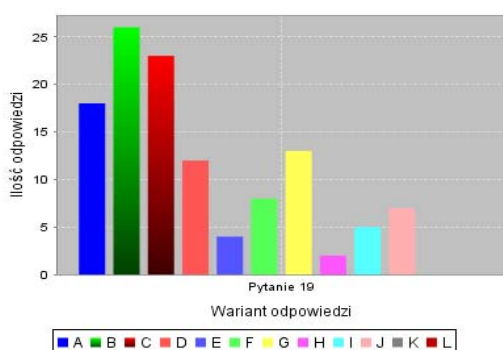
Nowoczesne sposoby leczenia cukrzycy, wykorzystujące rozwiązania sztucznej trzustki, pozwolą na osiąganie przebiegów stężenia glukozy we krwi, takich jak u ludzi zdrowych, eliminując problemy związane z rozwojem późnych powikłań cukrzycy



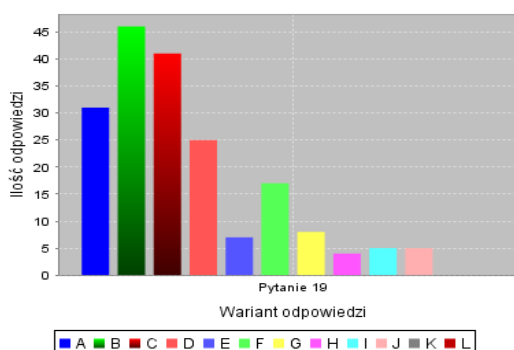
Coraz większe znaczenie będą mieć implanty wchłanialne i biodegradowalne niewymagające ponownej interwencji chirurgicznej



Rozwój technologii tkankowych (hodowli tkanek) ograniczy potrzebę stosowania endoprotez

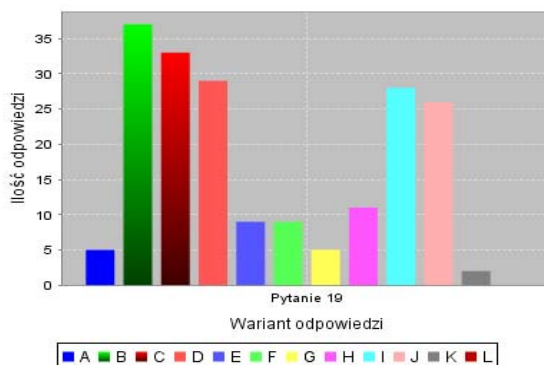


Postęp w dziedzinie obrazowania spowoduje powszechną dostępność wizualizacji wybranych fragmentów narządów aż do poziomu molekularnego





Wzrosła rola usług telemedycznych w zakresie: telekonsultacji (ośrodek referencyjny - lekarz pierwszego kontaktu), teleopieki i telemonitorowania (pacjent - specjalista), teledukacji i telechirurgii

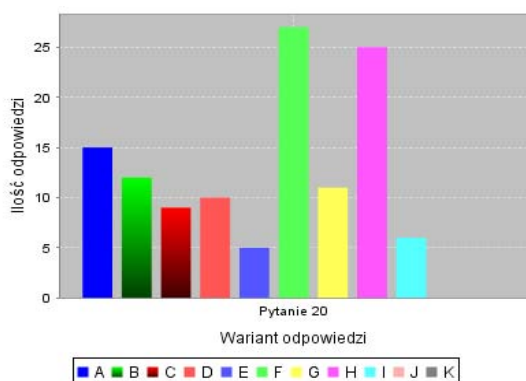


**Rys. 85.** Bariery i ograniczenia utrudniające realizację wybranych przykładowych tez tematycznych (A – niewystarczające uregulowania prawne w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia, B – ograniczone środki finansowe przeznaczone na działalność marketingową i dystrybucyjną, C – niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii, D – brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań, E – akademickość rozwiązań, F – wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych, G – słabo rozwinięty sektor przedsiębiorstw zdolnych do wykorzystania wysokich technologii, H – konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania, I – brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków, J, K – inne)

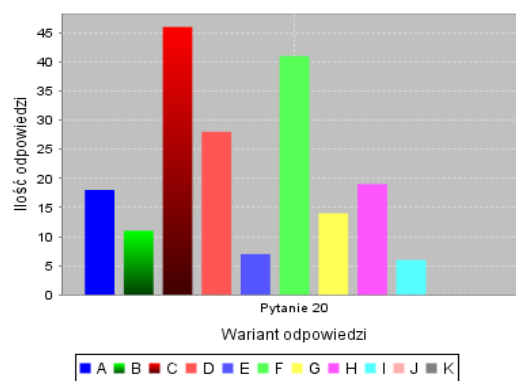
Uzyskane wyniki wykazują specyfikę tezy ekonomicznej, dla której aż 5 czynników zostało określonych jako istotne z punktu widzenia jej realizacji. Są nimi: wzrost infrastruktury badawczo – rozwojowej, rozszerzenie współpracy jednostek naukowych z gospodarką, rozwój instytucji pośredniczących w kontaktach nauka – przemysł, wprowadzenie odpowiednich mechanizmów fiskalnych i działań legislacyjnych. W tezach technologicznych najważniejsze znaczenie odgrywają: zwiększenie nakładów na badania stosowane i innowacje i wzrost infrastruktury badawczo-rozwojowej. Dodatkowo, dla urzeczywistnienia tezy dotyczącej wzrostu roli usług telemedycznych bardzo istotne będzie zwiększenie akceptacji społecznej i działania legislacyjne. Realizacja tez dotyczących rozwoju metod szybkiego wykrywania nowotworów, technologii tkankowych oraz postęp w dziedzinie obrazowania aż do poziomu molekularnego wymagać będzie zwiększonych nakładów na badania podstawowe.

Na rysunku 86 zaprezentowano najistotniejsze bariery i ograniczenia realizacji wybranych przykładowych tez tematycznych (opis tych działań i czynników znajduje się w opisie rysunku).

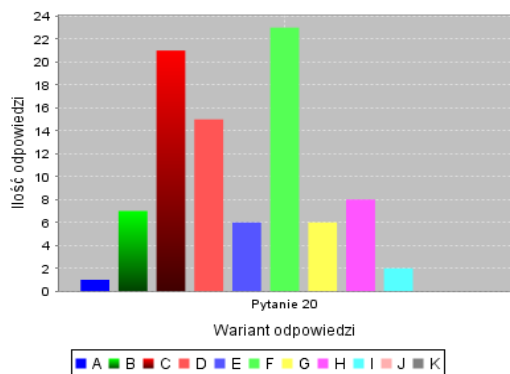
Nastąpi pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości związanej z wyrobami medycznymi



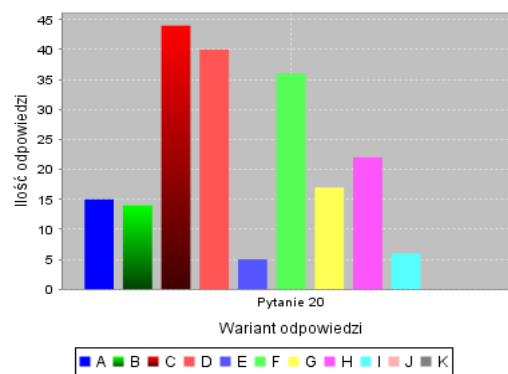
Nastąpi szybki rozwój metod i technologii wczesnego wykrywania nowotworów



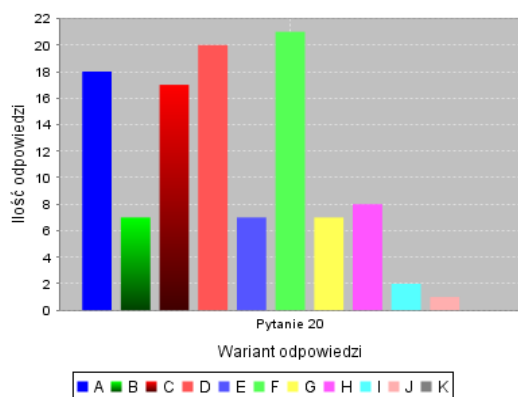
Nowoczesne sposoby leczenia cukrzycy, wykorzystujące rozwiązania sztucznej trzustki, pozwolą na osiąganie przebiegów stężenia glukozy we krwi, takich jak u ludzi zdrowych, eliminując problemy związane z rozwojem późnych powikłań cukrzycy



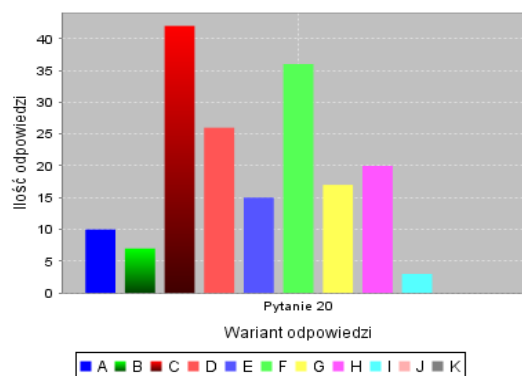
Coraz większe znaczenie będą mieć implanty wchłanialne i biodegradowalne niewymagające ponownej interwencji chirurgicznej



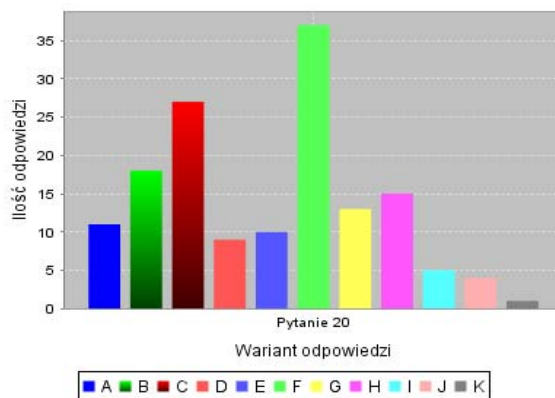
Rozwój technologii tkankowych (hodowli tkanek) ograniczy potrzebę stosowania endoprotez



Postęp w dziedzinie obrazowania spowoduje powszechną dostępność wizualizacji wybranych fragmentów narządów aż do poziomu molekularnego



Wzrośnie rola usług telemedycznych w zakresie: telekonsultacji (ośrodek referencyjny - lekarz pierwszego kontaktu), telediagnostyki i telemonitorowania (pacjent - specjalista), teleedukacji i telechirurgii



**Rys. 86.** Bariery i ograniczenia utrudniające realizację wybranych przykładowych tez tematycznych (A – niewystarczające uregulowania prawne w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia, B – ograniczone środki finansowe przeznaczone na działalność marketingową i dystrybucyjną, C – niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii, D – brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań, E – akademickość rozwiązań, F – wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych, G – słabo rozwinięty sektor przedsiębiorstw zdolnych do wykorzystania wysokich technologii, H – konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania, I – brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków, J, K – inne)

Dla przykładowej tezy ekonomicznej najistotniejsze znaczenie mają wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych oraz konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów na badania w przodujących krajach. W tezach technologicznych dotyczących rozwoju nowoczesnych metod diagnostycznych i terapeutycznych najistotniejszymi barierami są niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii oraz wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych. Przeszkodą jest również brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań.

Dla rozwoju technologii tkankowych bardzo istotne ograniczenia wynikają z niewystarczających uregulowań prawnych w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia.

## **CZĘŚĆ IV**

# **SCENARIUSZE ROZWOJU TECHNOLOGII MEDYCZNYCH W POLSCE DO ROKU 2020**

## Rozdział 16

# Scenariusze rozwoju technologii medycznych w Polsce do roku 2020

### Wprowadzenie

Uzasadnione wydaje się podkreślenie zaraz na wstępie, że celem budowania scenariuszy nie jest precyzyjne przewidywanie przyszłych wydarzeń, ale raczej uświadomienie sobie trendów, które mogą pchnąć przyszłość świata, sektorów, organizacji, czy też jednostki w określonych kierunkach.

W literaturze przedmiotu podaje się różne definicje *scenariusza przyszłości*. W niniejszym materiale pod pojęciem *scenariusza* rozumie się odpowiednio uporządkowany i spójny opis możliwej lub pożądanej przyszłości badanego zjawiska, skonstruowany przy pomocy logicznego ciągu zdarzeń i procesów (o ile to możliwe). Nie wyklucza to, że można za scenariusz uznać również opis przyszłych stanów jako obrazów, wizji, sytuacji itp. Takie zdaje się być najbliższe koncepcji prekursora scenariuszowe kreślenia przyszłości H. Kahna, który uważał, że *pisanie scenariusza* to proces – tworzenie pewnego modelu myślowego, czy też innymi słowy *wyobrażenia* przyszłości, na którym prowadzi się następnie intuicyjną symulację możliwych zdarzeń. Takie bogate interpretowanie tego pojęcia prowadzi do wielu typów scenariuszy. W literaturze dominuje następująca klasyfikacja:

- 1) **Scenariusz deskryptywny** (opisowy); zakłada się, że mają obiektywnie opisać możliwe zdarzenia ich kombinacje, niezależnie od tego, czy są one dla odbiorcy scenariuszy pożądane, czy nie;
- 2) **Scenariusze normatywne** pisane są z odniesieniami do wartości. Są to więc ciągi zdarzeń lub obrazy *pożądane*, ale także *negatywne*, ale *prawdopodobne*;
- 3) **Scenariusze eksploracyjne** badają, jakie mogą być logiczne ciągi zdarzeń prowadzących *od sytuacji wyjściowej* do *przyszłości* uwzględnieniem dominujących tendencji;
- 4) **Scenariusze antycypacyjne** wychodzą od obrazów przyszłości obiektu i ukazują prawdopodobne ciągi zdarzeń uprzedzających ewolucję danego zjawiska, łączących teraźniejszość z przyszłością; ciągi te określa się jako *pożądane*, wynikające z zakładanych zmian w otoczeniu, niezbędnych, aby te stany osiągnąć.

Niektórzy autorzy dokonują wiązania typów scenariuszy. Dobrą propozycją metodyczną jest koncepcja par typów scenariuszy autorstwa C. Ducot'a i G. Lubben'a [33], która prowadzi do kombinacji przedstawionej w tabeli 95.

Tabela 95. Kombinacja czynników do konstruowania scenariuszy przyszłości

Scenariusz	Eksploracyjny (badawczy)	Antycypacyjny
Deskryptywny (opisowy)	dla danych <i>przyczyn</i> - jakie mogą być kolejne <i>efekty</i> ?	dla danych <i>efektów</i> - jakie mogłyby być ich <i>przyczyny</i> ?
Normatywny	dla danych <i>środków</i> - jakie mogą być osiągnięte <i>cele</i> ?	dla osiągnięcia danych <i>celów</i> - jakich można by użyć <i>środków</i> ?

Metodyka pisania scenariuszy nie podaje jednoznacznych zaleceń proceduralnych. Można jednak wskazać kilka elementów wspólnych w przedstawionych propozycjach metodycznych. Zaleca się w nich dokonanie:

- identyfikacji otoczenia, w którym sytuuje się dane zjawisko;
- wyznaczenia i scharakteryzowania czynników mających wpływ na zjawisko (zaleca się określenie prawdopodobieństwa wystąpienia i przypisanie czynnikom siły oddziaływania);
- określenia sytuacji wyjściowej (stanu aktualnego);
- oceny zmian czynników w bliższej i dalszej przyszłości (w przyjętych horyzontach czasowych), czyli wyznaczenie trendów. W przypadku przyjęcia podejścia heurystycznego można zmiany opisać, wskazując, że charakteryzują się (G. Gierszewska):
  - tendencją wzrostową w przyszłości,
  - tendencją stabilizacyjną w przyszłości,
  - tendencją spadkową w przyszłości.
- pisanie scenariuszy, na przykład: *optymistycznego, najbardziej prawdopodobnego, przypadkowego* i *pesymistycznego*, poprzez uporządkowanie według wyznaczonych trendów.

W praktycznym podejściu do pisania scenariuszy zaleca się identyfikację dwóch zbiorów czynników kreślących przyszłość: czynników sukcesu i czynników niepewności. Wówczas główne wątki scenariuszy formułuje się tworząc pary z czynników o największym wpływie na *sukces* i największej *niepewności* i określa się dla nich ścieżki rozwoju. Jak sugeruje znany metodyk scenariuszy L. Wilkinson [34] trendy przedstawiać powinno się na osi od *minimum* do *maksimum*. Jeden z trendów jest osią odciętych, drugi osią rzędnych. Między tymi 2 niewiadomymi i ich ekstremami zachodzą zależności. Opisując sytuacje, które można sobie wyobrazić w czterech obszarach na przecięciu się osi, tworzy się cztery krótkie scenariusze (w istocie rzeczy *opowiadania*), nadaje im tytuły i umieszcza w poszczególnych polach.

Dodatkowo do scenariusza wprowadzić można interesujące kwestie szczegółowe np. jakie będą przedsiębiorstwa, laboratoria itd. wysokiej technologii w rozpatrywanej dziedzinie za 15, 25 lat w świecie, który będzie rozwijał się według każdego z zaproponowanych scenariuszy?

Scenariusze przyszłości mogą być krótkie, zwarte, ale równie dobrze długie i szczegółowe. Powinny jednak pobudzać wyobraźnię, zmuszać do myślenia o przyszłości, na której kształt dzisiejsze działania mogą mieć wpływ, i w konsekwencji tworzyć podstawę do formułowania strategii rozwojowych i planów strategicznych.

Do zestawienia czynników *sukcesu* i *niepewności* wykorzystać można wyniki analiz zawarte w SWOT i analizie STEEP.

## Metodyka

W procesie konstruowania scenariuszy rozwoju technologii medycznych w Polsce do roku 2020 posłużono się następującą metodyką:

1. Identyfikacja czynników sukcesu i niepewności określających przyszłość sektora technologii medycznych. W Polsce do roku 2020 oparta na wynikach SWOT i uwzględniająca wyniki analizy aktualnego stanu sektora oraz analizy STEEP.
2. Określenie głównych wątków scenariuszy na podstawie zakładanego sposobu zachowania się par czynników o największym wpływie na sukces technologii i największej niepewności w trzech kategoriach uwarunkowań:
  - społeczno-ekonomicznych,
  - naukowo-technicznych,
  - biznesowych.

W rezultacie utworzono 12 wątków scenariuszy, które w każdej kategorii uwarunkowań przewidywały:

- wariant optymistyczny,
  - wariant najbardziej prawdopodobny,
  - wariant przypadkowy,
  - wariant pesymistyczny.
3. Konsolidacja odpowiadających sobie zestawów czynników sukcesu i niepewności we wszystkich trzech kategoriach uwarunkowań prowadząca do czterech zestawów założeń do scenariuszy zbiorczych.
  4. Określenie zachowania się zmiennych kluczowych, wyróżnionych w analizie cross-impact, w sposób umożliwiający spełnienie założeń dotyczących poszczególnych scenariuszy i tym samym, spełnienie warunków sprzyjających ich urzeczywistnieniu. Pod uwagę wzięto następujące czynniki kluczowe:
    - Podstawowe:
      - Starzenie się społeczeństwa
      - Rozwój nowych technologii
      - Nakłady na ochronę zdrowia
      - Finansowanie nauki i innowacji
    - Uzupełniające:
      - Choroby cywilizacyjne
      - Profilaktyka i screening
      - Uwarunkowania polityczne (i integracja z UE)
      - Teleopieka domowa
  5. Utworzenie czterech scenariuszy w formie opisowej (w tym dwóch wariantów scenariusza przypadkowego).
  6. Określenie wizji przyszłości technologii kluczowych, dla każdego z opracowanych scenariuszy, w obszarach tematycznych poszczególnych paneli oraz ich uogólnienie na całą dziedzinę technologii medycznych.

7. Określenie technologicznych obszarów wdrożeniowych w przemyśle oraz w medycynie i ochronie zdrowia.

## **Czynniki decydujące o sukcesie i niepewności sektora technologii medycznych w Polsce**

Na podstawie wyników SWOT, przy uwzględnieniu wyników analizy stanu i analizy STEEP wyróżniono następujące czynniki decydujące o sukcesie i niepewności sektora technologii medycznych w Polsce.

### **I. Główne czynniki sukcesu:**

1. Istnienie i dostępność w kraju medycznych baz danych jako źródło informacji o stanie zdrowotnym społeczeństwa;
2. Możliwość sfinansowania badań i wdrożenia ich wyników;
3. Potencjał przemysłu zdolnego do wykorzystania wyników badań naukowych;
4. Brak konserwatyizmu pracowników w zakresie podejmowania nowych zadań badawczych i wdrożeniowych w różnych strukturach organizacyjnych krajowych i międzynarodowych;
5. Społeczna ocena technologii jako:
  - poprawiającej komfort życia i/lub
  - łatwej w stosowaniu i/lub
  - skutecznej w diagnostyce i/lub
  - skutecznej w terapii;
6. Społeczeństwo o stosunkowo dużej liczbie zdolnych młodych osób, z kadrą naukową umożliwiającą kształcenie ludzi na poziomie szkół wyższych i prowadzenie zaawansowanych badań naukowych w obszarze nowoczesnych technologii;
7. Proinformatyczne zainteresowania młodej generacji owocujące wysoką oceną informatyków w skali globalnej;
8. Stabilna baza naukowa poparta wysoką motywacją w przełożeniu na sukces naukowy i ekonomiczny;
9. Opłacalność / atrakcyjność inwestycji (dla inwestorów) w technologie medyczne;
10. Rozwój i wdrażanie technologii medycznych jako innowacyjnej gałęzi gospodarki narodowej;
11. Możliwość pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
12. Duże zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa;
13. Istnienie w kraju warunków sprzyjającego otoczenia ludzkiego i technicznego na rozwój technologii medycznych z wykorzystaniem informatyki i telekomunikacji;
14. Istnienie w kraju ośrodków badawczych posiadających potencjał do podejmowania zadań w zakresie wysokospecjalistycznych technologii na rzecz ochrony zdrowia;
15. Zaistnienie w kraju świadomości społecznej w zakresie potrzeby ponoszenia kosztów na wysokospecjalistyczne procedury medyczne;



16. Pojawienie się technologicznych innowacji radykalnych dających szansę na zmianę pozycji w sektorze B+R uczestnikom nadążnym.

## II. Główne czynniki niepewności:

1. Niewystarczające uregulowania prawne w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia;
2. Niski poziom nakładów budżetowych na badania i rozwój technologii medycznych;
3. Emigracja najzdolniejszych pracowników naukowych oraz trudność w pozyskiwaniu młodych fachowców;
4. Ograniczone środki finansowe przeznaczone na działalność marketingową i dystrybucyjną;
5. Niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii;
6. Brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań;
7. Brak wdrożeń technologii medycznych z powodu:
  - braku mechanizmów wsparcia organizacyjnego i finansowego,
  - akademickości rozwiązań,
  - wysokich kosztów,
  - słabo rozwiniętego sektora przedsiębiorstw zdolnych do wykorzystania wysokich technologii;
8. Konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania, w tym na prace wdrożeniowe, na co wpływa również drenaż mózgów uczonych i inżynierów z Polski;
9. Niewystarczająco wydajny w kraju system wdrażania wyników badań naukowych i finansowania wdrożeń i ciągłe zmiany w systemie prawnym regulującym zasady wdrożeń;
10. Niskie nakłady na służbę zdrowia i niewystarczające uregulowania prawne w zakresie stosowania w ochronie zdrowia wysokospecjalistycznych technologii;
11. Niepewność w odniesieniu do stabilności systemu ekonomicznego Polski w przełożeniu na finansowanie procedur medycznych i koszty pracy;
12. Ograniczenie przedsiębiorczości poprzez brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków;
13. Nieznana liczba przyszłych rywali, z którymi krajowy wytwórca będzie musiał konkurować, ani tym bardziej ich modele biznesowe oraz strategie działania;
14. Nieprzewidywalne wyniki prowadzonych badań nad wpływem technologii materiałowych na ludzkie zdrowie.

