

„Nauka i Szkolnictwo Wyższe”, nr 2/32/2008

# Beata Poteralska, Anna Sacio-Szymańska

## Adaptacja algorytmu prowadzenia procesu foresightu technologicznego w jednostkach badawczo-rozwojowych

Dynamiczny wzrost znaczenia konkurencyjności i innowacyjności wysoko zaawansowanych technologii oraz wiążąca się z tym potrzeba strategicznego planowania działań zarówno w skali kraju, regionu, jak i poszczególnych instytucji determinuje działania rozwiniętych gospodarek świata ukierunkowane na przewidywanie zmian i tendencji rozwojowych, zwłaszcza w średnim i długim okresie.

Efektywne narzędzie do realizacji tego celu stanowią techniki foresightu.

Skuteczna realizacja foresightu wymaga zastosowania każdorazowo podejścia indywidualnego, uwzględniającego specyfikę kraju, instytucji lub tematyki.

Autorki analizują specyficzne uwarunkowania społeczne i gospodarcze prowadzenia projektów typu foresight w Polsce. Szczególną uwagę zwracają na uwarunkowania wywierające negatywny wpływ na realizację i efekty projektów foresight, w tym: brak wystarczającej współpracy przedstawicieli środowisk biznesu, nauki, polityki i społeczeństwa, znikomy udział sektora prywatnego w pracach badawczo-rozwojowych, opieranie się na transferze i dyfuzji technologii, a nie na rozwijaniu technologii bazowych oraz biurokratyzacja systemu administracji. Na tym tle przedstawiają propozycję algorytmu postępowania w trakcie realizacji projektów foresight przez jednostki badawczo-rozwojowe działające na rzecz zrównoważonego rozwoju.

Szczególną uwagę poświęcają dwóm podstawowym elementom determinującym efektywną realizację foresightu – doborowi metod oraz ekspertów. Z wykorzystaniem opracowanego algorytmu realizacji procesu foresight typują kluczowe kierunki badawcze w dziedzinie nanotechnologii w Polsce. W realizowanym zadaniu zdecydowały się na wybór metody kluczowych technologii jako metody głównej. Jako dodatkowe metody eksperckie przyjęły skanowanie otoczenia, technikę SWOT, drzewo odniesień i uzupełniły uzyskane rezultaty badaniami statystycznymi. W efekcie zidentyfikowały kierunki rozwijane obecnie w przodujących gospodarkach

świata, w których Polska ma już znaczące osiągnięcia, a także dziedziny nowe dla Polski, w których istnieje obecnie w kraju niezbędny potencjał umożliwiający ich realizację oraz osiągnięcie w stosunkowo krótkim czasie liczącej się pozycji w Europie.

Słowa kluczowe: foresight, zrównoważony rozwój, nanotechnologia

## Wprowadzenie

Przewidywanie i wskazywanie trendów rozwoju technologii w perspektywie długookresowej ma istotne znaczenie dla rozwoju gospodarczego i społecznego kraju. W tym celu realizowane są prace typu foresight rozumiane jako systematyczne próby wybiegania w długookresową przyszłość nauki, technologii, ekonomii i społeczeństwa dzięki zastosowaniu odpowiednich metod w celu zidentyfikowania obszarów badań o znaczeniu strategicznym i wschodzących technologii, które mają szansę przynieść jak największe korzyści społeczne i ekonomiczne (Martin 1996, s. 139–168). Foresight powinien być prowadzony nie tylko na poziomie kraju czy regionu, ale także na poziomie organizacji, np. przez organizacje naukowo-badawcze mające decydujący wpływ na kształtowanie wybranej grupy zaawansowanych technologii w długofalowej perspektywie do wyznaczania przyszłościowych kierunków prac oraz przez przedsiębiorstwa działające w zmieniającym się konkurencyjnym otoczeniu w celu poprawy efektywności ich działania. Efektywna realizacja foresightu zarówno na poziomie makro, jak i mikro możliwa jest dzięki zastosowaniu każdorazowo indywidualnego podejścia i dokonania doboru ekspertów oraz zestawu metod uwzględniających specyfikę kraju, konkretnej organizacji czy tematyki. Rosnące zainteresowanie projektami foresight w Polsce wymaga opracowania metodyki uwzględniającej uwarunkowania społeczno-gospodarcze kraju, które w znacznym stopniu determinują sposób realizacji tego typu projektów.

