

Mapowanie technologii jako jedna z metod analizy technologii w świetle wybranych zagranicznych doświadczeń

Alicja E. Gudanowska

Politechnika Białostocka, Wydział Zarządzania,
Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki
e-mail: a.gudanowska@pb.edu.pl

DOI: 10.12846/j.em.2014.01.16

Streszczenie

W niniejszym artykule o charakterze przeglądowym, wskazano na potrzebę analizy technologii we współczesnych realiach. Zidentyfikowano oraz krótko charakteryzowano koncepcje i metody analizy technologii, a następnie wyróżniono wśród nich jedną z metod diagnostycznych – metodę mapowania technologii. Istotną część opracowania stanowi ogólna charakterystyka metody oraz analiza wybranych doświadczeń zagranicznych w zakresie jej realizacji.

Słowa kluczowe

mapowanie technologii, diagnoza stanu technologii, metody analizy technologii

Wstęp

Współczesny świat oparty jest na technologii. Jedynie jej opanowanie daje szansę na zajęcie odpowiedniej pozycji na rynku, czy to w perspektywie przedsiębiorstwa, jednostki badawczej, regionu czy kraju. Świadomość wagi technologii to obecnie przekonanie powszechne, a postęp technologiczny stał się główną determinantą rozwoju przemysłowego, jak i krajowego wzrostu gospodarczego.

Jednak przy niezaprzeczalnej istocie wpływu technologii na wzrost gospodarczy wciąż problematyczny wydaje się wybór tych, na których należy oprzeć rozwój danej jednostki czy kraju. Niezbędne stało się szacowanie wartości technologii, aby

wskazywać te najbardziej obiecujące i identyfikować nisze technologiczne (Pawlak, 2010a; Pawlak, 2010b). Istotny stał się rozwój narzędzi i metodyki analizy technologii, tak aby dokonywane wybory cechowały się możliwie wysoką zasadnością.

Mając na uwadze powyższe, za cel artykułu przyjęto przybliżenie doświadczeń zagranicznych dotyczących jednej z metod z zakresu analizy technologii. Metodą tą jest mapowanie technologii – metoda diagnozująca bieżący stan technologii. Z uwagi na brak jednoznacznego rozumienia pojęcia mapowania technologii oraz brak opracowanej, tak pojętej metodyki mapowania technologii w Polsce przeprowadzono analizę wybranych zagranicznych inicjatyw badawczych w zakresie metodyki określania bieżącego stanu technologii. Wyjściowo zidentyfikowano także metody odnoszące się do analizy technologii i wyróżniono wśród nich mapowanie technologii. Pracę oparto na przeglądzie literatury, analizie i krytyce piśmiennictwa oraz analizie indywidualnych przypadków.

1. Potrzeba analizy technologii

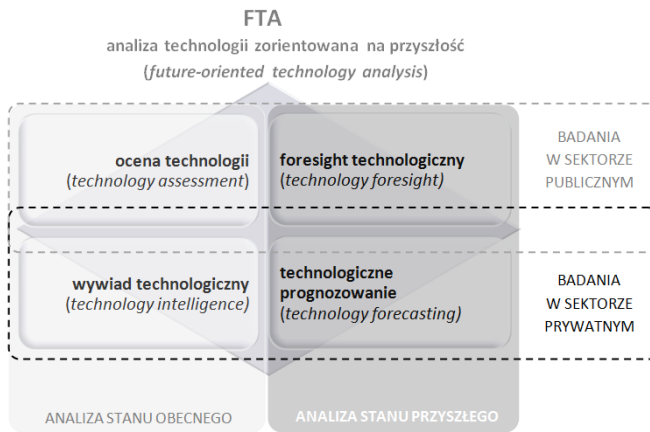
Nieustanny rozwój przemysłowy, postępująca globalizacja oraz rosnąca konkurencja to współczesne wyzwania społeczno-gospodarcze. Funkcjonujące w nich podmioty są zmuszone do wdrażania i wykorzystania nowych technologii, bądź też doskonalenia istniejących (Łunarski, 2009a). Wynika to z oddziaływania technologii, która stała się siłą napędową współczesnego biznesu, przekształcającą całe działy przemysłu, sektory, czy funkcje biznesowe (Drew, 2006). Oddziaływanie technologii stało się przedmiotem wielu publikacji, w tym między innymi Utterbacka, opisującego przykłady wpływu zmiany technologicznej na funkcjonowanie społeczeństwa. Autor wskazuje między innymi, jak silne oddziaływanie na cywilizację wywarło zastąpienie lodu – wykorzystywanego jako jedyny sposób chłodzenia – lodówkami, czy maszyny do pisania komputerem (Utterback, 2002). Oba rozwiązania pomimo swej powszechności, musiały ustąpić wobec oczywistych dziś rozwiązań.

Waga konsekwencji dynamicznego rozwoju technologii widoczna jest choćby podczas analizy funkcji produkcji uwzględniającej surowce na wejściu i wartość dodaną na wyjściu. To technologia jest jedynym czynnikiem wpływającym na wzrost produkcji bez równoczesnego podwyższania wejściowego kapitału lub pracy (Kondo, 2002), czynnikiem cechującym się największym potencjałem stymulacji realnych zmian rynkowych. Jak podkreśla Lichtenthaler – brak reakcji na radykalną zmianę technologiczną prowadzi zazwyczaj do upadłości przedsiębiorstw (Lichtenthaler, 2007).