## Określenie głównych wątków scenariuszy w zakresie uwarunkowań społeczno-ekonomicznych

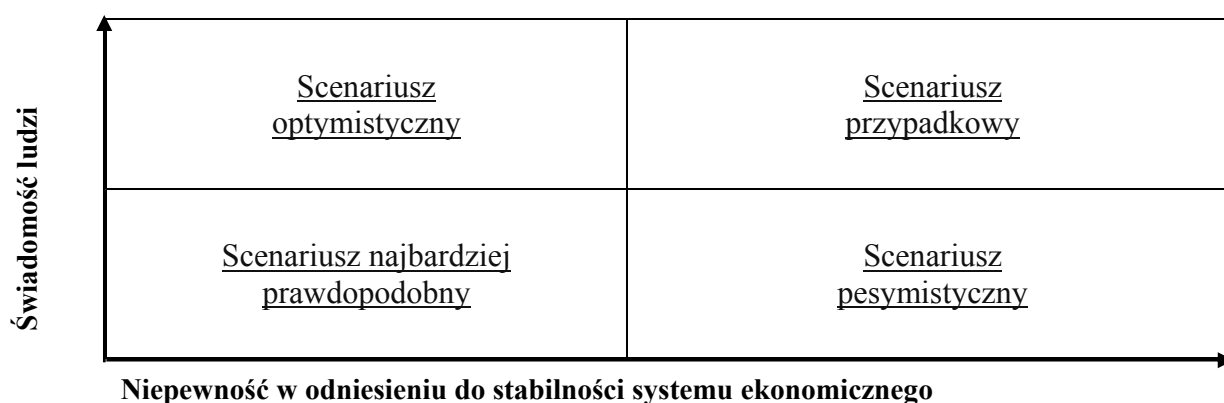
Określenie głównych wątków scenariuszy przeprowadzono na podstawie pary czynników o największym wpływie na sukces technologii i największej niepewności.

W zakresie uwarunkowań społeczno-ekonomicznych uwzględniono czynniki przedstawione w tabeli 96.

**Tabela 96.** Czynniki sukcesu i niepewności w zakresie uwarunkowań społeczno-ekonomicznych

Czynnik sukcesu	Czynnik niepewności
Świadomość ludzi - z zakresem od niskiej świadomości, nastawionej na zaspokajanie własnych materialnych potrzeb "mieć" (minimum) do wysokiej świadomości społecznej (maksimum).	Niepewność w odniesieniu do stabilności systemu ekonomicznego Polski w przełożeniu na finansowanie procedur medycznych i koszty pracy. Duża częstotliwość burzliwych zdarzeń (maksimum) do czasów spokojnych, stabilnego wzrostu gospodarczego i braku radykalnych niepokojów społecznych (minimum).

Na rysunku 87 przedstawiono macierz scenariuszy w zakresie uwarunkowań społeczno-politycznych.



Rys. 87. Macierz scenariuszy w zakresie uwarunkowań społeczno-ekonomicznych.

### Założenia dla scenariusza optymistycznego:

- 1) Trend główny w odniesieniu do *świadomości*: **wzrost procesu w przyszłości.**

### Argumentacja:

- Społeczna ocena technologii medycznych jako: poprawiających komfort życia i/lub łatwych w stosowaniu i/lub skutecznych w prewencji, diagnostyce, monitorowaniu, terapii i rehabilitacji;
- Duże zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa;
- Zaistnienie w kraju świadomości społecznej w zakresie potrzeby ponoszenia kosztów na wysokospecjalistyczne procedury medyczne.

- 2) Trend główny w odniesieniu do *niepewności*: **silna tendencja spadkowa procesu w przyszłości.**

### Argumentacja:

- Umacniająca się pozycja Polski w strukturze UE;
- Wysoki stopień pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Rosnące nakłady na ochronę zdrowia;
- Słabnące turbulencje społeczne.

### Założenia dla scenariusza najbardziej prawdopodobnego:

1) Trend główny w odniesieniu do *świadomości*: **stabilizacja procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Umiarkowanie korzystna ocena społeczna technologii medycznych jako: poprawiających komfort życia i/lub łatwych w stosowaniu i/lub skutecznych w prewencji, diagnostyce, monitorowaniu, terapii i rehabilitacji;
- Duże, częściowo zaspokajane zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa;
- Słaba świadomość społeczna w zakresie potrzeby ponoszenia kosztów na wysokospecjalistyczne procedury medyczne.

2) Trend główny w odniesieniu do *niepewności*: **tendencja spadkowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Umacniająca się pozycja Polski w strukturze UE;
- Wysoki stopień pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Rosnące nakłady na ochronę zdrowia;
- Słabnące turbulencje społeczne.

### Założenia dla scenariusza przypadkowego:

1) Trend główny w odniesieniu do *świadomości*: **wzrost procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Społeczna ocena technologii medycznych jako: poprawiających komfort życia i/lub łatwych w stosowaniu i/lub skutecznych w prewencji, diagnostyce, monitorowaniu, terapii i rehabilitacji;
- Duże zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa;
- Zaistnienie w kraju świadomości społecznej w zakresie potrzeby ponoszenia kosztów na wysokospecjalistyczne procedury medyczne;
- Wzrost zainteresowania alternatywnymi metodami leczniczymi.

2) Trend główny w odniesieniu do *niepewności*: **wzrost procesu w przyszłości.**

**Argumentacja:**

- Słabnąca pozycja Polski w strukturze UE;
- Malejące, i niepełne wykorzystywanie środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Malejące instytucjonalne nakłady na ochronę zdrowia.

**Założenia dla scenariusza pesymistycznego:**

1) Trend główny w odniesieniu do *świadomości*: **tendencja spadkowa procesu w przyszłości.**

- Negatywna / zakłócona społeczna ocena technologii jako: poprawiających komfort życia i/lub łatwych w stosowaniu i/lub skutecznych w prewencji, diagnostyce, monitorowaniu, terapii i rehabilitacji;
- Duże zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa, przy malejącym dostępie;
- Malejąca świadomość społeczna w zakresie potrzeby ponoszenia kosztów na wysokospecjalistyczne procedury medyczne, nastawienie na zaspokajanie własnych materialnych potrzeb;
- Wzrost zainteresowania alternatywnymi metodami leczniczymi.

2) Trend główny w odniesieniu do *niepewności*: **silna tendencja wzrostowa procesu w przyszłości.**

**Argumentacja:**

- Słabnąca pozycja Polski w strukturze UE;
- Malejące, i z zakłóceniami wykorzystywanie środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Malejące instytucjonalne nakłady na ochronę zdrowia.

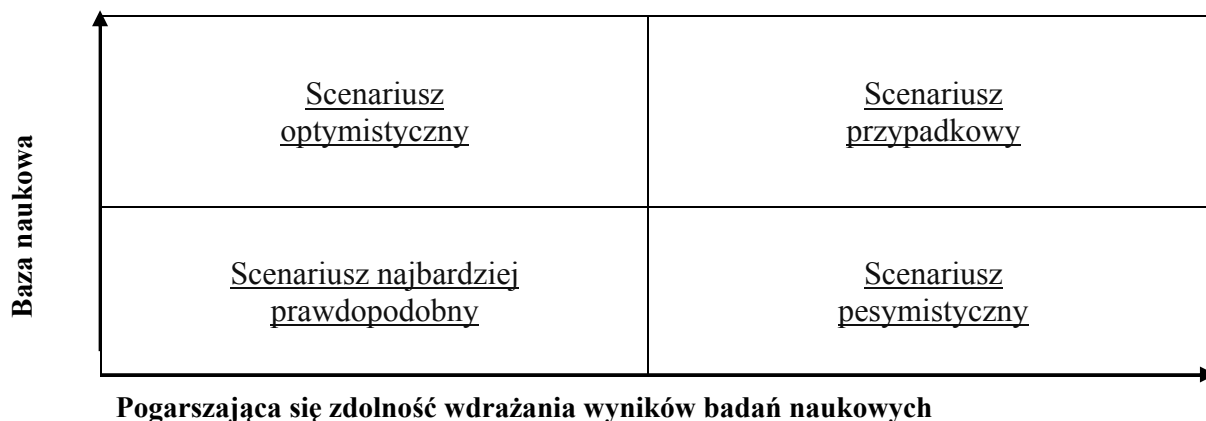
**Określenie głównych wątków scenariuszy w zakresie uwarunkowań naukowo-technicznych**

W zakresie uwarunkowań naukowo-technicznych uwzględniono czynniki przedstawione w tabeli 97.

**Tabela 97.** Czynniki sukcesu i niepewności w zakresie uwarunkowań naukowo-technicznych

Czynnik sukcesu	Czynnik niepewności
<p><b>Baza naukowa</b> - stan obecny (minimum) i możliwy rozwój (maksimum).</p>	<p><b>Zdolność wdrażania wyników badań naukowych.</b> Utrata zdolności wdrażania (maksimum), osłabienie czynników negatywnych dla procesu wdrażania (minimum).</p>

Na rysunku 88 przedstawiono macierz scenariuszy w zakresie uwarunkowań naukowo-technicznych.



Rys. 88. Macierz scenariuszy w zakresie uwarunkowań naukowo-technicznych

#### Założenia dla scenariusza optymistycznego:

1) Trend główny w odniesieniu do *bazy naukowej*: **silna tendencja wzrostowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Rozwijająca się baza naukowa poparta wysoką motywacją w przełożeniu na sukces naukowy i ekonomiczny;
- Brak konserwatyzmu pracowników w zakresie podejmowania nowych zadań badawczych i wdrożeniowych w różnych strukturach organizacyjnych krajowych i międzynarodowych;
- Społeczeństwo o stosunkowo dużej i rosnącej liczbie zdolnych młodych osób, z kadrą naukową umożliwiającą kształcenie ludzi na poziomie szkół wyższych i prowadzenie zaawansowanych badań naukowych w obszarze nowoczesnych technologii;
- Wzrost proinformatycznego zainteresowania młodej generacji owocujące wysoką oceną informatyków w skali globalnej;
- Umacnianie się w kraju sprzyjającego otoczenia ludzkiego i technicznego na rzecz rozwoju technologii medycznych z wykorzystaniem informatyki i telekomunikacji;
- Rozwój w kraju ośrodków badawczych posiadających potencjał do podejmowania zadań w zakresie wysokospecjalistycznych technologii na rzecz ochrony zdrowia.

2) Trend główny w odniesieniu do *pogarszającej się zdolności wdrażania*: **słabnąca tendencja procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Zahamowanie spadku i odwrócenie tendencji w poziomie nakładów budżetowych na badania i rozwój technologii medycznych;
- Zahamowanie emigracji najzdolniejszych pracowników naukowych oraz zmniejszenie trudności w pozyskiwaniu młodych fachowców;

- Odwrócenie niekorzystnej tendencji w odniesieniu do rozwoju nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz skrócenie długotrwałych procedur pozyskiwania zgody na prowadzenie badań;
- Poprawa jakości uregulowań prawnych w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia.

#### Założenia dla scenariusza najbardziej prawdopodobnego:

- 1) Trend główny w odniesieniu do *bazy naukowej*: **słaba tendencja wzrostowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Stabilna baza naukowa poparta wysoką motywacją w przełożeniu na sukces naukowy i ekonomiczny;
- Brak konserwatyzmu pracowników w zakresie podejmowania nowych zadań badawczych i wdrożeniowych w różnych strukturach organizacyjnych krajowych i międzynarodowych;
- Społeczeństwo o stosunkowo dużej liczbie zdolnych młodych osób, z kadrami naukowymi umożliwiającymi kształcenie ludzi na poziomie szkół wyższych i prowadzenie zaawansowanych badań naukowych w obszarze nowoczesnych technologii;
- Proinformatyczne zainteresowania młodej generacji owocujące wysoką oceną informatyków w skali globalnej;
- Istnienie w kraju sprzyjającego otoczenia ludzkiego i technicznego na rzecz rozwoju technologii medycznych z wykorzystaniem informatyki i telekomunikacji;
- Istnienie w kraju ośrodków badawczych posiadających potencjał do podejmowania zadań w zakresie wysokospecjalistycznych technologii na rzecz ochrony zdrowia.

- 2) Trend główny w odniesieniu do *pogarszającej się zdolności wdrażania*: **słabnąca tendencja procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Zahamowanie spadku i odwrócenie tendencji w poziomie nakładów budżetowych na badania i rozwój technologii medycznych;
- Zahamowanie emigracji najzdolniejszych pracowników naukowych oraz zmniejszenie trudności w pozyskiwaniu młodych fachowców;
- Odwrócenie niekorzystnej tendencji w odniesieniu do rozwoju nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego, rozpoczęcie jego powolnego niszowego rozwoju oraz skrócenie długotrwałych procedur pozyskiwania zgody na prowadzenie badań;
- Poprawa jakości uregulowań prawnych w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia.

#### Założenia dla scenariusza przypadkowego:

- 1) Trend główny w odniesieniu do *bazy naukowej*: **silna tendencja wzrostowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Rozwijająca się baza naukowa poparta wysoką motywacją w przełożeniu na sukces naukowy i ekonomiczny;
- Brak konserwatyzmu pracowników w zakresie podejmowania nowych zadań badawczych i wdrożeniowych w różnych strukturach organizacyjnych krajowych i międzynarodowych;
- Społeczeństwo o stosunkowo dużej i rosnącej liczbie zdolnych młodych osób, z kadrami naukowymi umożliwiającymi kształcenie ludzi na poziomie szkół wyższych i prowadzenie zaawansowanych badań naukowych w obszarze nowoczesnych technologii;
- Wzrost proinformatycznego zainteresowania młodej generacji owocujące wysoką oceną informatyków w skali globalnej;
- Umocnienie się w kraju sprzyjającego otoczenia ludzkiego i technicznego na rzecz rozwoju technologii medycznych z wykorzystaniem informatyki i telekomunikacji;
- Rozwój w kraju ośrodków badawczych posiadających potencjał do podejmowania zadań w zakresie wysokospecjalistycznych technologii na rzecz ochrony zdrowia;
- Pojawienie się technologicznych innowacji radykalnych dających szansę na zmianę pozycji w sektorze B+R uczestnikom nadążnym.

2) Trend główny w odniesieniu do *pogarszającej się zdolności wdrażania*: **rosnąca tendencja procesu w przyszłości.**

#### **Argumentacja:**

- Niski poziom nakładów budżetowych na badania i rozwój technologii medycznych;
- Emigracja najzdolniejszych pracowników naukowych oraz trudność w pozyskiwaniu młodych fachowców;
- Brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań;
- Niewystarczające uregulowania prawne w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia.

#### **Założenia dla scenariusza pesymistycznego:**

1) Trend główny w odniesieniu do *bazy naukowej*: **tendencja spadkowa lub stabilizacja procesu w przyszłości.**

#### **Argumentacja:**

- Stabilna baza naukowa poparta wysoką motywacją w przełożeniu na sukces naukowy i ekonomiczny;
- Brak konserwatyzmu pracowników w zakresie podejmowania nowych zadań badawczych i wdrożeniowych w różnych strukturach organizacyjnych krajowych i międzynarodowych;
- Społeczeństwo o stosunkowo dużej liczbie zdolnych młodych osób, z kadrami naukowymi umożliwiającymi kształcenie ludzi na poziomie szkół wyższych i prowadzenie zaawansowanych badań naukowych w obszarze nowoczesnych technologii;
- Proinformatyczne zainteresowania młodej generacji owocujące wysoką oceną informatyków w skali globalnej;

- Istnienie w kraju sprzyjającego otoczenia ludzkiego i technicznego na rzecz rozwoju technologii medycznych z wykorzystaniem informatyki i telekomunikacji;
  - Istnienie w kraju ośrodków badawczych posiadających potencjał do podejmowania zadań w zakresie wysokospecjalistycznych technologii na rzecz ochrony zdrowia.
- 2) Trend główny w odniesieniu do *pogarszającej się zdolności wdrażania*: **malejąca tendencja procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Niski i relatywnie malejący poziom nakładów budżetowych na badania i rozwój technologii medycznych;
- Nasilenie się emigracji najzdolniejszych pracowników naukowych oraz trudność w pozyskiwaniu młodych fachowców;
- Brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego i brak inwestycji odtworzeniowych oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań;
- Niewystarczające uregulowania prawne w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia.

### Określenie głównych wątków scenariuszy w zakresie uwarunkowań biznesowych

W zakresie uwarunkowań biznesowych uwzględniono czynniki przedstawione w tabeli 98.

Tabela 98. Czynniki sukcesu i niepewności w zakresie uwarunkowań biznesowych

Czynnik sukcesu	Czynnik niepewności
Atrakcyjność sektora - stan obecny (minimum); wzrost atrakcyjność sektora w Polsce (maksimum).	Niepewność w odniesieniu do stabilności systemu ekonomicznego Polski w przełożeniu na finansowanie procedur medycznych i koszty pracy - stan obecny (maksimum); stabilizacja i wzrost nakładów na ochronę zdrowia (minimum).

Na rysunku 89 przedstawiono macierz scenariuszy w zakresie uwarunkowań biznesowych.

Atrakcyjność sektora ↑	<u>Scenariusz</u> <u>optymistyczny</u>	<u>Scenariusz</u> <u>przypadkowy</u>
	<u>Scenariusz najbardziej</u> <u>prawdopodobny</u>	<u>Scenariusz</u> <u>pesymistyczny</u>
	Niepewność w odniesieniu do stabilności systemu ekonomicznego →	

Rys. 89. Macierz scenariuszy w zakresie uwarunkowań biznesowych



### Założenia dla scenariusza optymistycznego:

- 1) Trend główny w odniesieniu do *atrakcyjności sektora*: **silna tendencja wzrostowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Duże, rosące zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa;
- Wzrost potencjału przemysłu zdolnego do wykorzystania wyników badań naukowych;
- Rosnąca opłacalność / atrakcyjność inwestycji (dla inwestorów) w technologiczne;
- Wzrastające możliwości pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Istnienie i dostępność w kraju medycznych baz danych jako źródło informacji o stanie zdrowotnym społeczeństwa obniżające nakłady na badania rynkowe w fazie przedinwestycyjnej.

- 2) Trend główny w odniesieniu do *niepewności*: **silna tendencja spadkowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Słaba, ale umacniająca się pozycja Polski w strukturze UE;
- Niewielki stopień wzrostu pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Malejąca konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania, w tym na prace wdrożeniowe, na co wpływa również drenaż mózgów uczonych i inżynierów z Polski;
- Malejące znaczenie ograniczenia przedsiębiorczości wynikającej z braku zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków;
- Lepsze rozpoznanie przyszłych rywali, ich modeli biznesowych i strategii działania przez krajowych wytwórców technologii medycznych.

### Założenia dla scenariusza najbardziej prawdopodobnego:

- 1) Trend główny w odniesieniu do *atrakcyjności sektora*: **słaba tendencja wzrostowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Duże, wolno rosące zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa;
- Stabilny potencjał przemysłu zdolnego do wykorzystania wyników badań naukowych;
- Wolno rosąca opłacalność/ atrakcyjność inwestycji (dla inwestorów) w technologiczne;
- Możliwość pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na

rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;

- Istnienie i dostępność w kraju medycznych baz danych jako źródło informacji o stanie zdrowotnym społeczeństwa obniżające nakłady na badania rynkowe w fazie przedinwestycyjnej.

2) Trend główny w odniesieniu do *niepewności*: **umacniająca się tendencja spadkowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Słaba, wolno umacniająca się pozycja Polski w strukturze UE;
- Niewielki stopień pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Utrzymująca się a w wybranych obszarach rosnąca konkurencyjność firm zagranicznych, wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania, w tym na prace wdrożeniowe, na co wpływa również drenaż mózgów uczonych i inżynierów z Polski;
- Ograniczenie przedsiębiorczości poprzez brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków;
- Lepsze rozpoznanie przyszłych rywali, ich modeli biznesowych i strategii działania przez krajowych wytwórców technologii medycznych.

#### Założenia dla scenariusza przypadkowego:

1) Trend główny w odniesieniu do *atrakcyjności sektora*: **silna tendencja wzrostowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Duże, rosnące zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa;
- Pojawienie się technologicznych innowacji radykalnych dających szansę na zmianę pozycji w sektorze B&R uczestnikom nadążnym;
- Wzrost potencjału przemysłu zdolnego do wykorzystania wyników badań naukowych;
- Rosnąca opłacalność/ atrakcyjność inwestycji (dla inwestorów) w technologiczne;
- Wzrastające możliwości pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Istnienie i dostępność w kraju medycznych baz danych jako źródło informacji o stanie zdrowotnym społeczeństwa obniżające nakłady na badania rynkowe w fazie przedinwestycyjnej.

2) Trend główny w odniesieniu do *niepewności*: **umacniająca się tendencja wzrostowa procesu w przyszłości.**

### Argumentacja:

- Słaba, obniżająca się pozycja Polski w strukturze UE;
- Niewielki i malejący stopień pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Utrzymująca się, w wybranych obszarach – rosnąca konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania, w tym na prace wdrożeniowe, na co wpływa również drenaż mózgów uczonych i inżynierów z Polski;
- Ograniczenie przedsiębiorczości poprzez brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków.
- Nieznana liczba przyszłych rywali, którymi krajowy wytwórca będzie musiał konkurować, ani tym bardziej ich modele biznesowe oraz strategie działania.

### Założenia dla scenariusza pesymistycznego:

#### Argumentacja:

- Duże, wolno rosnące zapotrzebowanie w Polsce na produkty medyczne, wynikające z postępu cywilizacyjnego i starzenia się społeczeństwa;
- Stabilny/malejący potencjał przemysłu zdolnego do wykorzystania wyników badań naukowych;
- Niska/malejąca opłacalność/ atrakcyjność inwestycji (dla inwestorów) w technologiczne;
- Malejące możliwości pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Ograniczona i malejąca dostępność w kraju medycznych baz danych jako źródła informacji o stanie zdrowotnym społeczeństwa.

1) Trend główny w odniesieniu do *niepewności*: **umacniająca się tendencja wzrostowa procesu w przyszłości.**

#### Argumentacja:

- Słaba, obniżająca się pozycja Polski w strukturze UE;
- Niewielki i malejący stopień pozyskiwania środków finansowych z funduszy strukturalnych UE na rozwój nowych wysokospecjalistycznych technologii oraz otwarcie rynków zagranicznych;
- Utrzymująca się, w wybranych obszarach – rosnąca konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania, w tym na prace wdrożeniowe, na co wpływa również drenaż mózgów uczonych i inżynierów z Polski;
- Ograniczenie przedsiębiorczości poprzez brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków;
- Nieznana liczba przyszłych rywali, z którymi krajowy wytwórca będzie musiał konkurować, ani tym bardziej ich modele biznesowe oraz strategie działania.

## Scenariusze

Bazując na skonsolidowanych założeniach do scenariuszy, uwzględniających uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, naukowo-techniczne i biznesowe określono sposób zachowania się zmiennych kluczowych warunkujący urzeczywistnienie się poszczególnych scenariuszy, co pozwoliło na zdefiniowanie:

- Scenariusza dynamicznego wzrostu (optymistycznego),
- Scenariusza rozbieżności potrzeb i możliwości (pesymistycznego),
- Scenariusza stabilnego / zrównoważonego wzrostu (najbardziej prawdopodobnego),
- Scenariusza niestabilności i drenażu technologii (przypadkowego 1),
- Scenariusza konsumpcji obcych technologii (przypadkowego 2).

Scenariusz przypadkowy powstał w dwóch wariantach, gdyż uznano, że sytuacja, w której malejącym nakładom na ochronę zdrowia towarzyszą rosnące nakłady na badania naukowe i innowacyjne technologie wynikające z interpretacji założeń scenariusza przypadkowego jest co najmniej równie prawdopodobna jak sytuacja odwrotna, tzn. zakładająca wzrost nakładów na ochronę zdrowia przy jednoczesnym spadku finansowania badań naukowych i innowacji.