## Analiza specyficznych uwarunkowań realizacji foresightu w Polsce

Wzrost zainteresowania tematyką foresight w krajach Europy Zachodniej miał miejsce w latach dziewięćdziesiątych. Realizację pierwszych narodowych projektów foresight rozpoczęto wówczas w Niemczech, Francji, Wielkiej Brytanii oraz Holandii. Szczególny nacisk na rozwijanie foresightu Unia Europejska położyła w ramach 6. i 7. Programów Ramowych, w których wspierane są prace badawcze tego typu zarówno w skali całej Europy jak i na poziomie poszczególnych krajów lub regionów. Analiza inicjatyw foresight podejmowanych w Europie wykazała, że zdecydowana większość realizowanych projektów dotyczy foresightu narodowego, regionalnego oraz branżowego. Pionierem w tym obszarze w Europie Środkowo-Wschodniej były Węgry, natomiast od 2000 r. narodowe programy foresight zrealizowano w Czechach, Rumunii, Bułgarii. W Polsce Pilotażowy Projekt Foresight w dziedzinie „Zdrowie i Życie” został przeprowadzony w latach 2003–2005, a w 2006 r. rozpo-

często realizację, przewidzianego do roku 2008, Narodowego Programu Foresight Polska 2020 obejmującego trzy pola badawcze: Zrównoważony Rozwój Polski<sup>1</sup>, Technologie Informacyjne i Telekomunikacyjne oraz Bezpieczeństwo (Sacio-Szymańska, Kuciński 2007, s. 1). Ponadto w 2006 r. przyjęto do realizacji 18 projektów w ramach funduszy strukturalnych, w tym: 8 projektów foresight o zasięgu regionalnym oraz 10 projektów foresight na poziomie branży (Nowicka 2007, s. 33). Jednak doświadczenia polskich zespołów badawczych działających w tym obszarze są nadal stosunkowo skromne.

Przebieg procesu foresight uzależniony jest od specyfiki kraju i organizacji, w których jest prowadzony. Według Jana Kozłowskiego o sukcesie bądź porażce foresightu decydują w głównej mierze motyw, cele, oczekiwania oraz sposób organizacji procesu. W Polsce kluczowe znaczenie dla przebiegu foresightu mają uwarunkowania społeczne i gospodarcze, spośród których negatywny wpływ na realizację i efekty projektów foresight mogą mieć m.in. następujące czynniki (Kozłowski 2001, s. 9–19; Kleiber 2007, s. 9; Tamowicz, Szultka 2005, s. 100):

- **Brak systemowego podejścia do wyzwań tworzonych przez postęp w nauce i technologii.** Współpraca przedstawicieli środowisk biznesu, nauki, polityki, społeczeństwa w Polsce nie jest zaawansowana w takim stopniu, w jakim ma to miejsce w krajach Europy Zachodniej. Wynika to z faktu, że w gospodarce nakazowej sfera badawcza i produkcyjna były rozdzielone instytucjonalnie. Z tego powodu również obecnie wiele projektów badawczych nie jest powiązanych z rzeczywistymi potrzebami przedsiębiorstw produkcyjnych, a współpraca o charakterze sieciowym, charakterystyczna dla projektów foresight, jest nadal ograniczona.
- **Nadinterpretacja pojęcia „autonomia badań naukowych”.** Polskie środowiska naukowe kultywują swoją odrębność zamiast integrować wysiłki w ramach interdyscyplinarnych zespołów badawczych w celu wypracowywania wspólnych rozwiązań złożonych problemów społeczno-gospodarczych.
- **Słonność do kopiowania niekoniecznie aktualnych i właściwych wzorców polityki innowacyjnej.** W wyniku wieloletniego funkcjonowania w warunkach antyinnovacyjnej gospodarki nakazowej, w świadomości przedsiębiorców, ekonomistów, polityków i społeczeństwa, potrzeba innowacji jest słabiej odczuwalna, a mechanizm innowacyjności gospodarki jest oparty na transferze i dyfuzji technologii, a nie na rozwijaniu technologii bazowych.
- **Niewielki udział sektora prywatnego w sektorze B+R.** Rząd i państwowy sektor edukacji odgrywają główną rolę w finansowaniu i prowadzeniu prac naukowo-badawczych. Rząd dysponuje większością środków finansowych, finansując prace naukowo-badawcze uniwersytetów i instytutów państwowych. Udział sektora prywatnego w badaniach jest znikomy, a istniejąca baza przemysłowa jest rozwinięta w stopniu niewystarczającym do stworzenia prywatnego zaplecza badawczego.
- **Słabość debaty publicznej.** Demokracja uczestnicząca jest wciąż nowym pojęciem dla środowisk politycznych w Polsce. Społeczeństwo nie jest włączane w znaczą-

<sup>1</sup> Prace prowadzone w Instytucie Technologii Eksploatacji – Państwowym Instytucie Badawczym wspomagają realizację zadań w ramach Panelu Pola Badawczego „Zrównoważony Rozwój Polski” kierowanego przez prof. Adama Mazurkiewicza; dr Beata Poteralska pełni rolę sekretarza prac PPB „Zrównoważony Rozwój Polski”, mgr Anna Sacio-Szymańska – rolę eksperta zewnętrznego w NPF „Polska 2020”.

cym zakresie w podejmowanie decyzji dotyczących kierunków rozwoju polityki kraju i regionu tak, jak to ma miejsce w krajach Europy Zachodniej.

