

mgr Jan Piwiński<sup>1</sup>, prof. nzw. dr hab. inż. Roman Szewczyk<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów

<sup>2</sup> Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej Politechniki Warszawskiej

## **FORESIGHT PRIORYTETOWYCH, INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII NA RZECZ AUTOMATYKI, ROBOTYKI I TECHNIKI POMIAROWEJ – WYNIKI PROJEKTU ORAZ REKOMENDACJE**

*Celem projektu „Foresight priorytetowych, innowacyjnych technologii na rzecz automatyki, robotyki i techniki pomiarowej” było wskazanie priorytetowych, innowacyjnych technologii, scenariuszy rozwoju tych technologii oraz kierunków badań o znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie miał kluczowe znaczenie w zakresie automatyki, robotyki i techniki pomiarowej w Polsce. Realizacja projektu była ukierunkowana przede wszystkim na potrzeby krajowych przedsiębiorstw oraz sfery badawczo-rozwojowej. W referacie przedstawiono główne założenia i wyniki projektu oraz unikatową metodykę realizacji projektów typu foresight opracowaną w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów.*

## **FORESIGHT OF PRIORITY, INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN FAVOR OF AUTOMATION, ROBOTICS AND THE TECHNIQUES OF MEASUREMENT – PROJECT’S RESULTS AND RECOMMENDATIONS**

*The purpose of project ‘Foresight of priority, innovative technologies in favor of automation, robotics and the techniques of measurement’ was indication innovative technologies, ways of its development and directions of strategic research, the development (progress, evolution) of which will have a key meaning in next 20 years in a range of automation, robotics techniques of measurement in Poland. Realization of the project was mainly directed on the requirements of domestic enterprises and research and development area. Paper presents main ideas and results of the project as well as unique foresight methodology developed in Industrial Research Institute for Automation and Measurements.*

### **1. WSTĘP**

Projekt „Foresight priorytetowych, innowacyjnych technologii na rzecz automatyki, robotyki i techniki pomiarowej” (określany dalej skrótowo jako Foresight ARP) był krajowym foresightem technologicznym mającym na celu budowanie długookresowej wizji rozwojowej oraz kierunków i priorytetów badawczych w zakresie automatyki, robotyki i techniki pomiarowej w Polsce.

Pojęcie „foresight technologiczny” oznacza proces polegający na systematycznym patrzeniu w długiej perspektywie w przyszłość nauki i techniki, powiązany z umiejętnością dobierania strategicznych technologii, które mają przynieść wielkie ekonomiczne i społeczne korzyści [1].

Foresight tworzy język debaty społecznej oraz kulturę budowania społecznej wizji myślenia o przyszłości. W przypadku projektów typu foresight analizy i oceny przeprowadzane są przy szerokim udziale podmiotów społecznych, takich jak: przedsiębiorcy, naukowcy,

przedstawiciele administracji publicznej, organizacji pozarządowych i społecznych, politycy. Mają oni bezpośredni kontakt z nauką i gospodarką oraz regulacjami prawnymi, dlatego szybko przewidują i opisują problemy oraz wskazują na możliwości ich rozwiązania [2].

Ponadto projekt Foresight ARP był narzędziem do osiągnięcia konsensusu w środowisku ekspertów z zakresu automatyki, robotyki i technik pomiarowych, który dotyczył szans lub/i zagrożeń mogących pojawić się w przyszłości w obszarach badawczych projektu. W rezultacie wyniki projektu uwzględniają najważniejsze oczekiwania naukowców i praktyków, a wzrost świadomości proinnowacyjnej obu tych grup poprawi możliwości skutecznego wdrożenia wyników projektu do praktyki.

Wynikiem analiz i prognoz była wiedza o nowych tendencjach rozwojowych, które pomogą uzgodnić scenariusze rozwoju, pozwolią zharmonizować działania partnerów społecznych oraz służyć pomocą w ustaleniu kryteriów finansowania nauki i techniki. 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 [3].