Zakładany sposób zachowania się czynników kluczowych dla 5 opracowanych scenariuszy przedstawia tabela 99.

**Tabela 99.** Zachowanie zmiennych kluczowych w 5 scenariuszach roboczych rozwoju technologii medycznych w Polsce

Zmienna / trend	Scenariusz				
	Dynamiczny wzrost (optymistyczny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
Starzenie się społeczeństwa	↑	↑	→↑	↑	→↑
Rozwój nowych technologii	↑↑	↓	→↑(n)	↔↑	↓
Nakłady na OZ	↑↑	↓	↑	↓	↑
Finansowanie nauki i innowacji	↑↑	↓	→↑(n)	↔	↓
Polityka (i Integracja z UE)	↑↑	↓	↑	↔↓	↔↓
Choroby cywilizacyjne	↑	↑	→↑	↑	→↑
Profilaktyka (P) i screening (S)	P→↑ S↑	P↓ S→	P→↑ S→↑	P↓ S→	P→↑ S→↑
Teleopieka domowa	↑	↓	→↑	↑	→
Wiedza	↑	↔	→↑	↑	→↑

Opis oznaczeń użytych w tabeli:	↑↑	- szybki wzrost
	↑	- wzrost
	→↑	- powolny wzrost
	→↑(n)	- powolny wzrost w wybranych obszarach niszowych
	→	- stabilizacja
	↔	- brak stabilnego trendu
	↓	- spadek

Poniżej zamieszczono krótkie opisy każdego z pięciu scenariuszy, które bazują na interpretacji zapisów umieszczonych w powyższej tabeli.

## Scenariusz „Dynamiczny wzrost”

Postępuje starzenie się społeczeństwa, któremu towarzyszy wzrost liczby osób cierpiących na choroby cywilizacyjne wymagających ciągłego / częstego korzystania z zasobów systemu ochrony zdrowia (i technologii medycznych). Wzrost liczby „ujawnionych” chorych na choroby przewlekłe jest m.in. wynikiem wzrostu wykrywalności tych chorób w wyniku rozwoju programów screeningowych i pozostającym w tyle rozwojem profilaktyki i promocji zdrowego trybu życia. Liczba osób wymagających ciągłego / częstego korzystania z technologii medycznych rośnie również w wyniku wzrostu liczby osób poszkodowanych w wypadkach (rozwój systemu ratownictwa medycznego) oraz poprawy opieki położniczej i neonatalnej (zmienne nie mieszczące się w zestawie zmiennych kluczowych, ale występujące w analizie cross-impact). Starzenie się społeczeństwa, wzrost liczby osób cierpiących na choroby przewlekłe wraz z innymi wyżej wymienionymi czynnikami zapewniają stały wzrost liczby pacjentów zainteresowanych korzystaniem z technologii medycznych. Ze względu na szybki wzrost nakładów na ochronę zdrowia (przewyższający swym tempem wzrost liczby chorych korzystających z tego systemu) ilość środków finansowych przypadających na jednego chorego znacząco rośnie, co pozwala stosować nowocześniejsze lecz bardziej kosztowne metody leczenia i prowadzi do wzrostu zapotrzebowania na nowoczesne technologie medyczne, w tym bazujące na zaawansowanych rozwiązaniach hybrydowych i biologicznych. Jednocześnie wzrasta poziom świadomości zdrowotnej społeczeństwa, co zapewnia wysoki poziom akceptacji dla wspomnianych wyżej rozwiązań oraz sprzyja rozwojowi teleopieki.

Silnemu wzrostowi nakładów na opiekę zdrowotną towarzyszy równie silny wzrost nakładów na badania naukowe, badania rozwojowe i innowacje w obszarze technologii medycznych, który sprawia, że Polska z importera i „konsumenta” technologii wytwarzanych zagranicą staje się stopniowo producentem i eksporterem tego typu rozwiązań. Początkowo głównym „sponsorem” ponoszącym koszty badań i innowacji jest państwo, które dodatkowo prowadzi politykę sprzyjającą wykorzystywaniu nowoczesnych technologii medycznych, zachęcającą do inwestowania w tę dziedzinę oraz promującą współpracę nauki z przemysłem. Wzrost nakładów państwa na sektor B+R oraz innowacje prowadzi do umacniania się pozycji polskich instytucji badawczych w dziedzinie inżynierii biomedycznej oraz rozwój sektora rodzimych firm produkcyjno-usługowych w sektorze technologii medycznych. W związku z tym, w miarę rozwoju rodzimego sektora przedsiębiorstw technologii medycznych oraz umacniania się pozycji Polski w strukturach UE (czemu sprzyja konsekwentna polityka państwa) stopniowo wzrasta poziom współfinansowania B+R oraz innowacji ze środków unijnych oraz środków rodzimego sektora przedsiębiorstw.

Zapotrzebowanie rozwijającego się przemysłu i sfera B+R na nowych fachowców sprawia, że wzrasta popularność studiów na kierunku inżynierii biomedycznej.

## Scenariusz „Rozbieżność potrzeb i możliwości”

Postępuje starzenie się społeczeństwa, któremu towarzyszy wzrost liczby osób cierpiących na choroby cywilizacyjne wymagających ciągłego / częstego korzystania z zasobów systemu ochrony zdrowia (i technologii medycznych). Wzrost liczby chorych na choroby przewlekłe jest m.in. wynikiem pogłębiających się zaniedbań w dziedzinie profilaktyki i promocji zdrowego trybu życia. Programy screeningowe nie są rozwijane bądź ich rozwój jest powolny, co prowadzi do późnego diagnozowania przypadków chorób przewlekłych. Liczba osób wymagających ciągłego / częstego korzystania z technologii medycznych rośnie również w wyniku wzrostu liczby osób poszkodowanych w wypadkach (słabe drogi, ulepszone systemy bezpieczeństwa w samochodach) przy braku należytego rozwoju systemu ratownictwa medycznego (zmienna niemieszcząca się w zestawie zmiennych kluczowych, ale występująca w analizie cross-impact). Starzenie się społeczeństwa i wzrost liczby osób cierpiących na choroby przewlekłe oraz innych osób wymagających ciągłej opieki medycznej powodują stały wzrost potrzeb w odniesieniu do technologii medycznych. Zapotrzebowanie to nie może być jednak zaspokojone, gdyż nakłady na ochronę zdrowia obniżają się (lub pozostają na niezmiennym niskim poziomie, gdyż ich dalsze obniżenie z obecnego poziomu jest prawdopodobnie mało realne). Ze względu na spadek nakładów na ochronę zdrowia ilość środków finansowych przypadających na jednego chorego znacząco maleje, co nie daje możliwości rozwijania i stosowania nowoczesnych (i jednocześnie bardziej kosztownych) metod leczenia, obniżając zapotrzebowanie na nowoczesne technologie medyczne, w tym bazujące na zaawansowanych rozwiązaniach hybrydowych i biologicznych. Jednocześnie, nie wzrasta poziom świadomości zdrowotnej społeczeństwa (edukacja w tym zakresie nie jest rozwijana), co dodatkowo obniża poziom akceptacji dla wspomnianych wyżej rozwiązań.

Spadkowi (lub stagnacji) nakładów na opiekę zdrowotną towarzyszy obniżenie nakładów na badania naukowe, badania rozwojowe i innowacje w obszarze technologii medycznych (lub ich utrzymanie na dzisiejszym katastrofalnie niskim poziomie, którego obniżenie nie wydaje się już chyba możliwe). Skutkiem tego jest brak możliwości rozwoju krajowych przedsiębiorstw produkcyjno-usługowych w sektorze technologii medycznych oraz silne ograniczenie lub likwidacja badań naukowych w sferze inżynierii biomedycznej. Wobec słabnącego popytu na wysokie technologie również importerzy ograniczają swoją działalność. W ofercie zarówno producentów jak i importerów pozostają jedynie urządzenia i usługi wątpliwej jakości, wykorzystujące najprostsze, przestarzałe technologie. Słabnąca pozycja sektora B+R oraz sektora przedsiębiorstw potęguje spadek nakładów na badania i innowacje. Wobec niskiego potencjału (finansowego, intelektualnego itp.) polskie jednostki naukowe i przedsiębiorstwa tracą możliwość korzystania ze środków UE. Nieliczne wartościowe wyniki polskiego sektora B+R, wobec braku zainteresowania ze strony rodzimych firm są przejmowane przez zagraniczne koncerny. Ratunkiem dla nielicznych polskich firm oferujących nowoczesne technologie medyczne mógłby być eksport, jednak polityka państwa nie dostarcza żadnych pozytywnych bodźców w tym zakresie, co dodatkowo wzmacnia nieufność społeczeństwa wobec nowoczesnych rozwiązań, szczególnie biologicznych.

Uruchomione w ostatnich latach studia kształcące w zakresie inżynierii biomedycznej są likwidowane wobec braku zainteresowania ze strony przyszłych studentów (kurczący się rynek pracy dla absolwentów) oraz odpływu kadry akademickiej.

## Scenariusz „Stabilny / zrównoważony wzrost”

Starzenie się społeczeństwa postępuje w tempie wynikającym z trendu długookresowego, wywierając do roku 2020 umiarkowany wpływ na zapotrzebowanie na technologie medyczne, wzmacniany wzrostem liczby osób cierpiących na choroby cywilizacyjne, wymagających ciągłego / częstego korzystania z zasobów systemu ochrony zdrowia (i technologii medycznych).

Wzrost liczby „ujawnionych” chorych na choroby przewlekłe jest m.in. wynikiem wzrostu wykrywalności tych chorób w wyniku rozwoju programów screeningowych. Jednocześnie, w podobnym tempie rozwija się profilaktyka i promowany jest zdrowy tryb życia, co przyczynia się do osłabienia wspomnianego wcześniej trendu. Liczba osób wymagających ciągłego / częstego korzystania z technologii medycznych rośnie również w wyniku wzrostu liczby osób poszkodowanych w wypadkach (stabilny, powolny rozwój systemu ratownictwa medycznego) oraz poprawy opieki położniczej i neonatalnej (zmienne nie mieszczące się w zestawie zmiennych kluczowych, ale występujące w analizie cross-impact). Starzenie się społeczeństwa, wzrost liczby osób cierpiących na choroby przewlekłe i inne wyżej wymienione czynniki zapewniają stały umiarkowany wzrost liczby konsumentów zainteresowanych korzystaniem z technologii medycznych.

Umiarkowany, stabilny wzrost nakładów na ochronę zdrowia (przewyższający swym tempem wzrost liczby chorych korzystających z tego systemu) powoduje ciągły, stopniowy przyrost środków finansowych przypadających na jednego chorego, co pozwala sukcesywnie zwiększać udział nowocześniejszych i bardziej skutecznych lecz również bardziej kosztownych metody leczenia i prowadzi do wzrostu zapotrzebowania na nowoczesne technologie medyczne, w tym bazujące na zaawansowanych rozwiązaniach hybrydowych i biologicznych. Jednocześnie, wzrasta poziom świadomości zdrowotnej społeczeństwa, co zapewnia wysoki poziom akceptacji dla wspomnianych wyżej rozwiązań oraz sprzyja rozwojowi teleopieki.

Wzrostowi nakładów na opiekę zdrowotną towarzyszy stopniowy wzrost nakładów na badania naukowe, badania rozwojowe i innowacje w obszarze technologii medycznych. Podobnie jak w przypadku scenariusza „Dynamiczny wzrost”, zwiększenie nakładów na sektor B+R i innowacje sprawia, że Polska stopniowo z importera i „konsumenta” technologii wytwarzanych zagranicą staje się producentem i eksporterem tego typu rozwiązań. Proces ten przebiega jednak wolniej i dotyczy mniejszej liczby wyrobów i usług medycznych niż w przypadku wspomnianego wcześniej scenariusza „Dynamiczny wzrost”. Początkowo głównym „sponsorem” ponoszącym koszty badań i innowacji jest państwo, które dodatkowo prowadzi politykę sprzyjającą wykorzystywaniu nowoczesnych technologii medycznych, zachęcającą do inwestowania w tę dziedzinę oraz promującą współpracę nauki z przemysłem. Wzrost nakładów państwa na B+R oraz innowacje prowadzi do umacniania się pozycji polskich instytucji badawczych w dziedzinie inżynierii biomedycznej oraz rozwój sektora rodzimych firm produkcyjno-usługowych w sektorze technologii medycznych. W związku z tym, w miarę rozwoju rodzimego sektora przedsiębiorstw technologii medycznych oraz umacniania się pozycji Polski w strukturach UE (co zapewnia konsekwentna polityki państwa) stopniowo wzrasta poziom współfinansowania B+R i innowacji ze środków unijnych oraz środków rodzimego sektora przedsiębiorstw. Szczególnie intensywny rozwój następuje w obrębie technologii niszowych, którymi nie są zainteresowane duże koncerny międzynarodowe, a których rozwój daje nadzieję na szybkie i stabilne zyski (np. dużym koncernom może nie opłacać się przygotowywanie polskojęzycznych wersji systemów baz danych lub wprowadzanie na polski rynek prostych i tanich urządzeń, których zastosowanie wymaga np. osobistego przeszkolenia pacjenta przez wykwalifikowanego technika).

Zapotrzebowanie rozwijającego się przemysłu i sfera B+R na nowych fachowców sprawia, że wzrasta popularność studiów na kierunku inżynierii biomedycznej.

## **Scenariusz „Niestabilność i drenaż technologii”**

Postępuje starzenie się społeczeństwa, któremu towarzyszy wzrost liczby osób cierpiących na choroby cywilizacyjne wymagających ciągłego / częstego korzystania z zasobów systemu ochrony zdrowia (i technologii medycznych). Wzrost liczby chorych na choroby przewlekłe jest m.in. wynikiem pogłębiających się zaniedbań w dziedzinie profilaktyki i promocji zdrowego trybu życia.

Programy screeningowe nie są rozwijane bądź ich rozwój jest powolny, co prowadzi do późnego diagnozowania przypadków chorób przewlekłych. Liczba osób wymagających ciągłego / częstego korzystania z technologii medycznych rośnie również w wyniku wzrostu liczby osób poszkodowanych w wypadkach (słabe drogi, ulepszone systemy bezpieczeństwa w samochodach) przy braku należytego rozwoju systemu ratownictwa medycznego (zmienna niemieszcząca się w zestawie zmiennych kluczowych, ale występująca w analizie cross-impact). Starzenie się społeczeństwa i wzrost liczby osób cierpiących na choroby przewlekłe oraz innych wymagających ciągłej opieki medycznej powodują stały wzrost potrzeb w odniesieniu do technologii medycznych. Zapotrzebowanie to nie może być jednak zaspokojone, gdyż nakłady na ochronę zdrowia obniżają się (lub pozostają na niezmiennym niskim poziomie, gdyż możliwość ich obniżenie z obecnego poziomu jest mało realna).

Ze względu na spadek nakładów na ochronę zdrowia ilość środków finansowych przypadających na jednego chorego maleje, co nie daje możliwości stosowania nowoczesnych (i jednocześnie bardziej kosztownych) metod leczenia, obniżając możliwości sektora ochrony zdrowia w zakresie wykorzystania nowoczesnych technologii medycznych, w tym bazujących na zaawansowanych rozwiązaniach hybrydowych i biologicznych. Jednocześnie, wzrasta poziom świadomości zdrowotnej społeczeństwa (głównie w wyniku samokształcenia pacjentów w tym zakresie), co dodatkowo podnosi poziom frustracji pacjentów związanej z korzystaniem z systemu ochrony zdrowia (rozmijanie się realiów i oczekiwań).

Spadkowi nakładów na ochronę zdrowia towarzyszy niestabilna sytuacja w zakresie polityki państwa dotyczącej dziedziny technologii medycznych i finansowania badań naukowych, prac rozwojowych i innowacji. W oparciu o środki krajowe lub pozyskiwane z UE (które jest coraz trudniej zdobywać ze względu na słabnącą pozycję Polski w obrębie UE) realizowane są mniej lub bardziej przypadkowe opracowania. Część środków przeznaczanych na B+R i innowacje jest więc marnotrawiona na nietrafione projekty. Opracowania, które przedstawiają sobą jakąkolwiek wartość są przejmowane przez firmy zagraniczne, wobec braku możliwości ich komercjalizacji w kraju (słaby rodzimy sektor firm technologii medycznych, brak zachęt i spójnej polityki państwa, brak zainteresowania ze strony niedoinwestowanej służby zdrowia).

Obniżenie nakładów na ochronę zdrowia oraz potaniecie i upowszechnienie technologii teleinformatycznych powoduje rozwój telemedycyny, ale tylko w obszarach, które niewielkim kosztem ułatwiają kontakty lekarz-lekarz i pacjent-lekarz (zastępowanie kontaktów twarzą w twarz a nie ich uzupełnianie). Wobec niekonsekwentnej polityki państwa w zakresie finansowania sfery B+R i innowacji oraz słabnącego popytu na wytwory sektora technologii medycznych krajowe firmy produkcyjno-usługowe słabną. Wobec niskich nakładów na ochronę zdrowia słabnie również grupa firm zajmujących się importem technologii medycznych.

Uruchomione w ostatnich latach studia kształcące w zakresie inżynierii biomedycznej są likwidowane wobec braku zainteresowania ze strony przyszłych studentów (kurczący się rynek pracy dla absolwentów) oraz odpływu kadry akademickiej.

## **Scenariusz „Konsumpcja obcych technologii”**

Starzenie się społeczeństwa postępuje w tempie wynikającym z trendu długookresowego, wywierając do roku 2020 umiarkowany wpływ na zapotrzebowanie na technologie medyczne, wzmacniany wzrostem liczby osób cierpiących na choroby cywilizacyjne wymagających ciągłego / częstego korzystania z zasobów systemu ochrony zdrowia (i technologii medycznych). Wzrost liczby „ujawnionych” chorych na choroby przewlekłe jest m.in. rezultatem wzrostu wykrywalności tych chorób w wyniku rozwoju programów screeningowych. Jednocześnie, w podobnym tempie rozwija się profilaktyka i promowany jest zdrowy trybu życia, co przyczynia się do osłabienia wspomnianego wcześniej trendu.



Liczba osób wymagających ciągłego / częstego korzystania z technologii medycznych rośnie również w wyniku wzrostu liczby osób poszkodowanych w wypadkach (stabilny, powolny rozwój systemu ratownictwa medycznego) oraz poprawy opieki położniczej i neonatalnej (zmienne nie mieszczące się w zestawie zmiennych kluczowych, ale występujące w analizie cross-impact). Starzenie się społeczeństwa, wzrost liczby osób cierpiących na choroby przewlekłe oraz inne wyżej wymienione czynniki zapewniają stały umiarkowany wzrost liczby konsumentów zainteresowanych korzystaniem z technologii medycznych.

Umiarkowany, stabilny wzrost nakładów na ochronę zdrowia (przewyższający swym tempem wzrost liczby chorych korzystających z tego systemu) powoduje ciągły, stopniowy przyrost środków finansowych przypadających na jednego chorego, co pozwala sukcesywnie zwiększać udział nowocześniejszych i bardziej skutecznych lecz również bardziej kosztownych metody leczenia i prowadzi do wzrostu zapotrzebowania na nowoczesne technologie medyczne, w tym bazujące na zaawansowanych rozwiązaniach hybrydowych i biologicznych. Jednocześnie, wzrasta poziom świadomości zdrowotnej społeczeństwa (głównie w wyniku samokształcenia), co zapewnia wysoki poziom akceptacji dla wspomnianych wyżej rozwiązań.

Wzrostowi nakładów na opiekę zdrowotną towarzyszy obniżenie nakładów na badania naukowe, badania rozwojowe i innowacje w obszarze technologii medycznych (lub ich utrzymanie na dzisiejszym katastrofalnie niskim poziomie, którego obniżenie nie wydaje się już chyba możliwe). Skutkiem tego jest brak możliwości rozwoju krajowych przedsiębiorstw produkcyjno-usługowych w sektorze technologii medycznych oraz silne ograniczenie lub likwidacja badań naukowych w sferze inżynierii biomedycznej. Wobec rosnącego popytu na wysokie technologie, który nie może być zaspokojony przez krajowe przedsiębiorstwa produkcyjno-usługowe Polska staje się (czy może raczej – pozostaje) konsumentem technologii opracowanych i zrealizowanych w postaci gotowych wyrobów zagranicą. Wobec konkurencji taniej siły roboczej w Azji (a później również w Afryce) i niekonsekwentnej polityki państwa, Polska nie ma szans, aby stać się chociażby miejscem montowania aparatury medycznej dla światowych koncernów. Intensywnie rozwijają się jedynie importerzy gotowych wyrobów i usług. Słabnąca pozycja sektora B+R oraz sektora przedsiębiorstw potęguje spadek nakładów na badania i innowacje. Wobec niskiego potencjału (finansowego, intelektualnego itp.) polskie jednostki naukowe i przedsiębiorstwa tracą możliwość korzystania ze środków UE.

Studia na kierunku inżynieria biomedyczna nie rozwijają się zbyt intensywnie, gdyż światowe koncerny i importerzy sami szkolą kadrę techniczną do obsługi oferowanych urządzeń, a krajowe firmy produkcyjno-usługowe nie zapewniają odpowiednio dużej liczby miejsc pracy.

## **Wizje przyszłościowe rozwoju technologii medycznych w Polsce**

Wizje przyszłościowe rozwoju technologii opracowane przez Panel Główny zostały oparte na Zbiorczej Uogólnionej Liście Technologii Kluczowych oraz wynikach analiz rozwoju technologii wybranych przez poszczególne Panele Tematyczne w świetle 5 scenariuszy rozwoju (tabele 100-106). Wynik tych prac podano w tabeli 107, w której dla każdego ze scenariuszy oraz dla każdej uogólnionej technologii kluczowej wyznaczono zbiorcze liczbowe wartości szans rozwoju.

Poniżej, w tabelach 100-106 przedstawiono listy technologii kluczowych, które zdaniem ekspertów uczestniczących w pracach Paneli Tematycznych, mają największe szanse rozwoju w Polsce do 2020 roku w przypadku urzeczywistnienia się każdego z wyżej opisanych scenariuszy.

**Tabela 100.** Lista technologii kluczowych w odniesieniu do poszczególnych scenariuszy opracowana przez Panel Ekonomiczny („X” – oznacza technologie, które będą się rozwijać do roku 2020 w przypadku urzeczywistnienia się poszczególnych scenariuszy)

Technologia	Scenariusz	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
Indywidualne mobilne i wielofunkcyjne urządzenia diagnostyczne		X	X	X	X	X
Monitoring pacjentów kardiologicznych przy pomocy telefonii mobilnej i systemów multimedialnych		X	X	-	X	X
Home care- kompleksowa obsługa przy wykorzystaniu e-health i innych technologii medycznych dla poszczególnych grup pacjentów		X	-	X	-	X
GPS i e-health w systemach ratownictwa medycznego		X	X	X	-	-
Wirtualne doliny krzemowe technologii medycznych obejmujące instytucje finansowe, producentów, centra wiedzy, ocenę poziomu innowacyjności i ryzyka, ośrodki medyczne, pacjentów i odbiorców technologii		X	-	X	X	X

**Tabela 101.** Lista technologii kluczowych w odniesieniu do poszczególnych scenariuszy opracowana przez Panel Biopomiary („X” – oznacza technologie, które będą się rozwijać do roku 2020 w przypadku urzeczywistnienia się poszczególnych scenariuszy)

Scenariusz	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
<b>Technologia</b>					
Telemetria	X	-	X	-	-
Kardiotokografia i nadzór okołoporodowy	-	-	-	-	-
Pomiary w genetyce	-	-	-	-	-
Fizjologiczne monitorowanie (wydzielin)	X	-	X	-	-
Mikroukłady typu MEMS do analizy chemicznej i biochemicznej (lab-on-a-chip)	X	X	X	X	X
Optyczne metody diagnostyki medycznej (diagnostyka biochemiczna wchodziłaby do tego punktu, a oprócz tego zawierałyby się tutaj inne metody bazujące na optyce)	X	-	X	-	-
Aktywne czujniki implantowane	-	-	-	-	-
Ultradźwiękowa charakterystyka struktury tkanek	X	X	X	X	X
Wysokorozdzielczy pomiar EKG	-	-	-	-	-
Ultradźwiękowe pomiary przepływu krwi	X	X	X	X	X

**Tabela 102.** Lista technologii kluczowych w odniesieniu do poszczególnych scenariuszy opracowana przez Panel Sztuczne i hybrydowe narządy („X” – oznacza technologie, które będą się rozwijać do roku 2020, „x” – oznacza technologie, które mają szansę na rozwój w ograniczonym zakresie, np. jako technologie niszowe, w przypadku urzeczywistnienia się poszczególnych scenariuszy; kolorem czerwonym zaznaczono technologie, których komercjalizacji należy spodziewać się po roku 2020, pozostałe – mogą zostać skomercjalizowane w okresie do 2020 r.)

