

Anna SACIO-SZYMAŃSKA¹, Beata POTERAŁSKA², Adam MAZURKIEWICZ³

ZASTOSOWANIE METODY ROADMAPPINGU TECHNOLOGICZNEGO W PROJEKTACH FORESIGHT

W artykule dokonano analizy metody roadmappingu technologicznego. Przytoczono podstawowe definicje charakteryzujące proces roadmappingu, zidentyfikowano metody stosowane na poszczególnych etapach roadmappingu oraz przedstawiono autorską metodykę roadmappingu zastosowaną w projekcie foresightu technologicznego pn. „Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju”, realizowanym w ramach programu operacyjnego „Innowacyjna gospodarka”.

1. WPROWADZENIE

Roadmapping jako metoda planowania strategicznego pozwala zharmonizować rozwój potencjału technologicznego i planowanych do opracowania innowacyjnych produktów ze scenariuszami rozwoju gospodarki oraz potrzebami rynku. Metoda została opracowana oraz zastosowana po raz pierwszy w firmie Motorola w latach 70. XX wieku⁴. Początkowo metoda znalazła zastosowanie w sektorach technologicznie intensywnych (elektronicznym, kosmicznym, obrony). Przełomowy dla upowszechnienia metody roadmappingu był rok 1992, w którym po raz pierwszy zastosowano ją do opracowania sektorowej strategii rozwoju produkcji półprzewodników⁵ i upowszechniono uzyskane wyniki na szeroką skalę⁶.

2. ANALIZA PODSTAWOWYCH TERMINÓW Z ZAKRESU ROADMAPPINGU TECHNOLOGICZNEGO

Od 2000 r. notuje się wzrost intensywności wykorzystania metody roadmappingu w projektach badawczo-rozwojowych finansowanych ze środków publicznych m.in.

¹ Mgr Anna Sacio-Szymańska, Zespół Strategii Innowacyjnych, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu.

² Dr Beata Poterańska, Zespół Strategii Innowacyjnych, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu.

³ Prof. dr hab. inż. Adam Mazurkiewicz, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy w Radomiu

⁴ R. Phaál, *Fast-start roadmapping methods*, UNIDO Technology Foresight for Practitioners: A Specialized Course on Roadmapping (Praga, 17–21 XI 2008).

⁵ www.itrs.net

⁶ Mapy tworzone na poziomie organizacji nie były udostępniane publicznie. Kluczową rolę w popularyzacji tej metody odegrał amerykański Department Obrony, finansując opracowanie map technologicznych w wielu sektorach przemysłowych w USA (www.eere.energy.gov). Wyniki opublikowanych niedawno badań dotyczących liczby opracowanych map w sektorze publicznym (www.ifm.eng.cam.ac.uk/ctm/trm/documents/published_roadmaps.pdf) wskazują ponad 1000 przykładowych zastosowań roadmappingu w wielu sektorach gospodarki, takich jak energia, transport, materiały, ICT, produkcja, budownictwo, ochrona zdrowia czy obrona.

w Europie⁷, Stanach Zjednoczonych⁸, Korei Płd.⁹ i Japonii¹⁰. Przeważająca liczba projektów realizowanych z wykorzystaniem roadmappingu jest prowadzona w sektorze prywatnym. Występuje znaczna różnorodność podejść metodycznych przewidzianych do zastosowania w przedsiębiorstwach (głównie w przedsiębiorstwach zaawansowanych technologicznie oraz w korporacjach międzynarodowych). Wśród badaczy, którzy opracowali autorskie metodyki prowadzenia analiz z wykorzystaniem roadmappingu na wymienienie zasługując:

- w odniesieniu do metodyk przeznaczonych dla projektów realizowanych przez instytucje sektora prywatnego: P. Groenveld, S. Lee, Y. Park, E. Lichtenthaler, R. Phaal, C. Farrukh, D. Probert, P. Savioz, M. Blum, G. Reger, F. Lizaso, T. Fleischer, U. Fiedeler, D. Robinson, T. Propp, S. Walsh;
- w odniesieniu do metodyk przeznaczonych dla projektów realizowanych przez instytucje sektora publicznego: Y. Yasunaga, M. Watanabe, M. Korenaga; Y. Choi; A. Hitoshi, A. Takashi, S. Akihiko, J. Fumio, S. Hiraku.

Rozumienie roadmappingu u wymienionych autorów jest zbliżone i odpowiada następującej definicji: „roadmapping to narzędzie umożliwiające przedsiębiorstwom przewidywanie przyszłych potrzeb rynkowych oraz wskazywanie i opracowywanie produktów i rozwiązań technologicznych niezbędnych do ich zaspokojenia”¹¹.

W tej definicji uwypuklony jest aspekt rynkowy roadmappingu. Przedmiotem roadmappingu są przyszłe produkty, a punkt wyjścia w prowadzonych analizach stanowi zidentyfikowanie oraz zdefiniowanie wyłaniających się potrzeb rynkowych. Inni autorzy podkreślają aspekt technologiczny roadmappingu: „roadmapping to proces, w wyniku którego następuje identyfikacja przewidywanych zastosowań technologii znajdujących się w fazie wdrożeniowej lub pozostających w fazie badań”¹². W tym przypadku przedmiotem roadmappingu jest technologia (posiadana lub rozwijana w przedsiębiorstwie). Celem analiz prowadzonych w ramach procesu roadmappingu jest identyfikacja wariantowych zastosowań technologii do opracowania nowych produktów lub usług.