- **Niższy poziom rozwoju gospodarczego w porównaniu z krajami UE-15.** Mimo rewolucji spowodowanej rozwojem technologii informatycznych w połowie lat dziewięćdziesiątych, obecny poziom rozwoju gospodarczego Polski jest niższy niż krajów Europy Zachodniej, w momencie rozpoczynania przez nie realizacji pierwszych projektów foresight.
- **Biurokratyzacja systemu administracji.** Administracja publiczna w Polsce jest wciąż zamkniętym układem hierarchicznym, mało podatnym na ewaluację, mediację i dialog (elementy, które odgrywają istotne znaczenie w foresightcie).
- **Niechęć do aktywności planistycznej,** będąca konsekwencją długoletniego funkcjonowania w gospodarce planowej, w której społeczeństwo nie miało wpływu na proces podejmowania decyzji dotyczących przyszłości, a bezustanny proces planowania nie przynosił oczekiwanych skutków ekonomicznych.

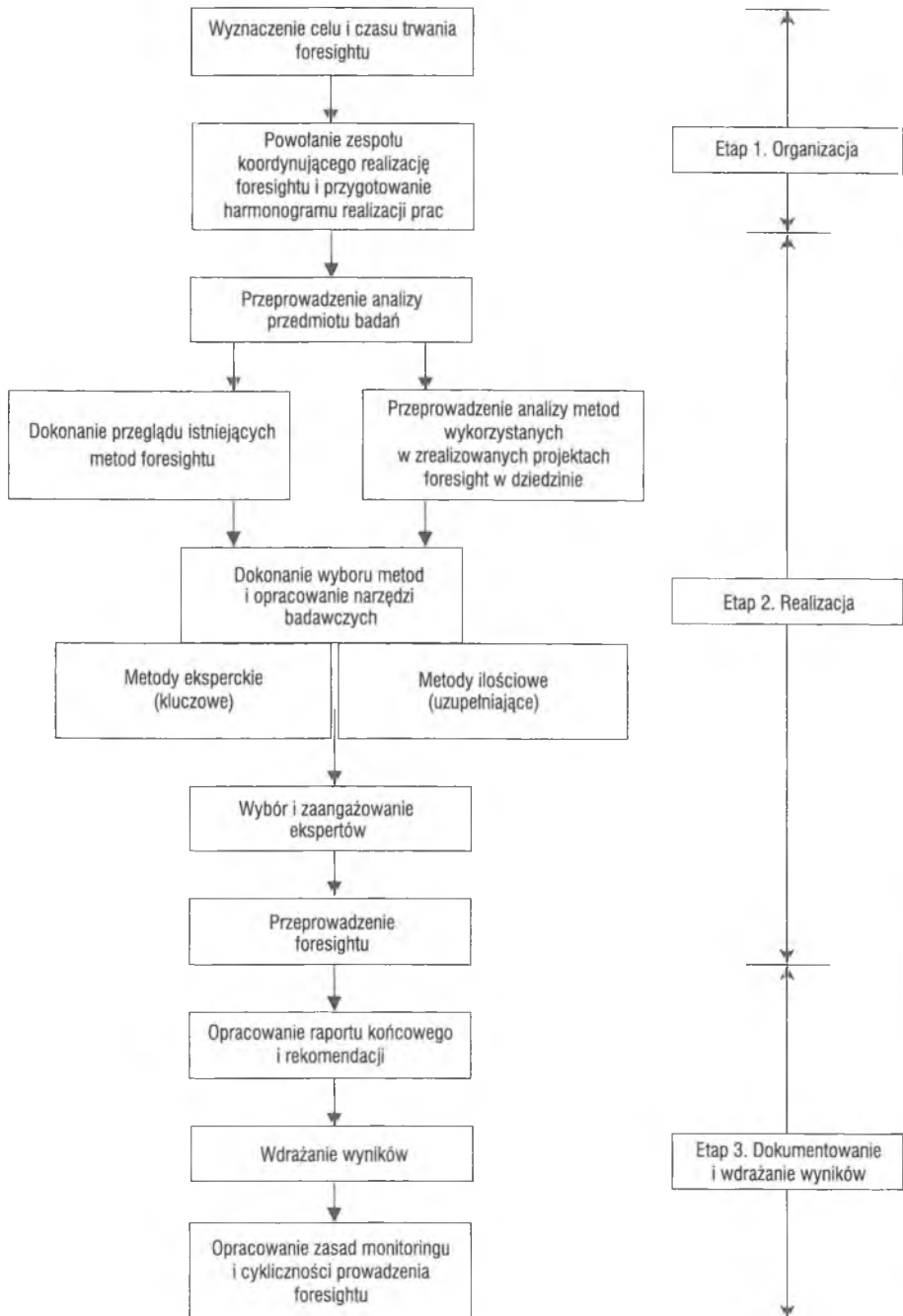
Na tle wymienionych uwarunkowań społeczno-gospodarczych rysuje się potrzeba upowszechnienia kultury planowania przyszłości w Polsce. Sprzyjają temu z pewnością obecnie realizowane projekty foresight na poziomie regionu, branży oraz kraju, jednak istotne znaczenie ma popularyzacja tego podejścia na szczeblu zaawansowanych technologicznie firm i strategicznych, krajowych instytutów badawczych<sup>2</sup>. Proponowany algorytm dotyczy prowadzenia foresightu w dużych jednostkach badawczo-rozwojowych działających na rzecz zrównoważonego rozwoju. W artykule zrównoważony rozwój rozumiany jest jako proces mający na celu zaspokojenie aspiracji rozwojowych obecnego pokolenia w sposób umożliwiający realizację podobnych dążeń następnym pokoleniom (Bruntland 1987, s. 24). Definiowany jest jako rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje integrowanie działań mających na celu wzrost gospodarczy oraz podnoszenie dobrobytu obywateli, z zachowaniem równowagi ekologicznej i trwałości podstawowych procesów zachodzących w środowisku naturalnym w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania potrzeb społecznych w równej mierze teraz jak i w przyszłości (na podstawie Ustawy „Prawo ochrony środowiska” 2001, art. 3).