Scenariusz          <b>Technologia</b>	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
Technologie telemedyczne przeznaczone do zdalnego nadzoru nad pacjentem korzystającym z systemów / urządzeń zastępujących utracone funkcje organizmu, prowadzenia nadzoru pracy tych urządzeń oraz sterowania ich działaniem.	X	x	X	X	X
Technologia wytwarzania urządzeń wspomagających osoby z upośledzeniem zmysłów, ułatwiających: orientację w przestrzeni, komunikację, nawigację i interakcję z otoczeniem	X*	x*	X*	X*	x*
Technologia wytwarzania urządzeń wspomagających osoby z upośledzeniem narządu ruchu ułatwiających lub umożliwiających lokomocję i interakcję z otoczeniem (w tym inteligentne protezy).	X	-	x	X	X
Technologie chemicznych i biochemicznych systemów dozowania substancji na potrzeby zastępowania lub wspomagania utraconych funkcji organizmu (np. na skutek uszkodzenia narządu wytwarzającego te substancje)	X	x	x	x	-





**Tabela 103.** Lista technologii kluczowych w odniesieniu do poszczególnych scenariuszy opracowana przez Panel Biomateriały („X” – oznacza technologie, które będą się rozwijać do roku 2020, „x” – oznacza technologie, które mają szansę na rozwój w ograniczonym zakresie, w przypadku urzeczywistnienia się poszczególnych scenariuszy; kolorem czerwonym zaznaczono technologie, których komercjalizacji należy spodziewać się po roku 2020, pozostałe – mogą zostać skomercjalizowane w okresie do 2020 r.)

Scenariusz	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
<b>Technologia</b>					
Biomateriały dla leczenia chorób układu kostnego człowieka- implanty kostne	x	X	X	x	X
Nowe rodzaje kompozytowych implantów wykorzystujących składniki niemetaliczne – kompozytowe implanty niemetaliczne	x	X	X	X	x
Biomateriały dla implantów biodegradowalnych i bioresorbowalnych-implanty wchłaniające	x	x	X	x	x
Nowe konstrukcyjne materiały kompozytowe dla protez zewnętrznych i dla sprzętu rehabilitacyjnego – protezy zewnętrzne i sprzęt rehabilitacyjny	X	X	X	X	X
Biomateriały dla inteligentnych systemów dozowania leków – inteligentne systemy dozowania leków	X	x	x	x*	–
Technologie nanoszenia biozgodnych warstw polimerowych spełniających funkcje nośników leków na implantach metalicznych – implanty metaliczne z pokryciami polimerowymi	X	x	X	x	x*

Scenariusz  <b>Technologia</b>	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
Technologie wytwarzania implantów zindywidualizowanych – implanty zindywidualizowane	X	x*	x	x*	-
Biomateriały do zastosowań w inżynierii tkankowej – syntetyczne podłoża dla inżynierii tkankowej	X	x*	X	x	x*
Biomateriały inteligentne typu ERM (enzyme responsive materials) do regeneracji tkanek – implanty dla medycyny regeneracyjnej	X	x*	x	x*	x*
Nanomateriały dla leczenia i diagnostyki chorych tkanek – materiały dla nanomedycyny	X	-	x	x*	-
Biomateriały dla leczenia chorób układu kostnego człowieka- implanty kostne	X	-	x*	-	-

\* technologie, których komercjalizacja i upowszechnienie spodziewane są po 2020 r. (rozwój na poziomie badań podstawowych)



**Tabela 104.** Lista technologii kluczowych w odniesieniu do poszczególnych scenariuszy opracowana przez Panel Biomechanika („X” – oznacza technologie, które będą się rozwijać do roku 2020 w przypadku urzeczywistnienia się poszczególnych scenariuszy)

Technologia	Scenariusz  Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
Rozwój technologii poprawiających jakość życia ludzi chorych kalekich i starych (endoprotezy, protezy)	X	X	X	X	X
Rozwój metod robotyzacji i nawigacji w leczeniu operacyjnym	X	-	-	-	X
Rozwój metod monitorowania diagnostyki procesu rehabilitacji (stacjonarnej i zdalnej)	X	-	X	-	X
Rozwój technologii hodowli tkanek oraz przeszczepów kończyn i organów	X	-	-	-	-
Rozwój komputerowych technik wspomagających planowanie i leczenie operacyjne (np. CT/MRT/USG/CAD/CAM/CNC/RP)	X	X	X	X	X

**Tabela 105.** Lista technologii kluczowych w odniesieniu do poszczególnych scenariuszy opracowana przez Panel Obrazowanie biomedyczne i przetwarzanie obrazów biomedycznych („X” – oznacza technologie, które będą się rozwijać do roku 2020 w przypadku urzeczywistnienia się poszczególnych scenariuszy)

Technologia	Scenariusz	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
Udoskonalone techniki semantycznie zorientowanego przeszukiwania dużych baz danych obrazowych nieposiadających a priori merytorycznych anotacji	X	-	X	X	X	
Optymalizacja programów administrowania bazami danych w Radiological Information Systems (RIS)	X	-	X	-	X	
Techniki automatycznego rozumienia obrazów medycznych	X	-	-	X	-	
Zdalna telemedyczna asysta w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej	X	-	X	-	X	
Rejestracja procesu analizy obrazu prowadzonej przez lekarza	X	X	X	X	-	

**Tabela 106.** Lista technologii kluczowych w odniesieniu do poszczególnych scenariuszy opracowana przez Panel Informatyka medyczna i sieci neuronowe w medycynie („X” – oznacza technologie, które będą się rozwijać do roku 2020 w przypadku urzeczywistnienia się poszczególnych scenariuszy)

Scenariusz	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
<b>Technologia</b>					
Systemy zdalnego nadzoru pacjenta	X	-	X	x	x
Systemy automatycznej detekcji i ostrzegania przed zagrożeniami	X	x	X	X	x
Internetowe systemy usług telemedycznych	X	-	X	X	X
Systemy badań przesiewowych z wykorzystaniem internetu	X	x	X	x	x
Rozwój narzędzi wspomagania aparatury diagnostycznej	X	-	X	x	x
Technologie teleinformatyczne w diagnostyce / monitorowaniu, terapii, rehabilitacji	X	-	X	x	x
Systemy administrowania dużymi bazami medycznymi PACS/ HIS/ RIS	X	x	X	X	X
Systemy wspomagania planowania i leczenia operacyjnego	X	-	X	X	X
Systemy badań przesiewowych i oceny zdrowotności populacji	X	x	X	x	x

Scenariusz	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)
<b>Technologia</b>					
Rozwój systemów wspomagania funkcjonalności aparatury i systemów ekspertowych dla diagnostyki	X	-	X	x	x
Zintegrowane systemy oparte na elektronicznej karcie	X	x	x	x	x
Rozwój metod edukacji z wykorzystaniem narzędzi ICT	X	x	X	X	x
Oprogramowanie wspomagające analizę ryzyka i bezpieczeństwa systemów informatycznych	X	x	X	X	X
Rozwój metod bioinformatyki w diagnostyce i terapii	X	x	x	x	x

Tabela 107. Ocena szans rozwoju technologii kluczowych w zależności od scenariusza

Scenariusz	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)	Z*
<b>Technologia</b>						
Technologie teleinformatyczne ukierunkowane na zdalne wspomaganie diagnostyki, monitorowania, terapii i rehabilitacji pacjentów	6,0	0,95	5,7	2,5	4,75	6
Technologie materiałowe dla implantów kostnych i dla sprzętu rehabilitacyjnego	2,7	2,0	2,9	2,65	1,7	3
Technologie wytwarzania urządzeń wspomagających lub umożliwiających lokomocję i interakcję z otoczeniem osób z upośledzeniem zmysłów i /lub narządu ruchu, a także ostrzegających przed zagrożeniami	3,0	1,0	2,7	2,5	1,95	3
Technologie materiałowe dla implantów degradowanych i inżynierii tkankowej	2,5	0,5	1,25	1,0	0,5	3
Technologie wytwarzania wyspecjalizowanych, inteligentnych systemów i podzespołów do dozowania substancji leczniczych oraz substancji zapewniających wspomaganie lub zastępowanie utraconych funkcji wydzielniczych organizmu	1,0	0,25	0,7	0,9	0,25	1
Technologie wytwarzania wyspecjalizowanych, inteligentnych miniaturowych systemów do pomiarów biochemicznych, w tym pomiarów w genetyce, ułatwiających diagnostykę przy łóżku pacjenta	2,0	0,70	1,25	0,6	0,35	2

Scenariusz	Dynamiczny wzrost (optymalny)	Rozbieżność potrzeb i możliwości (pesymistyczny)	Stabilny / zrównoważony wzrost (najbardziej prawdopodobny)	Niestabilność i drenaż technologii (przypadkowy 1)	Konsumpcja obcych technologii (przypadkowy 2)	N*
<b>Technologia</b>						
Optymalizacja metod przeszukiwania dużych baz danych obrazowych oraz automatycznego i lekarskiego rozumienia obrazów medycznych a także wspomaganie funkcjonalności aparatury diagnostycznej	2,0	0,25	2,0	1,00	0,5	2
Technologie teleinformatyczne ukierunkowane na wspomaganie oceny zdrowotności wybranych populacji (badania przesiewowe)	2,0	1,25	1,0	1,25	1,25	2
Optymalizacja programów administrowania dużymi bazami danych biomedycznych	2,0	0,0	2,0	0,0	2,0	2
Systemy techniczne i informatyczne wspomagające planowanie i prowadzenie leczenia operacyjnego oraz nadzór okołoporodowy	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	2

\* N oznacza liczbę paneli, które na listach kluczowych technologii umieściły co najmniej jedną technologię, która złożyła się na daną uogólnioną technologię występującą na liście opracowanej przez Panel Główny.

Analiza danych zawartych w tabeli wskazuje, że dla scenariusza „Dynamicznego wzrostu” decydujące znaczenie będą odgrywały technologie teleinformatyczne. Są one typowane przez 6 z 7. paneli, co wskazuje na powszechne zapotrzebowanie na tego typu technologie. W scenariuszu „Dynamicznego wzrostu” istotną rolę będą odgrywały również technologie wytwarzania urządzeń wspomagających lub umożliwiających lokomocję i interakcje z otoczeniem osób z upośledzeniem zmysłów i lub narządu ruchu, a także ostrzegających przed zagrożeniem. Ta technologia znalazła uznanie w 3. panelach tematycznych. Podobne szanse na rozwój mają technologie materiałowe dla implantów kostnych i dla sprzętu rehabilitacyjnego oraz technologie materiałowe dla implantów degradowanych i inżynierii tkankowej, które także były typowane przez 3 panele tematyczne. Najsłabsze prognozy wydają się mieć systemy techniczne i informatyczne wspomagające planowanie i prowadzenie leczenia operacyjnego oraz nadzór okołoporodowy, które mimo wytypowania przez 2 panele uzyskały jedynie jeden punkt, podobnie jak technologie wyspecjalizowanych, inteligentnych systemów i podzespołów do dozowania substancji leczniczych.

Wytypowane zostały tylko przez jeden panel, a ich rozwój w kraju ma niewielką szansę w każdej wersji scenariusza.

Dla scenariusza „Rozbieżności potrzeb i możliwości” najwyżej oceniono szanse rozwoju technologii materiałowych dla implantów kostnych i sprzętu rehabilitacyjnego. Zaskakująco nisko w tym scenariuszu eksperci ocenili szanse rozwoju technologii teleinformatycznych.

W przypadku scenariusza „Stabilnego / zrównoważonego wzrostu” uzyskane wyniki są bardzo zbliżone do scenariusza optymistycznego.

Scenariusz zakładający niestabilność i drenaż technologii największe szanse daje technologiom materiałowym dla implantów kostnych i wspomnianym wyżej technologiom teleinformatycznym oraz technologiom wspomagającym osoby niepełnosprawne.

Wyniki uzyskane dla scenariusza dotyczącego konsumpcji obcych technologii wykazują, że największe szanse rozwoju będą miały technologie teleinformatyczne i technologie związane z wytwarzaniem urządzeń wspomagających osoby niepełnosprawne. Poniżej przytoczono wybrane najważniejsze argumenty uzasadniające wyniki zamieszczone w tabeli 107.

**Technologie teleinformatyczne ukierunkowane na zdalne wspomaganie diagnostyki, monitorowania, terapii i rehabilitacji pacjentów** często dotyczą rozwiązań unikatowych, niszowych i wobec tego potencjalnie stanowią niezwykle atrakcyjną opcję rozwojową.

Technologicznymi siłami napędowymi rozwoju telemedycyny są: komputeryzacja i rozwój technologii informatycznych (standaryzacja, niezawodność), rozwój sieci i infrastruktury telekomunikacyjnej (przepustowość, integracja, dostępność), rozwój społeczeństwa „informacyjnego” („spowszednienie”, upowszechnienie). Nietechnologiczne siły napędowe to: zwiększanie dostępności usług medycznych (obszary wiejskie), ochrona zdrowia podróżnych (wzrost mobilności społeczeństwa, koszty przewoźnika), zastosowania militarne (odległe teatry działań, koszty), teleopieka domowa (starzenie się społeczeństwa, choroby przewlekłe), redukcja kosztów (brak jednoznacznych dowodów, ktoś zyskuje ktoś traci, okres zwrotu), rozwój rynku telekomunikacyjnego (lansowanie nowych usług przez operatorów), odpowiednia polityka i strategia rozwoju ochrony zdrowia. W porównaniu z innymi, technologie informacyjne nie wymagają ogromnego zaplecza laboratoryjnego, co pozwala na uruchomienie produkcji i dystrybucji stosunkowo niewielkim nakładem sił i środków, przy istnieniu potencjalnie dużego rynku odbiorców, często o charakterze globalnym. Pierwsze systemy służące do telemonitorowania, czy szerzej teleopieki domowej zaczęto stosować w latach 80. Zgodnie z wynikami badania kwestionariuszowego rozwiązania tego typu będą znajdować szersze zastosowanie od roku 2010 (w ograniczonym zakresie nawet wcześniej). W większości raportów z badań dotyczących stosowania systemów służących do telemonitorowania lub teleopieki domowej pacjentów przewlekle chorych, autorzy podkreślają ich efektywność techniczną, łatwość obsługi i wysoki stopień akceptacji tego typu systemów przez pacjentów i lekarzy, co dobrze rokuje odnośnie możliwości ich komercjalizacji.

Technologie teleinformatyczne wymagają jednak wzrostu nakładów na badania stosowane, poprawy infrastruktury naukowo-badawczej, poprawy współpracy nauki z przemysłem a także działań legislacyjnych oraz edukacyjnych. Do niewątpliwych mocnych stron i szans związanych z rozwojem technologii telemedycznych zaliczyć można: stymulację nowatorskich rozwiązań i nowej wiedzy, rosnący poziom akceptacji społecznej związany z upowszechnieniem telefonii mobilnej i internetu, możliwość wsparcia finansowego z priorytetów UE i programów krajowych, wysoki poziom kształcenia informatyków w Polsce. Ponadto, ocenia się, że stosunkowo łatwo będzie można eliminować słabości i zagrożenia, określone jako: wysoki koszt badań koniecznych dla wdrożenia, akademickość rozwiązań, małe szanse na praktyczne wykorzystanie tego typu rozwiązań w szerszej skali oraz ograniczone możliwości zbytu za granicą.

W scenariuszach, które zakładają wzrost liczby osób cierpiących na choroby przewlekłe, postępujące starzenie społeczeństwa, oraz niedobór specjalistów stosowanie teleopieki może okazać się rozwiązaniem umożliwiającym „obsługę” wszystkich pacjentów przez system opieki zdrowotnej.

Należy się spodziewać rozwoju tego typu systemów w mniejszym lub większym stopniu we wszystkich scenariuszach. Nawet w scenariuszu „Konsumpcja obcych technologii” możliwy jest dynamiczny rozwój tego sektora (np. dzięki eksportowi wiedzy i usług – międzynarodowe centra nadzoru medycznego). Scenariusze, które zakładają niskie nakłady na ochronę zdrowia będą w najmniejszym stopniu sprzyjać rozwojowi systemów telemedycznych. Inne też będą w tym przypadku cele realizowane przez te systemy, tzn. będą one służyć raczej racjonalizacji opieki, a nie poprawie jej jakości. Szczególnie atrakcyjne z punktu widzenia zarówno systemu ochrony zdrowia jak i pacjentów są technologie związane z teleopieką domową i mobilną (szczególnie w odniesieniu do osób przewlekle chorych). Dla pacjentów ich stosowanie oznacza większą wygodę w porównaniu z opieką ambulatoryjną i szpitalną a dla systemu ochrony zdrowia wiąże się z obniżeniem kosztów (skrócenie lub wyeliminowanie wizyt pacjenta w ambulatorium i / lub hospitalizacji) i usprawnieniem obsługi pacjentów.

**Technologie materiałowe dla implantów kostnych i dla sprzętu rehabilitacyjnego oraz technologie materiałowe dla implantów degradowanych i inżynierii tkankowej** są już w miarę dobrze rozwinięte (B+R), szczególnie w zakresie implantów konstrukcyjnych i wyrobów medycznych opartych na metalach. Niezależnie od stanu nakładów finansowych uzasadniony jest rozwój technologii związanych z biomateriałami kostnymi. Niewielkie wsparcie finansowe ze strony państwa może korzystnie wpłynąć na poszerzenie oferty materiałowej w tym obszarze, poprzez wprowadzenie nowej generacji materiałów niemetalicznych i możliwość ich komercjalizacji przed 2020, pomimo niedofinansowania innych dziedzin z obszaru inżynierii biomedycznej.

W warunkach scenariusza zakładającego „Dynamiczny wzrost” można założyć, że obie z wyżej wymienionych technologii mają wysoce prawdopodobne warunki rozwoju i implementacji w kraju. Rodzime technologie materiałowe będą rozwijały się w sytuacji pełnej dostępności wyrobów medycznych obcego pochodzenia i dostępu pacjenta do usług medycznych poza granicami kraju. W konsekwencji realizacji tego scenariusza nastąpi silny napływ wyrobów medycznych firm zachodnich, oferujących wysokiej jakości biomateriały i implanty tradycyjne.

Komercjalizacja produktów rodzimych będzie następować w warunkach bardzo silnej konkurencji z obcym kapitałem. Zwiększona świadomość społeczna oraz wzrost poziomu edukacji zdrowotnej upowszechnią opinie o konieczności wdrożenia tych technologii. Silnemu wzrostowi nakładów na opiekę zdrowotną i edukację społeczeństwa będzie towarzyszył wzrost nakładów na badania naukowe, prace rozwojowe i innowacje w obszarze technologii medycznych, co sprawi, że w perspektywie kilku (6-8) lat Polska z importera stanie się producentem i eksporterem tego typu rozwiązań. Będzie to wymagało znacznego udziału państwa w początkowej fazie tworzenia tej atrakcyjnej gałęzi gospodarki, szczególnie w zakresie: wzmocnienia sektora małych i średnich przedsiębiorstw, stworzenia mechanizmów i instytucji ułatwiających transfer wyników z nauki do przemysłu, uregulowania procedur prawno-legislacyjnych. Realizacja tego scenariusza przyczyni się do wzrostu nowych produktów medycznych, spełniających kryterium powszechnej dostępności w wymiarze społecznym i poprawiających komfort życia pacjenta. Takie wyroby mogą pojawić się na rynku medycznym po roku 2015 (bliżej 2020), wzbogacając ofertę materiałową w zakresie nowych metod leczenia. Scenariusz dynamicznego rozwoju umożliwi także znaczące zmniejszenie różnic i zaniedbań w dostępności do wyrobów medycznych tradycyjnych względem państw zachodnich UE.



Zwiększenie finansowania badań stosowanych dla ochrony zdrowia przyczyni się do poszerzenia sektora małych i średnich przedsiębiorstw; będzie to miało miejsce nie tylko w wyniku preferencyjnej dla takich technologii polityki państwa, lecz także w wyniku większego zainteresowania obcego kapitału możliwością lokowania własnych technologii na terenie kraju, z myślą o poszerzeniu rynków eksportowych wyrobów na wschód. Oba te czynniki przyczynią się do wzmocnienia produkcji rodzimej.

Według scenariusza „Rozbieżności potrzeb i możliwości” szanse na komercjalizację mają jedynie takie technologie, które obecnie są przygotowane do wdrożenia. W związku z tym, mimo niesprzyjających warunków dla rozwoju krajowej przedsiębiorczości niektóre technologie materiałowe mają szanse realizacji i zaistnienia w postaci produktu medycznego.

Perspektywa wdrożenia tych technologii to rok 2015. Istotnym czynnikiem ułatwiającym procedury legislacyjne, np. dla *protezy zewnętrznych i dla sprzętu rehabilitacyjnego* jest fakt, że są to także wyroby nie wymagające uzyskania podobnej certyfikacji jak w przypadku implantów przeznaczonych do kontaktu z tkanką. Te procedury są zatem znacznie prostsze. Z tego względu nawet w scenariuszu pesymistycznym technologie materiałowe dla implantów kostnych i dla sprzętu rehabilitacyjnego uzyskały przez ekspertów najwyższą punktację (2 pkt.).

Małe szanse rozwoju w takich warunkach mają nowatorskie technologie dla rozwoju nowych metod leczenia przy użyciu biomateriałów, mianowicie implanty degradowalne i materiały dla inżynierii tkankowej oraz technologie wytwarzania nowych, złożonych systemów materiałowych do dozowania leków i wspomagających lub zastępujących utracone funkcje. Obszar technologii biomedycznych według tego scenariusza będzie się kurczył, a towarzyszyło temu będzie zmniejszenie zainteresowania rozwojem systemu edukacyjnego w obszarze inżynierii biomedycznej. Perspektywa stopniowego zmniejszenia się sektora przemysłowego będzie kluczową przesłanką rezygnacji młodych ludzi z podejmowania studiów na takich kierunkach z uwagi na brak perspektyw zatrudnienia.