Projekt Foresight ARP dokonał szczegółowej oceny potencjału polskiej gospodarki i jej potrzeb w obszarze automatyki, robotyki i techniki pomiarowej. Projekt zdefiniował podstawowe bariery ograniczające rozwój województwa oraz zaproponował działania mające na celu ich eliminację w przyszłości [4].

## 2. CEL I ZAKRES PROJEKTU FORESIGHT ARP

Głównym celem projektu Foresight ARP była identyfikacja priorytetowych, innowacyjnych technologii oraz kierunków badań o znaczeniu strategicznym, których rozwój w następnych 20 latach będzie miał kluczowe znaczenie w zakresie automatyki, robotyki i techniki pomiarowej. Technologie te wykorzystywane są do sterowania i optymalizacji procesów produkcyjnych w zakresie wydajności, powtarzalności, jakości, bezpieczeństwa oraz z punktu widzenia potrzeb ekologicznych.

Dodatkowym celem było opracowanie scenariuszy rozwoju wskazanych innowacyjnych technologii i kierunków badań strategicznych w zakresie automatyki, robotyki i systemów pomiarowych w Polsce. Kolejnym, dodatkowym celem realizacji projektu było stworzenie bazy danych obejmującej ekspertów odgrywających rolę w rozwoju technologii uznanych za priorytetowe. Otwarty dostęp do tej bazy ekspertów umożliwił szybkie i skuteczne realizowanie prac rozwojowych.

W aspekcie praktycznego wykorzystania wyników projektu Foresight ARP, zespół realizujący projekt postanowił bezpłatnie opracować specyficzne wytyczne rozwojowe dla wybranych przedsiębiorstw z obszarów automatyki, robotyki i techniki pomiarowej. Wytyczne dla przedsiębiorstw, które dopasowane są do ich profilu oraz potrzeb, zawierają propozycję kluczowych technologii, na których powinna koncentrować się działalność rozwojowa. Opracowanie wytycznych poprzedzały konsultacje z właścicielami przedsiębiorstw, w celu umożliwienia jak najlepszego doboru priorytetowych technologii zbieżnych z profilami firm.

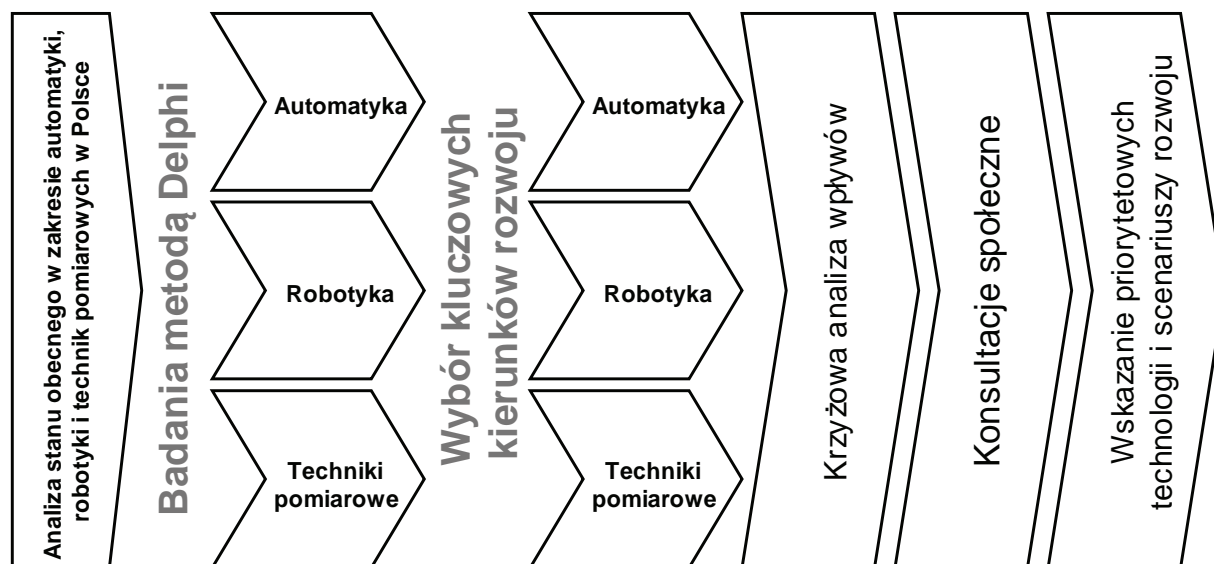
Rezultatem tego zadania będzie także pogłębienie współpracy sfery badawczo-rozwojowej i przedsiębiorców w formie rzeczywistego zblizenia ich działalności pod kątem wykorzystania innowacyjnych technologii w praktyce gospodarczej.

