

PROSPEKTYWNA ANALIZA TECHNOLOGII

Katarzyna HALICKA

Streszczenie: Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie Future-oriented Technology Analysis (FTA) jako procesu umożliwiającego skuteczne przewidywanie przyszłości rozwoju technologii. W ramach niniejszego artykułu podjęto próbę uporządkowania terminologii związanej z omawianym procesem. W artykule przedstawiono założenia, ideę oraz koncepcję podejścia FTA. Przeanalizowano także wybrane publikacje z zakresu wykorzystania FTA i uporządkowano je według klasyfikacji *Key Enabling Technologies*.

Słowa kluczowe: analiza technologii, foresight technologiczny, ocena technologii, prognozowanie technologiczne.

1. Geneza i istota prospektywnej analizy technologii

Dynamiczny rozwój przemysłu a także globalizacja i konkurencja determinują wykorzystywanie nowych technologii. Innowacyjne technologie w coraz większym stopniu decydują o przewadze konkurencyjnej przedsiębiorstw. Stanowią również podstawę nowoczesnych procesów wytwórczych, umożliwiających spełnienie oczekiwań interesariuszy. W sytuacji rosnącego zapotrzebowania na innowacyjne technologie i szerokiego rynku obrotu technologiami istotnego znaczenia nabiera problematyka wnikliwej analizy technologii. Dogłębna analiza technologii jest trudna, ze względu na koszty, złożoność i przede wszystkim tempo zmian technologicznych na rynku globalnym [1]. Zgodnie z aktualnymi trendami proces ten powinien obejmować analizy uwzględniające zarówno czynniki ekonomiczne, techniczne, społeczne oraz ekologiczne. Konieczne jest więc wykorzystanie specyficznych systemów i narzędzi, dzięki którym inwestycje w badania i rozwój, infrastruktura oraz kwalifikacje pracowników będą dostosowane do obecnych a także przyszłych potrzeb rynkowych i przemysłowych [2]. Przesłanki te uzasadniają wykorzystanie odpowiednich – zorientowanych na przyszłość – metod analizy technologii. Do takich narzędzi należy podejście Future-oriented Technology Analysis.

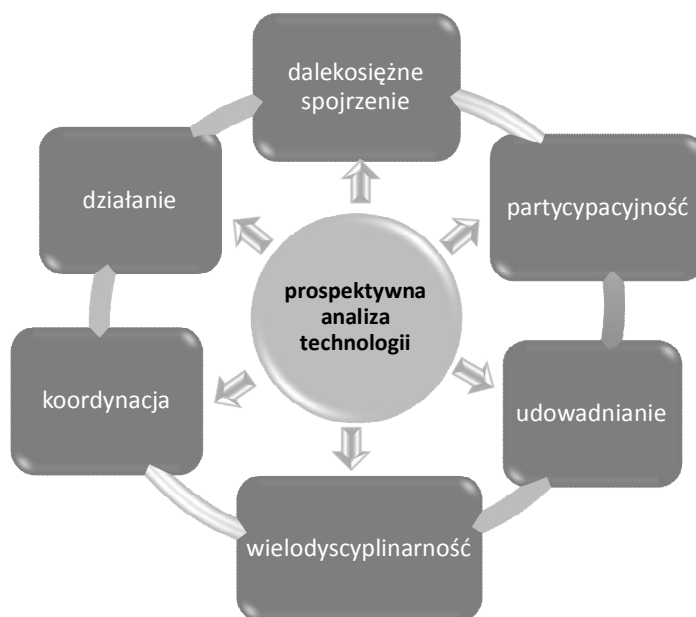
Termin FTA po raz pierwszy został użyty w 2004 w tytule seminarium nt. *New Horizons and Challenges for Future-oriented Technology Analysis: New Technology Foresight, Forecasting and Assessment* organizowanego przez Institute for Prospective Technological Studies (IPTTS) [3]. Tytuł seminarium akcentował aspekt przyszłościowy poruszanych na nim zagadnień. Z czasem zostały wyłonione pewne elementy FTA, następnie zidentyfikowano metody wykorzystywane przez FTA. Podejście to umożliwiło spojrzenie bezpośrednio na technologię, przy uwzględnieniu dynamiki jej otoczenia i występujących z nią relacji w kontekście kryteriów ekonomicznych, środowiskowych i społecznych zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju.

W literaturze krajowej brak jest trafnego, powszechnie przyjętego, polskojęzycznego odpowiednika nazwy tej metodyki, występuje luka terminologiczna w tym zakresie. Autorka na określenie tego podejścia proponuje termin *prospektywna analiza technologii*

(PAT). Pojęcie to oddaje w sposób logiczny i prosty charakter oraz oczekiwany efekt tej metodyki. Zdaniem autorki prospektywna analiza technologii jest procesem, którego głównym celem jest przewidywanie przyszłości technologii poprzez ocenę oraz szczegółową analizę (skanowanie) jej obecnego stanu a także identyfikację strategicznych czynników, obszarów, aspektów nauki i technologii wpływających na jej rozwój.