### **Propozycja algorytmu realizacji procesu foresight w dużych jednostkach badawczo-rozwojowych działających na rzecz zrównoważonego rozwoju**

Doświadczenia wynikające ze zrealizowanych dotychczas projektów foresight w Polsce i w innych krajach pokazują, że nie można wskazać jednej, uniwersalnej metodyki zapewniającej sprawną i efektywną realizację tego typu projektów. Rozległy zakres tematyczny oraz interdyscyplinarny charakter prac prowadzonych na rzecz zrównoważonego rozwoju w znacznym stopniu determinują dobór metodyki wyznaczania kierunków rozwoju. Dotyczy to przede wszystkim sposobu wyboru metod prowadzenia foresightu oraz doboru ekspertów.

<sup>2</sup> Szczególne znaczenie dla popularyzacji idei foresightu powinno mieć przygotowanie i realizacja kolejnych projektów w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007–2015.

**Rysunek 1**  
Ogólny algorytm postępowania w trakcie realizacji procesu foresightu



Na rysunku 1 przedstawiono algorytm postępowania w trakcie realizacji projektów typu foresight, obejmujący następujące etapy:

1. Wyznaczenie ram organizacyjnych i przeprowadzenie analizy przedmiotu badań;
2. Dobór metod i przeprowadzenie foresightu przy ich wykorzystaniu;
3. Opracowanie raportu i rekomendacji dotyczących wdrażania wyników.

Zaproponowany algorytm postępowania podlega modyfikacjom w zależności od tematyki projektów foresight. Najważniejszym elementem realizacji projektów foresight jest dobór metod. W trakcie tego etapu należy uwzględnić następujące czynniki:

- przedmiot foresightu;
- dostępność danych statystycznych dotyczących badanych obszarów;
- doświadczenie zespołu w wykorzystaniu metod prowadzenia foresightu;
- ocena efektywności wykorzystania poszczególnych metod w innych projektach typu foresight dotyczących podobnej tematyki;
- istniejące zasoby;
- przewidywany czas trwania projektu.

Podczas prowadzenia analiz przedmiotu badań determinującego wybór metod realizacji foresightu przydatne narzędzie stanowi matryca umożliwiająca wskazanie elementów charakteryzujących badane zjawisko z uwzględnieniem czynników kluczowych (przykładową matrycę zaprezentowano w tabeli 1). Zidentyfikowanie charakterystycznych elementów analizowanej problematyki wspomaga proces wyboru metod i sposobu realizacji badań. Różny zestaw metod dobierany jest między innymi zależnie od tego, czy zakres projektu obejmuje jedną czy wiele technologii, realizowany jest w krótkim czy długim horyzoncie czasowym, dotyczy instytucji, sektora lub kraju.

**Tabela 1**  
Elementy charakteryzujące realizowany projekt typu foresight

| Czynnik               | Elementy                                    |                            |  |
|-----------------------|---|----------------------------|--|
| Motywacja             | ekstrapolatywna                             | normatywna                 |  |
| Charakter projektu    | naukowo-badawczy                            | technologiczny             | innowacyjny                                    |
| Zakres                | pojedynczy temat lub technologia            | kilka technologii          |  |
| Wymiar                | instytucja                                  | sektor                     | kraj/region                                    |
| Horyzont czasowy      | krótkookresowy (1-2 lata)                   | średniookresowy (3-10 lat) | długookresowy (powyżej 15 lat)                 |
| Cel                   | informacyjny                                | zorientowany na działania  |  |
| Użytkownicy docelowi  | kilku mających szeroką wiedzę na dany temat | różni odbiorcy             |  |
| Uczestnictwo          | wąskie, proces zamknięty                    | średnie                    | szerokie, zróżnicowane, proces reprezentatywny |
| Czas trwania projektu | dni   | miesiące                   | lata   |

W trakcie planowania przebiegu foresightu należy wybrać jeden element w ramach każdego czynnika. W zależności od potrzeb tablicę można modyfikować uzupełniając ją o dodatkowe czynniki i elementy.