### 3. METODYKA ORAZ PLAN REALIZACJI PROJEKTU

Projekt Foresight ARP był realizowany w latach 2008–2010 przez Konsorcjum w składzie:

- Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów (Jednostka Wiodąca Konsorcjum),
- Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk,
- Politechnika Warszawska, Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej.

W trakcie realizacji tego projektu w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów opracowano unikalną metodę realizacji projektów foresight dostosowaną do polskich warunków. Projekt Foresight ARP był realizowany zgodnie z tą metodą, zaś schemat blokowy jego głównych zadań podano na rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy głównych zadań projektu Foresight ARP

**Analiza stanu obecnego** rozwoju technologii oraz uwarunkowań ekonomiczno-społecznych w zakresie automatyki, robotyki i techniki pomiarowej w Polsce, zrealizowana w projekcie Foresight ARP objęła:

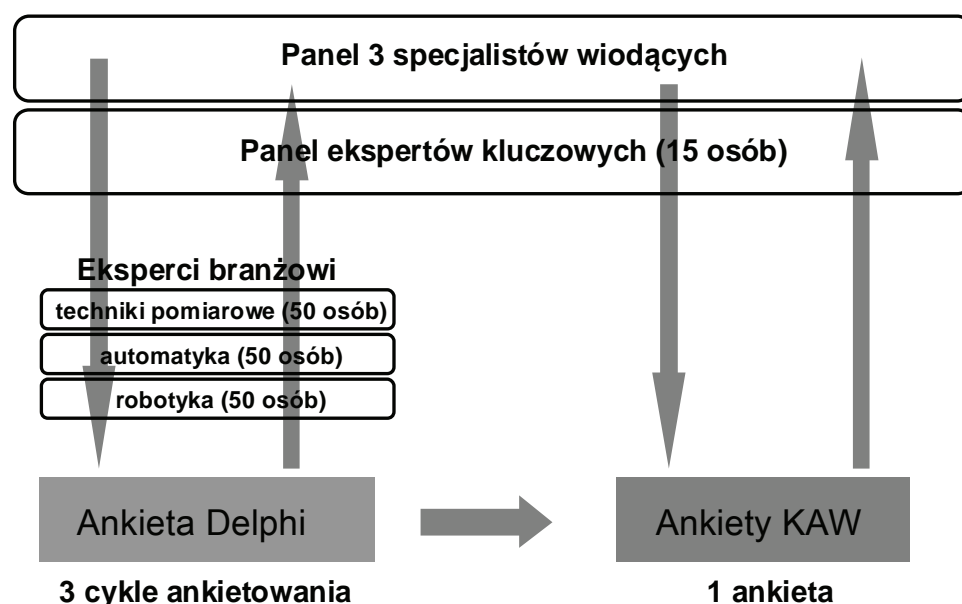
- analizę kluczowych danych statystycznych GUS,
- analizy trendów oraz potrzeb,
- analizy SWOT w każdym z trzech obszarów badawczych,
- analizę sytuacji gospodarczej reprezentatywnych, krajowych firm będących zarówno producentami, jak i integratorami automatyki, robotyki i techniki pomiarowej.

Realizowana w kolejnym etapie projektu **Metoda Delficka** to ustrukturyzowany proces zbierania i syntetyzowania wiedzy od grupy ekspertów za pomocą serii kwestionariuszy połączonych z kontrolnym zbieraniem opinii zwrotnych. Kwestionariusze były przedstawiane w formie anonimowej i wielokrotnie powtarzanej procedury konsultacyjnej w trakcie badania [5]. Należy podkreślić, że w projekcie Foresight ARP metoda Delphi była realizowana niezależnie dla każdego z trzech obszarów badawczych.