Równocześnie należy zauważyć, że problemem jest identyfikacja, które technologie mają największe znaczenie dla działalności przedsiębiorstwa czy danej jednostki. Ponadto, zawsze pojawia się pytanie, czy będą to rozwiązania umożliwiające konkurowanie na rynku, czy może pozwalające na nim przetrwać? Ważne jest zatem szersze spojrzenie, nie tylko na samą technologię lecz na jej otoczenie i związane z nią aspekty, wychodzące poza narzędzia i maszyny oraz wiedzę o wytwarzaniu. Spostrzeżenia te są spójne z obecnym postrzeganiem istoty technologii, która traktowana jest systemowo (na przykład: Łunarski, 2009b; Sharif, 2012) i poza aspektem narzędzi, procedur, czy organizacji produkcji obejmuje umiejętności zarówno techniczne, jak i miękkie jak kreatywność czy zdolność podejmowania decyzji (Sharif, 2012). Nawet najlepiej opracowane konstrukcje i techniki wytwarzania nie przeważają w kwestii skutecznego wdrożenia danego rozwiązania technologicznego. Należy w tym kontekście rozważać nie tylko podstawy techniczne, ale też wiedzę ekonomiczną czy społeczną pochodzącą z bliższego i dalszego otoczenia systemu produkcyjnego (*Stan i perspektywy ...*, 2010). Nieco inaczej rozpatruje się technologie z perspektywy rozwoju pojedynczego przedsiębiorstwa, dostosowując nowe rozwiązania do wykorzystywanego portfela technologii (Łunarski, 2009a), a inaczej z perspektywy technologii istotnych dla rozwoju kraju czy regionu, analizując je z szerszej perspektywy, skupiając się na technologiach o największych szansach na sukces naukowy czy komercyjny (Pawlak, 2010a). Zarówno w jednym, jak i drugim przypadku, uwzględniane często są analizy trendów technologicznych, które – aby dostarczały zasadnych wniosków i propozycji – powinny być oparte na możliwie pogłębionej analizie bieżącego stanu technologii.

Kryteria podejmowanych decyzji i wyborów dotyczących rozwiązań technologicznych są bardzo zróżnicowane i często wymagają uwzględnienia jakościowych czynników. Niezbędne jest dokonanie analizy w zakresie rozważanych technologii poprzez ich identyfikację oraz zebranie i przetwarzanie obszernej, związanej z nimi informacji. Wsparciem działań w zakresie selekcji technologii są metody umożliwiające jej analizę. Podejścia opisywane w tym zakresie w literaturze są często powiązane, traktowane i jako pewne koncepcje działań i jako konkretne propozycje postępowania badawczego. Na potrzeby analiz prowadzonych przez autorkę wyróżniono wśród nich szereg metod badawczych służących analizie technologii oraz cztery główne koncepcje, które mogą integrować różne zestawy metod. Za koncepcje przyjęto za Coates'em i in.: ocenę technologii, technologiczne prognozowanie, foresight technologiczny oraz wywiad technologiczny. Wymieniane dodatkowo w tym zestawieniu tworzenie marszrut rozwoju technologii autorka artykułu umiejscawia wśród metod badawczych (Coates i in., 2001). Kolejnym obszarem, ku któ-

remu skłaniają się obecnie szczególnie badacze z zakresu foresightu technologicznego jest analiza technologii zorientowana na przyszłość. To szeroki zestaw aktywności wspierający podejmowanie decyzji i działań zwłaszcza w kontekście innowacyjności, traktowany nie jako dyscyplina naukowa, ale raczej jako zbiór różnych podejść do kreowania przyszłości o wspólnych w pewnym zakresie założeniach (Schaper-Rinkel, 2013; Cagnin i in., 2013). Relację pomiędzy wyodrębnionymi koncepcjami, integrowanymi przez analizę technologii zorientowaną na przyszłość przedstawiono schematycznie na rys. 1, a syntetyczne opisy idei każdej z koncepcji uzupełniają charakterystyki metod badania technologii przedstawione w tab. 1.



Rys. 1. Główne koncepcje analizy technologii

Źródło: (Gudanowska, 2014).

Obecne w literaturze jest opisywanych wiele metod wykorzystywanych do oceny technologii. Ich stosowanie wymaga poddania pod rozagę technologii z różnych perspektyw, które mogą dotyczyć: nakładów związanych z wykorzystaniem technologii, stopnia niepewności związanego z wprowadzeniem technologii, analizy konkurencyjnych rozwiązań technologicznych – wykorzystywanych obecnie oraz w przyszłości, korzyści realizacji projektu technologicznego, analizy stosowanego portfela technologii, istniejących relacji pomiędzy poszczególnymi technologiami czy ich charakteru, analizy poziomu rozwoju i innowacyjności technologii, a także różnorodności jej możliwych zastosowań (Santarek, 2008; Pawlak, 2010b; Pretorius i de Wet, 2000). Na wybranych metodach, które w ocenie autorki stanowią zasadnicze propozycje postępowania badawczego odnoszące się ściśle do istoty technologii,

skupiono się w kolejnym rozdziale publikacji. Zestaw ten stanowią wyselekcjonowane według uznania i wiedzy autorki propozycje zaczerpnięte z literatury, które mogą być uzupełniane. Ponadto należy zauważyć, że wśród poddanych pod rozważenie w dalszej części artykułu metod, nie znalazły się metody, które można by określić jako wspomagające ocenę technologii. Należą do nich: burza mózgów, analiza SWOT, analiza strukturalna, panele eksperckie czy badania ankietowe i wywiady, które pomimo, że często stanowią istotny element prowadzonych badań zaliczają się do grupy metod bardziej uniwersalnych, o mniej ukierunkowanym na technologie charakterze. Ponadto są one powszechnie znane i opisywane w dostępnej literaturze, stąd też pominięto ich charakterystykę.