Cechy charakterystyczne zrównoważonego rozwoju wskazują na konieczność wykorzystania w trakcie prowadzenia foresightu kilku metod<sup>3</sup> i stosowania podejścia mieszane-ego polegającego na łączeniu metod jakościowych, opartych na wiedzy ekspertów, z metodami ilościowymi, wykorzystującymi dane statystyczne. Wyniki uzyskane w efekcie zastosowania metod ilościowych pozwalają na uzyskanie informacji o podstawowych charakterystykach analizowanego zjawiska i powinny być zastosowane w dalszych badaniach jako wspomagające metody eksperckie. Pozwala to na wzajemne uzupełnianie się metod i kompensowanie w ten sposób ewentualnych braków i słabych stron. Zależnie od specyfiki projektu należy wykorzystać inne zestawy metod, a nawet tworzyć nowe metody poprzez łączenie istniejących lub ich modułów. Często analizy przy użyciu jednej metody prowadzone są po uprzednim wstępnym rozpoznaniu przedmiotu badania dokonany-ym za pomocą innych technik. W przypadku prowadzenia projektów foresight sprzyjających zrównoważonemu rozwojowi, realizacja badań metodą delficką (metoda jakościowo-ilościowa) może być poprzedzona np. analizą patentów, publikacji (metody ilościowe), a jej wyniki podsumowane badaniami przeprowadzonymi z zastosowaniem metody scenariuszowej (metoda jakościowa). Nowo powstające, rozwijające się technologie (*emerging technologies*), które charakteryzują analizowany obszar badawczy determinują wybór metod. Kluczowe znaczenie ma zastosowanie elastycznych metod wykorzystujących kreatywność, monitoring, mniejszy nacisk kładąc na analizy trendu. Wynika to z faktu, że im bardziej innowacyjne technologie, tym mniej przewidywalny jest ich rozwój i tym większym zmianom będą podlegać w przyszłości. Szczególnie efektywny mechanizm stanowi analiza dotychczas zrealizowanych projektów foresight w danej dziedzinie i zidentyfikowanie najbardziej efektywnych metod stosowanych w praktyce. Ponadto w odniesieniu do rozwiązań technologicznych, przy podejmowaniu decyzji zarówno o charakterze strategicznym jak i operacyjnym bardzo istotne znaczenie ma dogłębne poznanie zjawisk i procesów rynkowych. Dlatego też szczególnie istotne jest przeprowadzenie analiz rynkowych (stanowiących np. element analiz prowadzonych przy wykorzystaniu metody skanowania otoczenia).

Drugi, poza wyborem metod, bardzo istotny element dotyczący projektów, których realizacja przyczynia się do zrównoważonego rozwoju stanowi dobór ekspertów, którzy ze względu na specyfikę tej dziedziny muszą posiadać rozległą i interdyscyplinarną wiedzę. Wybór metody realizacji foresightu w odniesieniu do problematyki zrównoważonego rozwoju w znacznym stopniu determinuje zakres udziału różnych organizacji w realizacji projektów. Poza włączeniem do zespołu realizatorów ekspertów posiadających specjalistyczną wiedzę niezbędne jest również zaangażowanie przedstawicieli wytwórców i użytkowników w celu uwzględnienia ich potrzeb i zapewnienia praktycznego wykorzystania wyników projektu. Istotne znaczenie dla efektywności procesu foresight ma także zapewnienie reprezentacji wielu środowisk w badaniach – nie tylko ekspertów, ale także partnerów społecznych i gospodarczych. Można to zrealizować poprzez prowadzenie konsultacji społecznych<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Zdaniem praktyków foresightu najlepsze efekty przynosi łączenie przynajmniej pięciu metod (por. Keenan i in. 2006).

<sup>4</sup> W konsultacjach społecznych mogą uczestniczyć: przedstawiciele administracji rządowej i samorządowej, organizacje pozarządowych, organizacji pracodawców, związków zawodowych, samorządów zawodowych, środowisk eksperckich,

## Zastosowanie algorytmu do wyznaczenia kierunków badań nanotechnologicznych

Opracowany algorytm został wykorzystany pilotażowo do wyznaczenia kluczowych kierunków badań w dziedzinie nanotechnologii w Polsce, stanowiącej obecnie szybko rozwijającą się, interdyscyplinarną dziedzinę wiedzy o potencjalnym ogromnym znaczeniu dla rozwoju gospodarczego<sup>5</sup>.