Badacze opracowujący metodykę roadmappingu dla projektów prowadzonych przez instytucje sektora publicznego (np. ministerstwa) podają następującą definicję: „roadmapping to proces, który umożliwia identyfikację racjonalnych możliwości rozwoju sektora lub grupy technologii w długim okresie”¹³. Treść tej definicji potwierdza tezę D. Robinsona¹⁴, którego zdaniem upowszechnienie roadmappingu w metodykach programowania projektów badawczo-rozwojowych finansowanych ze środków publicznych (głównie

⁷ Np. *Foresight Vehicle Technology Roadmap. Technology and Research Directions for Future Road Vehicles*, Society of Motor Manufacturers and Traders Ltd, 2004.

⁸ Np. *The National Hydrogen Energy Roadmap*, United States Department of Energy 2002.

⁹ Y. Choi, *Technology Roadmap in Korea: Foresight Activities in Asian Countries*, The Second International Conference on Technology Foresight (Tokio, 27–28 II 2003).

¹⁰ Y. Yasunaga, M. Watanabe, M. Korenaga, *Application of technology roadmaps to governmental innovation policy for promoting technology convergence*, „Technological Forecasting and Social Change” 76 (2009), s. 61–79.

¹¹ *Technology Planning for Business Competitiveness: A Guide to Developing Technology Roadmaps*, Emerging Industries Section Department of Industry, Science and Resources, Canberra 2001, s. 6.

¹² S.T. Walsh, *Roadmapping a disruptive technology: A case study – The emerging microsystems and top-down nanosystems industry*, „Technological Forecasting and Social Change” 71 (2004), s. 161–185.

¹³ Y. Yasunaga, M. Watanabe, M. Korenaga, *Application of technology roadmaps...*, s. 61–79.

¹⁴ D. Robinson, *Multi-path mapping as strategic intelligence for reflexive alignment in emerging S&T*, Second International Seville Seminar on Future-Oriented Technology Analysis: “Impact of FTA Approaches on Policy and Decision-Making” (Sewilla, 28–29 IX 2006).

projektów foresightowych) spowodowało zawężenie istoty procesu. W projektach sektora publicznego roadmapping stanowi narzędzie służące przedstawieniu jedynie wizji rozwojowych sektora lub obszaru badań. Natomiast w odniesieniu do zastosowań metody w instytucjach sektora prywatnego, roadmapping jest instrumentem wykorzystywanym zarówno do opracowywania wizji rozwojowych przedsiębiorstwa, jak i do budowania strategii biznesowych. W artykule przyjęto autorską definicję roadmappingu: „Roadmapping to proces, w wyniku którego opracowuje się wizje przyszłych produktów na podstawie przewidywanych zastosowań technologii znajdujących się w fazie wdrożeniowej lub pozostających w fazie badań”.

Proces roadmappingu przebiega w trzech etapach: pre-roadmapping, roadmapping, post-roadmapping. Na pierwszym etapie należy zdefiniować cel realizacji roadmappingu (np. jakie są możliwości wykorzystania nanotechnologii w obszarze inżynierii powierzchni w perspektywie 10 lat), dokonać wyboru ekspertów-uczestników procesu roadmappingu oraz metod jego realizacji.

W fazie roadmappingu dokonuje się doboru oraz analizy m.in. rynkowych, produktowych i technologicznych czynników umożliwiających osiągnięcie celu oraz opracowuje wariantowe scenariusze prowadzące do jego realizacji w przyjętej perspektywie czasowej. Finalny rezultat osiągnięty w fazie roadmappingu stanowi umiejscowiony w czasie plan działań powiązanych ze scenariuszami rozwoju sfer rynku, produktu, badań i technologii, przedstawiony w postaci graficznej i określany mianem mapy drogowej technologii. Definicję mapy drogowej technologii podają realizatorzy projektu „Integrated Manufacturing Technology Roadmapping”¹⁵: „mapa drogowa technologii to plan, który przedstawia wizje rozwojowe przedsiębiorstwa w aspekcie rynkowym, produktowym, technologicznym z uwzględnieniem posiadanych zasobów (np. finansowych, ludzkich)”. W artykule przyjęto następującą autorską definicję mapy drogowej technologii: „mapa drogowa technologii to plan, który przedstawia wizje rozwojowe wybranych priorytetowych obszarów badawczych w aspekcie potencjału rynkowego, technologicznego oraz kadrowego”.

W fazie post-roadmappingu opracowana mapa jest poddawana krytycznej ocenie oraz akceptowana przez instytucje, które będą ją wdrażać. Powinna być następnie poddawana cyklicznym przeglądom i uaktualnieniom¹⁶.