**Krzyżowa analiza wpływów** (zwana również z analizą wzajemnych oddziaływań), pozwoliła ocenić prawdopodobieństwo zajścia oraz termin realizacji każdego ze zdarzeń z uwzględnieniem różnych kolejności. Na rys. 2 przedstawiono przepływ wiedzy w projekcie Foresight ARP, w trakcie realizacji Metody Delphi i Krzyżowej analizy wpływów.

Fundamentalne znaczenie dla powodzenia projektu miało zaangażowanie się w jego realizację szerokiego grona ekspertów, w sposób zrównoważony reprezentujących wszystkie trzy obszary badawcze. Ponadto, w trakcie realizacji projektu szczególny nacisk położono na rzeczywiste zaangażowanie się w jego realizację przedstawicieli krajowego przemysłu. W badaniach wzięło udział ponad 200 ekspertów branżowych oraz 15 ekspertów kluczowych, o szczególnie wysokim poziomie kompetencji.

Bardzo ważnym elementem projektu były także **konsultacje społeczne** uzyskanych wyników. Umożliwiły one zarówno uwzględnienie wyrażonych bezpośrednio przez przedsiębiorców i naukowców opinii, a w rezultacie konieczną weryfikację wybranych, kluczowych kierunków rozwoju automatyki, robotyki i techniki pomiarowej w Polsce. Ostatecznie, na bazie wszystkich uzyskanych wyników opracowane zostały prognozy możliwych scenariuszy rozwoju automatyki, robotyki i techniki pomiarowej oraz dokonany został wybór priorytetowych technologii.



Rys. 2. Przepływ wiedzy w projekcie Foresight ARP, w trakcie realizacji badań Metodą Delficką i podczas krzyżowej analizy wpływów

## 4. WYNIKI PROJEKTU ORAZ REKOMENDACJE

### 4.1. Wyniki badań w obszarze Automatyka

Wyniki uzyskane na bazie wiedzy ekspertów zewnętrznych zaangażowanych w projekcie Foresight ARP w obszarze AUTOMATYKA wskazują na kluczową rolę, jaką pełni i ciągle będzie pełnić sfera wytwarzania różnorodnych produktów i realizacji usług. Wynik ten nie jest zaskoczeniem, biorąc pod uwagę wielkość kraju, jego rozwój i potencjał technologiczny, a także udział w międzynarodowym podziale pracy.

**A.** Ze względu na konieczność zachowania konkurencyjności w skali światowej, eksperci za najważniejszy uznali rozwój technologii związanych z zaawansowaną automatyką procesów przemysłowych. Dzięki rozwojowi tych technologii możliwe będzie obniżenie kosztów produkcji wielu produktów, zmniejszenie awaryjności, zwiększenie wydajności pracy oraz podniesienie jakości produktów.

**B.** Wśród najważniejszych grup technologii uznano także technologie automatyki związane z wykorzystaniem alternatywnych źródeł energii, co jest kluczowe w sytuacji energetycznej

Polski, a przy tym w pełni odpowiada trendom światowym. Biorąc pod uwagę sytuację klimatyczną kraju, m.in. wskaźniki siły wiatru i nasłonecznienia, za najbardziej obiecujące technologie automatyki eksperci uznali w tym względzie technologie wspomagające generatory wiatrowe i pozyskiwanie energii słonecznej. Narzucona dyrektywami Unii Europejskiej konieczność pozyskiwania energii ze źródeł alternatywnych będzie prowadziła do wzrostu znaczenia automatyki służącej tym celom.

C. Jako trzecią z najważniejszych grup technologii eksperci uznali technologie związane z systemami inteligentnego sterowania i podejmowania decyzji, co tak jak jest w wyniku rosnącej świadomości znaczenia różnych typów systemów inteligentnych, które mogą zastąpić człowieka w realizacji wielu skomplikowanych zadań. Systemy te wymagają efektywnych metod analizy danych i wydobywania wiedzy, co – ze względu na lawinowo rosnące zbiory danych występujące w praktyce – wymaga efektywnych technologii wydobywania wiedzy z dużych baz danych. Wprowadzenie sztucznej inteligencji i systemów wspomagania decyzji może radykalnie podnieść poziom efektywności działań gospodarczych przynosząc zyski, które umożliwią także zaspokajanie potrzeb społecznych.