2. Metody analizy technologii

Metody związane z analizą technologii mogą przyjąć formę działań diagnozujących, prognostycznych, jak i instruujących. Opierając się na przeglądzie literatury oraz analizie i krytyce piśmiennictwa przygotowano zestawienie wybranych metod odnoszących się do analizy technologii w zakresie zarówno jej bieżącego stanu, jak i potencjalnych kierunków rozwoju. Metody te wraz z ich krótkimi charakterystykami przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Koncepcje i wybrane metody analizy technologii

Koncepcja	Ogólna idea
Foresight technologiczny (<i>technology foresight</i>)	proces zaangażowany w długookresową przyszłość nauki, technologii, gospodarki, środowiska i społeczeństwa, przeprowadzany w celu identyfikacji kluczowych technologii oraz stymulacji strategicznych obszarów badań, w obrębie których są możliwe do osiągnięcia największe korzyści w aspekcie społecznym bądź ekonomicznym
Prognozowanie technologiczne (<i>technological forecasting</i>)	proces analizy prawdopodobieństw przyszłych ścieżek rozwoju konkretnych technologii lub związanych z ich rozwojem aspektów, na stosunkowo wysokim poziomie ufności; celem realizacji procesu jest przewidywanie przyszłych właściwości nowych technologii oraz czasu ich pojawienia się
Wywiad technologiczny (<i>technology intelligence</i>)	identyfikacja, ocena i wykorzystanie informacji dotyczących wyłaniających się technologii i nieciągłości w rozwoju technologicznym

cd. Tab. 1.

Metoda	Ogólna idea
Ocena technologii (<i>technology assessment, inverted technology assessment</i>)	główny – tradycyjny nurt oceny technologii to zrozumienie społecznych konsekwencji rozwoju istniejących technologii bądź wprowadzenia nowych, uwzględniając przy tym możliwe niespodziewane skutki takich działań, możliwe jest też podejście „odwróconej” oceny technologii, gdzie w centrum zainteresowania stawiany jest wpływ czynników ze świata zewnętrznego na decyzje związane z rozwojem technologii
Analiza technologii zorientowana na przyszłość (<i>future-oriented technology analysis</i>)	każdy systematyczny proces dokonywania analizy i oceny wyłaniających się technologii, ścieżek ich rozwoju oraz potencjalnego wpływu technologii w przyszłości
Analiza portfela technologicznego	przedstawienie w formie graficznej pozycji każdej technologii z portfela, z którego wynikają możliwe do realizacji działania, związane ze strategią technologiczną
Analiza cyklu życia technologii	inaczej analiza krzywej S, uwzględnia dwa wymiary: wpływ na konkurencyjność oraz integrację produktową i procesową; może obejmować: etap wyłaniania się technologii, etap wzrostu – technologie o silnym wpływie na konkurencyjność lecz niskim stopniu integracji, etap dojrzałości, gdy niektóre z technologii zmieniają się w kluczowe oraz etap nasycenia, gdy technologia staje się bazową, może zostać zastąpiona
Indeks gotowości technologicznej (<i>Technology Readiness Level</i>)	przeprowadzone jako kategoryzacja poziomu rozwoju technologii, tak by określić jej aktualny stanu i perspektywy rozwoju według przyjętej jednolitej dla wszystkich analizowanych technologii skali
Obserwacja technologiczna (<i>technology watch</i>)	identyfikacja sygnałów o pojawiających się innowacjach technologicznych, identyfikacja związanych z technologią szans i zagrożeń poprzez ciągłą obserwację środowiska
Zwiad technologiczny (<i>technology scouting</i>)	zebranie wiedzy na temat nauki i technologii, a także jej twórców, na wczesnym etapie, poprzez bezpośrednie pozyskiwanie danych, bazując na formalnych i nieformalnych źródłach informacji, w tym na wykorzystaniu sieci ekspertów
Substytucja technologii (<i>technology substitution</i>)	analiza procesu zastępowania starej technologii nowym rozwiązaniem często przy wykorzystaniu zestawionych krzywych S
Skąnowanie technologii (<i>technology scanning</i>)	analiza środowiska technologicznego w dotychczas nierozważanych obszarach w aspekcie kluczowych czynników oraz trendów rozwojowych dotyczących nauki, innowacji i technologii
Monitorowanie technologii (<i>technology monitoring</i>)	ciągłe badanie stanu technologii sprowadzające się do katalogowania, opisywania i interpretowania rozwoju technologii
Kluczowe technologie (<i>key/critical technologies</i>)	sporządzenie listy technologii istotnych dla danego obszaru/jednostki, według przyjętych kryteriów oceny

cd. Tab. 1.

Metoda	Ogólna idea
Analizy bibliometryczne (<i>bibliometrics</i>)	zbiór technik badawczych, służących ilościowym analizom publikacji i dokumentów patentowych
Mapowanie technologii (<i>technology mapping</i>)	proces tworzenia wizualizacji dotyczących technologii i elementów z nimi związanych, obejmujący ich lokalizację przestrzenną a także analizę zachodzących między nimi relacji
Marszrutę rozwoju technologii (<i>technology roadmapping</i>)	planowanie rozwoju technologii poprzez identyfikację, selekcję oraz wskazanie ścieżek rozwoju kluczowych alternatyw technologicznych, tak by zaspokoić zdefiniowane potrzeby

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Santarek, 2008; Magruk, 2011; Magruk i Gudanowska, 2010; Nazarko, 2013; Nazarko i Ejdyś, 2011; Coates, 2001; Martin, 1995; Garcia i Bray, 1998; Rohrbeck, 2007; Rohrbeck i in., 2007; *Technology Futures...*, 2004; Jantsch, 1967; Klusaczek, 2005; Klinecicz i in., 2012; Gao i in., 2013; Johnson i Bhatia, 1997; van Wyk, 1997; Karczewska, 2011; Kononiuk i Gudanowska, 2013; Tran i Daim, 2008).