2.1. Struktura map technologii

Podstawę do opracowania map technologii stanowi model planowania rozwoju technologii (*technology planning framework*), w którym identyfikuje się:

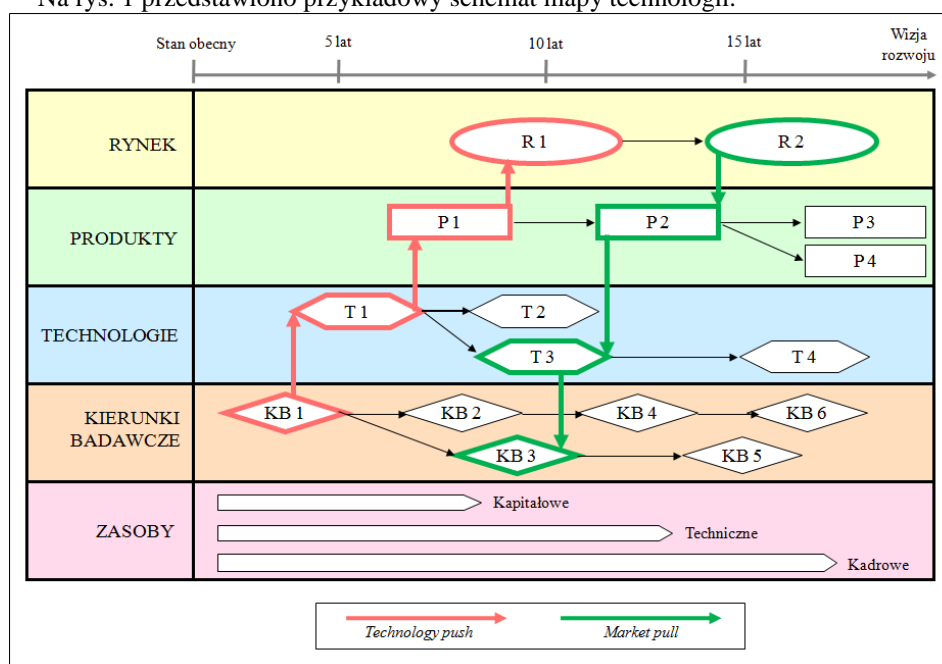
- potrzeby sektora przemysłowego i naukowo-badawczego, kraju, organizacji itp. (uwzględnienie oddziaływania rynku – *market pull*);
- produkty, usługi i przedsięwzięcia, które zaspokoją zidentyfikowane potrzeby;
- technologie i kierunki badawcze pozwalające na wytworzenie nowych produktów, usług (uwzględnienie rozwoju technologicznego – *technology push*);
- potencjał i zasoby (np. kapitałowe, kadrowe), które pozwolą na realizację pożądanej wizji rozwoju.

¹⁵ *Integrated Manufacturing Technology Roadmapping Project: Modeling & Simulation*, Oak Ridge, TN 2000, <http://simula.cesga.es/document/docs/Integrated%20Manufacturing%20Technology.pdf>.

¹⁶ Należy zachować ostrożność w traktowaniu mapy jako zamkniętego planu działań. Prowadzenie cyklicznej aktualizacji mapy jest konieczne przy uwzględnieniu zmian wewnętrznych oraz zewnętrznych warunków funkcjonowania organizacji (sektora). R. Phaal, *Fast-start roadmapping methods*.

Szacuje się również, w jakim horyzoncie czasowym nastąpi realizacja scenariuszy obejmujących wymienione elementy (potrzeby, produkty, technologie, kierunki badawcze, zasoby)¹⁷.

Na rys. 1 przedstawiono przykładowy schemat mapy technologii.



Rys.1. Przykładowy schemat mapy technologii

Źródło: opracowanie własne na podstawie: R. Phaal, *Fast-start roadmapping methods*, UNIDO Technology Foresight for Practitioners: A Specialized Course on Roadmapping (Praga, 17–21 XI 2008).

Wyróżnia się kilka rodzajów map roadmappingu: mapy produktu, mapy technologii, mapy przemysłu oraz mapy naukowo-badawcze. Mapy produktu, opracowywane w przedsiębiorstwach, obejmują horyzont prognozy sięgający od trzech do pięciu lat; mapy technologii oraz przemysłu, tworzone przez strategiczne instytuty badawcze¹⁸ lub organy administracji krajowej, dotyczą przedziału czasowego 10–15 lat, natomiast mapy naukowo-badawcze koncentrują się na prognozach dwudziesto-trzydziestoletnich¹⁹.

¹⁷ R. Phaal, *Fast-start roadmapping methods*.

¹⁸ W artykule przyjęto definicję strategicznego instytutu badawczego tożsamą z definicją państwowego instytutu badawczego podaną w ustawie o instytutach badawczych, według której jest nim: „instytut naukowo-badawczy [...], w którym są wykonywane w sposób ciągły zadania [...] związane z prowadzonymi badaniami naukowymi lub pracami rozwojowymi, określonymi w statucie jednostki [...] szczególnie ważne dla planowania i realizacji polityki państwa [...] w zakresie ustalonym przez Radę Ministrów w wieloletnich programach badawczych”. Ustawa z 25 lipca 1985 r. o jednostkach badawczo-rozwojowych (DzU 01.33.388. ze zm.).

¹⁹ Y. Yasunaga, M. Watanabe, M. Korenaga, *Application of technology roadmaps...*, s. 61–79.