Tab. 1. Wyniki badań metody delfickiej w obszarze Automatyka

| Grupa technologii |  | Technologie najważniejsze w ramach grupy technologii  |
|-------------------|--|---|
| <b>A</b>          | Technologie zapewniające zaawansowaną automatyzację procesów przemysłowych   | Nowoczesne metody i algorytmy modelowania, sterowania oraz diagnostyki procesów przemysłowych |
| <b>B</b>          | Technologie automatyki związane z wykorzystaniem alternatywnych źródeł energii.  | Technologie automatyki wspomagające generatory wiatrowe oraz pozyskiwania energii słonecznej  |
| <b>C</b>          | Technologie wykorzystujące systemy inteligentnego sterowania i systemy wspomagania podejmowania decyzji (systemy ekspertowe, systemy inteligentnych obliczeń). | Technologie wydobywania wiedzy z dużych baz danych  |

#### 4.2. Wyniki badań w obszarze Robotyka

Z perspektywy 20-letniego rozwoju Polski wyniki uzyskane w obszarze ROBOTYKA wskazują na trzy trendy uznane społecznie za bardzo ważne, reprezentowane przez trzy wymienione wyżej grupy technologii:

**A.** Humanitarny, wyrażający się w ryzykownym najwyższej noty grupie technologii związanych z opieką nad chorymi i niepełnosprawnymi. Eksperci uznali długofalowy rozwój rozwiązań i usług tej grupy technologii za niezbędny do uzyskania pożądanego efektu rozwoju zrównoważonego, jednak zaznaczyli, że ryzyko o niepowodzeniu ze względu na wpływ barier rozwoju i wysokie koszty wdrożenia, które mają istotny wpływ na rozwój opisywanej grupy technologii. Roboty medyczne są obecnie bardzo innowacyjne i mogą mieć szeroki rynek zbytu zarówno w Polsce jak i w Europie pod warunkiem odpowiednich unormowań prawnych, w tym zapewniającym refundację części kosztów przez ZUS.

**B.** Poszukiwawczy, związany z eksploracją i eksploatacją obszarów trudno dostępnych i niebezpiecznych (tu należy wskazać np. wyrobiska górnicze metanowe). Eksperci uznali wysokie zapotrzebowanie na tę grupę technologii w okresie najbliższych 20 lat potwierdzając tym samym wzrost znaczenia wykorzystywania autonomicznych robotów mobilnych i ich



systemów przy jednoczesnym dodatnim wpływie na wzrost polskiego potencjału obronnego. Eksperti uznali długofalowy rozwój rozwiązań i usług tej grupy technologii oraz wskazali na niskie wartości współczynników barier rozwoju i kosztów wdrożenia oddziałujących na rozwój opisywanej grupy technologii. Dużym znaczenie ekonomiczne z zastosowania opisywanej grupy technologii związane jest z realizacją zadań inspekcji zbiorników wodnych, urządzeń hydrotechnicznych. Istotnym zastosowaniem robotów mobilnych do zadań zagrażających życiu lub zdrowiu operatora, przyczyniając się tym samym do wzrostu poczucia bezpieczeństwa zbiorowego i indywidualnego.

**C.** Konkurencyjny, związany z podnoszeniem wydajności robotów. Eksperti uznali wysokie zapotrzebowanie na tę grupę technologii w okresie najbliższych 20 lat potwierdzając tym samym wzrost znaczenia wydajności robotów przemysłowych przy jednoczesnej poprawie bezpieczeństwa ich użytkowania. Możliwe efekty ekonomiczne z zastosowania grupy technologii wynikają z uniwersalności zastosowań, różnorodności miejsc, gdzie ta technologia może być wykorzystana. Obniżenie kosztów procesu wytwórczego, produkcji średnio seryjnej dotyczyć może wielu gałęzi przemysłu (maszynowy, elektromechaniczny, samochodowy, lotniczy).