Metody i koncepcje umożliwiające analizę technologii zębiają się, a często wręcz są pochodnymi wcześniejszych propozycji. Może to stanowić problem w przypadku próby ich jednoznacznego podziału i klasyfikacji, jednak z drugiej strony pozwala na elastyczność doboru metod i ich modyfikacji w metodyce badania technologii dedykowanej do konkretnej sytuacji.

3. Mapowanie technologii jako metoda diagnozy jej bieżącego stanu

Nowe i wylaniające się technologie charakteryzują się ogromnym potencjałem w zakresie innowacyjności, co jest porównywalne z ilością związanych z nimi niepewności i zagrożeń (Kreibich i in., 2011). Ważne jest zatem zrozumienie, że wszystkie koncepcje, czy metody zorientowane na przyszłość powinny bazować na próbie zgromadzenia, analizy i interpretacji danych dotyczących możliwie szerokiego spojrzenia na technologię. Szczególnie istotne w zaprezentowanym w tab. 1 zestawieniu są metody odnoszące się do analizy bieżącego stanu technologii, gdyż to one pozwalają na wskazanie wyjściowej pozycji do wszelkich dalszych analiz w zakresie możliwych trendów technologicznych. Niektóre z nich skupiają uwagę na ocenie poziomu rozwoju technologii według przyjętej z góry skali, inne narzucają kontekst społecznego, czy ekonomicznego otoczenia technologii. Są też takie, które poruszają aspekt relacji występujących między technologiami. Każde z tych ujęć może dostarczyć innych, wartościowych wniosków.

Jedną ze zidentyfikowanych metod jest metoda mapowania technologii. Zainteresowanie nią jest wynikiem kilku spostrzeżeń. Po pierwsze, metoda mapowania technologii, jak każda metoda diagnozy bieżącego stanu, cechuje się potencjalnie silnym oddziaływaniem na wyniki wszelkich prac badawczych wychodzących od mapowania technologii. To metoda dostarczająca bazy wyjściowych danych dla innych metod badawczych. Błąd popełniony w trakcie jej realizacji będzie powielany w kolejnych etapach pracy badawczej. Po drugie, realizacja metody może stanowić wsparcie dla decydentów w zakresie kierunków rozwoju technologicznego, gdyż jej zasadniczym celem jest pomoc w orientacji we współcześnie tak obszernym zbiorze dostępnych i możliwych do wdrożenia technologii. Po trzecie, to jedna z metod, w zakresie której zauważalna jest luka badawcza zarówno w aspekcie definicji metody, jak i jednoznacznej, kompleksowo sformułowanej metodyki postępowania badawczego, co również wskazuje na potrzebę rozwoju zagadnienia.

Już sama definicja pojęcia mapowania technologii budzić może w świetle szczególnie polskiej literatury pewną dezorientację. Bazowy termin pochodzi z języka angielskiego *technology mapping*. Często jednak inna z metod – tworzenia marszrut rozwoju technologii – której wyjściowe określenie brzmi *technology road-mapping* jest utożsamiana z mapowaniem technologii. Jest to uproszczenie błędne, zaś analiza przypadków realizacji związanych zarówno z jedną, jak i drugą metodą, a także przyjrzenie się etymologii słowa mapowanie wskazuje, że są to odrębne metody. Tym co je odróżnia jest czynnik czasu – mapowanie technologii to statyczna diagnoza technologii związana z konkretnym momentem w czasie, zaś tworzenie marszrut rozwoju technologii za zasadnicze przyjmuje analizę ścieżek rozwoju alternatywnych rozwiązań technologicznych. Metody można traktować jako podejścia uzupełniające się wzajemnie, nie zaś jako tożsame (Gudanowska, 2012).

Za mapowanie technologii można przyjąć w ogólnym ujęciu tworzenie wizualizacji dotyczących technologii i związanych z nimi elementów pochodzących z jej otoczenia (Gudanowska, 2012), przy uwzględnieniu ich lokalizacji przestrzennej oraz analizy zachodzących pomiędzy nimi relacji. Mapa powinna pomagać w zrozumieniu statycznej relacji pomiędzy elementami rozważanego systemu, w odróżnieniu od modelu, który ukazuje je dynamicznie (Phaal i in., 2001). Mapy technologii, tak jak i inne mapy powinny zostać wzbogacone o legendę stosowanych oznaczeń oraz ewentualne opisy i zestawienia tabelaryczne odnoszące się również do określonego momentu w czasie. Proces mapowania technologii powinien wspomagać zrozumienie złożoności analizowanych technologii, a poprzez to umożliwić realizację niektórych ze wskazywanych w literaturze funkcji zarządzania technologią (Cetindamar i in., 2009), takich jak ich identyfikacja, selekcja oraz pozyskiwanie wiedzy płynącej z rozwoju i eksploatacji technologii.