W warunkach „Stabilnego / zrównoważonego wzrostu” będą rozwijane technologie mające charakter innowacyjny, których poziom zaawansowania jest już duży i ich potencjalna komercjalizacja nie wymaga już tak dużych nakładów w fazie B+R. Małe i średnie przedsiębiorstwa mogą być zainteresowane ich wykorzystaniem, angażując własne środki. Nowe rodzaje implantów dla układu kostnego, nowej generacji sprzęt rehabilitacyjny mają szansę na wdrożenia i konkurowanie z podobnymi produktami znajdującymi się już na światowym i krajowym rynku medycznym. Prawdopodobny czas komercjalizacji to początek lat 2015. Implanty degradowalne są rozprowadzane przez zaledwie kilka firm zagranicznych w stosunkowo małej skali. Z uwagi na niszowy charakter tego rynku produkty takie mogą być nie tylko rozprowadzane i stosowane w kraju, lecz także mogą pobudzić rynek eksportowy. Szanse rozwoju tych technologii w warunkach realizacji tego scenariusza zostały ocenione stosunkowo wysoko (2,9 pkt.). Technologie wytwarzania wyspecjalizowanych systemów do dozowania substancji leczniczych i substancji do wspomagania lub zastępowania utraconych funkcji organizmu są w tych warunkach przedmiotem intensywnych badań podstawowych i rozwojowych, ale szanse ich komercjalizacji są w perspektywie kilkunastu lat mało prawdopodobne z podobnych przyczyn jak w przypadku scenariusza Dynamicznego wzrostu. Umiarkowane i zrównoważone nakłady finansowe są w stanie zapewnić także prowadzenie badań na odpowiednim poziomie światowym, co będzie sprzyjało integracji środowisk naukowych medycznych i technicznych, realizacji projektów o charakterze innowacyjnym, nastawionych na aplikacje. Nastąpi znaczne pobudzenie współpracy naukowej międzynarodowej, z wykorzystaniem funduszy europejskich i krajowych. W warunkach realizacji scenariusza „Niestabilność i drenaż technologii”, niestabilna polityka państwa w zakresie finansowania nauki, badań rozwojowych i brak preferencji dla małych firm działających w obszarze technologii biomedycznych, nie sprzyjają atmosferze promowania krajowych rozwiązań z zakresu technologii materiałowych, a w szczególności technologii innowacyjnych.

Do technologii innowacyjnych należą technologie związane z nowymi metodami leczenia przy użyciu implantów degradowalnych, metody inżynierii tkankowej i leczenia przy użyciu wyspecjalizowanych systemów do dozowania leków i substancji stosowanych do wspomaganie i zastępowania utraconych funkcji. W sytuacji takiego scenariusza szanse na komercjalizację będzie miała technologia materiałowa dla implantów kostnych i sprzętu rehabilitacyjnego (po roku 2015). Jej szanse wdrożenia potwierdza wysoka ocena w rankingu technologii kluczowych (najwyższa punktacja – 2,65 pkt.). Pozostałe dwie technologie z tej listy mają niewielkie szanse na wdrożenie.

Słaby rodzimy sektor przemysłowy technologii medycznych i brak możliwości finansowych niedoinwestowanej ochrony zdrowia pozwalającego na stosowanie nowych rozwiązań materiałowych produkcji rodzimej powodują, że technologie już opracowane lub mające szanse na wdrożenie w najbliższych latach zostaną wykorzystane i zagospodarowane przez obcy przemysł biomedyczny.

W scenariuszu zakładającym konsumpcję obcych technologii, wobec wzrastających nakładów na opiekę zdrowotną, przy obniżeniu nakładów na badania naukowe, badania rozwojowe i innowacje technologiczne w obszarze technologii medycznych, w tym technologii biomateriałowych, polityka państwa prowadzi do umocnienia wyjątkowo korzystnych warunków napływu produktów medycznych obcych producentów, przekwalifikowanie się jeszcze funkcjonującego skromnego krajowego sektora przemysłowego w sektor dystrybucji zagranicznych wyrobów medycznych. To oznacza ostateczną likwidację polskiego przemysłu wyrobów medycznych – potencjalnego odbiorcy technologii rodzących się w laboratoriach uczelni i krajowych jednostek badawczych. Oznacza to także ograniczenia możliwości prowadzenia badań naukowych na poziomie światowym i sprowadzenie krajowych badań w obszarze inżynierii biomedycznej do poziomu badań podrzędnych.

**Technologie wytwarzania urządzeń wspomagających lub umożliwiających lokomocję i interakcję z otoczeniem osób z upośledzeniem zmysłów i / lub narządu ruchu, a także ostrzegających przed zagrożeniami** wskazywane były jako technologie kluczowe przez 3 Panele Tematyczne. Celem dalekosiężnym, który zostanie prawdopodobnie osiągnięty już po roku 2020 jest wytworzenie protez narządów zmysłów zintegrowanych z centralnym układem nerwowym. Tego typu rozwiązania wymagać będą bardzo wysokich nakładów na B+R (w tym również na badania podstawowe) oraz infrastrukturę naukowo-badawczą, a także rozszerzenia współpracy sektora B+R z gospodarką. Według respondentów badania kwestionariuszowego hamulcami rozwoju tej dziedziny są prócz braku zaplecza, również wysokie koszty wdrożenia. Należy się spodziewać, że zanim dojdzie do urzeczywistnienia się idei sztucznych całkowicie zintegrowanych narządów zmysłów będą powstawać i być stosowane mniej doskonałe ich odpowiedniki (np. takie, jak obecnie stosowane implanty ślimakowe). Zgodnie z wynikami badania kwestionariuszowego metodą delficką wzrost samodzielności osób niepełnosprawnych poprzez upowszechnienie urządzeń wspomagających oraz nowe możliwości komputerowej analizy i interpretacji biosygnalów będzie możliwy po roku 2010, a w ciągu następnych 5 lat rozwiązania te zostaną skomercjalizowane.

Tego typu technologie powinny rozwijać się w scenariuszach „Dynamicznego wzrostu”, „Stabilnego / zrównoważonego wzrostu” i „Niestabilności i drenażu technologii”, w których przewidywany jest wzrost nakładów na sektor B+R oraz innowacje. W scenariuszu „Konsumpcji obcych technologii” raczej należy spodziewać się importu gotowych rozwiązań (np. implantów lub prostszych urządzeń wspomagających) z zagranicy. Podobnie może dziać się w scenariuszu „Rozbieżności potrzeb i możliwości”. Koszt działania (szczególnie jeżeli dotyczy to docelowego rozwiązania w postaci implantu zintegrowanego z centralnym układem nerwowym) może być dużo niższy niż koszt zakupu i zaprotezowania.

Respondenci przewidują, że do roku 2015 będzie dostępne a do roku 2020 zostanie skomercjalizowane sterowanie protezami z wykorzystaniem sygnałów z układu nerwowego. Większość respondentów uznała jednak, że ograniczeniem w szerokim stosowaniu tego typu technologii będą wysokie koszty. Jednocześnie ich rozwój wymaga zwiększenia nakładów na badania oraz infrastrukturę badawczo-rozwojową. W związku z tym należy zakładać, że obok tego typu technologii rozwijać się będą prostsze, lecz również użyteczne, urządzenia wspomagające narząd ruchu. Uwzględniając obecny poziom biomechaniki w Polsce, liczbę inwalidów narządu ruchu i zaniedbania w tym zakresie można uznać, że rozwiązania te mają szansę rozwijać się w scenariuszach przewidujących przede wszystkim wysokie nakłady na opiekę zdrowotną (trzeba brać pod uwagę ograniczoną zasobność pacjentów) oraz rosnący poziom świadomości społeczeństwa.

W scenariuszach „Dynamicznego wzrostu” i „Konsumpcji obcych technologii” konkurencja zagraniczna może być ograniczona szczególnie w zastosowaniach wymagających bezpośredniego kontaktu z pacjentem i customizing’u. W scenariuszu „Niestabilności i drenażu technologii” polscy producenci mogą być podwykonawcami elementów urządzeń zagranicznych.

**Technologie wytwarzania wyspecjalizowanych, inteligentnych systemów i podzespołów do dozowania substancji leczniczych oraz substancji zapewniających wspomaganie lub zastępowanie utraconych funkcji wydzielniczych organizmu** bazować będą na złożonych, wielofunkcyjnych materiałach (materiały inteligentne, biomimetyczne). Stanowią one nową generację tworzyw, których wykorzystanie w medycynie prowadzić może do rewolucyjnych zmian w zakresie metod leczenia. Materiały te dzielą się na kilka grup w zależności od ich rodzaju i przeznaczenia. Należą do nich układy materiałowe (wykorzystywane zwłaszcza w leczeniu chorób nowotworowych), które pozwalają na dozowanie leku bezpośrednio do chorej tkanki, materiały zaopatrzone nie tylko w określony lek, ale również substancje – nawigatory, kierujące leki do chorych tkanek oraz układy pozwalające na wizualizację tkanek zmienionych chorobowo. Drugą grupę stanowią złożone materiały, zbudowane z substancji syntetycznych i biologicznych, które tworzą układy niosące informację biologiczną, uruchamiającą regenerację chorych tkanek (medycyna regeneracyjna). Takie materiały lub systemy materiałowe częściowo weszły do zastosowań klinicznych lub znajdują się w sferze badań doświadczalnych. Grupa technologii związanych z wytwarzaniem wyspecjalizowanych, inteligentnych systemów dozujących substancje lecznicze lub wspomagających utracone lub uszkodzone narządy (np. funkcje wydzielnicze organizmu), które można nazwać technologiami przyszłościowymi, wymaga wciąż prowadzenia badań podstawowych i rozwojowych, a co za tym idzie – znaczących nakładów na pogłębienie tych badań i doprowadzenie do poziomu prac rozwojowych i wdrożeniowych. Opracowanie złożonych systemów materiałowych, spełniających funkcje transportowe, separujące lub dozujące media biologiczne (kontrolowane uwalnianie substancji leczniczych) do leczenia i/lub wspomaganie uszkodzonych narządów jest możliwe jedynie w aspekcie realizacji scenariusza optymistycznego (dynamiczny wzrost). Praktyczne wykorzystanie tych technologii w najbliższej perspektywie nie ma zbyt dużych szans. Są to wciąż technologie na poziomie badań podstawowych i nawet osiągnięcie poziomu „wdrożeniowego” nie gwarantuje ich upowszechnienia z uwagi na prawdopodobnie bardzo wysokie koszty leczenia. Zamiast własnych rozwiązań innowacyjnych w tym zakresie krajowy rynek będzie zagospodarowany przez rozwiązania obce, które jednak będą wykorzystane w niewielkim stopniu, z uwagi na wysokie koszty leczenia i związaną z tym małą „społeczną dostępność”.

Odnośnie klasycznych rozwiązań dozowników leków należy wspomnieć o pompach infuzyjnych. W kraju od wielu lat działa kilku rodzimych producentów pomp stacjonarnych (głównie strzykawkowych), które starają się konkurować z międzynarodowymi koncernami, w tym również ceną. W przyszłości zagrożeniem dla pozycji rodzimych producentów tej branży może być tani import produktów azjatyckich.

W zależności od scenariusza polscy producenci będą musieli konkurować bądź z tanimi produktami z Azji bądź z droższymi (ale też bardziej zaawansowanymi technologicznie) produktami koncernów europejskich, amerykańskich i japońskich. Istnienie polskich producentów pozwala mieć nadzieję, na rozwój tych technologii nawet przy mniejszym finansowaniu sektora B+R przez państwo.

Bardziej zaawansowane rozwiązania w postaci pomp implantowanych przeznaczonych do wieloletniego stosowania są spodziewane (zgodnie z wynikami badania kwestionariuszowego) po roku 2010 a ich upowszechnienie ma nastąpić wg respondentów po roku 2015. Wśród nich największe szanse na rozwój w Polsce (ze względu na dostępność środków z programu Polskie Sztuczne Serce) mają rozwiązania dotyczące wspomaganie pracy układu krążenia i opracowania rodzimego implantowanego sztucznego serca. Według respondentów rozwiązanie takie będzie dostępne do roku 2015. Co więcej, jego komercjalizacji do roku 2020 spodziewa się prawie 70% respondentów. Jednak większość z nich dostrzega również problem w postaci bardzo wysokich kosztów wdrożenia tej technologii. Inne implantowane rozwiązania (np. implantowane pompy insulinowe dla pacjentów z cukrzycą) są również kosztowne i ich rozwój jest bardziej prawdopodobny w scenariuszach dynamicznego i stabilnego wzrostu zakładających wzrost nakładów na sferę B+R oraz opiekę zdrowotną.

**Technologie wytwarzania wyspecjalizowanych, inteligentnych miniaturowych systemów do pomiarów biochemicznych, w tym pomiarów w genetyce, ułatwiających diagnostykę przy łóżku pacjenta** mają największe szanse na istotny rozwój tylko w scenariuszu „Dynamicznego wzrostu” oraz w mniejszym stopniu w scenariuszu „Stabilnego / zrównoważonego wzrostu”, gdyż tematyka ta wymaga zwiększenia nakładów na badania stosowane i innowacje oraz na poprawę infrastruktury badawczo-rozwojowej. Silną stroną tych technologii jest wpływ ich zastosowania na unowocześnienie procedur medycznych, a szansą rozwoju możliwość uzyskania wsparcia finansowego z priorytetów UE i krajowych. Postęp w tej dziedzinie hamuje natomiast niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii, brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego, konieczność przeprowadzenia długotrwałej procedury certyfikacyjnej, a stosowalność ograniczają wysokie koszty wdrożeń. Korzyści z praktycznego stosowania można spodziewać się najwcześniej po roku 2015 lub nawet po roku 2020. Możliwy jest również rozwój tych technologii w scenariuszach „Rozbieżność potrzeb i możliwości” i „Niestabilność i drenaż technologii”, o ile tematyka ta będzie priorytetowa i zapewnione zostaną odpowiednie środki na badania oraz wyposażenie laboratoriów, akcja promocyjna (edukacyjna) i legislacyjna. W tym przypadku istnieje jednak zagrożenie, że opracowane rozwiązania będą przejmowane przez konkurencyjne firmy zagraniczne. Rozwiązania krajowe mogą natrafić na silną konkurencję istniejących podobnych rozwiązań importowanych po niskich kosztach z krajów azjatyckich.

**Optymalizacja metod przeszukiwania dużych baz danych obrazowych oraz automatycznego i lekarskiego rozumienia obrazów medycznych a także wspomaganie funkcjonalności aparatury diagnostycznej** wymaga postępu w zakresie zaawansowanych technologii informatycznych.

Przy założeniu optymistycznego scenariusza typu „Dynamiczny wzrost” w szczególności będzie można rozwijać **udoskonalone techniki semantycznie zorientowanego przeszukiwania dużych baz danych obrazowych nieposiadających a priori merytorycznych anotacji**. Można tak przewidywać, ponieważ przy scenariuszu optymistycznym będzie stać państwo na rozwijanie tej zaawansowanej technologii.

Należy podkreślić, że technologia zakładająca komputerową semantyczną analizę danych obrazowych jest obiektywnie ogromnie ważna (uważa tak 90% respondentów badania kwestionariuszowego) i powinna być rozwijana między innymi w celu zapewnienia w pełni automatycznego, a jednocześnie należyście efektywnego, dostępu do danych pacjentów oraz

informacji w dużych bazach danych obrazowych, których pojawia się coraz więcej, a które są niesłychanie trudne do merytorycznej analizy ich zawartości, jeśli ta ostatnia nie została ręcznie anotowana (czyli zaopatrzona w opisy tekstowe zawartości merytorycznej obrazów). Tymczasem w medycynie mamy do czynienia z dwoma procesami: po pierwsze coraz większa część dokumentacji pacjentów (w skomputeryzowanych szpitalach i przychodniach) ma formę różnych obrazów, oraz po drugie – coraz rzadziej obrazowi towarzyszy bardzo szczegółowy merytoryczny opis, „no bo przecież to widać”. Kolejna technologia „**Techniki automatycznego rozumienia obrazów medycznych**” jest silnie powiązana z technologią wymienioną na pierwszym miejscu i dlatego jej rozwój jest w pewnym stopniu pochodną rozwoju tej pierwszej. W warunkach scenariusza optymistycznego będzie nas stać na to, żeby inwestować w bardzo zaawansowane badania, których skutkiem będzie znaczące usprawnienie technik komputerowego (cyfrowego) przetwarzania, analizy i ewentualnie także automatycznego rozpoznawania obrazów medycznych. Wymienione trzy etapy komputerowego obrazowania medycznego są aktualnie na tyle zaawansowane, że potrzebne jest głównie ich upowszechnianie i standaryzowanie, natomiast podstawowe techniki są już od strony naukowej rozpoznane. Metody automatycznego rozumienia merytorycznego (medycznego) sensu analizowanych obrazów pozwolą na daleko lepsze wspomaganie pracy lekarzy, zwłaszcza w kontekście badań populacyjnych (przesiewowych), a także dostarczą narzędzi do automatycznej semantycznej indeksacji dużych nie anotowanych baz danych wypełnionych obrazami medycznymi. Przy optymistycznym scenariuszu rozwoju ich promowanie jest po prostu koniecznością, gdyż w przypadku braku własnych (polskich) opracowań w tej dziedzinie będziemy zmuszeni wkrótce do zakupu zagranicznych technologii.

Innym zagadnieniem z obszaru analizy obrazów biomedycznych jest **rejestracja procesu analizy obrazu prowadzonej przez lekarza**. Ta technika w optymistycznym scenariuszu będzie także rozwijana. Wymieniona technika może być realizowana przy bardzo niewielkich nakładach, a jednocześnie może przynosić spore zyski głównie z tytułu tzw. *know how*. W połączeniu z wielce prawdopodobnym naciskiem, jaki na stosowanie tej techniki mogą nałożyć organizacje lekarskie (widząc w niej możliwość kontroli poprawności wnioskowania lekarskiego, możliwość wykrywania ewentualnych „błędów w sztuce” oraz sądowego dowodzenia, że do takich błędów nie doszło, możliwość wykorzystania wyników analizy w procesie dydaktycznym przy szkoleniu młodych kadr itp.) może to stworzyć bardzo atrakcyjny rynek, w którym przy relatywnie niewielkich nakładach inwestycyjnych możliwe byłoby sprzedawanie specjalistycznych usług naukowo-badawczych, bardzo korzystne dla przedsiębiorców. Respondenci biorący udział w badaniu kwestionariuszowym uważają, że omawiane technologie staną się dostępne przed rokiem 2015, a zostaną skomercjalizowane do roku 2020.

W scenariuszu pesymistycznym „**Rejestracja procesu analizy obrazu prowadzonej przez lekarza**” jest jedyną prawdopodobnie rozwijaną techniką. Jej utrzymanie na liście technologii mających szanse rozwoju wynika z następującej okoliczności: „*to jest mało kosztowne a pożyteczne w każdej sytuacji*”. Generalnie, zaawansowane nowe technologie związane z obrazowaniem medycznym są bardzo kosztowne, a jednocześnie ich brak nie przekłada się na dramatyczne pogorszenie bieżącego funkcjonowania szpitali, przychodni i innych placówek służby zdrowia.

Przy założeniu realistycznego scenariusza typu „Stabilny wzrost” **udoskonalone techniki semantycznie zorientowanego przeszukiwania dużych baz danych obrazowych nieposiadających a priori merytorycznych anotacji** powinny się obronić. Nawet jeśli (przy ograniczonych, chociaż nie drastycznie obciętych środkach) nie będzie nas stać na rozwijanie wielu zaawansowanych technologii, to jednak zalety i korzyści uzyskiwane dzięki możliwości merytorycznego wglądu w zasoby obrazowych baz danych (zarówno własnych, jak i zewnętrznych) skłonią wielu decydentów do tego, aby alokować pewne środki na ten właśnie cel i w ten sposób zapewnić wzrost technik medycznych właśnie w tym obszarze.

Zdaniem ekspertów Panelu Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych technologia semantycznie zorientowanego przeszukiwania dużych baz danych obrazowych obroni się jako ta, która będzie rozwijana nawet w warunkach silnych (ale nie drastycznych) niedoborów środków finansowych, ponieważ jest to ta technologia, która ma szansę zagwarantować największą korzyść (naukową, medyczną i techniczną) przy rozsądnych jeszcze kosztach.

W uzasadnieniu rozkładu rozwijanych i nie rozwijanych technologii w scenariuszu „Niestabilność i drenaż technologii” zorientowanego przeszukiwania dużych baz danych obrazowych nie posiadających a priori merytorycznych anotacji, należy uwzględnić, że inne kraje, a także międzynarodowe koncerny wytwarzające aparaturę medyczną, będą starały się drenować polski rynek badań naukowych, koncentrując w pierwszej kolejności uwagę na tym, co u nas jest dobrze rozwinięte, a co może być z powodzeniem sprzedane za granicą. Właśnie w zakresie technik semantycznie zorientowanego przeszukiwania dużych baz danych obrazowych polskie ośrodki badawcze mają osiągnięcia na światowym poziomie, a potrzeby w tym zakresie mają charakter uniwersalny (tzn. techniki te są możliwe do sprzedania wszędzie).

Należy więc oczekiwać że w warunkach drenażu naszej myśli technicznej i naukowej właśnie ta technika będzie rozwijana, ale osiągane wyniki badań będą utylizowane praktycznie poza obszarem polskiej gospodarki i polskiego systemu ochrony zdrowia (choć nie wykluczone, że na polskiej ziemi).

W scenariuszu „Konsumpcji obcych technologii” nadrzędnym imperatywem będzie doraźna użyteczność. Dlatego ostaną się takie technologie, które komuś do czegoś będą konkretnie potrzebne. Prowadzone będą prace nad **udoskonalaniem techniki semantycznie zorientowanego przeszukiwania dużych baz danych obrazowych nie posiadających a priori merytorycznych anotacji** bo będą osoby, które tego właśnie będą potrzebowały, nawet gdyby to trzeba było kupić i sprowadzić jako technologię importowaną.

**Technologie teleinformatyczne ukierunkowane na wspomaganie oceny zdrowotności wybranych populacji (badania przesiewowe)** będą się rozwijać równolegle do technologii teleinformatycznych ukierunkowanych na zdalne wspomaganie diagnostyki, monitorowania, terapii i rehabilitacji pacjentów. Najbardziej dynamiczny ich rozwój spodziewany jest w przypadku urzeczywistnienia się scenariusza optymistycznego. W pozostałych scenariuszach istnieje szansa rozwoju na zbliżonym poziomie niezależnie od poziomu finansowania opieki zdrowotnej oraz nakładów na B+R i innowacje. Spodziewane upowszechnienie / komercjalizacja tych technologii nastąpi w okresie 2010-2015. Czynniki sprzyjające rozwojowi technologii teleinformatycznych dotyczących badań przesiewowych są takie same jak w przypadku wspomnianych wyżej technologii telemedycznych dotyczących wspomaganie diagnostyki, monitorowania, terapii i rehabilitacji pacjentów z wyjątkiem braku konieczności podejmowania dodatkowych działań legislacyjnych. Bariery ograniczające rozwój są w obu przypadkach identyczne. Należy zwrócić uwagę, że upowszechnienie omawianych technologii będzie prowadziło do zwiększenia liczby osób ze zdiagnozowanymi problemami zdrowotnymi wymagających uwagi ze strony systemu ochrony zdrowia. Rozwój badań przesiewowych powinien być skorelowany ze wzrostem wydolności systemu ochrony zdrowia (wzrost nakładów).

Następna kluczowa technologia określona jest jako „**Optymalizacja programów administrowania dużymi bazami danych biomedycznych**”. Dotyczy ona w szczególności **radiologicznych systemów informacyjnych (Radiological Information Systems -RIS)**. Technologia ta w optymistycznym scenariuszu będzie rozwijana, ponieważ bez jej rozwinięcia zginiemy przygnieci masami informacji radiologicznej, bez której nie będzie możliwa nowoczesna diagnostyka, ale której objętość już teraz sięgająca w nowoczesnych szpitalach terabajtów nowych danych rocznie uniemożliwi racjonalne zarządzanie bez znaczącego postępu w metodach tego zarządzania.

Optymalizacja programów administrowania bazami danych w realistycznym scenariuszu także będzie rozwijana, ponieważ ta technologia będzie po prostu nieodzowna w każdej sytuacji (z wyjątkiem scenariusza pesymistycznego, gdzie w warunkach drastycznych niedoborów finansowych nawet tak ważne i pilne potrzeby nie będą mogły być zaspokajane). Udoskonalony system administrowania dużymi bazami danych to konieczny składnik każdego nowoczesnego szpitala, bez którego nie będzie możliwa nowoczesna diagnostyka. Brak postępu w zakresie systemów typu RIS uniemożliwi racjonalne zarządzanie szpitalnymi zasobami, co będzie dla kierownictwa tych szpitali silnym imperatywem dla alokowania środków finansowych w tym właśnie obszarze nawet w warunkach ich generalnego niedoboru.