Tab. 2. Wyniki badań metody delfickiej w obszarze Robotyka

| Grupa technologii |   | Technologie najważniejsze w ramach grupy technologii   |
|-------------------|---|--|
| <b>A</b>          | Technologie umożliwiające istotny rozwój zastosowania robotów w leczeniu i rehabilitacji, obsłudze i pielęgnacji chorych  | Technologie robotów rehabilitacyjnych  |
| <b>B</b>          | Technologie wykorzystujące autonomiczne roboty mobilne i ich systemy  | Zastosowanie robotów mobilnych do eksploracji trudno dostępnych obszarów, w tym do penetracji zbiorników wodnych   |
| <b>C</b>          | Technologie umożliwiające zwiększenie wydajności robotów przemysłowych (liczba osi > 6, zwiększenie szybkości ruchów, nadanie robotowi funkcji koordynatora, czujniki i funkcje inteligencji) przy jednoczesnej poprawie bezpieczeństwa użytkowania | Nowe i inteligentne algorytmy sterowania robotami i gniazdam i zrobotyzowanymi odpowiednimi sterownikami, w tym technologie oparte na modelowaniu rozmytym, ewolucyjnym i neuronowym oraz podejściach hybrydowych, wykorzystujące nowoczesne języki i protokoły sterowania, w tym rozwiązania bezpieczne funkcjonalnie |

### 4.3. Wyniki badań w obszarze Technika Pomiarowa

**A.** Rezultatem przeprowadzenia metody delfickiej oraz krzyżowej analizy wpływów jest wskazanie, iż najistotniejszą grupą są „Technologie wykorzystywane w sterowaniu procesami przemysłowymi”. Grupa ta jest szczególnie istotna ze względu na rozwój przemysłu oraz procesów o dużym stopniu automatyzacji i robotyzacji. W grupie tej wyróżniona została technologia związana z „Technikami diagnostyki procesów przemysłowych”. Technologia ta ma szczególne znaczenie w związku z niezawodnością procesów przemysłowych oraz kontrolą jakości i możliwością dokonywania szybkich korekt lub zmian w procesie wytwarzania. Korzystne efekty ekonomiczne z zastosowania tej grupy technologii wynikają głównie ze zwiększenia wydajności oraz poprawy jakości procesów przemysłowych. Rozwój technologii umożliwi zarówno zwiększenie poziomu automatyzacji procesów przemysłowych oraz diagnostyki procesów, a tym samym zmniejszenie kosztów produkcji.

**B.** Kolejną grupą technologii wyróżnioną w trakcie badań są „Technologie stosowane na potrzeby medycyny”. Ta grupa technologii jest istotna dla rozwoju przemysłu polskiego ze społecznego punktu widzenia ponieważ zapewniając niezależność od zagranicznych dostawców i ewentualnego wstrzymania dostaw – poprawia bezpieczeństwo medyczne państwa polskiego, jak również odpowiednio pokierowana może stać się znaczącą gałęzią przemysłu w skali krajowej. Wyróżnioną w tej grupie technologią są: „Nieinwazyjne techniki pomiarowe i diagnostyczne”. Techniki te są szczególnie istotne ze względu na szybkie i niekosztowne diagnozowanie chorób, szczególnie w obliczu gwałtownego rozprzestrzeniania się epidemii np. grypy. Zastosowanie opisanej grupy technologii przynosi wymierne efekty społeczne, szczególnie w dobie starzejącego się społeczeństwa, wyrażające się wzrostem zainteresowania finansowaniem badań i wdrożeń nowych technologii medycznych.

**C.** Trzecią grupą technologii są „Technologie wykorzystywane do kontroli wyrobów i procesów produkcji w systemach jakości”. Grupa ta ma istotne znaczenie dla rozwoju przemysłu polskiego ze względu na wzrost jakości oferowanych wyrobów, która jest bezpośrednim czynnikiem wpływającym na konkurencyjność wytwarzanego produktu na rynku. Technologią wyróżnioną w tej grupie są „systemy pomiarowe zintegrowane z procesami technologicznymi”. Technologia ta ma bezpośredni wpływ na jakość wyrobu finalnego i umożliwi szybkie wprowadzanie zmian w procesie technologicznym mające na celu poprawę jakości wytwarzanego produktu. Główny efekt ekonomiczny to zysk dla przedsiębiorstwa poprzez zwiększenie stabilności procesów produkcyjnych, obniżenie kosztów produkcji, zmniejszenie procentu wadliwych wyrobów, a w konsekwencji mniejsza ilość reklamacji, napraw i wzrost zadowolenia i zaufania klientów.