W kontekście mapowania technologii wartym zauważenia w opinii autorki jest aspekt wizualizacji danych. Już sama analiza słowa mapowanie sugeruje graficzny charakter wyników prezentacji. Obecnie, praktycznie w każdej dziedzinie życia wykorzystuje się mniej lub bardziej zaawansowane metody analizy danych, a następnie ich wizualizacji. Uzupełnienie badań o wizualizację znacząco poszerza możliwości ich charakterystyki i umożliwia wygenerowanie nowej wiedzy na bazie już zebranej (Davies, 2011). Często relacje, niedostrzegalne w formie tekstowej bądź tabelarycznej, w przypadku wizualizacji stają się lepiej widoczne (Erdogan, 2009).

Z uwagi na lukę badawczą w zakresie metodyki mapowania technologii podjęto się analizy doświadczeń związanych z określeniem bieżącego stanu technologii, tak aby wyodrębnić praktyki istotne dla dalszego wykorzystania metody. Na potrzeby niniejszego artykułu skupiono się na analizie wybranych doświadczeń zagranicznych, a przeanalizowane indywidualne przypadki światowych inicjatyw badawczych wraz z krótką syntezą rekomendacji płynących z ich realizacji przedstawiono w kolejnym rozdziale.

4. Mapowanie technologii – wybrane doświadczenia zagraniczne

Przeprowadzona analiza została oparta na wybranych doświadczeniach zagranicznych z zakresu diagnozy bieżącego stanu technologii. Wyboru przypadków do prezentacji dokonano na podstawie osądu autorki co do innowacyjności opisanych w ich obrębie doświadczeń i spójności z przyjętą koncepcją mapowania technologii. Charakterystyka trzech pierwszych przypadków pochodzi z dostępnych w literaturze opisów praktyk foresightowych, w których zidentyfikowano metodę mapowania technologii (*technology mapping*). Pozostałe pięć przypadków to doświadczenia niesklasyfikowane jako foresightowe, z których dwa pierwsze zorientowane były ilościowo i bazowały głównie na analizie patentów. Kolejny również stanowił przykład inspiracji bibliometrią w analizie technologii, odnosił się jednak do projektów badawczych i ich uczestników, a nie statystyki patentów. Następnym to przykład jakościowej – eksperckiej oceny technologii oraz ostatni stanowiący odwrócone spojrzenie na mapy technologii z perspektywy etapu poprzedzającego tworzenie marszrut rozwoju technologii.

Pierwszą interesującą z perspektywy mapowania technologii inicjatywą światową był projekt o charakterze badania foresightowego realizowany w Kanadzie w 2002 roku – *Science and Technology Foresight Pilot Projekt*. W ramach prowadzonych prac badawczych zaangażowani w realizację projektu eksperci wskazywali, że skupienie na samej technologii jest podejściem błędnym. Podkreślali, że rozwój

jej zdeterminowany jest zmianami całego otoczenia przemysłowego, czy też kwestiami dotyczącymi organizacji i zarządzania. Wyróżniono kilka powiązanych obszarów technologicznych oraz niewielką liczbę możliwych do rozwoju w ich obrębie rozwiązań technologicznych. Wśród wyjściowych materiałów przygotowanych przez realizatorów znalazły się mapy technologii obejmujące graficzne rozrysowanie siedmiu klastrów dotyczących rozważanych obszarów. Za elementy mapy przyjęto technologie oraz obszary ich aplikacji w podziale na zaburzające oraz niezaburzające. Podkreślono, które z nich przyczyniają się do rozwoju pozostałych oraz wskazano powiązania pomiędzy poszczególnymi mapami. I chociaż przygotowane mapy były proste pod względem formy, to stanowiły jeden z interesujących przykładów wizualizacji relacji pomiędzy technologiami (Denarius, 2004).

Kolejnymi inicjatywami przeanalizowanymi na potrzeby badań prowadzonych przez autorkę publikacji były dwa projekty realizowane w Danii. Oba miały charakter badania foresightowego i przeprowadzane były na poziomie narodowym. Pierwszy z nich dotyczył technologii sensorowych i zakładał – jako jedno z sześciu głównych zadań badawczych – mapowanie technologii. Mapowanie miało umożliwiać kategoryzację i klasyfikację perspektyw technologicznych, poprzedzając wgląd w ich zakładaną przyszłość. Aby właściwie przeprowadzić zbieranie danych o rozwoju poszczególnych technologii czujników oparto się na trzech wymiarach (fizyka i systemy czujników, generacja i przekazywanie wiedzy o technologiach, użytkownicy i obszary aplikacji). W ramach przeprowadzonych prac, angażujących ekspertów dziedzinowych podzielono technologie według przyjętej klasyfikacji COMET-MAN (Chemical, Optical, Mechanical, Electrical, Thermal, Magnetic, Acoustic and Nuclear sensors). Wskazano również dyscypliny związane z nauką o czujnikach, określono niezbędne podczas rozwoju technologii kompetencje, przeanalizowano dwa skrajne przypadki z zakresu wykorzystania technologii (jeden dotyczył przykładu „ciągnięcia przez rynek”, drugi „pchania przez technologię”) oraz sklasyfikowano dostawców technologii wraz z analizą występujących pomiędzy nimi relacji. Prace w ramach mapowania wspomogły wylistowanie proponowanych do rozwoju w Danii technologii sensorowych, wynikających z istniejących w kraju kompetencji (Andersen i in., 2001). Drugim z duńskich projektów była realizowana w 2004 roku inicjatywa z zakresu nanotechnologii. Mapowanie w tym wypadku skupione było na wskazaniu najważniejszych „aktorów” nanonauki i nanotechnologii w Danii. Zebrano dane w oparciu o kwestionariusze przesłane do instytucji i przedsiębiorstw, a także przeanalizowano listy dziedzinowych publikacji z europejskich baz danych. Ponownie mapowanie przyjęło charakter istotnego, wyjściowego etapu badania umożliwiającego zgromadzenie wiedzy o technologiach (Andersen i in., 2005).