2.2. Metody i procedury wykorzystywane w procesie opracowywania mapy technologii

W fazie roadmappingu wyróżnia się trzy główne etapy prac: opracowanie diagnozy stanu badanego systemu, stworzenie preferowanej wizji rozwoju oraz zaproponowanie wariantowych działań umożliwiających realizację pożądanego scenariusza. Metody, które zwykle stosuje się na etapie diagnozy stanu badanego systemu, obejmują m.in. analizę SWOT, STEEPV, bibliometrię i analizę patentów. Główną metodą wykorzystywaną na etapie opracowywania wizji rozwoju zagadnienia analizowanego w ramach roadmappingu jest metoda budowania scenariuszy. Metodę kluczowych technologii oraz metodę delficką stosuje się na finalnym etapie, dotyczącym identyfikacji działań umożliwiających realizację pożądanego scenariusza. Natomiast warsztaty to metoda, która służy integracji rezultatów uzyskanych na poszczególnych etapach roadmappingu, opracowaniu poszczególnych elementów mapy i identyfikacji powiązań między nimi. W tabeli 1 przedstawiono charakterystyki metod stosowanych na poszczególnych etapach realizacji roadmappingu (rys. 2) ze względu na cel ich wykorzystania oraz sposób implementacji.

Tabela 1. Metody proponowane do zastosowania w procesie opracowania mapy technologii

Etap roadmappingu	Metoda	Cel wykorzystania	Sposób implementacji
I. Diagnoza stanu badanego systemu	1. SWOT	— identyfikacja słabych i mocnych stron, szans i zagrożeń rozwoju badanego systemu	Panele eksperckie Burza mózgów
	2. STEEPV	— identyfikacja czynników wpływających na rozwój badanego systemu	Badania kwestionariuszowe Warsztaty Burza mózgów
	3. Bibliometria	— identyfikacja nowych kierunków badawczych oraz technologii w obszarze przedmiotowej problematyki — identyfikacja ekspertów w dziedzinie	Analizy prowadzone przez indywidualnych badaczy
	4. Analiza patentów	— ocena stanu zaawansowania badań w dziedzinie — identyfikacja nisz technologicznych	Analizy prowadzone przez indywidualnych badaczy

Etap roadmappingu	Metoda	Cel wykorzystania	Sposób implementacji
II. Opracowanie wizji rozwoju badanego systemu	5. Budowanie scenariuszy ²⁰	– opracowanie wariantowych scenariuszy rozwoju badanego systemu	Warsztaty Panele eksperckie Burza mózgów
	6. Krzyżowa analiza wpływów	– identyfikacja relacji między czynnikami wpływającymi na rozwój badanego systemu – wybór czynników kluczowych	Badania kwestionariuszowe
III. Zaproponowanie wariantowych działań umożliwiających realizację preferowanej wizji rozwoju	7. Kluczowe technologie	– identyfikacja, priorytetyzacja i wybór technologii kluczowych, których opracowanie umożliwi wygenerowanie przyszłościowych produktów	Badania kwestionariuszowe Panele eksperckie Burza mózgów
	8. Metoda delficka		

Źródło: opracowanie własne.

Niezależnie od zastosowanych metod, w literaturze i praktyce występują dwa podejścia metodyczne realizacji procesu roadmappingu w organizacji: podejście systemowe (*T-plan*) oraz sektorowe (*S-plan*)²¹. Podejście systemowe (*T-plan*) jest stosowane w celu zaproponowania strategii działania w odniesieniu do wybranego, jednego elementu procesu innowacji – np. opracowania wizji nowych produktów. Natomiast podejście sektorowe (*S-plan*) jest wykorzystywane w celu zainicjowania procesu roadmappingu w organizacji i uwzględnia opracowanie ogólnej wizji rozwoju firmy.

Wśród korzyści wynikających z zastosowania roadmappingu jedną z najczęściej przytaczanych jest usprawnienie procesu komunikacji. Interakcyjność przedsięwzięcia wpływa m.in. z konieczności konsultacji wszystkich elementów mapy technologii w szerokim gronie ekspertów²² oraz z wymogu prowadzenia systematycznej aktualizacji mapy, która stanowi punkt odniesienia dla podtrzymania dialogu wewnątrz organizacji (lub w sektorze) i usprawnienia procesu podejmowania decyzji.

Ze względu na korzyści, jakie przynosi zastosowanie roadmappingu, metoda została wyselekcjonowana przez autorów artykułu²³ jako podstawowa metoda realizacji projektu

²⁰ Analiza metodyk zastosowanych w projektach foresightu realizowanych w sektorze publicznym wskazuje na silny związek roadmappingu technologicznego z metodą budowania scenariuszy. W projektach foresightu, w których zastosowano obydwie metody, scenariusze stanowiły podstawę do opracowania mapy przedstawiającej sposób realizacji preferowanego scenariusza rozwoju i odwrotnie, opracowana uprzednio mapa rozwoju technologii posłużyła do identyfikacji kilku scenariuszy rozwoju badanego zagadnienia. G. Tegart, R. Johnston, *Some Advances in the Practice of Foresight*, EU-US Seminar: "New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods" (Sewilla, 13–14 V 2004), Session 1: "Methodological Selection".

²¹ R. Phaal, *Fast-start roadmapping methods*.

²² W sektorze prywatnym mapy są wynikiem współpracy pracowników kilku komórek organizacyjnych – np. ekspertów ds. produktu, twórców innowacyjnych rozwiązań technologicznych i specjalistów ds. marketingu. Natomiast w sektorze publicznym mapy opracowują eksperci reprezentujący kilka organizacji sektora nauki, przemysłu, administracji krajowej i regionalnej itd.

²³ Autorzy artykułu opracowali metodologię realizacji projektu „Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju” – zob. <http://portaltechnologii.pl>.

pt. „Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju”²⁴.