Tab. 3. Wyniki badań metody delfickiej w obszarze Technika Pomiarowa

| Grupa technologii |   | Technologie najważniejsze w ramach grupy technologii        |
|-------------------|---|---|
| <b>A</b>          | Technologie wykorzystywane w sterowaniu procesami przemysłowymi                         | Techniki diagnostyki procesów przemysłowych                 |
| <b>B</b>          | Technologie stosowane na potrzeby medycyny  | Nieinwazyjne techniki pomiarowe i diagnostyczne             |
| <b>C</b>          | Technologie wykorzystywane do kontroli wyrobów i procesów produkcji w systemach jakości | Systemy pomiarowe zintegrowane z procesami technologicznymi |

Wyniki projektu Foresight ARP **stanowią zarówno rekomendacje** z punktu widzenia środowiska ekspertów, regionu, nauki czy przemysłu oraz umożliwią ukierunkowanie współpracy na przedsiębiorstwa z najbardziej przyszłościowych obszarów, jak i wspieranie transferu wiedzy ze sfery naukowo-badawczej do przemysłu. **W szczególności rezultaty projektu stanowią:**

- Rekomendacje do strategii rozwoju województwa, do Regionalnej Strategii Innowacji, do strategii/polityk branżowych i sfery badawczo-rozwojowej.
- Definicje, w perspektywie roku 2030, priorytetów rozwoju technologicznego dla gospodarki opartej na wiedzy i wskazanie ich jako obszary preferowane do wspierania finansowego. Projekt wskazuje te technologie, które rokują największy wzrost pozycji konkurencyjnej regionu i redukcję bezrobocia.
- Zacieśnienie współpracy między jednostkami i naukowo-badawczym i a sektorem przemysłu. Projekt przyczynia się do budowy podstawy, struktury dla integracji

środowiska wspierając firmy w procesie transformacji od strategii niskich kosztów operacyjnych do strategii innowacyjnego produktu.

- ❑ Określenie możliwości badawczych regionalnych ośrodków naukowych w zakresie określonych priorytetów oraz przeprowadzonych analiz.
- ❑ Definicje w poszczególnych obszarach technologicznych, strategicznych kierunków badań.
- ❑ Efektywne wykorzystanie istniejącego potencjału sektora akademickiego i naukowo-badawczego dla rozwoju przedsiębiorczości i wzmocnienia konkurencyjności regionu/obszaru m.in. poprzez budowę bazy setek ekspertów zaangażowanych w projekt.
- ❑ Wskazuje te kierunki kształcenia, które powinny być preferowane w regionie/kraju w celu wzmocnienia kapitału intelektualnego przedsiębiorstw wzmacniającego absorpcję nowych technologii.

## 5. PRIORYTETOWE TECHNOLOGIE

Opracowana krzyżowa analiza wpływów oraz scenariusze rozwoju automatyki, robotyki i techniki pomiarowej pozwoliły na świadomy wybór kluczowych technologii w całym obszarze badawczym projektu. Podstawą procesu krytycznej oceny zaproponowanych technologii były przeprowadzone wcześniej badania, uzyskane dane i opracowane prognozy. Wyniki tych prac pozytywnie zweryfikowano w trakcie konsultacji społecznych, w których aktywnie uczestniczyli przedstawiciele środowiska gospodarczego, świata nauki oraz politycy, szczególnie zaangażowani w sprawy zrównoważonego rozwoju kraju.

Wskazane w poniższej tabeli priorytetowe technologie stanowią główny wynik projektu. Zrealizowane w ramach projektu prace, bazujące na wiedzy eksperckiej, doprowadziły do konkluzji, że właśnie te technologie będą najbardziej opłacalne z punktu widzenia polskiej gospodarki. Na bazie wyników projektu można prognozować, że na te technologie będzie największe zapotrzebowanie w okresie najbliższych 20 lat [6].