Zgodnie z zaproponowanym algorytmem przeprowadzono analizę przedmiotu badań. Pierwszy etap prac stanowiła identyfikacja strategicznych obszarów w dziedzinie nanotechnologii. Za Komunikatem Komisji Europejskiej „Ku europejskiej strategii dla nanotechnologii” (2004, s. 10–22) przyjęto następujące obszary strategiczne: badania i rozwój, infrastruktura, rozwój kadr, innowacje przemysłowe oraz wymiar społeczny, dla których w dalszym etapie prac przewidziane zostały trendy rozwoju. Następnie, z uwzględnieniem przyjętych czynników kluczowych sprecyzowano elementy charakteryzujące realizowany projekt foresightu (tabela 2). Uwzględnienie wytypowanych elementów determinuje w znacznym stopniu możliwe do zastosowania metody zapewniające efektywne przeprowadzenie foresightu.

Tabela 2

Elementy charakteryzujące realizowany projekt foresightu w dziedzinie nanotechnologii

| Czynnik                          | Elementy  |
|----------------------------------|---|
| Przedmiot foresightu             | kierunki rozwoju nanotechnologii  |
| Charakter projektu               | technologiczny  |
| Zakres                           | wiele technologii   |
| Wymiar                           | krajowy (Polska)  |
| Horyzont czasowy                 | krótki okres (1–3 lata), średni okres (3–7 lat),<br>długi okres (ponad 7 lat) |
| Cel                              | zorientowany na działania   |
| Użytkownicy docelowi             | odbiorcy na poziomie kraju  |
| Czas trwania projektu            | kilka miesięcy  |
| Dostępność danych statystycznych | ograniczona   |

Źródło: jak do rysunku 1.

środowisk naukowo-badawczych, podmiotów sektora biznesu zaangażowanych w obszar „społecznej odpowiedzialności biznesu”, podmiotów działających w obszarze ekonomii społecznej, przedstawicieli parlamentarzystów, Komisji Europejskiej i innych instytucji unijnych. Za: *Raport z konsultacji społecznych „Wstępnego Projektu Programu Operacyjnego Społeczeństwo Obywatelskie, dokumentu służącego realizacji Narodowego Planu Rozwoju 2007–2013”*.

<sup>5</sup> Działania realizowane w tym zakresie w Instytucie Technologii Eksploatacji – PIB stanowiły wsparcie dla prac prowadzonych przez Interdyscyplinarny Zespół do spraw Nanonauki i Nanotechnologii kierowany przez prof. Adama Mazurkiewicza. Najważniejszy wynik prac zespołu stanowi dokument *Nanonauka i Nanotechnologia. Narodowa Strategia dla Polski*, (Warszawa 2006). W ramach strategii wskazano priorytetowe kierunki badawcze i aplikacyjne, zaproponowano działania w zakresie rozwoju aparatury i infrastruktury laboratoryjnej, działania strategiczne w obszarze kształcenia i doskonalenia kadr oraz zacieśniania współpracy sektora badań z przemysłem, a także dotyczące opracowania uregulowań prawnych normujących rozwój nanotechnologii.