3. ZASTOSOWANIE METODY ROADMAPPINGU TECHNOLOGICZNEGO W PROJEKCIE „ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE PRZEMYSŁOWE I EKOLOGICZNE DLA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU KRAJU”

Projekt „Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju” jest realizowany w ramach programu operacyjnego „Innowacyjna gospodarka”. Zakres tematyczny projektu dotyczy foresightu technologicznego w skali kraju w zakresie technologii wspomagających zrównoważony rozwój. Projekt bazuje na dwóch zasadniczych źródłach inspiracji dotyczących tematyki zrównoważonego rozwoju:

- na panelu pola badawczego „Zrównoważony rozwój Polski” realizowanym w latach 2006–2008 w ramach „Narodowego programu foresight – Polska 2020”²⁵ oraz
- na statutowym wymogu kształtowania w kraju problematyki w zakresie technologii zrównoważonego rozwoju przez Państwowy Instytut Badawczy – Instytut Technologii Eksploatacji w Radomiu.

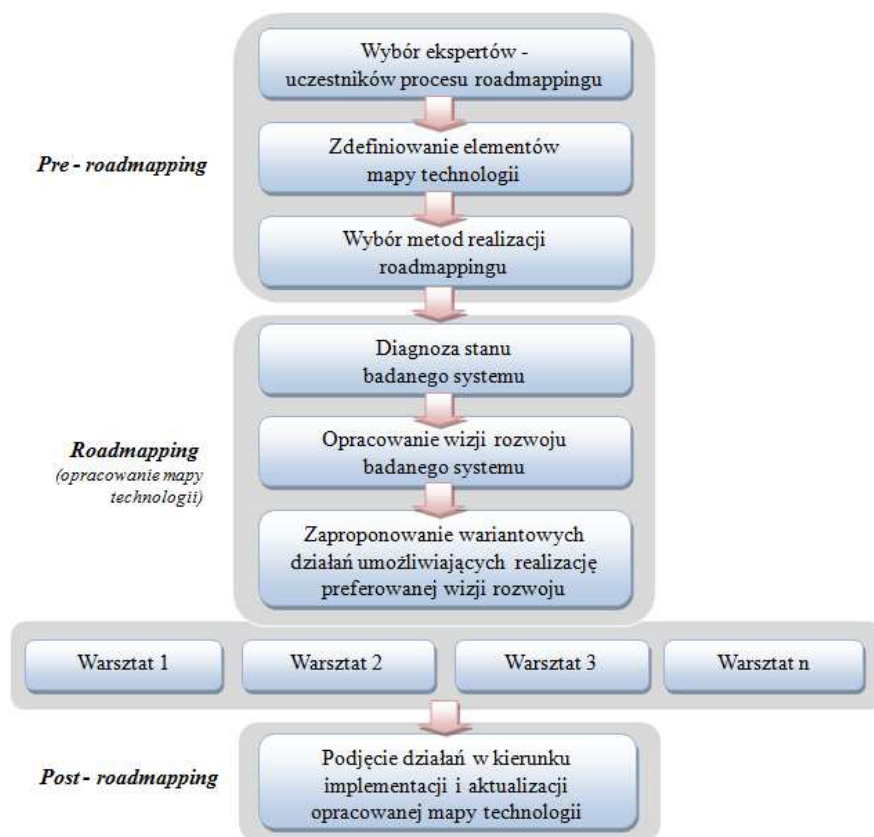
Cel projektu stanowi opracowanie mapy kierunków badawczo-rozwojowych w skali kraju w zakresie zagadnień technologii produkcyjnych, eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych, ochrony środowiska oraz kształcenia kadr na potrzeby zaawansowanych technologii przemysłowych, a także opracowanie planu realizacji wizji rozwoju tych technologii w horyzoncie czasowym do 2020 r. Odbiorcami wyników projektu²⁶ są organy administracji państwowej oraz instytuty badawcze, dla których w celu efektywnego wyboru kierunków prowadzonych prac niezbędny jest dostęp do informacji dotyczących możliwości opracowania i wdrożenia poszczególnych technologii lub ich grup z uwzględnieniem szczególnych możliwości rozwojowych oraz barier. Ponadto bardzo istotnym odbiorcą wyników projektu są podmioty gospodarcze zainteresowane wdrażaniem innowacyjnych rozwiązań technologicznych.

Procedurę roadmappingu dla projektu „Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju” (rys. 2) opracowano na bazie przeprowadzonych analiz podstaw teoretycznych metody roadmappingu technologicznego oraz studiów przypadku zastosowania metody w projektach naukowo-badawczych ukierunkowanych na technologie wspomagające zrównoważony rozwój gospodarki.

²⁴ Projekt jest realizowany pod kierunkiem prof. A. Mazurkiewicza i prof. B. Piaseckiego przez konsorcjum złożone z Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowego Instytutu Badawczego w Radomiu (koordynator projektu) i Instytutu Badań nad Przedsiębiorczością i Rozwojem Ekonomicznym EEDRI przy Społecznej Wyższej Szkole Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi oraz przez ekspertów zewnętrznych, wśród których szczególnie istotne znaczenie przypisano przedstawicielom platform technologicznych oraz uczestnikom dotychczas zrealizowanych projektów typu foresight.

²⁵ A. Mazurkiewicz, B. Poteralska, *Zrównoważony rozwój Polski*, [w:] „Narodowy program foresight – Polska 2020”. *Dyskusje założenia scenariuszy*, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” – Polska Akademia Nauk, Warszawa 2010, s. 106–153.