Tab. 4. Technologie priorytetowe na rzecz automatyki, robotyki i techniki pomiarowej

| Priorytetowa technologia  | Obszar             |
|---|--------------------|
| Nowoczesne metody i algorytmy modelowania, sterowania oraz diagnostyki procesów przemysłowych                                   | Automatyka         |
| Technologie automatyki wspomagające wykorzystanie odnawialnych źródeł energii   | Automatyka         |
| Technologie inżynierii wiedzy, systemów eksperckich wspomagania podejmowania decyzji do zintegrowanego sterowania i zarządzania | Automatyka         |
| Technologie zautomatyzowanych oraz zrobotyzowanych gniazd i linii wytwórczych   | Automatyka         |
| Zaawansowane metody i algorytmy modelowania, symulacji oraz optymalizacji robotyzacji procesów łączenia części                  | Robotyka           |
| Technologie robotów rehabilitacyjnych   | Robotyka           |
| Technologie zastosowania autonomicznych robotów mobilnych do transportu wewnętrznego  | Robotyka           |
| Nieinwazyjne techniki pomiarowe i diagnostyczne   | Technika pomiarowa |
| Sensory w rozproszonych systemach monitorowania zanieczyszczeń oraz ostrzegania o zagrożeniach naturalnych                      | Technika pomiarowa |
| Systemy pomiarowe zintegrowane z procesami technologicznymi   | Technika pomiarowa |



## 6. PODSUMOWANIE

Wyniki zrealizowanego Foresightu ARP umożliwiają ukierunkowanie rozwoju automatyki, robotyki i techniki pomiarowej w Polsce na te technologie, które w średnio- i długoterminowej perspektywie przyniosą największą korzyść.

Należy podkreślić, że wyniki Foresightu ARP są zbieżne z wynikami foresightu regionalnego „Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa śląskiego” oraz foresightu branżowego „Kierunki rozwoju technologii materiałowych na potrzeby klastra lotniczego Dolina Lotnicza”. Dlatego wyniki wymienionych trzech projektów mogą stanowić podstawę do opracowania strategii sektorowych, branżowych i regionalnych.

Opracowywanie foresightu jest działaniem wieloetapowym, który dotyczy wielu aspektów życia o raz zróźnicowanych wyzwań technicznych, społecznych i cywilizacyjnych. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że w uzyskanych wynikach widoczna jest część wspólna w zakresie rozwoju technologii na rzecz medycyny oraz ochrony środowiska. Można przypuszczać, że technologie te odegrają ważną rolę w rozwoju technologicznym Polski w perspektywie najbliższych 20 lat.

Przewidywanie i wyznaczanie kierunków rozwoju i postępu technologicznego, które mogą wywrzeć największy wpływ na tempo rozwoju społeczno-gospodarczego kraju, jest procesem złożonym, długotrwałym oraz powinno mieć charakter ciągły. Wymaga tak że zastosoowania wyspecjalizowanych narzędzi badawczych. Jednym z nich są metody charakterystyczne dla projektów typu foresight – pomagające wyznaczyć kierunki pożądaných inwestycji i przedsięwzięć w sferze badawczo-rozwojowej.

Powyższych stwierdzeń nie należy traktować jako rozstrzygające, ponieważ projekt Foresight ARP ma ze swej natury charakter dynamiczny. Założona dwudziestoletnia prognoza rozwoju powoduje, że wskazane priorytetowe technologie wymagają ciągłej weryfikacji, zaś poziom ostrożności przy wdrażaniu wyników projektu powinien rosnać wraz z upływem czasu.

Jednak już w chwili obecnej zamieszczony w niniejszym artykule oraz w raportach końcowych projektu materiał badawczy stanowi niezwykle obiecującą podstawę do prowadzenia dalszych prac badawczych w obszarach automatyki, robotyki i techniki pomiarowej.

**Projekt finansowany z środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego  
oraz budżetu państwa**



[www.foresightarp.pl](http://www.foresightarp.pl)