Na podstawie przeglądu literatury można wymienić następujące atrybuty prospektywnej analizy technologii (rysunek 1) [3]:

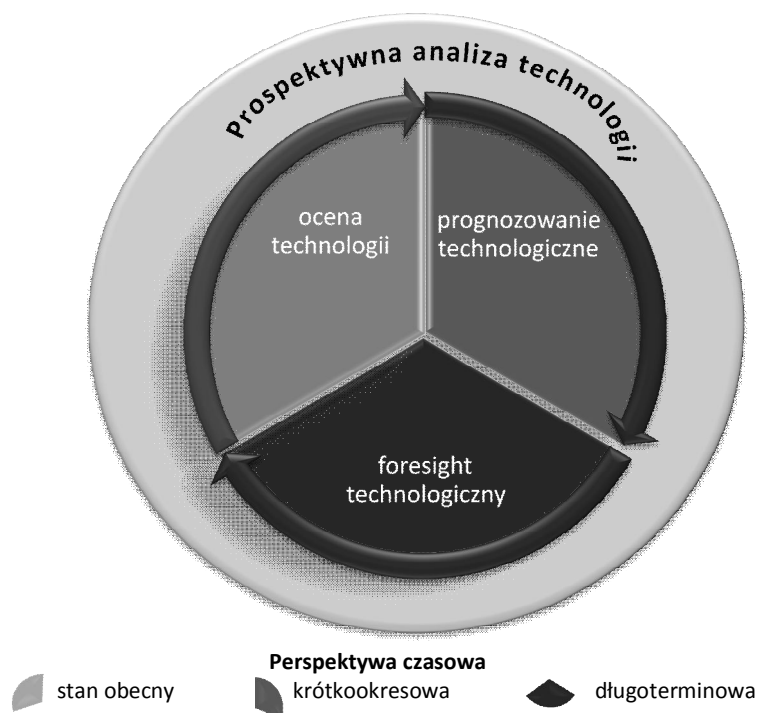
- *dalekosiężne spojrzenie* będące pożądanym stanem przyszłości opartym na racjonalnych przesłankach z teraźniejszości;
- *partycypacyjność* polegająca na udziale szerokiego grona różnorodnych uczestników (tzw. interesariuszy) w procesie rozważań, analizy i syntezy;
- *udowadnianie (empiria)* sprowadzające się do rzetelnej opinii i interpretacji analizowanych technologii, jak i zjawisk oraz czynników wpływających na ich rozwój;
- *wielodyscyplinarność* polegająca na łączeniu różnych dyscyplin, narzędzi podczas prowadzonych analiz i tym samym umożliwiającą zrozumienie istniejących relacji;
- *koordynacja* sprowadzająca się do powiązania kompetencji, możliwości, infrastruktury i zasobów;
- *działanie* koncentrujące się na mobilizowaniu do konkretnych czynności na rzecz pożądanej przyszłości.



Rys. 1. Cechy prospektywnej analizy technologii
[opracowanie własne na podstawie 3]

PAT jest to proces składający się ze zbioru metod pozwalających na szczegółową charakterystykę oraz systematyczną analizę technologii a także identyfikowanie

i prezentowanie ścieżek ich rozwoju. Prospektywna analiza technologii jest szczególnie przydatna gdy technologie są kosztowne ale i istotne dla rozwoju danego kraju, regionu czy też przedsiębiorstwa [4]. Podejście to łączy prognozowanie technologiczne (*technology forecasting* – TF), ocenę technologii (*technology assessment* – TA) z foresightem technologicznym (*technology foresight*) (rysunek 2).



Rys. 2. Struktura prospektywnej analizy technologii (PAT)
[opracowanie własne na podstawie 17, 20]

Prognozowanie technologiczne należy do jednej z pierwszych koncepcji związanych z wyłonieniem wartościowych i obiecujących technologii. Jest to pewnego rodzaju przewidywania rozwoju technologii, pozwalające na badanie zmian technologii, przedstawienie ścieżki jej rozwoju czy też możliwości funkcjonalnych. Prognozowanie technologiczne przede wszystkim bazuje na informacjach z przeszłości i zazwyczaj dotyczy bliskiej przyszłości (horyzont czasowy – do kilku lat) [5, 6, 7, 8]. Z kolei, ujednolicając dostępne w literaturze definicje, ocenę technologii można określić, jako pomiar konkretnych technologii i ich skutków z punktu widzenia kryteriów społecznych, ekonomicznych i ekologicznych [9, 10]. Jest to ocena i analiza wpływu istniejących technologii na społeczeństwo [9, 10, 11]. Natomiast foresight technologiczny jest ukierunkowany na działania umożliwiające kreowanie przyszłości, pozwala na przewidywanie zarówno przyszłych właściwości nowych technologii, jak i okresu ich pojawienia się [12, 13, 14]. Horyzont czasowy badań foresightowych jest zazwyczaj

dłuższy niż w przypadku prognozowania technologicznego i wynosi najczęściej od pięciu do trzydziestu lat. Za pomocą foresightu technologicznego możliwa jest analiza kilku wariantów przyszłości, określane są następstwa poszczególnych działań i decyzji, wyznaczane są strategiczne kierunki rozwoju badań i rozwoju technologii w celu przysporzenia jak największych korzyści ekonomicznych i społecznych w gospodarce [12, 15, 16, 17, 18, 19]. Foresight technologiczny zawiera w sobie elementy prognozowania technologicznego.