Inną inspirującą w zakresie mapowania technologii realizacją są badania przedstawione w publikacji Changwoo i in. Autorzy zwracają uwagę na istnienie relacji pomiędzy technologiami i równocześnie podkreślają trudność w ich zdefiniowaniu. W swoich badaniach oparli się na analizie patentów, obliczając relację liczby patentów związanych z parą wybranych technologii do patentów przypisanych do jednej z nich. Na bazie przeprowadzonych obliczeń określono sieć wzajemnych wpływów technologii. Zwrócono również uwagę na niską stabilność przygotowywanych wizualizacji w aspekcie upływu czasu.

Przykład innych badań uwzględniających analizę patentów wskazuje na istotność mapowania prowadzonych badań jako narzędzia monitorowania obecnych lub potencjalnych konkurentów i identyfikacji potencjalnych zagrożeń ze strony wyłaniających się innowacji, a także znalezienia potencjalnych partnerów w rozwoju technologii. Wnioski te wysnuwano na bazie porównania produkcji patentowej Chin i Niemiec z zakresu nanochemii przy uwzględnieniu częstości zgłoszeń patentów w ciągu roku i identyfikacji zgłaszających. Wyniki zaprezentowano graficznie bazując na analizie słów kluczowych. Autorzy badania podkreślali także, że posiadanie kompetencji w zakresie wyłaniających się rozwiązań technologicznych nie musi być domeną jednej organizacji, czy jednej gospodarki. Wskazywali również, że współpraca jest fundamentem prowadzonych w tym względzie prac (Koppe i in., 2013).

Inne z wyróżnionych doświadczeń dotyczyło monitorowania innowacji wyłaniających się obszarów technologicznych. Autorzy wskazując na brak metodyki w tym zakresie opracowali własną, bazującą na analizie sieci społecznych i przeglądzie dostępnych zasobów. Badanie dotyczyło analizy dwóch holenderskich programów badawczych z zakresu: obrazowania i diagnostyki molekularnej oraz materiałów biomedycznych. Przygotowano wizualizacje w formie sieci, za elementy przyjmując projekty związane z wybranymi programami badawczymi oraz ich uczestników. Powstałe sieci przeanalizowano i uzupełniono o opis charakteru uczestników projektów oraz obszary wiedzy, w jakich się lokowali (van der Valk i in., 2011).

Kolejnym ujęciem relacji pomiędzy technologiami jest określenie ich sąsiedztwa, nie na bazie studiów bibliometrycznych, lecz na podstawie analizy danych zebranych wśród ekspertów dziedzinowych. Jeden z przykładów takiej realizacji opisano w pracy Yong-Gil i Yong-II. Badanie przeprowadzono w formie kwestionariusza, wyodrębniając potencjalne obszary badawcze w zakresie nanotechnologii w Korei. Autorzy podkreślali komplementarność obu podejść.

Ostatnie z wybranych, opisane w literaturze doświadczenie to praktyki twórców marszrut rozwoju technologii tworzonych na potrzeby Ministerstwa Gospodarki, Handlu i Przemysłu Japonii. Tworzenie faktycznej marszrutu rozwoju poprzedzone zostało między innymi przeglądem/mapą technologii określaną w publikacji jako

technology overview/technology map. Mapa przygotowana została jako uszczegółowienie wybranych technologii i wykonana w taki sposób, aby zwrócić uwagę na ich znaczenie, wymagania czasowe związane z ich rozwojem, obszary aplikacji oraz relacje pomiędzy opcjami technologicznymi. Podkreślano, że wizualizacja dotyczy bieżącej sytuacji, a przedstawiony obraz powinien dostarczać obszernej wiedzy o technologiach, tak by odbiorcy mapy mogli dokonywać samodzielnych interpretacji i priorytetyzacji na własne potrzeby (Yasunaga i in., 2009).

Analizując zagraniczne źródła literaturowe z zakresu mapowania technologii założyć należy, że:

- mapowanie technologii stanowi istotny, jasno wyodrębniony etap diagnozy poprzedzający prace prognostyczne dotyczące rozwoju technologii w czasie;
- zwracano uwagę na otoczenie technologii, a szczególnie podkreślano aspekty identyfikacji jednostek badawczych i przemysłowych związanych z rozwojem technologii oraz istniejącej, jak i możliwej do zainicjowania współpracy;
- w wielu pracach zwracano szczególną uwagę na przydatność analiz patentów, jako metody dostarczającej danych do mapowania;
- wskazywano na istotę odniesienia się do wiedzy ekspertów dziedzinowych;
- analizy oparte na danych zebranych przez zespoły badaczy (na przykład na bazie analizy patentów) oraz analizy bazujące na wiedzy eksperckiej traktowano komplementarnie;
- zwracano szczególną uwagę na fakt istnienia relacji pomiędzy technologiami oraz podejmowano próby zdefiniowania i przedstawienia tych relacji;
- zebrana baza wiedzy rozszerzana była o prezentacje graficzne, często przyjmujące formę sieci;
- mapowanie technologii dostarczało możliwie obszernej wiedzy o technologiach, tak by odbiorcy mogli sami selekcjonować, a następnie interpretować istotne dla nich informacje.

Opisane w niniejszej publikacji doświadczenia zagraniczne dostarczają propozycji inspirujących rozwiązań i wskazują na konieczność usystematyzowania w zakresie metodyki mapowania technologii.