Brak rozwijania programów typu RIS w scenariuszu „drenażowym” wynika z faktu, że w tych technikach nie ma niczego, co by można było łatwo „wydrenować” – a interesem polskich pacjentów i polskich szpitali nikt się wtedy nie będzie przejmował. W scenariuszu „Import obcych technologii” dalej wdrażana będzie (ewentualnie także importowana) technika administrowania bazami danych – bo tego potrzebują lekarze a zwłaszcza dyrektorzy szpitali.

**Systemy techniczne i informatyczne wspomagające planowanie i prowadzenie leczenia operacyjnego oraz nadzór okołoporodowy** zostały uznane przez respondentów badania kwestionariuszowego za technologie ważne (92% odpowiedzi). Przewidywana komercjalizacja tego typu rozwiązań nastąpi przed rokiem 2020. Przykładem technologii wspomagającej prowadzenie leczenia operacyjnego jest telemedyczna asysta w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej. W przypadku scenariusza optymistycznego technologie te będą rozwijane z tego powodu, że będzie nas na to stać. Prognozowane duże zainteresowanie tymi technikami ze strony lekarzy spowoduje, że przedsiębiorstwa technologii medycznych będą miały gwarancję sprzedaży wytworzonych nowych urządzeń oraz nowego oprogramowania. Na trudnym i wymagającym rynku aparatury biomedycznej sygnały płynące od potencjalnych kupców będą silniejsze, niż własne preferencje producentów oraz skuteczniejsze, niż aspiracje i ambicje badaczy. Wymieniona wyżej sfera zastosowań obrazowania medycznego jest z intelektualnego punktu widzenia jedną z najpłytszych i wymagających najmniejszego wkładu technicznych oraz naukowych innowacji, ale szanse na praktyczny rozwój ma największe. W warunkach rozwoju zrównoważonego znajdzie się też z pewnością dla niej miejsce. Czynnikiem napędowym będzie zgodne i konsekwentne dążenie zarówno lekarzy, dla których te techniki są gwarancją skuteczniejszego i bezpieczniejszego przeprowadzania wielu zabiegów, jak i pacjentów, dla których możliwość konsultowania wyników badań endoskopowych przez najlepszych (choć fizycznie odległych) specjalistów jest czynnikiem znacząco polepszającym ich zaufanie do badania oraz poczucie bezpieczeństwa. Czynnikiem napędowym dla tych technologii w warunkach scenariusza zrównoważonego rozwoju będzie także rosnąca liczba zabiegów operacyjnych wykonywanych techniką laparoskopową. Liczba takich zabiegów będzie wzrastała, bo są one wygodne dla pacjentów (szczególnie tych zamożnych, którzy z kolei bardzo negatywnie odbierają czas, na jaki choroba przykuwa ich do szpitalnego łóżka), a także są korzystne ze względów medycznych i ze względów ekonomicznych.

W odniesieniu do scenariusza „Konsumpcja obcych technologii” znajdą się zapewne pieniądze na **systemy techniczne i informatyczne wspomagające planowanie i prowadzenie leczenia operacyjnego**, bo to wymuszą pacjenci przy aktywnym poparciu lekarzy.

## Rozdział 17

# Obszary wdrożeniowe w ochronie zdrowia i przemyśle

## Wprowadzenie

Punktem wyjściowym do określenia obszarów wdrożeniowych w Polsce w ochronie zdrowia (medycynie) oraz w sektorze przedsiębiorstw były listy technologii kluczowych opracowanych przez Panel Główny i poszczególne Panele Tematyczne. Należy przypomnieć, że w ich skład wchodziło przedstawicieli nauki i praktyki (inżynierowie, lekarze, ekonomiści) związani merytorycznie z opracowaniem, wprowadzaniem do produkcji oraz stosowaniem nowych urządzeń i środków do leczenia (diagnostyka, profilaktyka, terapia, rehabilitacja).

Uzyskanie sukcesu we wdrożeniach do ochrony zdrowia nowych technologii medycznych jest uwarunkowane kilkoma czynnikami, z których najważniejszymi są: dostępność środków finansowych, nowoczesność (konkurencyjność) rozwiązania i poziom przygotowania produktu do wdrożenia (w wyniku prac badawczo-rozwojowych), możliwości technologiczne przemysłu krajowego oraz akceptacja użytkownika, jakim jest medycyna (w wyniku badań przedklinicznych i klinicznych).

Z uwagi na wzajemne strukturalne powiązania interesów wytwórców urządzeń i środków medycznych oraz użytkowników tych produktów, jakimi są różnego rodzaju placówki lecznicze, rehabilitacyjne i zajmujące się profilaktyką, a także sportem, istnieje duża zbieżność warunków zapewniających uzyskanie sukcesu we wdrożeniach medycznych i przemysłowych. Produkty wymienionych wytwórców muszą być przejmowane przez rynek medyczny, a więc muszą spełniać jego wymagania merytoryczne. Z uwagi na składnik przemysłowy tego systemu muszą być spełnione warunki rynku (konkurencyjność, opłacalność ekonomiczna). System ten nie będzie działał, gdy nie będzie w nim koniecznych środków finansowych, które powinny być określone odpowiednimi przepisami na szczeblu państwowym. Niezależnie od rozpatrywanego obszaru wdrożeniowego, technologie medyczne muszą odpowiadać na konkretne zapotrzebowanie społeczne. Warto w tym miejscu przypomnieć, dyskutowane wcześniej, społeczne kryteria decydującej o sile danej technologii. Są nimi m.in. akceptacja przez pacjentów, akceptacja przez personel medyczny, potencjalny wpływ na podwyższanie standardów życia, skala społeczna, do jakiej odnosi się wybrana technologia, wrażliwość technologii na kryteria etyczne, powszechna dostępność.

Obszary wdrożeniowe w ochronie zdrowia polaryzowane są przez: priorytety dla chorób stanowiących podstawowe problemy zdrowotne w Polsce, priorytety z uwagi na opiekę nad matką i dzieckiem, priorytety z uwagi na możliwość zapewnienia opieki medycznej w domu pacjenta (opieka domowa), wpływ technologii na leczenie groźnych dla życia chorób cywilizacyjnych, wpływ na poprawę wskaźników zdrowia, bezpieczeństwo technologii, wyrobów i procedur medycznych, korzystny wpływ na rozwój systemów opieki nad osobami starszymi i niepełnosprawnymi, ukierunkowanie na rozwiązania minimalnie-inwazyjne i nieinwazyjne.



Natomiast określając obszary wdrożeniowe w przemyśle należy przede wszystkim brać pod uwagę kryteria ekonomiczne, takie jak: efektywność ekonomiczna, możliwość wdrożenia, możliwości sfinansowania przedsięwzięcia, innowacyjność globalna, skutki zewnętrzne wdrożenia, korzyści dla budżetu, pobudzenie przedsiębiorczości w tym działalności MŚP, bariery wejścia na rynek. Bardzo istotne są również kryteria techniczne (stopień innowacyjności danej technologii, ukierunkowanie na rozwiązania dedykowane i niszowe, skuteczność medyczna) i naukowe (potencjał naukowy niezbędny do realizacji danego problemu, krajowe zaplecze badawcze, zgodność z priorytetami rozwoju nauki w kraju, spójność i komplementarność z priorytetami międzynarodowymi i unijnymi).

W przeprowadzonym badaniu kwestionariuszowym kryteriami, służącymi do oceny szans poszczególnych technologii na wdrożenie w obszarze ochrony zdrowia był spodziewany wpływ wdrożenia na: jakość życia, rozwój medycyny oraz rozwój ochrony zdrowia i opieki medycznej. Ocenie szans wdrożenia w przemyśle służyły pytania dotyczące wpływu realizacji danej tezy na: wzrost dobrobytu, innowacyjność, wzrost zatrudnienia, wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych oraz pozycję konkurencyjną rodzimych przedsiębiorstw wobec innych krajów. Ze względu na specyfikę technologii, których dotyczyły poszczególne tezy delfickie, odpowiedzi respondentów były bardzo jednorodne, szczególnie w obrębie poszczególnych obszarów tematycznych. Większość respondentów wskazywała na bardzo korzystny lub korzystny wpływ wszystkich technologii zawartych w tezach na aspekty życia związane z medycyną i ochroną zdrowia oraz korzystny lub obojętny wpływ na aspekty związane z wdrażaniem technologii.

Ostatecznie przy ocenie największych szans rozwoju technologii kluczowych brano pod uwagę wyniki wszystkich analiz przeprowadzonych w ramach projektu, w tym również analizy stanu.

## Obszary wdrożeniowe w medycynie (ochronie zdrowia)

Przeprowadzona analiza pozwoliła określić Listę technologii kluczowych, mających największe szanse wdrożenia w ochronie zdrowia w Polsce. Wymieniono je w kolejności wynikającej z określenia szans uzyskania sukcesu. Część technologicznych Paneli Tematycznych, oprócz omówionej wcześniej analizy, podała dodatkowe uzasadnienia swoich opinii.

### Panel Biopomiary

- Telemetria
- Ultradźwiękowa charakterystyka struktury tkanek
- Ultradźwiękowe pomiary przepływu krwi
- Mikroukłady typu MEMS do analizy chemicznej i biochemicznej (lab-on-a-chip)
- Optyczne metody diagnostyki medycznej

Zminiaturyzowane biochemiczne układy analizujące, zwane potocznie „lab-on-a-chip”, umożliwiają przeprowadzanie masowych, tanich analiz biochemicznych z wykorzystaniem minimalnych objętości pobieranych próbek. Pozwalają one na pełną automatyzację badań przesiewowych analiz płynów fizjologicznych, a także analiz białek, komórek DNA. Technika „lab-on-a-chip” wykonywania sensorów do indywidualnego użytku przy łóżku pacjenta, jest koniecznym uzupełnieniem telemedycyny, badań genetycznych czy ciągłego monitorowania stanu pacjenta. Masowa kontrola pomiarowa na odległość rokuje nadzieje na stworzenie warunków dla skutecznej poprawy funkcjonowania istotnego wycinka ochrony zdrowia w Polsce.

Aparatura ultrasonograficzna zapewnia tanie, masowe i bezpieczne badanie narządów, i co istotne, umożliwia również realizację badań przesiewowych. Świadomość znaczenia tej technologii wynika z faktu, że Polska ma bardzo szeroko rozwiniętą strukturę szkolenia lekarzy specjalistów USG. Szkolenia prowadzone przez takie organizacje, jak Polskie Towarzystwo Ultrasonograficzne, Polskie Lekarskie Towarzystwo Radiologiczne, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, przyczyniły się do tego, że obecnie wykonuje się około 10 mln. badań USG rocznie. Przy zwiększonej bazie aparaturowej, opartej na produkcji krajowej, ta liczba może się podwoić już w najbliższych latach.

Optyczne metody diagnostyki medycznej pojawiają się w zastosowaniach medycznych zarówno w skali makro w diagnostyce i terapii *in vivo*, jak i w skali mikro, będąc jednym z podstawowych elementów pomiarowych wymienionych w punkcie dotyczącym układów typu „lab-on-a-chip”. Z uwagi na szybki rozwój technik laserowych opartych na materiałach półprzewodnikowych, minimalnie inwazyjny charakter metod optycznych i ich powszechną akceptację społeczną, należy się spodziewać dalszego szybkiego wzrostu obszarów zastosowań metod optycznych w diagnostyce medycznej.

## Panel Sztuczne i Hybrydowe Narządy

- Analiza sygnałów
- Mikro- i makroopłaszczenie
- Telemedycyna
- Wykorzystanie techniki membranowej w medycynie

Technologie analizy sygnałów biomedycznych pochodzących od pacjenta oraz sygnałów pochodzących z otoczenia są wykorzystywane do monitorowania stanu pacjenta oraz sterowania urządzeniami / systemami zastępującymi utracone funkcje organizmu. Technologie te są więc kluczowymi z punktu widzenia funkcjonowania sztucznych narządów wewnętrznych zarówno w systemach z otwartą jak i zamkniętą pętlą sterowania.

Technologia mikro- i makroopłaszczenia tkanek i komórek ludzkich i zwierzęcych ma na celu ich immunoizolację, umożliwiającą przeszczepianie do organizmu biorcy bez konieczności stosowania immunosupresji oraz wykorzystania w bioreaktorach niewszczepialnych. Technologia ta, odniesiona do komórek zwierzęcych, daje nadzieję na rozwiązanie podstawowego problemu transplantologii tzn. braku dawców materiału biologicznego.

Technologie telemedyczne w odniesieniu do sztucznych narządów przeznaczone są do zdalnego nadzoru nad pacjentem korzystającym z systemów / urządzeń zastępujących utracone funkcje organizmu, prowadzenia nadzoru pracy tych urządzeń oraz sterowania ich działaniem.

Rozwój technologii membranowych dla potrzeb systemów i urządzeń zastępujących utracone funkcje organizmu, takich jak nerka, wątroba, dotyczy wytwarzania membran selektywnych, membran aktywnych, membran „inteligentnych”.

## Panel Biomateriały

- Biomateriały dla leczenia chorób układu kostnego człowieka
- Biomateriały dla implantów biodegradowalnych i bioresorbowalnych
- Nowe rodzaje kompozytowych implantów wykorzystujących składnik niemetaliczne

- Biomateriały dla inteligentnych systemów dozowania leków
- Technologie wytwarzania implantów zindywidualizowanych
- Biomateriały do zastosowań w inżynierii tkankowej
- Biomateriały inteligentne typu ERM (enzyme responsive materials) do regeneracji tkanek

Biomateriały dla leczenia chorób układu kostnego człowieka, dla implantów biodegradowalnych i bioresorbowalnych, nowe rodzaje kompozytowych implantów wykorzystujących składniki niemetaliczne oraz implanty zindywidualizowane stanowią trzon inżynierii biomateriałów. Przewiduje się (ok. 66% ankietowanych), że poziom prac umożliwiających wdrożenie wyników zostanie osiągnięty w 2015 r. Korzystny wpływ tych technologii na rozwój medycyny w Polsce dostrzega 90-97% respondentów.

Również bardzo wysoka jest ocena biomateriałów dla inteligentnych systemów dozowania leków, co w dużym stopniu pozwoli ograniczyć niekorzystne, uboczne działania leków.

Nowe implanty wykorzystujące resorbowalne polimery mogą być wytwarzane w trzech głównych kategoriach – jako materiały porowate w postaci membran, które sprzyjają i aktywują procesy unaczynienia w obrębie tworzącej się nowej tkanki (waskularyzacja) i wymuszają kierunkowy transport składników odżywczych w miejscu implantacji. Druga kategoria tych implantów, w postaci trójwymiarowych (mezo, mikro) porowatych struktur przeznaczona jest do sterowanej regeneracji tkanek (GTR), a w inżynierii tkankowej wykorzystywane są do syntezy tkanek. Typowe zastosowania to stomatologia, chirurgia twarzowo- szczękowa i ortopedia. Trzeci rodzaj implantów to takie, które pozwalają przenosić obciążenia mechaniczne i mogą być wykorzystane do wytwarzania typowych elementów konstrukcyjnych (ortopedia, traumatologia, chirurgia, mikrochirurgia) typu łączniki kostne, śruby, płytki, szpilki.

## Panel Biomechanika

- Rozwój technologii poprawiających jakość życia ludzi chorych kalekich i starych (endoprotezy, protezy)
- Rozwój metod robotyzacji i nawigacji w leczeniu operacyjnym
- Rozwój metod monitorowania diagnostyki procesu rehabilitacji (stacjonarnej i zdalnej)
- Rozwój technologii hodowli tkanek oraz przeszczepów kończyn i organów
- Rozwój komputerowych technik wspomagających planowanie i leczenie operacyjne (np. CT/MRT/USG/CAD/CAM/CNC/CP)

Stan prac badawczo-rozwojowych dotyczących tych technologii umożliwi podjęcie wdrożeń w lecznictwie. Problemem są koszty związane z wdrożeniami, co ogranicz ich zakres.

## Panel Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych

- Zdalna telemedyczna asysta w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej
- Optymalizacja programów administrowania bazami danych w *Radiological Information Systems* (RIS)

Zdalna telemedyczna asysta w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej w największym stopniu może zaspokajać bieżące potrzeby lekarzy, dlatego ze strony środowiska medycznego będzie silne wsparcie dla jej wdrożenia.

A ponieważ przy okazji jest ona także interesująca i inspirująca dla inżynierów – wdrożenie w służbie zdrowia powinno się udać.

Optymalizacja programów administrowania bazami danych w *Radiological Information Systems* (RIS) będzie miała wsparcie ze strony kadr kierowniczych szpitali. Nawet przy bardzo niekorzystnych okolicznościach dotyczących funduszy możliwych do wyasygnowania na cele badawcze – zawsze znajdują się środki na narzędzia porządkujące posiadane zasoby informacyjne (obrazowe) oraz na narzędzia wspomagające wyszukiwanie potrzebnych informacji w posiadanych bazach typu RIS.

## Panel Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie

Wybrana lista technologii mających największe szanse wdrożenia w systemie opieki zdrowotnej w wariantcie optymistycznym pokrywa się całkowicie z listą technologii kluczowych opracowanych przez Panel Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie zamieszczoną w tabeli 55. W wariantcie pesymistycznym lista ta jest krótsza i obejmuje:

- Systemy automatycznej detekcji i ostrzegania przed zagrożeniami
- Systemy badań przesiewowych z wykorzystaniem internetu
- Rozwój HIS/ RIS /PACS
- Systemy wspomagania osób niepełnosprawnych
- Rozwój narzędzi bezpiecznej i poufnej wymiany dokumentów
- Systemy ciągłego nadzoru postępów leczenia
- Narzędzia wspomagania wdrożenia reformy organizacji systemu opieki zdrowotnej w Polsce.

## Obszary wdrożeniowe w przemyśle

Listy technologii kluczowych, opracowane przez poszczególne Panele Tematyczne, mających największe szanse wdrożenia w przemyśle przedstawiono poniżej. Część paneli, podobnie jak w przypadku wdrożeń w medycynie, przedstawiła dodatkowe uzasadnienia, które często są podobne do uzasadnień odnoszących się do wdrożeń medycznych. Jednakże kolejność technologii nie zawsze pokrywa się na obu rozważanych listach. Wymienione podobieństwa są wytłumaczalne z uwagi na wzajemną współzależność obu rodzajów wdrożeń.

## Panel Biopomiary

- Ultradźwiękowa charakterystyka struktury tkanek,
- Ultradźwiękowe pomiary przepływu krwi,
- Telemetria,
- Mikroukłady typu MEMS do analizy chemicznej i biochemicznej (lab-on-a-chip).
- Optyczne metody diagnostyki medycznej

Polska ma doświadczenie w rozwoju ultrasonografii. W kraju istnieją firmy produkujące aparaturę USG i urządzenia dopplerowskie średniej klasy europejskiej. Ceny tej aparatury są około 2-3 razy niższe niż ceny ich odpowiedników zagranicznych.

Rosnące od lat 60. zaplecze naukowo-badawcze (zwłaszcza w PAN), współpracujące z istniejącą bazą produkcyjną dobrze rokuje dla przyszłych wdrożeń stale unowocześnianej aparatury.

Istniejąca i rozwijająca się w Polsce baza laboratoryjna mikroukładów, obejmująca placówki elektroniczne, bioinżynieryjne, biochemiczne i analityczne stwarza szanse opracowania nowych rozwiązań i ich wdrożeń w sektorze małych przedsiębiorstw, a masowy i szybko rozwijający się rynek rokuje zwiększeniem zainteresowania firm produkcyjnych polskimi osiągnięciami naukowymi.

Istniejące w Polsce zaplecze badawczo naukowe stwarza szanse dla rozwoju nowych metod optycznych i ich wykorzystania przez małe firmy produkujące aparaturę medyczną. Dotyczy to zwłaszcza urządzeń opartych na opracowywanych w kilku krajowych ośrodkach uniwersyteckich wyspecjalizowanych metodach pomiarowych jak i produkowanych w kraju laserach półprzewodnikowych. Jednak respondenci badania kwestionariuszowego wskazują na zagrożenia związane z silną konkurencją międzynarodową i negatywne wpływy drenażu technologicznego.

## Panel Sztuczne i Hybrydowe Narządy

- Wspomaganie utraconych funkcji narządów zmysłów
- Telemedycyna
- Wspomaganie narządu ruchu
- Pompy

Technologie wytwarzania urządzeń wspomagających osoby z upośledzeniem zmysłów mają na celu ułatwienie orientacji w przestrzeni, komunikacji, nawigacji i interakcji z otoczeniem. Natomiast technologie wytwarzania urządzeń wspomagających osoby z upośledzeniem narządu ruchu - ułatwienie lub umożliwianie lokomocji i interakcji z otoczeniem. Technologie te wobec postępującego starzenia się społeczeństwa, ale również wzrostu jego zamożności będą zyskiwały na znaczeniu. Często urządzenia i systemy oparte na omawianych technologiach wymagają bezpośredniego kontaktu producenta / sprzedawcy z odbiorcą końcowym (np. w celu szkolenia czy nadzoru działania), co w naturalny sposób daje szanse rozwoju małym i średnim przedsiębiorstwom krajowym.

Technologie telemedyczne przeznaczone do zdalnego nadzoru nad pacjentem są stosunkowo niedrogie jednakże ich implementacja wiąże się z szeregiem rozwiązań organizacyjnych uwzględniających specyfikę danego kraju. Dlatego też są one szansą dla przedsiębiorstw krajowych.

Technologia produkcji pomp dotyczy różnych zastosowań medycznych (różny czas stosowania; różny cel stosowania, np. dozowanie leków / hormonów; zastępowanie lub wspomaganie funkcji układu krążenia, układu oddechowego, układu pokarmowego - żywienie). Rynek na tego typu rozwiązania jest bardzo duży. Obecnie następuje wzrost zapotrzebowania na rozwiązania „inteligentne” podnoszące efektywność i bezpieczeństwo ich stosowania.

## Panel Biomateriały

Uwzględniając wyniki badania kwestionariuszowego i przyjęte kryteria, uznano, że następujące technologie mogą zostać wdrożone przed 2020 rokiem w sektorze przedsiębiorstw technologii medycznych:

- Nowe konstrukcyjne materiały kompozytowe dla protez zewnętrznych i dla sprzętu rehabilitacyjnego

- Nowe rodzaje kompozytowych implantów wykorzystujących składniki niemetaliczne
- Biomateriały dla implantów biodegradowalnych i bioresorbowalnych
- Technologie nanoszenia biozgodnych warstw polimerowych spełniających funkcje nośników leków na implantach metalicznych

W wyborze technologii kluczowych sprzyjających rozwojowi sektora przedsiębiorstw technologii medycznych kierowano się wynikami badania delfickiego, w szczególności odpowiedziami, na pytania dotyczące wzrostu liczby przedsiębiorstw innowacyjnych i wzrostu zatrudnienia w sektorze przedsiębiorstw wywołanym zapotrzebowaniem na nowoczesne rozwiązania. Przykładem takiej technologii jest technologia "Biomateriały dla implantów biodegradowalnych i bioresorbowalnych", dla której najwięcej respondentów odpowiedziało, iż przyczyni się ona do wzrostu liczby nowych przedsiębiorstw z branży inżynierii biomedycznej. Ten rodzaj technologii wg prognoz ankietowanych będzie realizowany w latach 2011-2015 (66% ankietowanych). Natomiast taka sama ilość ankietowanych (14%) uważa, że ten rodzaj technologii rozwinie się przed rokiem 2010 lub w latach 2016-2020. Wymieniona technologia będzie miała korzystny wpływ na wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych (82% ankietowanych).

Nanomateriały dla leczenia i diagnostyki chorych tkanek według ankietowanych rozwiną się przed 2020 (40% ankietowanych uważa, że nastąpi to w latach 2011-2015 i 40% ankietowanych, że w latach 2016-2020). Rozwój tej technologii wg ankietowanych nie będzie miało znaczącego wpływu na wzrost zatrudnienia i rozwój nowych przedsiębiorstw, natomiast wpłynie korzystnie na wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych.