Ocena technologii, prognozowanie jej rozwoju oraz badania foresightowe stanowią podstawę PAT, stąd też podejścia te w zakresie metodycznym wykazują wysoką zgodność. Jednak nie są to podejścia tożsame [20, 21, 22, 23]. Każde z tych przedsięwzięć pełni oddzielną rolę i bardzo często uzupełnia pozostałe.

2. Metodyka prospektywnej analizy technologii

Dokonując przeglądu literatury zauważono, że często pojęcie foresight stosowane jest zamiennie z pojęciem prospektywna analiza technologii. Dogłębne studia literaturowe pozwalają autorce jednoznacznie stwierdzić, że nie należy utożsamiać pojęcia foresight technologiczny z prospektywną analizą technologii. Nie są to terminy jednakowe. Prospektywna analiza technologii jest pewnego rodzaju rozwinięciem, naturalną drogą ewolucji foresightu technologicznego. Podejście PAT polega na szczegółowych analizach obecnego stanu technologii, przy czym bierze pod uwagę jej dynamikę i rozwój a także uwzględnia czynniki wpływające na kształtowanie się przyszłości. Istotną grupą wykorzystywanych metod w prospektywnej analizie technologii ma charakter ilościowy, podczas gdy w badaniach foresightowych przewagę stanowią metody jakościowe. Poza tym w badaniach foresightowych nacisk kładzie się na „kreowanie kultury myślenia społeczeństwa o przyszłości” [12, 15, 16] a w prospektywnej analizie technologii na rzetelną opinię i interpretację analizowanych technologii, jak i zjawisk oraz czynników wpływających na ich rozwój, a także na koncentrowanie się na konkretnych działaniach na rzecz pożądanej przyszłości.

Metody wykorzystywane w prospektywnej analizie technologii wywodzą się zarówno z nauk społecznych, jak i nauk technicznych lub też innych, często zmodyfikowanych na potrzeby studiów przyszłości (*future studies*). F. Scapolo i A.L. Porter dokonali klasyfikacji metod wykorzystywanych do PAT (tabela 1). Wyłonili oni 53 metody i zaklasyfikowali do 13 następujących klas/rodzin (*methods families*) [3]:

1. Kreatywne (*creativity approaches*) – 3 metody charakteryzujące się swobodą, elastycznością i spontanicznością w rozumieniu badanych zjawisk. Dzięki tym metodom twórczo i elastycznie jest analizowana i jednocześnie kreowana wizja badanej rzeczywistości, przy uwzględnieniu skutków ekonomicznych, politycznych czy środowiskowych [24].
2. Monitorowania i wywiadu (*monitoring & intelligence*) – 2 metody uwzględniające między innymi skanowanie zarówno środowiska jak i technologii, obejmujące identyfikację szans i zagrożeń związanych z daną technologią a także ocenę i identyfikację, nowych technologii i nieciągłości technologicznych.
3. Opisowe (*descriptive*) – 4 metody charakteryzujące sferę technologiczną, przedstawiające najnowsze osiągnięcia naukowe, technologiczne i innowacje.
4. Macierze (*matrices*) – 3 metody łączące pierwiastek intuicyjny i analityczny, wykorzystywane do analizy przyszłych stanów badanych systemów na podstawie zidentyfikowanych wzajemnych oddziaływań pomiędzy zmiennymi (siłami, trendami,

zdarzeniami) występującymi w badanych układach. Stosowanie tych metod jest zasadne w wypadku sytuacji gdy teoria nie dostarcza pełnego przyczynowego wyjaśnienia zjawiska.