Podsumowanie

Mapowanie technologii to jedna z metod wspomagających działania związane z analizą technologii. Równocześnie to zagadnienie cechujące się pewnym nieuporządkowaniem w zakresie definicji metody, jak również wytycznych co do metodyki postępowania w ramach jej wykorzystania. Polska literatura dostarcza w tym względzie nielicznych wskazówek, a w przypadku niektórych źródeł błędnie tłumaczony jest już sam termin mapowania technologii, co wprowadza dodatkowe zamieszanie. W ramach przygotowywania artykułu sięgnięto zatem do doświadczeń zagranicznych, które w świetle przeprowadzonej analizy stanowią raczej różnorodne przykłady realizacji metody, niż propozycje jasnej metodyki mapowania technologii.

Istotne jest zauważenie, że mapowanie technologii wymaga skupienia na bieżącej chwili oraz na szerokim kontekście społeczno-ekonomicznym rozważanych technologii. Ponadto metoda uwzględniać powinna interesujący aspekt wzajemnych relacji pomiędzy technologiami i ich graficznego odwzorowania. Podejmowana tematyka metody mapowania technologii jest obszarem jeszcze nierozpoznanym i wartym rozwoju, zaś zaprezentowane w artykule analizy i spostrzeżenia pozwalają na jej umiejscowienie wśród metod analizy technologii wspomagających zarządzanie technologią, a także dostarczają wyjściowych wskazówek do dalszego rozwoju metodyki¹.

Literatura

1. Andersen P. D., Jørgensen B. H., Rasmussen B. (2001), *Sensor Technology Foresight*, Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark
2. Andersen P. D., Rasmussen B., Strange M., Haisler J. (2005), *Technology foresight on Danish nano-science and nano-technology*, Foresight 7 (6), s. 64-78
3. Cagnin C., Havas A., Saritas O. (2013), *Future-oriented technology analysis: Its potential to address disruptive transformations*, Technological Forecasting and Social Change 80, s. 379-385
4. Cetindamar D., Phaal R., Probert D. (2009), *Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities*, Technovation 29, s. 237-246

¹ Przedstawioną w ramach publikacji analizę zrealizowano w ramach projektu finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/01/N/HS4/05607.

5. Changwoo Ch., Seungkyum K., Yongtae P. (2007), *A patent-based cross impact analysis for quantitative estimation of technological impact. The case of information and communication technology*, Technological Forecasting and Social Change 74, s. 1296-1314
6. Coates J. F. (2001), *A 21st century agenda for technology assessment*, Technological Forecasting and Social Change 67, s. 303-308
7. Coates V., Farooque M., Klavans R., Lapid K., Linstone H. A., Pistorius C., Porter A. L. (2001), *On the Future of Technological Forecasting*, Technological Forecasting and Social Change 67, s. 1-17
8. Davies M. (2011), *Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter?*, Higher Education 62, s. 279-301
9. Denarius D. (2004), *Synthesis Report on Foresight Models and Methodology. Report #04-02*, Office of Technology Foresight, Canada, s. 49
10. Drew S. A. W. (2006), *Building technology foresight: using scenarios to embrace innovation*, European Journal of Innovation Management 9 (3), s. 241-257
11. Erdogan Y. (2009), *Paper-based and computer-based concept mappings: The effects on computer achievement, computer anxiety and computer attitude*, British Journal of Educational Technology 40 (5), s. 821-836
12. Gao L., Porter A. L., Wang J., Fang S., Zhang X., Ma T., Wang W., Huang L. (2013), *Technology life cycle analysis method based on patent documents*, Technological Forecasting and Social Change 80, s. 398-407
13. Garcia M. L., Bray O. H. (1998), *Fundamentals of Technology Roadmapping*, NM: Sandia National Laboratories Report SAND97-0665, Albuquerque, s. 3-34
14. Gudanowska A. E. (2012), *Mapowanie a foresight. Wybrane aspekty metodologiczne jednego ze współczesnych nurtów badawczych w naukach o zarządzaniu*, Współczesne Zarządzanie 4, s. 103-111
15. Gudanowska A. E. (2013), *Technology mapping in foresight studies as a tool of technology management. Polish experience*, Współczesne Zarządzanie 4, (w druku)
16. Gudanowska A. E. (2014), *Jak analizować technologie? Wybrane zagadnienia z zakresu metodyki analizy technologii*, w: Knosala R. (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, t. 2, Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole, s. 129-138
17. Jantsch E. (1967), *Technological forecasting in perspective. A Framework for Technological Forecasting, its Techniques and Organisation*, OECD, <http://prod2-territoires.integra.fr/sites/default/files/datar/prevtech-en.pdf> [09.09.2013]
18. Johnson W. C., Bhatia K. (1997), *Technological substitution in mobile communications*, Journal of Business & Industrial Marketing 12 (6), s. 383-399