²⁶ Wśród odbiorców rezultatów projektu istotne miejsce zajmują polskie platformy technologiczne ze względu na cel ich działania, obejmujący m.in. wspomaganie procesów uruchamiania strategicznych programów badawczych.



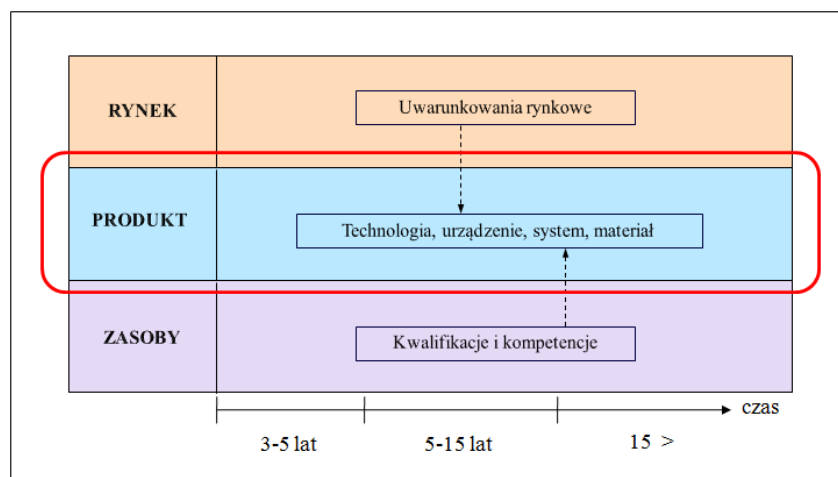
Rys. 2. Metodyka budowania map technologii w projekcie „Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju”.

Źródło: opracowanie własne.

Zespół realizatorów projektu, sprawujący nadzór metodyczny nad realizacją procesu roadmappingu, zaproponował kryteria metodyczne, zgodnie z którymi wytypowano ekspertów ds. technologii oraz ekspertów ds. kształcenia i szkolenia ustawicznego, prowadzących analizy w następujących wygenerowanych dziedzinach objętych procesem roadmappingu:

- Specjalizowana aparatura badawcza i testowa,
- Technologie mechatroniczne i systemy sterowania,
- Zaawansowane technologie materiałowe i nanotechnologie,
- Technologie proekologiczne,
- Technologie bezpieczeństwa technicznego i środowiskowego.

Eksperti w poszczególnych dziedzinach we współpracy z zespołem realizatorów projektu przyjęli, że mapa technologii będzie obejmowała trzy warstwy: „Rynek”, „Produkt”, „Zasoby” i uwzględniała horyzont czasowy od 5 do ponad 15 lat (rys. 3).



Rys. 3. Struktura mapy technologii opracowywanej w ramach projektu

Źródło: opracowanie własne

Warstwa „Rynek” uwzględnia uwarunkowania rynkowe (w tym czynniki polityczne, społeczne, ekonomiczne i środowiskowe), które determinują rozwój warstwy „Produkt”. Warstwa „Produkt” obejmuje technologię, urządzenie, system i materiał; natomiast warstwa „Zasoby” odnosi się do kwalifikacji i kompetencji w obszarze zaawansowanych technologii przemysłowych niezbędnych do wytworzenia innowacyjnych produktów. W ramach warstwy „Produkt” uwzględniono technologie przyrostowe (horyzont czasowy 3–5 lat) oraz technologie wyłaniające się (horyzont czasowy powyżej 15 lat). Technologie przyrostowe (ang. *incremental technologies*) rozumiane są jako technologie ukierunkowane na stopniowe doskonalenie istniejących rozwiązań poprzez systematyczne wdrażanie innowacyjnych produktów bazujących na nowej wiedzy²⁷. Pod pojęciem technologii wyłaniających się (ang. *emerging technologies*) rozumiane są nowatorskie innowacje techniczne, które cechuje skokowy rozwój w danym obszarze wiedzy i praktyki stwarzające możliwość uzyskania przewagi konkurencyjnej²⁸.

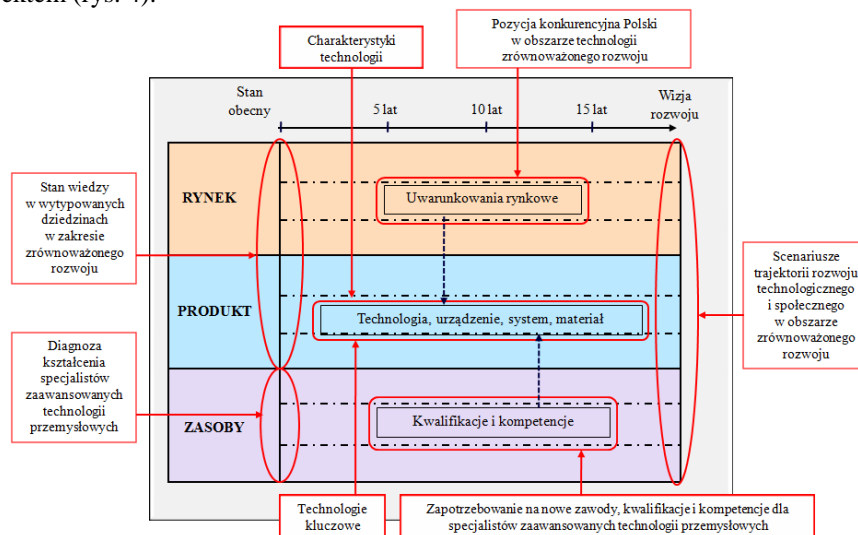
Prace badawcze ukierunkowane na opracowanie mapy technologii zaprogramowano zgodnie z zaproponowaną metodyką (rys. 2) przy uwzględnieniu: metody technologii kluczowych, budowania scenariuszy, analizy SWOT, warsztatów i burzy mózgów²⁹. Założono, że wyniki prac dotyczących analizy pozycji konkurencyjnej Polski znajdują bezpośrednie odniesienie w warstwie „Rynek”, a wyniki prac dotyczących bilansu kompetencji wymaganych w gospodarce, obejmujących diagnozę kształcenia formalnego, pozaformalnego i nieformalnego oraz bilans kwalifikacji i kompetencji specjalistów zaawansowanych technologii przemysłowych – w warstwie „Zasoby”. Prace realizowane dotychczas w projekcie skupione były głównie na tworzeniu warstwy „Produkt” opracowywanej mapy technologii. Warstwa „Produkt” uwzględnia wskazane priorytetowe kierunki ba-