5. Analizy statystyczne (*statistical analyses*) – 2 metody określające współzależność, prawdopodobieństwo oraz skutki wystąpienia danego zdarzenia.
6. Analizy trendu (*trend analyses*) – 4 metody analizujące tendencje oraz potencjalne czynniki, które mogą mieć wpływ na rozwój technologii.
7. Opinie eksperckie (*expert opinion*) – 4 metody polegające na zbieraniu i analizach poglądów szerokiego grona zaangażowanych w badania interesariuszy, ekspertów w danej dziedzinie.
8. Modelowanie i symulacje (*modelling & simulation*) – 6 metod pozwalających na stworzenie modelu oraz wskazanie działań związanych z tworzeniem przyszłej strategii badanego podmiotu.
9. Analiza logiczna/przyczynowa (*logical/ causal analyses*) – 9 metod określających czynniki oddziałujące na objęty badaniem wskaźnik ekonomiczny oraz wielkości wpływu poszczególnych czynników na odchylenia wynikające z uprzednich porównań. Opierają się na obserwacji rzeczywistego przebiegu procesów gospodarczych oraz znajomości ich interpretacji ekonomicznej. Metody te uwzględniają zależności występujące pomiędzy zdarzeniami gospodarczymi oraz odzwierciedlającymi je wskaźnikami ekonomicznymi.
10. Roadmapping – 4 metody pozwalające na dopasowanie rozwoju technologii i potencjału technologicznego do scenariusza rozwoju rynku [1]. Metody te umożliwiają wskazanie ścieżek rozwoju kluczowych alternatyw technologicznych mających na celu zaspokojenie zdefiniowanych potrzeb, umożliwiając koncentrację na niezbędnych zasobach oraz przygotowanie rekomendacji w kwestii inwestycji finansowych [25].
11. Scenariusze (*scenarios*) – 5 metod wykorzystujących zarówno wiedzę ekspercką jak i myślenie kreatywne, pozwalające przewidzieć różnego rodzaju zjawiska, które mogą wystąpić w zmieniającym się otoczeniu. Metody te umożliwiają budowę wizji możliwych/alternatywnych przyszłości danego zjawiska, bądź też możliwych aspektów danej przyszłości [26].
12. Wartościowanie / wspomaganie decyzji / analizy ekonomiczne (*valuing/decision-aiding/economic analyses*) – 5 metod umożliwiających analizy stanu bieżącego, badanego obiektu, oparte na optymalizacji, analizie i selekcji licznych danych dotyczących stanu obecnego.
13. Kombinacje (*combinations*) – 2 metody sprowadzające się do modyfikacji i łączenia wyżej opisanych narzędzi.

Najliczniejsza – składająca się z 9 metod – jest klasa nazwana analizą logiczną/przyczynową. W skład tej rodziny wchodzi metody analityczne, które umożliwiają między innymi:

- antycypowanie przyszłości poprzez przekształcenie prostej z pozoru teraźniejszości w złożoną, ale zrozumiałą, na wielu poziomach przyszłość (koło przyszłości – *future wheel*);
- przenalizowanie obszernego i złożonego problemu poprzez podzielenie go na mniejsze, łatwiejsze do badania obszary (drzewa odniesień – *relevance trees*);
- zbadanie instytucji społecznych i związanych z nimi struktur, mechanizmów, kooperacji wpływających na ludzkie zachowanie (analiza instytucjonalna – *institutional analysis*);

Tab. 1. Klasyfikacja metod wykorzystywanych w prospektywnej analizie technologii

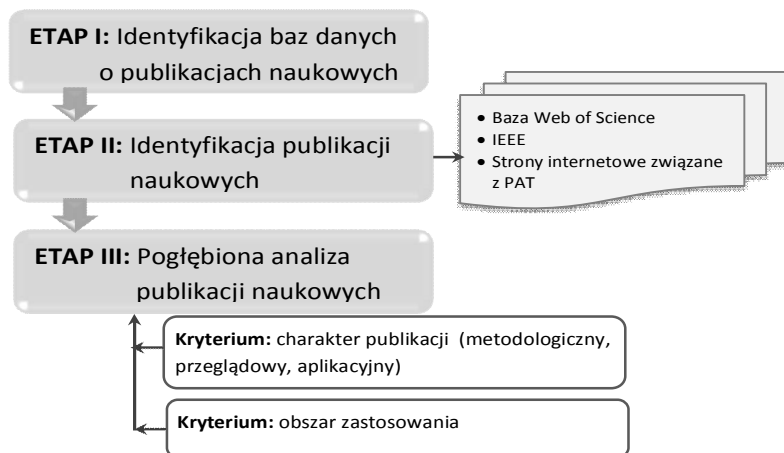
Klasa	Ilościowe	Jakościowe	Mieszane
Kreatywne	teoria rozwiązywania innowacyjnych zagadnień (TRIZ)	(1) warsztaty przyszłościowe, (2) wizje przyszłości	
Monitorowania i wywiadu		obserwacja technologiczna	tech mining
Opisowe	(1) bibliometria; (2) listy rankingowe	szacowanie multiperspektywiczne	stan indeksu przyszłości (SOFI)
Macierze	analiza morfologiczna		(1) prognozowanie analogowe; (2) krzyżowa analiza wpływów
Analizy statystyczne	korelacje		analiza ryzyka
Analizy trendu	(1) modelowanie krzywej wzrostu, (2) zmienne wiodące , (3) obwiednia rodziny krzywych; (4) analiza długofalowa		
Opinie eksperckie		(1) sondaże (2) zogniskowany wywiad grupowy; (3) metody uczestnictwa	delphi
Modelowanie i symulacje	(1) złożone systemy adaptacyjne; (2) modelowanie systemów chaotycznych (3) dyfuzja technologii lub analiza substytucji technologicznej (4) modelownie wejścia-wyjścia (5) modelowanie agentowe	opracowanie systemów innowacji	
Analiza logiczna/przyczynowa	analiza trwałości	(1) analiza instytucjonalna; (2) ocena wpływu na społeczeństwo; (3) mitigation strategizing; (4) analiza działań; (5) drzewa odniesień; (6) koło przyszłości	(1) analiza wymagań (2) analiza interesariuszy
Roadmapping		prognozowanie wsteczne	(1) marszrutu rozwoju technologii (2) mapowanie wiedzy , (3) map. wielościeżkowe
Scenariusze	scenariusze ilościowe	(1) science theatres, (2) wideo, (3) different emphases	zarządzanie scenariuszowe
Wartościowanie / wspomaganie decyzji / analizy ekonomiczne	(1) analiza kosztów i korzyści, (2) proces analitycznej hierarchizacji (AHP) (3) metoda granicznej analizy danych data (DEA), (4) wielokryterialna analiza decyzyjna	SWOT	
Modyfikacje	analiza wpływu trendu	scenariusze symulacyjne	