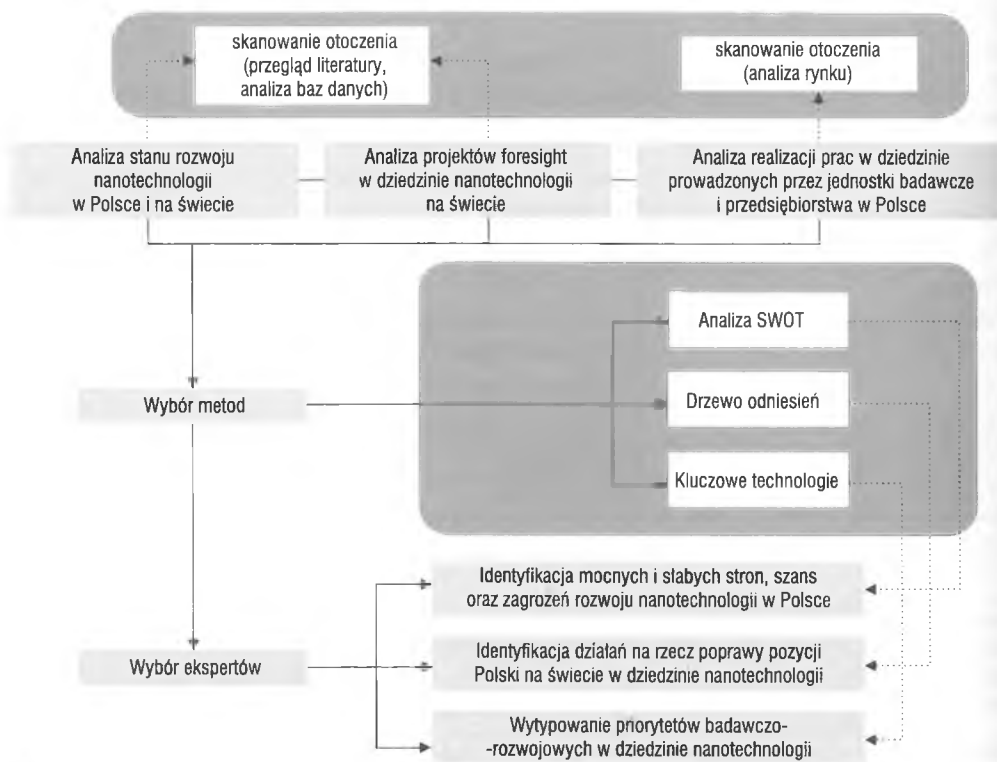


W celu dokonania wyboru najbardziej efektywnego zestawu metod do wyznaczenia kierunków badań nanotechnologicznych w Polsce, przeprowadzono analizę wybranych projektów typu foresight realizowanych w obszarze nanotechnologii w innych krajach pod kątem efektywności zastosowania w nich metod foresightu<sup>6</sup>. Na podstawie analizy zakresu i wyników zrealizowanych projektów zdecydowano o wyborze metody kluczowych technologii (metoda główna) jako najbardziej efektywnej metody w przypadku realizowanego zadania.

W wyniku przeprowadzonych analiz przedmiotu badań oraz metod stosowanych w projektach foresight w dziedzinie nanotechnologii podjęto decyzję o zastosowaniu dodatkowych metod eksperckich (skanowanie otoczenia, analiza SWOT, drzewo odniesień) i uzupełnieniu ich badaniami statystycznymi. Z wykorzystaniem metody kluczowych technologii oraz wymienionych metod wspomagających przeprowadzono foresight dotyczący wyznaczenia kluczowych kierunków rozwoju w dziedzinie nanotechnologii (rysunek 2).

### Rysunek 2

Przebieg foresightu dotyczącego wyznaczenia kluczowych kierunków badań w dziedzinie nanotechnologii w Polsce (etap 2 algorytmu)



Źródło: jak do rysunku 1.

<sup>6</sup> Między innymi Narodowy Program Foresight Czechy (<http://www.foresight.cz>), projekt NanoRoadMap (<http://www.nanoroadmap.it>), APEC Foresight (<http://www.apecforesight.org>).

Podstawowe znaczenie dla wyznaczania kierunków rozwoju nanotechnologii w Polsce ma znajomość najważniejszych tendencji rozwojowych tej dziedziny na świecie, a także stanu i potencjału badawczego, kadrowego, infrastrukturalnego i przemysłowego w kraju do realizacji tej tematyki. W tym celu, stosując metody skanowania otoczenia, przeszukując bazy danych i korzystając z polsko- i obcojęzycznej literatury przedmiotu, przeprowadzono analizy porównawcze kierunków i stopnia rozwoju nanotechnologii we wskazanych obszarach strategicznych w wybranych krajach i w Polsce. Analizy stanu rozwoju nanotechnologii w Polsce z zastosowaniem metody skanowania otoczenia uzupełniono analizą wyników badań statystycznych przeprowadzonych na ograniczonej próbie, obejmującej jednostki badawcze i przedsiębiorstwa realizujące prace w dziedzinie nanotechnologii. Wynikiem przeprowadzonej analizy stanu rozwoju nanotechnologii w kluczowych pięciu obszarach w wybranych gospodarkach świata i w Polsce była analiza SWOT (*Nanonauka...* 2006, s. 26), wskazująca na mocne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia rozwoju tej dziedziny wiedzy w Polsce.

Kolejnym etapem prac było opracowanie drzewa odniesień identyfikującego działania, które powinny zostać podjęte w celu poprawy pozycji Polski na świecie w dziedzinie nanotechnologii. Uzyskane wyniki stanowiły podstawę do wytypowania kluczowych kierunków rozwoju nanotechnologii w Polsce. W tym celu wykorzystano metodę kluczowych technologii, w wyniku zastosowania której zostały wytypowane priorytety badawczo-rozwojowe w dziedzinie nanotechnologii, których rozwój będzie miał zasadnicze znaczenie dla poprawy pozycji konkurencyjnej kraju w tej dziedzinie i które powinny uzyskać preferencyjne finansowanie ze środków publicznych oraz wsparcie organizacyjne. W wyniku zastosowania, we współpracy z ekspertami w dziedzinie nauk podstawowych i nanotechnologii, metody kluczowych technologii zostały wytypowane kluczowe kierunki badań w dziedzinie nanotechnologii. Wśród nich za najważniejsze uznano: „Nanomateriały i nanokompozyty” i „Zjawiska i procesy w nanoskali”, w których Polska posiada już znaczące osiągnięcia i które rozwijane są obecnie we wszystkich wiodących gospodarkach świata. Uznano, że w dalszym ciągu powinny być one intensywnie rozwijane w naszym kraju. Drugą grupę tematów stanowią obszary nowe: „Nanostruktury” i „Urządzenia w nanoskali”, w których dotychczas nie były prowadzone prace w Polsce, ale w których istnieje już obecnie w kraju niezbędny potencjał umożliwiający ich realizację i osiągnięcie w stosunkowo krótkim czasie liczącej się pozycji w Europie. Ponadto wskazano na potrzebę prowadzenia prac w obszarach „Nanoanalitika i nanometrologia” oraz „Procesy i urządzenia produkcyjne” w zakresie niezbędnym do realizacji wytypowanych podstawowych obszarów strategicznych.