Technologia nanoszenia biozgodnych warstw polimerowych, spełniających funkcje nośników leków na implantach metalicznych została zaliczona do nowych kierunków innowacyjnych (ok. 39% ankietowanych), z kolei ankietownicy nie wykazali jej istotnego wpływu na wzrost zatrudnienia. 61% Ankietowanych uważa, iż ta technologia ma pozytywny wpływ na wzrost liczby przedsiębiorstw innowacyjnych. Ten rodzaj technologii wg prognoz ankietowanych będzie realizowany w latach 2011-2015 (69% ankietowanych). Natomiast 16% ankietowanych uważa, że ten rodzaj technologii rozwinie się w latach 2016-2020, z kolei 11% ankietowanych uważa, że zostanie ona zrealizowana do roku 2010.

Niektóre z zaproponowanych opracowań są już obecnie zaawansowane, w związku z tym mają szansę być wykorzystane przez polskie firmy i wprowadzone na rynek przed rokiem 2020, np. „Nowe konstrukcyjne materiały kompozytowe dla protez zewnętrznych i dla sprzętu rehabilitacyjnego”.

## Panel Biomechanika

Panel zaproponował do wdrożenia w przemyśle identyczne technologie jak we wdrożeniach medycznych.

- Rozwój technologii poprawiających jakość życia ludzi chorych kalekich i starych (endoprotezy, protezy)
- Rozwój metod robotyzacji i nawigacji w leczeniu operacyjnym
- Rozwój metod monitorowania diagnostyki procesu rehabilitacji (stacjonarnej i zdalnej)
- Rozwój technologii hodowli tkanek oraz przeszczepów kończyn i organów
- Rozwój komputerowych technik wspomagających planowanie i leczenie operacyjne (np. CT/MRT/USG/CAD/CAM/CNC/RP)

Stan prac badawczo-rozwojowych dotyczący tych technologii umożliwia podjęcie wdrożeń w małych i średnich przedsiębiorstwach.

Część technologii jest już wdrażanych. Problemem są koszty związane z wdrożeniami, co ogranicz ich zakres. Nie stwarzają problemów wdrożeniowych wyniki odnoszące się do problematyki informatycznej wchodzącej w zakres wymienionych technologii z uwagi na istnienie w Polsce licznych firm informatycznych.

## **Panel Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych**

- Zdalna telemedyczna asysta w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej
- Rejestracja procesu analizy obrazu prowadzonej przez lekarza

Prognozowane duże zainteresowanie techniką zdalnej telemedycznej asysty w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej ze strony lekarzy spowoduje, że przedsiębiorstwa technologii medycznych będą miały gwarancję sprzedaży wytworzonych nowych urządzeń oraz nowego oprogramowania. Na trudnym i wymagającym rynku aparatury biomedycznej sygnały płynące od potencjalnych kupców będą silniejsze, niż własne preferencje producentów oraz skuteczniejsze, niż aspiracje i ambicje badaczy. Wymieniona wyżej sfera zastosowań obrazowania medycznego jest z intelektualnego punktu widzenia jedną z najpłytszych i wymagających najmniejszego wkładu technicznych oraz naukowych innowacji, ale szanse na praktyczny rozwój ma największe (właśnie z tego powodu).

Rejestracja procesu analizy obrazu prowadzonej przez lekarza może być realizowana przy bardzo niewielkich nakładach, a jednocześnie może przynosić spore zyski głównie z tytułu tzw. *know how*. W połączeniu z wielce prawdopodobnym naciskiem, jaki na stosowanie tej techniki mogą nałożyć organizacje lekarskie (widząc w niej możliwość kontroli poprawności wnioskowania lekarskiego, możliwość wykrywania ewentualnych „błędów w sztuce” oraz sądowego dowodzenia, że do takich błędów nie doszło, możliwość wykorzystania wyników analizy w procesie dydaktycznym przy szkoleniu młodych kadr itp.) może to stworzyć bardzo atrakcyjny rynek, w którym przy relatywnie niewielkich nakładach inwestycyjnych możliwe byłoby sprzedawanie specjalistycznych usług naukowo-badawczych, bardzo korzystne dla przedsiębiorców.

## **Panel Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie**

Wybrana lista technologii mających największe szanse wdrożenia w przemyśle w wariantcie optymistycznym, podobnie do obszarów wdrożeniowych w ochronie zdrowia, pokrywa się całkowicie z listą technologii kluczowych opracowanych przez Panel Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie zamieszczoną w tabeli 55.

W wariantcie pesymistycznym lista ta jest krótsza i obejmuje:

- Systemy automatycznej detekcji i ostrzegania zagrożeń
- Systemy badań przesiewowych z wykorzystaniem internetu
- Rozwój HIS/ RIS /PACS
- Systemy wspomaganie osób niepełnosprawnych
- Rozwój narzędzi bezpiecznej i poufnej wymiany dokumentów
- Narzędzia wspomaganie wdrożenia reformy organizacji systemu opieki zdrowotnej w Polsce

## Rozdział 18

### Podsumowanie

W ramach niniejszego projektu opracowano system monitorowania rozwoju technologii medycznych w Polsce. Ilustruje go schemat pokazany na rysunku 4. System ten opiera się na wieloźródłowym pozyskiwaniu danych pozwalającym na przeprowadzenie **analizy stanu** w trzech sferach monitorowania (ochrona zdrowia, działania przedsiębiorstw produkcyjnych i usługowych oraz badania naukowe w dziedzinie inżynierii biomedycznej) oraz na przeprowadzenie wybranego zestawu **badania typu foresight**. Zastosowanie systemu monitorowania pozwoliło na **opracowanie wizji przyszłościowych dla technologii medycznych w Polsce** oraz **określenie obszarów wdrożeniowych dla technologii medycznych w sektorze ochrony zdrowia i w sektorze przemysłowym**.

Prace projektowe prowadzone były w Panelu Głównym i w 7 Panelach Tematycznych. W pracach tych udział wzięło ponad 100. ekspertów reprezentujących głównie sferę badań naukowych i szkolnictwa wyższego w zakresie inżynierii biomedycznej, ale również: sektor ochrony zdrowia, ekonomię, przemysł i usługi, agencje rządowe i media.

**Przeprowadzona w ramach projektu analiza stanu** objęła: (1) istniejące i opracowywane na przyszłe lata strategie rozwoju badań naukowych na szczeblu państwa, w szczególności w odniesieniu do programów dotyczących zdrowia i techniki służącej wspomaganemu diagnostyki i terapii medycznej, istniejące programy dotyczące polityki zdrowotnej państwa w latach 2004-2008; jak również rozwoju technologii medycznych z wykorzystaniem funduszy strukturalnych; (2) ocenę potencjału kadrowego, badawczego w tym zaplecza laboratoryjnego, specjalizacji i dorobku technologicznego polskich placówek naukowych zajmujących się inżynierią biomedyczną, (3) ocenę priorytetów edukacyjnych z zakresu inżynierii biomedycznej, (4) ocenę potencjałów innowacyjnych, produktywności i zatrudnienia w przedsiębiorstwach sfery aparatury, materiałów i usług medycznych oraz (5) ocenę priorytetowych kierunków profilaktyki, diagnostyki, leczenia i rehabilitacji.

Wnioski ogólne płynące z tej analizy są następujące:

- W Polsce istnieje wiele programów w zakresie badań i rozwoju mających bezpośredni związek z rozwojem technologii medycznych oraz programów mających na celu poprawę opieki zdrowotnej. Podstawowym ograniczeniem w realizacji celów stawianych przez te programy, wskazywanym przez ekspertów i w badaniach ankietowych związanych z realizacją projektu Foresight, jest brak dobrze opracowanej strategicznej koncepcji ochrony zdrowia oraz szczupłość nakładów finansowych na te cele.
- Kadra uczelni wyższych, głównie technicznych i medycznych, oraz instytutów naukowych i badawczo-rozwojowych prowadzi prace badawcze dające wymierne wyniki w obszarze technologii medycznych. Świadczą o tym zidentyfikowane ankietowo wyniki badań za okres 2002-2007: projekty badawcze (267), publikacje (733), patenty (119) oraz opracowane urządzenia, systemy, metody i środki medyczne wdrożone (105) i będące na poziomie umożliwiającym rozpoczęcie prac wdrożeniowych (36). Z uwagi na niedofinansowanie badań, często wyniki badań nie są doprowadzane do stanu umożliwiającego bezproblemowe ich wdrażanie.



Liczba pracowników naukowych, zajmujących się w Polsce badaniami w obszarze rozważanej tu problematyki, zidentyfikowana w badaniu ankietowym i na podstawie wywiadów wynosi 1483 osoby.

Ostrożne oszacowania mogą wskazywać, że liczba ta jest w rzeczywistości większa i wynosi około 1,7 tys. naukowców.

- Studia w zakresie specjalności inżynieria biomedyczna są prowadzone na 5 politechnikach, a dwie kolejne politechniki przygotowują się do podobnego przedsięwzięcia. Liczba studentów na tym kierunku wynosiła ostatni ok. 970.
- Przemysł technologii biomedycznych jest stosunkowo skromny. Obejmuje on kilka rodzajów firm: (1) wytwórcze i handlowe, które prowadzą własną działalność badawczą (9 zidentyfikowanych); (2) które prowadzą działalność badawczą, ale produkty dla sfery technologii medycznej stanowią tylko część ich działalności; (3) firmy handlowe prowadzące działalność w sferze technologii medycznej; (4) firmy teleinformatyczne realizujące zamówienia w sferze zaopatrzenia służby zdrowia w oprogramowanie standardowe i użytkowe, sprzęt i wyspecjalizowane urządzenia badawcze oraz (5) publiczne i prywatne ośrodki medyczne, które realizują swoje zadania produkcyjne, badawcze, usługowe, handlowe i medyczne w sposób zintegrowany. Wiarygodnych danych odnoszących się do liczebności oraz profilu i wartości produkcji tych firm, z wyjątkiem pierwszej grupy, nie można było uzyskać. Rozwój firm technologii medycznych w Polsce nie jest jednoznaczny. Obserwuje się wahania w zatrudnieniu, wartości produkcji i rentowności tych firm. Wynika to głównie z niskich nakładów na ochronę zdrowia.
- Choroby układu krążenia są głównym zagrożeniem zdrowia Polaków. W 2000 roku w Polsce stanowiły one przyczynę 48% wszystkich zgonów. Najbardziej rozpowszechnionym czynnikiem ryzyka dla chorób układu krążenia jest nadciśnienie tętnicze. Ocenia się, że 8,6 mln dorosłych Polaków choruje na nadciśnienie tętnicze. O powadze zagrożenia dla życia przez choroby nowotworowe w kraju świadczy liczba 110.000 nowych przypadków zachorowań na nowotwory złośliwe diagnozowanych rocznie. Ważnym problemem zdrowotnym jest cukrzyca, która jest przyczyną wielu innych chorób wynikających z jej późnych powikłań. Obecnie rozpowszechnienie cukrzycy w populacji dorosłych Polaków wynosi prawie 6% i szacuje się, że wzrośnie ono 2-krotnie w ciągu najbliższych 30 lat.

Istotne zagrożenie i jednocześnie poważne obciążenie dla systemu ochrony zdrowia stanowią również choroby układu pokarmowego, oddechowego, choroby psychiczne oraz urazy i zatrucia.

Przeprowadzony w ramach projektu **zestaw analiz typu foresight** obejmował: pozycjonowanie technologii kluczowych, analizę SWOT, analizę STEEP, krzyżową analizę wpływów (cross-impact) oraz badania ankietowe metodą delficką. Najważniejszymi rezultatami tych prac są:

(a) **Pozycjonowanie kluczowych technologii medycznych w Polsce**. Opracowanie „Zbiorczej Uogólnionej Listy Technologii Kluczowych”. Jest ona następująca:

- 1) Technologie teleinformatyczne ukierunkowane na zdalne wspomaganie diagnostyki, monitorowania, terapii i rehabilitacji pacjentów
- 2) Technologie materiałowe dla implantów kostnych i dla sprzętu rehabilitacyjnego
- 3) Technologie wytwarzania urządzeń wspomagających lub umożliwiających lokomocję i interakcję z otoczeniem osób z upośledzeniem zmysłów i /lub narządu ruchu, a także ostrzegających przed zagrożeniami
- 4) Technologie materiałowe dla implantów degradowanych i inżynierii tkankowej

- 5) Technologie wytwarzania wyspecjalizowanych, inteligentnych systemów i podzespołów do dozowania substancji leczniczych oraz substancji zapewniających wspomaganie lub zastępowanie utraconych funkcji wydzielniczych organizmu
- 6) Technologie wytwarzania wyspecjalizowanych, inteligentnych miniaturowych systemów do pomiarów biochemicznych, w tym pomiarów w genetyce, ułatwiających diagnostykę przy łóżku pacjenta
- 7) Optymalizacja metod przeszukiwania dużych baz danych obrazowych oraz automatycznego i lekarskiego rozumienia obrazów medycznych a także wspomaganie funkcjonalności aparatury diagnostycznej
- 8) Technologie teleinformatyczne ukierunkowane na wspomaganie oceny zdrowotności wybranych populacji (badania przesiewowe)
- 9) Optymalizacja programów administrowania dużymi bazami danych biomedycznych
- 10) Systemy techniczne i informatyczne wspomagające planowanie i prowadzenie leczenia operacyjnego oraz nadzór okołoporodowy

(b) **Analiza SWOT.** Opracowanie uogólnionych zestawów czynników decydujących o silnych i słabych stronach, szansach i zagrożeniach dla sektora technologii medycznych w Polsce (opracowane przez Panel Główny na bazie wyników prac Paneli Tematycznych).

Podsumowując wyniki analizy SWOT można stwierdzić, że:

- W zakresie silnych stron sektora technologii medycznych najistotniejsze są czynniki związane z kapitałem ludzkim, potencjałem wdrożeniowym oraz zapotrzebowaniem społecznym.
- W zakresie słabych stron główną rolę odgrywają: czynniki ekonomiczne, bariery prawne, problemy dotyczące zaplecza technologiczno-badawczego, akademickość rozwiązań oraz brak mechanizmów transferu wyników badań do przemysłu.
- Najbardziej istotne szanse dla rozwoju technologii medycznych to: integracja z UE (dostęp do funduszy), wysoki potencjał popytowy, istnienie zaplecza badawczego oraz wdrożeniowego w sektorze telekomunikacyjnym i informatycznym, a także rosnąca świadomość zdrowotna społeczeństwa.
- Do najistotniejszych zagrożeń należy zaliczyć: silną konkurencję zagraniczną, występowanie problemów ekonomicznych (niskie nakłady i brak stabilności ekonomicznej), bariery organizacyjno-społeczne.

(c) **Analiza STEEP.** Analizowano czynniki środowiskowe, ekonomiczne, społeczno-kulturowe, technologiczne, i polityczno-prawne. Stwierdzono, że najbardziej zachęcającymi do rozwijania technologii medycznych czynnikami środowiska zewnętrznego są czynniki technologiczne i społeczno-kulturowe. Najmniej zachęcające są czynniki środowiskowe i polityczno-prawne.

Niezależnie od ocen ogólnych szczegółowa analiza uzyskanych wyników dla poszczególnych czynników wykazuje, że:

- W zakresie czynników technologicznych najbardziej zachęcające jest wysokie zapotrzebowanie na nowe technologie i procedury wysokospecjalistyczne, które stwarza szansę rozwoju dla polskich firm sektora technologii medycznych. Najbardziej zniechęcającym czynnikiem w tej grupie jest niska aktywność w odniesieniu do patentów i wynalazków oraz zaniedbania w zakresie ochrony wartości intelektualnej.

- W zakresie czynników społeczno-kulturowych najbardziej zachęcające są tendencje demograficzne, natomiast czynnikiem najbardziej zniechęcającym jest niski poziom świadomości zdrowotnej polskiego społeczeństwa.
- W zakresie czynników ekonomicznych najbardziej sprzyjającym czynnikiem jest wielkość rynku, oraz trendy związane ze wzrostem liczby osób wymagających stosowania technologii medycznych,
- W zakresie czynników polityczno-prawnych najwyższej ocenione zostało krajowe zaplecze naukowo-badawcze w dziedzinie inżynierii biomedycznej.
- W zakresie czynników środowiskowych najbardziej zachęcające są: ochrona środowiska, oraz czynniki chorobotwórcze,

Uzyskane wyniki wskazują na to, że otoczenie zewnętrzne sektora technologii medycznych w Polsce jest neutralne z tendencją do zachęcającego.

(d) **Krzyżowa analiza wpływów (cross-impact)**. Analiza ta wykazała, że podstawowymi zmiennymi kluczowymi z punktu widzenia funkcjonowania i przyszłości systemu technologii medycznych w Polsce są:

- Starzenie się społeczeństwa
- Nakłady na ochronę zdrowia
- Poziom finansowania innowacyjnych technologii
- Rozwój rozwiązań zaawansowanych technologii, w tym biologicznych

Dodatkowo zestaw ten może być uzupełniony przez następujące czynniki:

- Profilaktyka i badania przesiewowe
- Wzrost liczby chorych na choroby cywilizacyjne
- Rozwój technik opieki domowej
- Uwarunkowania polityczne
- Integracji w ramach Unii Europejskiej w zakresie prawa, ochrony zdrowia, finansowania rozwoju gospodarczego i naukowego

(e) **Badanie kwestionariuszowe metoda delficka**. Przeprowadzono dwie tury badania delfickiego z udziałem ponad 160 respondentów. Badanie zostało przygotowane i przeprowadzone w trakcie procesu obejmującego opracowanie przez Panele Tematyczne 7 zestawów też delfickich (6 kwestionariuszy technologicznych dotyczących poszczególnych obszarów inżynierii biomedycznej i kwestionariusz też ekonomicznych), a następnie ich uogólnienie i konsolidację przez Panel Główny oraz opracowanie kwestionariusza też ogólnych, dotyczącego całej dziedziny technologii medycznych. Opracowany zestaw też ogólnych jest następujący:

Wzrośnie zainteresowanie sektora produkcyjno-przemysłowego wytwarzaniem nowych, krajowych produktów medycznych, co spowoduje zwiększenie dostępności tych produktów dla społeczeństwa.

- Wzrośnie zainteresowanie obcych producentów polskimi opracowaniami technologii materiałowych dla medycyny.
- Nastąpi wzrost zainteresowania państwa sektorem naukowo-badawczym w zakresie technologii medycznych, przejawiający się zwiększonym dofinansowaniem badań.
- Środki uzyskiwane przez polskie instytucje badawcze w ramach europejskich programów badań naukowych osiągną poziom nakładów Polski na finansowanie budżetu UE w tym zakresie.

- Postępy globalizacji przyczynią się do rozwoju technologii wytwarzania i potaniaenia wyrobów medycznych.
- Techniki komputerowe rozwiążą problemy personalizacji wyrobów medycznych (np. implanty zindywidualizowane, anatomiczne, inne).
- Upowszechnienie technik komputerowych w leczeniu operacyjnym zwiększy liczbę i dostępność dokonywanych zabiegów.
- Wzrost nakładów na ochronę zdrowia umożliwi wprowadzenie drogich, skutecznych procedur medycznych opartych na przykład na ciągłym monitorowaniu stanu pacjentów, wykorzystaniu nawigacji w chirurgii, itp.
- Nastąpi rozwój systemu monitorowania jakości usług medycznych.
- Nastąpi znaczący rozwój nieinwazyjnych i małoinwazyjnych metod diagnostycznych.
- Pojawią się nowe systemy monitorujące i diagnozujące zdalnie różne stany chorobowe.
- Nastąpi lepsze wykorzystanie metod genetycznych w medycynie.
- Rozwiązania z zakresu teleopieki domowej i mobilnej będą wykorzystywane w opiece medycznej, przyczyniając się do ograniczenia kosztów oraz liczby i czasu trwania hospitalizacji i zwiększenia efektywności leczenia pacjentów wymagających stałej opieki.
- Systemy informatyczne wykorzystujące metody i narzędzia analizy i eksploracji danych medycznych będą powszechnie używane do wspomaganie diagnostyki i planowania terapii, stając się ważnym czynnikiem istotnego wzrostu skuteczności diagnostyki, profilaktyki i terapii, w tym farmakoterapii.
- Nastąpi wzrost samodzielności osób niepełnosprawnych poprzez upowszechnienie urządzeń wspomagających oraz nowe możliwości komputerowej analizy i interpretacji biosygnalów.
- Nastąpi wzrost znaczenia nowoczesnych metod modelowania złożonych procesów i obiektów biomedycznych, przyczyniając się do postępu w profilaktyce, diagnostyce i terapii.

W wyniku przeprowadzonych badań nad tezami uogólnionymi za najistotniejsze uznano tezy: „Rozwiązania z zakresu teleopieki domowej i mobilnej będą wykorzystywane w opiece medycznej, przyczyniając się do ograniczenia kosztów oraz liczby i czasu trwania hospitalizacji i zwiększenia efektywności leczenia pacjentów wymagających stałej opieki” (97% odpowiedzi) oraz „Nastąpi znaczący rozwój nieinwazyjnych i małoinwazyjnych metod diagnostycznych” (96% odpowiedzi). Najmniej istotna teza to: „Nastąpi wzrost znaczenia nowoczesnych metod modelowania złożonych procesów i obiektów biomedycznych, przyczyniając się do postępu w profilaktyce, diagnostyce i terapii” (85% odpowiedzi). Średnio tezy zostały uznane za istotne przez 90%±4% respondentów. Uzyskane wyniki wskazują, że stwierdzenia zawarte w tezach ogólnych w ocenie większości respondentów urzeczywistnią się w latach 2010-2015. Wyjątek stanowi teza dotycząca lepszego wykorzystania metod genetycznych w medycynie, której realizacja przewidywana jest w okresie 2016-2020. Średnio 53±11% respondentów przewidywało realizację tez ogólnych w latach 2011-2015 a 26±8% w latach 2016-2020. Jedynie 8±4% respondentów uważa, że nastąpi to po roku 2020 a 9±3%, że w ciągu najbliższych 3 lat.

Największa zgodność opinii respondentów wystąpiła w odniesieniu do tezy mówiącej o spodziewanym wzroście zainteresowania sektora produkcyjno-przemysłowego wytwarzaniem krajowych produktów medycznych (73% głosów na realizację tezy w latach 2011-2015). Upowszechnienie / komercjalizacja istoty tez ogólnych przewidywane jest w 10. przypadkach na 16 średnio po 5 latach od ich urzeczywistnienia. W pozostałych przypadkach obydwa okresy nakładają się.

W trakcie weryfikacji omawianego kryterium zgodność opinii ekspertów była mniejsza niż w poprzednio omawianym przypadku. Średnio  $34\pm 11\%$  respondentów uważało, że upowszechnienie / komercjalizacja nastąpi w latach 2011-2015,  $39\pm 7\%$ , że w latach 2016-2020 r., a  $19\pm 9\%$ , że po roku 2020.

Z analizy danych wynika, że realizacja większości tez ogólnych (14 na 16 tez) powinna, według przeważającej części respondentów, wpłynąć korzystnie na poziom dobrobytu. Tylko w tezach dotyczących wykorzystania metod genetycznych oraz modelowania w medycynie i ochronie zdrowia większość respondentów uważała, że wpływ ten będzie obojętny.

Realizacja wszystkich tez ogólnych powinna wywierać wysoce korzystny lub korzystny wpływ na jakość życia, rozwój medycyny oraz rozwój ochrony zdrowia i opieki medycznej. Największy odsetek respondentów uznał, że wysoce korzystny wpływ na wyżej wymienione aspekty życia będą miały tezy zakładające znaczący rozwój nieinwazyjnych i małoinwazyjnych metod diagnostycznych oraz pojawienie się nowych systemów telematycznych monitorujących i diagnozujących różne stany chorobowe. W grupie aspektów ekonomicznych, tzn. innowacyjności, wzrostu liczby przedsiębiorstw innowacyjnych, wzrostu zatrudnienia oraz pozycji konkurencyjnej Polski wobec innych krajów oceny respondentów były mniej optymistyczne, aczkolwiek przeważała opinia o korzystnym wpływie realizacji tez na wspomniane czynniki. Wyjątkiem był przewidywany wpływ realizacji tez o charakterze technologicznym na wzrost zatrudnienia, który większość respondentów uznała za obojętny.