- zidentyfikowanie wszystkich grup interesariuszy, na które może mieć wpływ badana technologia oraz przeanalizowanie ich problemów oraz potencjału (analiza interesariuszy – *stakeholder analysis*);
- zidentyfikowanie potrzeb, oczekiwań przyszłych użytkowników danej technologii (analiza wymagań – *requirement analysis*).

Kolejną liczną grupę stanowi modelowanie i symulacje. Narzędzia z tej klasy – zbudowanej przede wszystkim z metod ilościowych – ułatwiają skomplikowaną analizę czy też symulację rozwoju możliwych wariantów danej technologii w przyszłości.

3. Przegląd wybranych publikacji dotyczących prospektywnej analizy technologii

Szczegółowa metodyka kwerendy publikacji dotyczących prospektywnej analizy technologii została zaprezentowana na rys. 3. Proces badawczy został wsparty metodami badawczymi takimi jak: krytyczna analiza piśmiennictwa, metoda analizy i konstrukcji logicznej, czy metoda badania dokumentów.



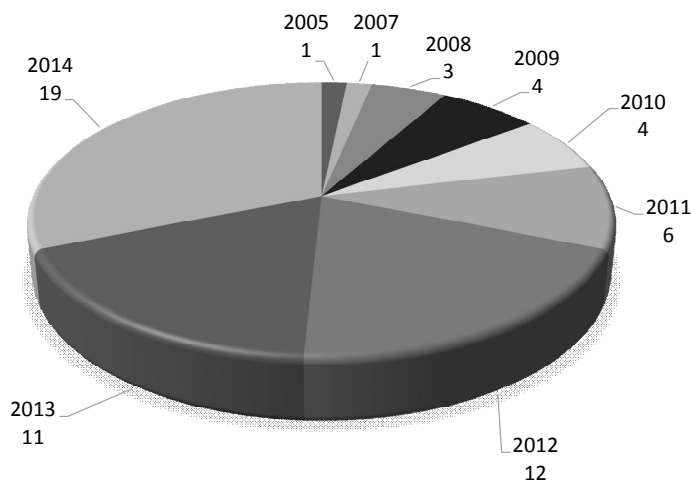
Rys. 3. Metodyka kwerendy publikacji zagranicznych związanych z prospektywną analizą technologii

Zgodnie z rysunkiem 3 początkowo autorka ustaliła bazy danych o publikacjach naukowych w których wykorzystano prospektywną analizę technologii. Następnie zidentyfikowała publikacje naukowe. Dokonała pogłębionej analizy tych publikacji. Przenalizowała publikacje ze względu na ich charakter a także ze względu na obszar zastosowania PAT.

W celu zbadania częstości wykorzystania prospektywnej analizy technologii przeanalizowano bazę danych publikacji naukowych IEEE oraz Web of Science a także strony internetowe. Wybór baz danych został podyktowany ich dostępnością. Na podstawie przeszukania baz z wykorzystaniem słów kluczowych takich jak *future-oriented technology analysis* zidentyfikowano, w przeciągu ostatnich dziesięciu lat 61 artykułów (rysunek 4).

Analizując rysunek 4 można stwierdzić, że systematycznie wzrasta zainteresowanie tą tematyką, od 2012 roku liczba nowopowstałych publikacji z tego zakresu rocznie wynosi około 20% wszystkich publikacji (12 artykułów). Widoczny jest też wzrost publikacji

w 2014 r., stanowią one około 30% publikacji z ostatnich dziesięciu lat. Wynika to z faktu, że w listopadzie 2014 r. została zorganizowana konferencja nt. *International Conference on Future-Oriented Technology Analysis* – ściśle związana z tematyką prospektywnej analizy technologii.