19. Karczewska M. (2011), *Pomiar i porównanie technologii w przedsiębiorstwie – podstawy w kierunkowaniu jego innowacyjnej działalności*, w: Skonieczny J. (red.), *Kształtowanie zachowań innowacyjnych, przedsiębiorczych i twórczych w edukacji inżyniera*, Wydawnictwo Indygo Zahir Media, Politechnika Wrocławska, Wrocław, s. 129-143
20. Klineciewicz K., Żemigala M., Mijał M. (2012), *Bibliometria w zarządzaniu technologiami i badaniami naukowymi*, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Warszawa
21. Klusacek K. (2005), *Critical Technologies*, http://www.unido.org/fileadmin/import/16961_CriticalTechnologies.pdf [19.09.2013]
22. Kondo M. (2002), *Networking for Technology Acquisition and Transfer*, Management of technology. Selected Discussion Papers presented at the Vienna Global Forum, Vienna International Centre, Austria, 29 - 30 May 2001, UNIDO, Wiedeń, s. 113-143
23. Kononiuk A., Gudanowska A. (red.) (2013), *Kierunki rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim. Mapy. Marszruty. Trendy*, Politechnika Białostocka, Białystok
24. Koppe A. L., Lecou Ch., Bröring S. (2013), *Mapping emerging technology competencies in applied research: The development of nanochemistry in China and Germany*, The XXIV ISPIM Conference, Helsinki
25. Kreibich R., Oertel B., Wölk M. (2011), *Future Studies and Future-oriented Technology Analysis. Principles, Methodology and Research Questions*, publikacja przygotowana na *1st Berlin Symposium on Internet and Society*, <http://www.hiig.de/wp-content/uploads/2012/04/Foresight-Paper.pdf> [15.09.2013]
26. Lichtenthaler E. (2007), *Managing technology intelligence processes in situation of radical technological change*, *Technological Forecasting and Social Change* 74, s. 1109-1136
27. LunarSKI J. (2009a), *Zarządzanie technologiami. Ocena i doskonalenie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów
28. LunarSKI J. (2009b), *Kluczowe procesy w systemowym zarządzaniu technologią*, *Technologia i Automatyzacja Montażu* 1, s. 4-8
29. Magruk A. (2011), *Foresight technologiczny a zarządzanie technologią*, *Problemy Eksploatacji* 3, s. 47-60
30. Magruk A., Gudanowska A. E. (2010), *Future management in the context of technology management*, w: J. Kałkowska (red.), *Applications of information technologies in management*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, s. 7-16
31. Martin B. R. (1995), *Foresight in Science and Technology*, *Technology Analysis & Strategic Management*, s. 139-168
32. Nazarko J. (2013), *Regionalny foresight gospodarczy. Metodologia i instrumentarium badawcze*, Związek Pracodawców Warszawy i Mazowsza, Warszawa

33. Nazarko J., Ejdys J. (red.), (2011), *Metodologia i procedury badawcze w projekcie Foresight technologiczny NT for Podlaskie 2020: regionalna strategia rozwoju nanotechnologii*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok
34. Pawlak A. M. (2010a), *Niszowe kierunki rozwoju regionów Polski*, prezentacja w ramach seminarium, Katowice
35. Pawlak A. M. (2010b), *Wartość klastrów technologii*, Pismo PG 7, s. 50-55
36. Phaal R., Farrukh C. J. P., Probert D. R. (2001), *A framework for supporting the management of technological innovation*, conference The Future of Innovation Studies, the Netherlands
37. Pretorius M. W., de Wet G. (2000), *A model for the assessment of new technology for the manufacturing enterprise*, Technovation 20, s. 3-10
38. Rohrbeck R. (2007), *Technology Scouting – a case study on the Deutsche Telekom Laboratories*, MPRA Paper, ISPIM-Asia 2007 conference, New Delhi
39. Rohrbeck R., Arnold H. M., Heuer J. (2007), *Strategic Foresight in multinational enterprises – a case study on the Deutsche Telekom Laboratories*, MPRA Paper, ISPIM-Asia 2007 conference, New Delhi
40. Santarek K. (red.), (2008), *Transfer technologii z uczelni do biznesu. Tworzenie mechanizmów transferu technologii*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa
41. Schaper-Rinkel P. (2013), *The role of future-oriented technology analysis in the governance of emerging technologies: The example of nanotechnology*, Technological Forecasting and Social Change 80, s. 444-452
42. Sharif M. N. (2012), *Technology innovation governance for winning the future*, Technological Forecasting and Social Change 79, s. 595-604
43. *Stan i perspektywy badań naukowych w obszarze inżynierii produkcji w Polsce* (2010), Komitet Inżynierii Produkcji PAN, Warszawa, http://www.kip.pan.pl/images/stories/zdjecia/wydawnictwa/ekspertyza_2010.pdf [03.01.2014]
44. Technology Futures Analysis Methods Working Group (2004), *Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods*, Technological Forecasting and Social Change 71, s. 287-303
45. Tran T. A., Daim T. (2008), *A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment*, Technological Forecasting and Social Change 75, s. 1396-1405
46. Utterback J. (2002), *The Dynamics of Innovation*, The Internet and the University, Aspen Institute Forum, Educase, s. 81-103
47. van der Valk T., Chappin M. M. H., Gijsbers G. W. (2011), *Evaluating innovation networks in emerging technologies*, Technological Forecasting and Social Change 78, s. 25-39
48. van Wyk R. J. (1997), *Strategic Technology Scanning*, Technological Forecasting and Social Change 55, s. 21-38

49. Yasunaga Y., Watanabe M., Korenga M. (2009), *Application of technology roadmaps to governmental innovation policy for promoting technology convergence*, *Technological Forecasting and Social Change* 76, s. 61-79
50. Yong-Gil L. Yong-II S. (2007), *Selecting the key research areas in nano-technology field using technology cluster analysis: A case study based on National R&D Programs in South Korea*, *Technovation* 27, s. 57-64

Technology mapping as a method of technology analysis in the light of selected foreign experiences

Abstract

The paper's author indicates the need for an in-depth analysis of technology in today's reality. The work identifies and briefly characterises the concepts and methods of technology analysis. The method of technology mapping is distinguished among the diagnostic methods. An important part of the study is a general description of the method and the analysis of selected foreign experiences of its implementation.

Keywords

technology mapping, diagnosis of state of technology, methods of technology analysis