Wpływ realizacji tez ogólnych na środowisko naturalne będzie, zdaniem większości respondentów, obojętny.

Najczęściej wskazywanym przez respondentów działaniem, którego podjęcie sprzyja realizacji danej tezy, jest zwiększenie nakładów na badania stosowane i innowacje (13 z 16 tez). Inne często wymieniane czynniki i działania to wzrost infrastruktury badawczo-rozwojowej oraz rozszerzenie współpracy jednostek naukowych z gospodarką. W tezie dotyczącej rozwoju systemów monitorowania jakości usług medycznych respondenci podkreślili istotność działań legislacyjnych.

Analizując istniejące bariery i ograniczenia dla rozwoju technologii medycznych w Polsce stwierdzono, że najwięcej głosów (9 na 16 tez) uzyskał niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii oraz wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych (6 na 16 tez). Istotnymi przeszkodami są również brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań. Najmniejsze problemy następcza brak zaufania do polskich wytwórców wyrobów medycznych oraz polskich wynalazków.

Analizy przeprowadzane dla tez tematycznych opracowanych przez poszczególne Panele wykazały, że:

Średnio najwięcej respondentów uznało za istotne tezy opracowane przez Panel Biopomiary ( $92\pm 5\%$ ). Na dalszych miejscach znalazły się kolejno panele: Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie ( $88\pm 5\%$ ), Biomateriały ( $88\pm 6\%$ ), Sztuczne i Hybrydowe Narządy ( $87\pm 6\%$ ), Ekonomiczny ( $83\pm 11\%$ ), Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych ( $82\pm 16\%$ ) oraz Biomechanika ( $81\pm 11\%$ ). Największe zróżnicowanie wyników oceny istotności poszczególnych tez występowało w obszarze obrazowania biomedycznego i przetwarzania obrazów biomedycznych.

Biorąc pod uwagę średnie wyniki uzyskane dla wszystkich tez tematycznych w poszczególnych grupach tematycznych, dotyczących horyzontu czasowego realizacji i upowszechnienia / komercjalizacji, wykonalność i upowszechnienie się technologii poruszanych przez te tezy spodziewane jest w większości przypadków w latach 2011-2015. Wyjątek stanowią tezy dotyczące sztucznych i hybrydowych narządów, których urzeczywistnienie jest spodziewane w latach 2016-2020 a komercjalizacja – po roku 2020.

W podobnym okresie spodziewana jest komercjalizacja technologii dotyczących biomechaniki, mimo że rozwiązania te będą wykonalne już w latach 2011-2015.

Respondenci spodziewają się, że w latach 2011-2015 możliwy będzie rozwój: metod i technologii wczesnego wykrywania nowotworów, usług telemedycznych, implantów wchłanianych i biodegradowalnych oraz nowoczesnych sposobów leczenia cukrzycy. W tym samym czasie respondenci spodziewają się pobudzenia małej i średniej przedsiębiorczości związanej z wyrobami medycznymi.

Najpóźniej przewidywane jest rozwinięcie technologii tkankowych ograniczających potrzebę stosowania endoprotez. Upowszechnienie i komercjalizacja wybranych technologii spodziewana jest w tym samym okresie. Wyjątkiem jest upowszechnienie metod wizualizacji wybranych fragmentów narządów aż do poziomu molekularnego, które nastąpi dopiero po roku 2020.

Respondenci uznali, że pobudzenie małej i średniej przedsiębiorczości będzie miało korzystny wpływ na wszystkie rozpatrywane aspekty życia z wyjątkiem środowiska naturalnego, na który analizowana teza ma wpływ obojętny.

Wpływ realizacji stwierdzeń zawartych w wybranych tezach technologicznych będzie obojętny dla środowiska naturalnego i wzrostu zatrudnienia. Najbardziej korzystny wpływ realizacja założeń wspomnianych tez będzie miała na rozwój medycyny oraz rozwój ochrony zdrowia i opieki medycznej.

Analizując działania i czynniki wskazane przez respondentów jako sprzyjające realizacji wybranych przykładowych tez tematycznych uzyskane wyniki wykazują specyfikę tezy ekonomicznej, dla której aż 5 czynników zostało określonych jako istotne z punktu widzenia jej realizacji. Są nimi: wzrost infrastruktury badawczo rozwojowej, rozszerzenie współpracy jednostek naukowych z gospodarką, rozwój instytucji pośredniczących w kontaktach nauka-przemysł, wprowadzenie odpowiednich mechanizmów fiskalnych i działań legislacyjnych. W tezach technologicznych najważniejsze znaczenie odgrywają: zwiększenie nakładów na badania stosowane i innowacje, wzrost infrastruktury badawczo-rozwojowej. Dodatkowo, dla urzeczywistnienia tezy dotyczącej wzrostu roli usług telemedycznych bardzo istotne będzie zwiększenie akceptacji społecznej i działania legislacyjne. Realizacja tez dotyczących rozwoju metod szybkiego wykrywania nowotworów, technologii tkankowych oraz postęp w dziedzinie obrazowania aż do poziomu molekularnego wymagać będzie zwiększonych nakładów na badania podstawowe.

Dla przykładowej tezy ekonomicznej najistotniejsze znaczenie mają wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych oraz konkurencyjność firm zagranicznych wynikająca z wyższego poziomu technologicznego i wyższych nakładów w przodujących krajach na badania. W tezach technologicznych dotyczących rozwoju nowoczesnych metod diagnostycznych i terapeutycznych najistotniejszymi barierami są niedostateczny rozwój zaplecza technologicznego w kraju w zakresie wysokich technologii oraz wysokie koszty wdrożeń technologii medycznych. Przeszkodą jest również brak nowoczesnego zaplecza laboratoryjnego oraz długotrwałe procedury w pozyskiwaniu zgody na prowadzenie badań. Dla rozwoju technologii tkankowych bardzo istotne ograniczenia wynikają z niewystarczających uregulowań prawnych w zakresie ochrony intelektualnej i finansowania zespołów badawczych w cyklu od badań do wdrożenia.

Ostatnim etapem prac w niniejszym projekcie była integracja wyników wszystkich analiz w celu opracowania wizji przyszłości technologii medycznych i obszarów wdrożeniowych w sektorze przedsiębiorstw oraz sektorze ochrony zdrowia. Rozpatrywane scenariusze to: „Dynamiczny wzrost” (optymalny), „Rozbieżność potrzeb i możliwości” (pesymistyczny), „Stabilny / zrównoważony wzrost” (najbardziej prawdopodobny), „Niestabilność i drenaż technologii” (przypadkowy 1) oraz „Konsumpcja obcych technologii” (przypadkowy 2). Dla poszczególnych scenariuszy analizowano opracowaną w tym projekcie „Zbiorną Uogólnioną Listę Technologii Kluczowych”.

Analiza uzyskanych wyników wskazuje, że dla scenariusza „Dynamicznego wzrostu” decydujące znaczenie będą odgrywały technologie teleinformatyczne. Są one typowane przez 6 z 7. paneli, co wskazuje na powszechne zapotrzebowanie na tego typu technologie.

W scenariuszu „Dynamicznego wzrostu” istotną rolę będą odgrywały również technologie wytwarzania urządzeń wspomagających lub umożliwiających lokomocję i interakcję z otoczeniem osób z upośledzeniem zmysłów i/lub narządu ruchu, a także ostrzegających przed zagrożeniem. Ta technologia znalazła uznanie w 3 panelach tematycznych.

Podobne szanse na rozwój mają technologie materiałowe dla implantów kostnych i dla sprzętu rehabilitacyjnego oraz technologie materiałowe dla implantów degradowanych i inżynierii tkankowej, które także były typowane przez 3 panele tematyczne. Najślabsze prognozy wydają się mieć systemy techniczne i informatyczne wspomagające planowanie i prowadzenie leczenia operacyjnego oraz nadzór okołoporodowy, które mimo wytypowania przez 2 panele uzyskały najniższą ocenę. W podobnej sytuacji znalazły się technologie wyspecjalizowanych, inteligentnych systemów i podzespołów do dozowania substancji leczniczych. Wytypowane zostały one tylko przez jeden panel, a ich rozwój w kraju ma niewielką szansę w każdej wersji scenariusza.

Dla scenariusza „Rozbieżności potrzeb i możliwości” najwyżej oceniono szanse rozwoju technologii materiałowych dla implantów kostnych i sprzętu rehabilitacyjnego. Zaskakująco nisko w tym scenariuszu eksperci ocenili szanse rozwoju technologii teleinformatycznych.

W przypadku scenariusza „Stabilnego / zrównoważonego wzrostu” uzyskane wyniki są bardzo zbliżone do scenariusza optymistycznego.

Scenariusz zakładający niestabilność i drenaż technologii największe szanse daje technologiom materiałowym dla implantów kostnych i wspomnianym wyżej technologiom teleinformatycznym oraz technologiom wspomagającym osoby niepełnosprawne.

Wyniki uzyskane dla scenariusza dotyczącego konsumpcji obcych technologii wykazują, że największe szanse rozwoju będą miały technologie teleinformatyczne i technologie związane z wytwarzaniem urządzeń wspomagających osoby niepełnosprawne.

Końcowym etapem prac w ramach projektu było przeprowadzenie w poszczególnych Panelach Tematycznych ocen największych szans rozwoju technologii kluczowych z punktu widzenia ich wdrożeń w medycynie i w przemyśle. W tym opracowaniu brano pod uwagę wyniki wszystkich analiz przeprowadzonych w ramach projektu, w tym również analizy stanu.

Zamieszczone poniżej listy zawierają jedynie te technologie, które zostały uznane w Panelach Tematycznych (z zachowaniem kolejności: Biopomiary, Sztuczne i Hubrydowe Narządy, Biomateriały, Biomechanika, Obrazowanie Biomedyczne i Przetwarzanie Obrazów Biomedycznych, Informatyka Medyczna i Sieci Neuronowe w Medycynie) za mające największe szanse wdrożeń, tzn. zajęły pierwsze miejsca na listach. Są nimi

*Dla obszarów wdrożeniowych w medycynie (ochronie zdrowia):*

- Telemetria,
- Technologia analizy sygnałów biomedycznych pochodzących od pacjenta oraz sygnałów pochodzących z otoczenia
- Biomateriały dla leczenia chorób układu kostnego człowieka
- Rozwój technologii poprawiających jakość życia ludzi chorych, kalekich i starych (endoprotezy, protezy)
- Zdalna telemedyczna asysta w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej
- Systemy automatycznej detekcji i ostrzegania zagrożeń

*Dla obszarów wdrożeniowych w przemyśle:*

- Ultradźwiękowa charakterystyka struktury tkanek,
- Technologia wytwarzania urządzeń wspomagających osoby z upośledzeniem zmysłów, ułatwiających: orientację w przestrzeni, komunikację, nawigację i interakcję z otoczeniem
- Nowe konstrukcyjne materiały kompozytowe dla protez zewnętrznych i dla sprzętu rehabilitacyjnego
- Rozwój technologii poprawiających jakość życia ludzi chorych, kalekich i starych (endoprotezy, protezy)
- Zdalna telemedyczna asysta w diagnostyce i terapii endoskopowej i laparoskopowej
- Systemy automatycznej detekcji i ostrzegania przed zagrożeniami



## Literatura

1. „Projekt reformy systemu ochrony zdrowia w Polsce, Część I ANALIZA”, Raport CASE-Doradcy we współpracy z Instytutem Zdrowia Publicznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2005.
2. „Projekt reformy systemu ochrony zdrowia w Polsce, Część II ZARYS REFORMY”, Raport CASE-Doradcy we współpracy z Instytutem Zdrowia Publicznego Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2005.
3. „Polska, Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007–2013 wspierające wzrost gospodarczy i zatrudnienie, Narodowa Strategia Spójności”, Rada Ministrów, 2006.
4. „Program Operacyjny Kapitał Ludzki. Narodowa Strategia Spójności 2007–2013”, Rada Ministrów, 2006.
5. „Stan aparatury medycznej w publicznych szpitalach województwa łódzkiego”, Raport przygotowany na zlecenie Zarządu Województwa Łódzkiego, Łódź, wrzesień 2005 – luty 2006.
6. „Polityka Zdrowotna, Konteksty polityki lekowej w Polsce”, konferencja w Spale, Instytut Polityki Ochrony Zdrowia, 2006.
7. „Analiza koszty-efektywność systemu PET-CT w porównaniu ze standardowymi metodami w diagnostyce nowotworów”, Raport Oceny Technologii Medycznych (HTA), Instytut Zdrowia Publicznego i Ubezpieczeń Społecznych, Wyższa Szkoła Biznesu (na zlecenie AOTM), Warszawa-Nowy Sącz, 2006.
8. „Strategia rozwoju atomistyki w Polsce”, Rada do Spraw Atomistyki, Warszawa, 2006.
9. [www.rotmed.ibib.waw.pl/zd2/](http://www.rotmed.ibib.waw.pl/zd2/)
10. [BAZTECH](http://baztech.icm.edu.pl), polska literatura naukowo-techniczna [baztech.icm.edu.pl](http://baztech.icm.edu.pl)
11. BIMET *Baza tworzona przez BG AGH* [BIMET](http://www.bimet.edu.pl)
12. [BiPra](http://www.bipra.edu.pl) *Baza tworzona przez BG AGH* [BiPra](http://www.bipra.edu.pl)
13. <http://www.uprp.pl/Polski/Bazy+danych+UPRP/>
14. <http://ep.espacenet.com/>
15. SYNABA [www.nauka-polska.pl](http://www.nauka-polska.pl)
16. [www.foresight.gov.uk](http://www.foresight.gov.uk).
17. A. Toffler – Szok przyszłości, Wyd. Zysk i S-ka, Poznań 2002, 88 i nast.
18. J. Ortem, A.Y. GASSET – Bunt Mas Muza S.A. , Warszawa 2002, s. 202-203.
19. Lista 500 najbardziej innowacyjnych przedsiębiorstw w Polsce w 2005 r., w: Raport o innowacyjności gospodarki Polski w 2006 r., red. T. Baczko, INE PAN, Warszawa, grudzień 2006.
20. Szerzej o zatrudnieniu w innych przedsiębiorstwach innowacyjnych zob.: *Zatrudnienie w działalności B+R* w: Raport o innowacyjności gospodarki Polski w 2006 r., red. T. Baczko, INE PAN, Warszawa, grudzień 2006.
21. „Ośrodki innowacji w Polsce. Analiza krajowych instytucji wspierających innowacyjność i transfer technologii”, PARP, Poznań/Warszawa 2005.

22. S. Pyciński - „Rola uczelni wyższych w rozwoju przedsiębiorczości akademickiej w Polsce” w: „Raport o innowacyjności gospodarki Polski w 2006 r.”, pod red. T. Baczeko, 2006.
23. „Opracowanie modelu wspierania przedsiębiorczości akademickiej w Wielkopolsce. Raport z przebiegu badań”, Poznań 2006.
24. M. Baranowski - „Przedsiębiorczość akademicka a badania MSN” w: „Raport o innowacyjności gospodarki Polski w 2006 r.”, pod red. T. Baczeko, 2006.
25. „Wspieranie transferu wiedzy i innowacyjności w regionach”, Instytut Gospodarki Światowej SGH, materiały konferencyjne, 21-22.04.2007.
26. „Innowacje i transfer technologii. Słownik pojęć”, PARP, Warszawa, 2005, s.149.
27. <http://www.imp.gda.pl/implaser>
28. Ustawa z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych art. 37 ust.1.
29. „Ochrona patentowa - postulaty *de lege ferenda*” w: „Sprawy Nauki” nr 1 / 2007; wystąpienie S. Porowskiego na konferencji INE PAN 26.04.07.
30. „Opracowanie modelu wspierania przedsiębiorczości akademickiej w Wielkopolsce. Raport końcowy”, Poznań 2006, s-53-73.
31. <http://www.fundacjaam.org.pl/>
32. <http://www.osteoplant.com.pl/>
33. C. Ducot , G.J. Lubben., 1980, *A Typology for Scenarios*, „Futures” (przytoczono za: J.Soltys , J. Lenzion .: „Scenariusze przyszłości w planowaniu regionów i obszarów lokalnych; [www.imp.pg.gda.pl/Sci-Tech-Found/Publikacje/Cetscen.doc](http://www.imp.pg.gda.pl/Sci-Tech-Found/Publikacje/Cetscen.doc)).
34. L. Wilkinson: *How to Build Scenarios: Planning for 'Long-Fuse, Big Bang' Problems in an Era of Uncertainty*, Wired, 1995

## **KONSORCJUM ROTMED**

- Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN, Warszawa - Koordynator,
- Politechnika Gdańska, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji, Informatyki, Gdańsk,
- Akademia Górniczo Hutnicza, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki, Kraków,
- Akademia Górniczo- Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Kraków,
- Instytut Mechaniki i Konstrukcji Politechniki Warszawskiej - Międzywydziałowy Zespół Naukowo-Badawczy Biomechanika Politechniki Warszawskiej, Warszawa,
- Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa,
- Instytut Nauk Ekonomicznych PAN, Warszawa.

## **KOMITET STERUJĄCY KONSORCJUM ROTMED:**

- Prof. Jan Maria Wójcicki – Przewodniczący
- Prof. Stanisław Błażewicz
- Prof. Leszek Jasiński
- Prof. Krzysztof Kędzior
- Prof. Antoni Nowakowski
- Prof. Andrzej Nowicki
- Prof. Ryszard Tadeusiewicz
  
- Dr inż. Piotr Ładyżyński – Sekretarz

## LISTY AKTYWNYCH UCZESTNIKÓW PRAC PANELOWYCH

### Panel Główny

Prof. dr hab. inż. Jan Maria Wójcicki –  
Przewodniczący

Dr inż. Piotr Foltyński  
Mgr Joanna Kilkowska  
Prof. dr hab. Andrzej Matczewski  
Doc. dr n. med. Waldemar Skawiński  
Mgr Paulina Skowrońska  
Mgr Aleksandra Topiłko-Wiśniewska  
Prof. dr hab. inż. Władysław Torbicz  
Mgr inż. Bogdan Zacharski

### Panel Ekonomiczny

Doc. dr hab. Tadeusz Baczek –  
Przewodniczący

Mgr Michał Baranowski  
Doc. dr hab. inż. Andrzej Chwojnowski  
Dr inż. Prezes Lechosław Ciupik  
Przewodniczący Grzegorz Cydejko  
Prof. dr hab. Grażyna Gierszewska  
Mgr Marcin Gomułka  
Prof. dr hab. Urszula Grzelońska  
Mgr Kuba Karliński  
Dr Ewa Krzywina  
Doc. dr hab. inż. Adam Liebert  
Doc. dr hab. Elżbieta Mączyńska  
Dr Grażyna Niedbalska  
Dr hab. Rafał Niżankowski  
Mgr Małgorzata Pieńkowska  
Dr Leszek Sikorski  
Dr med. Jan Skarbak-Kiełczewski  
Dr inż. Marcin Struszczyk  
Mgr Aleksander Żołnierski

### Panel Biopomiary

Prof. dr hab. inż. Andrzej Nowicki –  
Przewodniczący

Dr Adam Gacek  
Dr Maciej Kowalczyk  
Prof. Tomasz A. Kowalewski  
Dr Rafał Milner  
Mgr Andrzej Musiałowicz  
Prof. Halina Podbielska

### Panel Sztuczne i Hybrydowe Narządy

Dr inż. Piotr Ładyżyński –  
Przewodniczący

Prof. dr hab. Leszek Jasiński  
Dr inż. Maciej Kozarski  
Dr n. med. Janusz Krzymień  
Mgr inż. Konrad Łukaszewicz  
Dr Zbigniew Nawrat  
Doc. dr hab. inż. Wojciech Piątkiewicz  
Lek. med. Michał Talarek  
Prof. dr hab. inż. Andrzej Weryński

### Panel Biomateriały

Prof. dr inż. Stanisław Błażewicz –  
Przewodniczący

Prof. dr hab. inż. Marta Błażewicz  
Dr inż. Katarzyna Cholewa-Kowalska  
Mgr inż. Michał Dworak  
Mgr inż. Aneta Frączek  
Dr inż. Teresa Gumuła  
Dr inż. Marek Gzik  
Mgr inż. Jarosław Kalita  
Prof. Jan Marciniak  
Mgr inż. Danuta Mikociak  
Dr inż. Elżbieta Pamuła  
Prof. dr hab.n. med. Stanisław Pielka  
Dr n. med. Emila Staszaków  
Dr inż. Ewa Stodolak  
Dr inż. Wojciech Święszkowski

### Panel Biomechanika

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Kędzior –  
Przewodniczący

Prof. dr hab. inż. Romuald Będziński  
Inż. Mikołaj Charkiewicz  
Dr n. med. Wojciech Glinkowski  
Prof. dr hab. inż. Mieczysław Kaczorowski  
Dr n. med. Ireneusz Kantor  
Prof. dr hab. n. med. Krzysztof Kwiatkowski  
Dr inż. Tomasz Lekszycki  
Prof. dr hab. inż. Tadeusz Pałko  
Dr inż. Cezary Rzymkowski  
Mgr inż. Krzysztof Rechowicz  
Prof. dr hab. inż. Konstanty Skalski  
Prof. dr hab. inż. Dagmara Tejszerska  
Prof. dr hab. inż. Kazimierz Waćkowski  
Prof. dr hab. inż. Andrzej Wit

**Panel Obrazowanie Biomedyczne  
i Przetwarzanie Obrazów  
Biomedycznych**

Prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz –  
Przewodniczący

Prof. dr hab. inż. Piotr Augustyniak

Elżbieta Duńska

Dyr. Krzysztof Józwa

Prof. dr hab. inż. Witold Kosiński

Mgr Zbigniew Kozłowski

Ewa Kulikowska

Dr inż. Zbigniew Mikrut

Mgr inż. Wiktor Niedzicki

Prof. dr hab. inż. Ewa Piętka

Mgr inż. Andrzej Pietraga

Prof. dr hab. inż. Artur Przelaskowski

Mgr inż. Mirosław Rafalski

Prof. dr hab. inż. Przemysław Rokita

Mgr inż. Tomasz Sieradz

Prof. dr hab. inż. Paweł Strumiłło

Prof. dr hab. inż. Leszek Wojnar

Dr inż. Andrzej Zworski

**Panel Informatyka Medyczna  
i Sieci Neuronowe w Medycynie**

Prof. dr hab. inż. Antoni Nowakowski –  
Przewodniczący

Prof. dr hab. inż. Jerzy Brzeziński

Dr inż. Adam Bujnowski

Dr inż. Marcin Gryciuk

Mgr Adam Grzybowski

Dr inż. Mariusz Kaczmarek

Prof. dr hab. inż. Józef Korbicz

Dr n. med. Jacek Kot

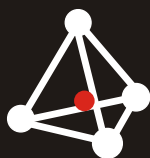
Prof. dr hab. inż. Marek Kurzyński

Dr hab. inż. Cezary Orłowski

Prof. Robert Rudowski

Dr inż. Jacek Ruminski

Prof. dr hab. n. med. Andrzej Urbanik



## Partnerzy konsorcjum ROTMED:

**Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej PAN -  
Koordynator projektu**

**Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH, Kraków**

**Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki  
AGH, Kraków**

**Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki,  
Politechnika Gdańska**

**Instytut Mechaniki i Konstrukcji -  
Międzywydziałowy Zespół Naukowo - Badawczy Biomechaniki,  
Politechnika Warszawska**

**Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN**

**Instytut Nauk Ekonomicznych PAN**

**<http://rotmed.ibib.waw.pl>**

ISBN 978-83-927646-0-1