Rys. 4. Liczba publikacji w bazie IEEE, Web of Science oraz na stronach internetowych dotyczących prospektywnej analizy technologii (PAT)

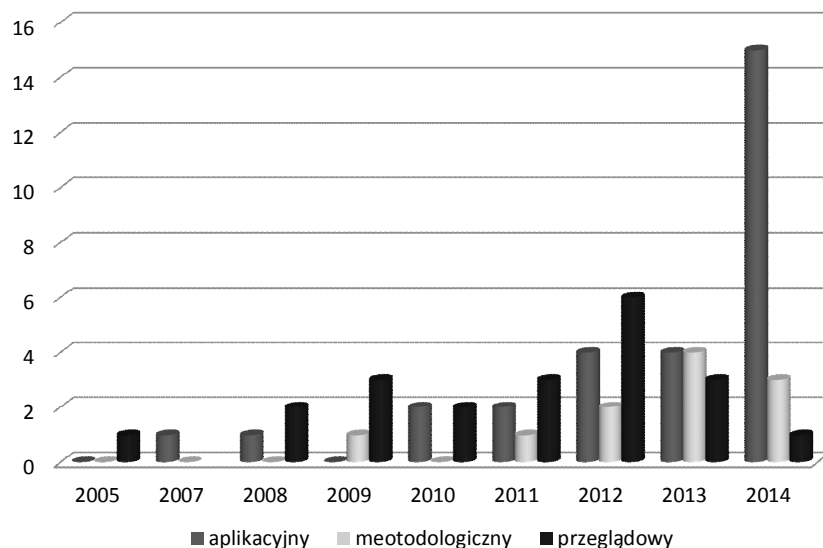
Publikacje będące przedmiotem dalszych analiz wywodzą się z takich prestiżowych czasopism dotyczących studiów nad przyszłością, jak m.in.: „Technology Analysis & Strategic Management”, „Technological Forecasting and Social Change”, „International Journal of Technology Intelligence and Planning”, „Science And Public Policy” czy też „Futures”.

Wszystkie zebrane publikacje zostały szczegółowo przeanalizowane i dokonano klasyfikacji ze względu na charakter artykułu (rysunek 5):

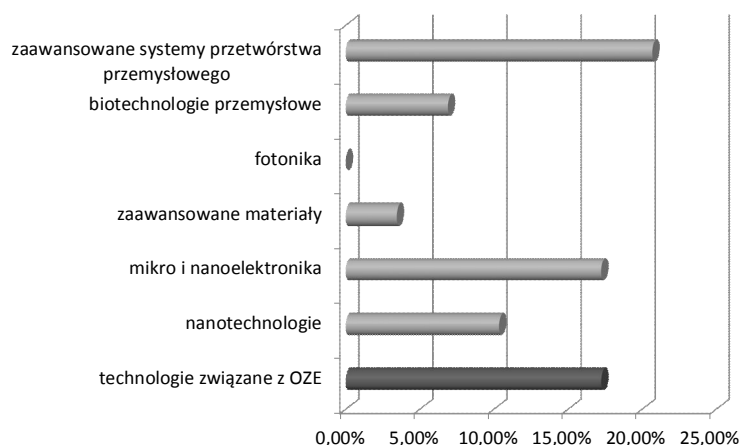
- metodologiczny – w którym przedstawiono metody prospektywnej analizy technologii lub jej modyfikacje;
- przeglądowy – dokonano przeglądu metod, klasyfikacji, opisu itp.
- aplikacyjny – w którym pokazano zastosowane metody PAT.

Analizując rysunek 5 można zauważyć, że najwięcej publikacji ma charakter aplikacyjny – 29 artykułów – przy czym 15 opublikowano w 2014 roku. Zaledwie 11 artykułów dotyczy opisu, charakterystyki czy też modyfikacji prospektywnej analizy technologii.

Ostatni etap prac polegał na ustaleniu obszaru/zakresu w jakim zastosowano prospektywną analizę technologii, przy czym analizie poddano prace które mają charakter aplikacyjny. Zauważano, że podejście to było stosowane między innymi do budowy strategii przedsiębiorstwa czy też regionu. Publikacje te stanowiły około 24% analizowanych publikacji. Pozostałe artykuły dotyczyły wykorzystania PAT do analizy konkretnych technologii. Postanowiono uporządkować je według klasyfikacji wyróżniającej technologie KET (*Key Enabling Technologies*), takie jak: nanotechnologie, mikro i nanoelektronika, zaawansowane materiały, fotonika, biotechnologie przemysłowe, zaawansowane systemy przetwórstwa przemysłowego. Autorka zauważyła, że istotną



Rys. 5. Klasyfikacja publikacji związanych z prospektywną analizą technologii



Rys. 6. Struktura zidentyfikowanych technologii analizowanych w publikacjach dotyczących PAT

grupę, w analizowanych publikacjach, stanowią technologie związane z odnawialnymi źródłami energii. Z uwagi na istotne znaczenie tych technologii autorka je wyodrębniła. Na rysunku 6 przedstawiono strukturę zidentyfikowanych technologii według klasyfikacji KET.