²⁷ A. Mazurkiewicz, *Mechanisms of knowledge transformation in the area of advanced technologies of surface engineering*, Proceedings of the 15th IFHTSE & SMT 20 International Federation for Heat Treatment and Surface Engineering Congress, Wiedeń 2006, s. 270–277.

²⁸ O.D.D. Soares i in., *Innovation and technology: Strategies and policies*, Kluwer, Dordrecht 1997.

²⁹ United Nations Industrial Development Organisation, *Technology Foresight Manual – Organisation and Methods*, t. 1, Wiedeń 2005.

dawcze na poziomie kraju i świata w pięciu wytypowanych obszarach tematycznych projektu³⁰. W trakcie jej tworzenia wykorzystano opracowaną w ramach projektu ekspertyzę pt. „Stan wiedzy w wytypowanych dziedzinach w zakresie zrównoważonego rozwoju”³¹, zawierającą listę priorytetowych technologii opracowaną przez ekspertów wewnętrznych i skonsultowaną z gronem ekspertów zewnętrznych z dziedzin technologicznych objętych projektem (rys. 4).



Rys. 4. Schemat wykorzystania wyników analiz zrealizowanych w procesie roadmappingu

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Sacio-Szymańska, Metoda foresightu technologicznego narzędziem wyznaczania kierunków rozwoju strategicznych instytutów badawczych, 2010 (niepublikowana praca doktorska).

Obecnie realizowane są prace nad uszczegółowieniem warstwy „Produkt” oraz stworzeniem warstwy „Rynek”. Przygotowywane są szczegółowe charakterystyki wytypowanych technologii kluczowych, obejmujące m.in. cel stosowania technologii, charakterystykę procesu technologicznego, obszary aktualnych i potencjalnych zastosowań, wymagania kapitałowe, potencjalne efekty wykorzystania technologii (ekologiczne, ekonomiczne i społeczne), a także wymagane na stanowiskach pracy kwalifikacje i kompetencje umożliwiające wdrażanie technologii w gospodarce. Prowadzona jest analiza pozycji konkurencyjnej Polski w opracowywaniu i wdrażaniu wytypowanych technologii kluczowych, która uwzględnia m.in. ocenę potencjału naukowo-badawczego (kadry), infrastruktury badawczo-rozwojowej, dostępności środków finansowych, potencjału produkcyjnego przedsiębiorstw przemysłowych i potencjału instytucjonalnego. Uzyskane wyniki są uwzględniane do opracowania warstwy „Zasoby”, obejmującej głównie kwalifikacje i kompetencje kadry w obszarze zaawansowanych technologii przemysłowych.

³⁰ W projekcie wskazano 75 priorytetowych kierunków badawczych w ramach pięciu obszarów tematycznych.

³¹ A. Mazurkiewicz, B. Poteralska, J. Dobrodziej, T. Giesko, M. Grądkowski, A. Majcher, J. Molenda, E. Rogoś, J. Smolik, A. Zbrowski, *Stan wiedzy w wytypowanych dziedzinach w zakresie zrównoważonego rozwoju*, masyzynopsis, 2009.

4. PODSUMOWANIE

Roadmapping technologiczny wspomaga kadre zarządzającą przedsiębiorstw oraz jednostek badawczo-rozwojowych (w tym organizacji sieciowych reprezentujących dany sektor przemysłowy) w opracowywaniu strategicznych planów biznesowych, planów rozwoju prac badawczych, technologii oraz produktów, które uwzględniają potrzeby rynkowe oraz dostępne zasoby. Zarówno wynik roadmappingu, tj. mapa technologii prezentująca warianty realizacji preferowanej wizji rozwoju, jak i proces jej tworzenia (praca interdyscyplinarnego zespołu) dostarczają dobrej podstawy do podjęcia działań ukierunkowanych na poprawę pozycji konkurencyjnej firmy, branży przemysłowej, gospodarki. Jednakże roadmapping jest skuteczny tylko wtedy, gdy wkrótce po zakończeniu procesu uprawnione organy podejmą decyzję o wdrożeniu, a następnie cyklicznej aktualizacji wyników.