## Podsumowanie

Opracowany algorytm realizacji foresightu może być wykorzystany w odniesieniu do różnych dziedzin wiedzy, zarówno w skali makro (foresight narodowy) – do identyfikowania kierunków prac naukowo-badawczych na poziomie kraju, jak i w skali mikro (foresight korporacyjny) – do wyznaczania kierunków działalności przedsiębiorstw oraz organizacji badawczo-rozwojowych.

W przypadku firm foresight jako narzędzie pozwalające na identyfikowanie wylaniających się trendów, czynników zmian, możliwości oraz ograniczeń rynkowych, mających istotny wpływ na funkcjonowanie organizacji w przyszłości ma kluczowe znaczenie w aspekcie utrzymania konkurencyjnej pozycji na rynku. W przypadku instytucji naukowo-badawczych foresight stanowi efektywne narzędzie stosowane w celu wyznaczenia priorytetów badawczo-rozwojowych odzwierciedlających rzeczywiste potrzeby przemysłu oraz priorytetów badawczych wspieranych na poziomie kraju.

Aby opracowany algorytm mógł być wykorzystany przez przedsiębiorstwa oraz instytucje naukowo-badawcze, realizacja foresightu powinna uwzględniać specyficzne czynniki, decydujące o sposobie prowadzenia przez nie działań foresight, m.in.: wielkość organizacji, zakres i kierunki prowadzonej działalności, aktualna pozycja na rynku, miejsce instytucji w krajowym systemie badań.

## Literatura

**Bruntland G. (red.) 1987**

*Our Common Future: The World Commission on Environment and Development*, Oxford University Press, Oxford.

**Keenan M., Butter M., Sainz de la Fuente G., Popper R. 2006**

*Mapping Foresight in Europe and Other Regions of the World*, European Foresight Monitoring Network.

**Kleiber M. 2007**

*Narodowy Program Foresight „Polska 2020”*, Konferencja Otwierająca Realizację NPF „Polska 2020”, 1 marca 2007, Warszawa.

**Kozłowski J. 2001**

*Adaptation of Foresight Exercises in Central and Eastern European Countries*, UNIDO Regional Conference on Technology Foresight for Central and Eastern Europe and the Newly Independent States, Wiedeń, 4 maja 2001.

**Ku europejskiej... 2004**

*Ku europejskiej strategii dla nanotechnologii. Komunikat Komisji*, Komisja Europejska. Bruksela, 12 maja 2004.

**Martin B. 1996**

*Foresight in Science and Technology*, „Technology Analysis and Strategic Management” nr 7.

**Matczewski A. 2005**

*Raport końcowy z realizacji Pilotażowego Projektu Foresight w polu badawczym Zdrowie i Życie*, Warszawa, czerwiec 2005.

**Nanonauka... 2006**

*Nanonauka i nanotechnologia. Narodowa Strategia dla Polski*, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Interdyscyplinarny Zespół do spraw Nanonauki i Nanotechnologii, Warszawa.

**Nowicka I. 2007**

*Realizacja projektów typu foresight w Polsce*, „Acta Bio-Optica et Informatica Medica”, t. 13, nr 3.

**Rader M., Porter A.L. 2004**

*FTA Assumptions: Methods and Approaches in the Context of Achieving Outcomes*, EU-US Seminar: New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods, Sewilla 13–14 maja 2004.

**Sacio-Szymańska A., Kuciński J. 2007**

*National Foresight Programme „Poland 2020”*, „EFMN Brief”, nr 121.

**Tamowicz P., Szultka S. 2005**

*Innowacje i gospodarka – na przekór stereotypom*, w: *Między nauką a gospodarką – kontynuacja czy reforma?*, „Niebieskie Księgi”, nr 18, Polskie Forum Strategii Lizbońskiej, Gdańsk.

**UNIDO... 2005**

*UNIDO Technology Foresight Manual, Organisation and Methods*, t. 1, United Nations Industrial Development Organisation, Wien.

**Ustawa... 2001**

*Ustawa z 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska*, DzU 2001, nr 62, poz. 627.