Analizując rysunek 6 można zauważyć, że PAT była wykorzystywana przede wszystkim w przypadku *technologii zaawansowanych systemy przetwórstwa przemysłowego* (ponad 20%). Z kolei ponad 17% zidentyfikowanych publikacji dotyczyło *mikro i nanotechnologii* a także *technologii związanych z odnawialnymi źródłami energii*.

W dalszej części badań dokonano również przeglądu literatury krajowej. Zauważono, że w literaturze krajowej temat ten jest właściwie poruszany sporadycznie i raczej ogólnie, w odniesieniu do analizy technologii [10, 20, 27, 28]. Przeprowadzone studia literaturowe pozwalają wyciągnąć wniosek, że szczególnie w aspekcie polskich doświadczeń problematyka ta jest zagadnieniem nowym.

4. Wnioski

Obecnie – w czasach charakteryzujących się znaczną dynamiką otoczenia – znaczenia nabiera staranne przemyślenie, wręcz zaplanowanie przyszłości rozwoju technologii. Narzędziem umożliwiającym zaprezentowanie szerokiego ujęcia dotyczącego przyszłości wybranej technologii, opracowanego z uwzględnieniem wiedzy, doświadczenia w danym obszarze jest prospektywna analiza technologii. Proces ten ułatwia integrację nauki i technologii z praktyką biznesową, a także identyfikowanie szans z zakresu rozwijania się nowych technologii. Pozwala również na koordynację rozwoju potencjału technologicznego ze scenariuszami rozwoju rynku czy też sektora.

Widoczny, zarówno w literaturze polskiej jak i zagranicznej, brak przejrzystych wytycznych, ograniczał w pełni prawidłowe i skuteczne wykorzystywanie prospektywnej analizy technologii do badania rozwoju technologii. Brak trafnego, polskojęzycznego odpowiednika terminu FTA oraz niemożność wypracowania jednej, ogólnie przyjętej definicji tego procesu sprawiają, że idea prospektywnej analizy technologii może być niezrozumiana bądź zniekształcana. W artykule przedstawiono genezę i ewolucję prospektywnej analizy technologii. Ponadto dokonano uporządkowania i uściślenia pojęciowego terminów związanych z analizą technologii takich jak: ocena technologii, prognozowanie technologiczne oraz foresight technologiczny. W tekście podano różnice między tymi terminami. Artykuł jest pewnego rodzaju przewodnikiem nad ideą prospektywnej analizy technologii.

Biorąc pod uwagę potencjał prospektywnej analizy technologii autorka proponuje wykorzystanie tego procesu do analizy technologii odnawialnych źródeł energii. Ze względu na sformułowane przez Komisję Europejską plany działań w zakresie energii zakładające bezpieczeństwo, konkurencyjność, efektywność, wykorzystanie zasobów odnawialnych oraz niskoemisyjność sektora energetycznego, uzasadnione jest podjęcie tematyki związanej z prospektywną analizą technologii wpływającymi na usprawnienie procesu produkcji energii z odnawialnych źródeł energii spełniających wymagania rynkowe i legislacyjne. Dlatego też dalsze badania będą koncertowały się w tym obszarze, autorka proponuje zaimplantowanie tego procesu do analizy odnawialnych źródeł energii w Polsce.

Literatura

1. Halicka K.: Zarządzanie technologiami z wykorzystaniem metody technology roadmapping, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 1919, seria Organizacja i Zarządzanie Zeszyt 73, 2014, s. 211- 223.
2. Ejdyś J., Ustinovicus L., Stankeviciene J.: Innovative application of contemporary management methods in a knowledge-based economy – interdisciplinarity in science, Journal of Business Economics and Management, 2015 Volume 16(1), s. 261–274, doi:10.3846/16111699.2014.986192.
3. Cagnin, C., Keenan, M., Johnston, R., Scapolo, F., Barré, R. (red): Future-Oriented Technology Analysis. Strategic Intelligence for an Innovative Economy, Springer-Verlag. 2008.