Dotychczasowe rezultaty analiz prowadzonych z wykorzystaniem metody roadmappingu technologicznego w ramach projektu „Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju” potwierdzają zasadność zastosowania tej metody oraz pozwalają prognozować pomyślne osiągnięcie celów projektu. Jednak o sukcesie projektu w długim okresie będzie świadczyć faktyczne opracowanie i wdrożenie w gospodarce wskazanych innowacyjnych produktów (w tym technologii). Działania w tym kierunku – zmierzające do wdrożenia dotychczas osiągniętych wyników – zostały już podjęte. Priorytetowe kierunki badawcze wygenerowane w ramach projektu, głównie w odniesieniu do technologii przyrostowych, znalazły odzwierciedlenie w przyjętym przez MNiSW i realizowanym w ramach programu operacyjnego „Innowacyjna gospodarka” od początku 2010 r. programie strategicznym „Innowacyjne systemy wspomagania technicznego zrównoważonego rozwoju gospodarki”³². Z kolei technologie wyłaniające się zostaną uwzględnione w planowanym do przygotowania w kilkuletniej perspektywie kolejnym programie strategicznym „Zaawansowane technologie przyszłości dla zrównoważonego rozwoju kraju”.

LITERATURA

- [1] Choi, Y., *Technology Roadmap in Korea: Foresight Activities in Asian Countries*, The Second International Conference on Technology Foresight (Tokio, 27–28 II 2003)
- [2] *Foresight Vehicle Technology Roadmap: Technology and Research Directions for Future Road Vehicles*, Society of Motor Manufacturers and Traders Ltd, 2004
- [3] *Integrated Manufacturing Technology Roadmapping Project: Modeling & Simulation*, Oak Ridge, TN 2000, <http://simula.cesga.es/document/docs/Integrated%20Manufacturing%20Technology.pdf>
- [4] Mazurkiewicz, A., *Mechanisms of knowledge transformation in the area of advanced technologies of surface engineering*, Proceedings of the 15th IFHTSE & SMT 20 International Federation for Heat Treatment and Surface Engineering Congress, Wiedeń 2006, s. 270–277

³² Program strategiczny „Innowacyjne systemy wspomagania technicznego zrównoważonego rozwoju gospodarki” jest koordynowany przez autora artykułu, prof. Adama Mazurkiewicza, dyrektora Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowego Instytutu Badawczego w Radomiu.

- [5] Mazurkiewicz, A.; Poteralska, B., *Zrównoważony rozwój Polski*, [w:] „Narodowy program foresight – Polska 2020”. *Dyskusje założeń scenariuszy*, Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus”–Polska Akademia Nauk, Warszawa 2010, s. 106–153
- [6] Mazurkiewicz, A.; Poteralska, B.; Dobrodziej, J.; Giesko, T.; Grądkowski, M.; Majcher, A.; Molenda, J.; Rogoś, E.; Smolik, J.; Zbrowski, A., *Stan wiedzy w wytypowanych dziedzinach w zakresie zrównoważonego rozwoju*, maszynopis, 2009
- [7] Phaal, R., *Fast-start roadmapping methods*, UNIDO Technology Foresight for Practitioners: A Specialized Course on Roadmapping (Praga, 17–21 XI 2008)
- [8] Robinson, D., *Multi-path mapping as strategic intelligence for reflexive alignment in emerging S&T*, Second International Seville Seminar on Future-Oriented Technology Analysis: “Impact of FTA Approaches on Policy and Decision-Making” (Sewilla, 28–29 IX 2006)
- [9] Sacio-Szymańska, A., *Metoda foresightu technologicznego narzędziem wyznaczania kierunków rozwoju strategicznych instytutów badawczych*, 2010 (niepublikowana praca doktorska)
- [10] Soares, O.D.D. i in., *Innovation and technology: Strategies and policies*, Kluwer, Dordrecht 1997
- [11] *Technology Planning for Business Competitiveness, A Guide to Developing Technology Roadmaps*, Emerging Industries Section Department of Industry, Science and Resources, Canberra 2001
- [12] Tegart, G.; Johnston, R., *Some Advances in the Practice of Foresight*, EU-US Seminar: “New Technology Foresight, Forecasting & Assessment Methods” (Sewilla, 13–14 V 2004), Session 1: “Methodological Selection”
- [13] *The National Hydrogen Energy Roadmap*, United States Department of Energy 2002
- [14] United Nations Industrial Development Organisation, *Technology Foresight Manual – Organisation and Methods*, t. 1, Wiedeń 2005
- [15] Ustawa z 25 lipca 1985 r. o jednostkach badawczo-rozwojowych (DzU 01.33.388 ze zm.)
- [16] Walsh, S.T., *Roadmapping a disruptive technology: A case study – The emerging microsystems and top-down nanosystems industry*, „Technological Forecasting and Social Change” 71 (2004), s. 161–185
- [17] Yasunaga, Y.; Watanabe, M.; Korenaga, M., *Application of technology roadmaps to governmental innovation policy for promoting technology convergence*, „Technological Forecasting and Social Change” 76 (2009), s. 61–79

THE USE OF TECHNOLOGY ROADMAPPING IN FORESIGHT PROJECTS

The article describes the method of technology roadmapping. It quotes basic definitions that characterise the process of technology roadmapping and identifies methods used in the subsequent stages of the process. It presents an exemplary, author’s roadmapping methodology implemented in “Advanced industrial and ecological technologies for sustainable development of Poland” technology foresight project, which is being realised by the authors of the article within the Innovative Economy Operational Programme.