4. Halicka K.: Technology roadmapping in the management of renewable energy technologies, *Trends Economics and Management*, 2015.
5. An-Chin Cheng, Chung-Jen Chen, Chia-Yon Chen: A fuzzy multiple criteria comparison of technology forecasting methods for predicting the new materials development, "Technological Forecasting and Social Change" 2008, nr 75, s. 131-141.
6. Cuhls K.: From Forecasting to Foresight Processes – New Participative Foresight Activities in Germany, "Journal of Forecasting" 2003, nr 23.
7. Cunningham S. W., Kwakkel J., Innovation forecasting: A case study of the management of engineering and technology literature, "Technological Forecasting and Social Change" 2011, nr 78, s. 346-357.
8. Nazarko J. (red.): Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Część II. Prognozowanie na podstawie szeregów czasowych, Białystok, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, 2004.
9. Musango J. K., Technology Assessment of Renewable Energy Sustainability in South Africa, rozprawa doktorska, Stellenbosch University, Matieland 2012, [online], dostęp zdalny: http://ciret-transdisciplinarity.org/biblio/biblio_pdf/Josephine_Musango.pdf, [data wejścia: 05.01.2015].
10. Karczewska M., Materzok J., Skonieczny J.: Współczesne narzędzia oceny technologii. [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole 2011, s. 454-462.
11. Tran T. A., Daim T.: A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment, "Technological Forecasting and Social Change" 2008, nr 75, s. 1396-1405.
12. Nazarko J.: Regionalny foresight gospodarczy. Metodologia i instrumentarium badawcze. ZPWIM, Warszawa 2013, 122 s.
13. Nazarko J., Ejdys J., Dębkowska K.: Model oraz wyniki pilotażowego badania typu foresiht w obszarach wzrost gospodarczy, innowacyjność mazowieckich przedsiębiorstw, rozwój lokalny. Cz. 1. Politechnika Białostocka, 2012.
14. Nazarko J., Ejdys J., Kononiuk A., Gudanowska, A., Magruk A., Nazarko Ł.: Badanie ewaluacyjne projektów foresight realizowanych w Polsce. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Warszawa, 2012.
15. Ejdys J., Nazarko Ł.: Foresight gospodarczy – instrumentem orientacji na przyszłość. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 2014, 340, s. 651-664.
16. Nazarko J., Dębkowska K., Ejdys J., Glińska E., Halicka K., Kononiuk A., Olszewska A., Gudanowska A., Magruk A., Nazarko Ł.: Metodologia i procedury badawcze w projekcie Foresight technologiczny <<NT FOR Podlaskie 2020>> Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii, Nazarko J. (red.), Ejdys J. (red.), Rozprawy Naukowe Nr 218, Biblioteka Nauk o Zarządzaniu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2011 (ISSN 0867-096X).
17. Martin B.: Technology foresight in a rapidly globalizing economy, presentation from the International Conference on 'Technology Foresight for Central and Eastern Europe and the Newly Independent States', Vienna, Austria, 4-5 April 2001.
18. Skulimowski A. M. J.: Metody Roadmappingu i foresightu technologicznego, „Chemik – Nauka Technika Rynek”, 2009, nr 5, s. 1-8.
19. UNIDO: Technology Foresight Manual. Organizations and Methods, vol. 1, UNIDO, Vienna 2005.

20. Gudanowska A.: Jak analizować technologie? Wybrane zagadnienia z zakresu metodyki analizy technologii. [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole 2014, s. 129-138.
21. Saritas O., Burmaoglu S., Tabak A.: the evolution of the use of foresight methods: a bibliometric analysis of global research output for cutting-edge FTA approaches, 5th International Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA) - Engage today to shape tomorrow Brussels, 27-28 November 2026, [online] dostęp zdalny: https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/fta2014-t3practice_185.pdf, [data wejścia: 05.01.2015].
22. Mikova N., Sokolova A.: Comparing information sources for identifying technology trends, 5th International Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA) - Engage today to shape tomorrow Brussels, 27-28 November 2026, [online] dostęp zdalny: https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/fta2014-t3practice_195.pdf, [data wejścia: 05.01.2015].
23. Per Dannemand Andersen, Lars Alkær sig: Profile and trends in FTA approaches: a bibliometric analysis of special issues of international journals from four FTA conferences, 5th International Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA) - Engage today to shape tomorrow Brussels, 27-28 November 2026, [online] dostęp zdalny: https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/fta2014-t3practice_151.pdf, [data wejścia: 05.01.2015].
24. Magruk A.: Innovative classification of technology foresight methods, "Technological and Economic Development of Economy", t. 17, nr 4, 2011, s. 700-716.
25. Gudanowska A. E.: Technology mapping in foresight studies as a tool of technology management. Polish experience, „Contemporary Management Quarterly” 2013, t. 12, nr 4, s. 61-72.
26. Idier D.: Science fiction and technology scenarios: comparing Asimov’s robots and Gibson’s cyberspace, Technology in Society 22 (2000). s. 255-272.
27. Kaźmierczak J.: Ocena oddziaływań społecznych innowacyjnych produktów I technologii („technology assessment”). [w:] Knosala R. (red.): Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Polskie Towarzystwo Zarządzania Produkcją, Opole 2013, s. 124-137.
28. Skonieczny J.: Narzędzia SPI w zarządzaniu regionami europejskim, [online], dostęp zdalny: http://www.dcsr.wroc.pl/files/File/konferencja20060629/prez/14_narzedzia_spi.pdf, [data wejścia: 06.01.2015].

Dr inż. Katarzyna HALICKA
 Katedra Informatyki Gospodarczej i Logistyki
 Politechnika Białostocka
 15-351 Białystok, ul. Wiejska 45A
 tel./fax: (0-85) 746 98 75
 e-mail: k.halicka@pb.edu.pl