

2023

Mapowanie technologii – międzynarodowy przeegląd literatury



Platforma
Przemysłu
Przyszłości

Raport na potrzeby projektu „Mapowanie technologii w przedsiębiorstwach klastrowych”
realizowanego przez Fundację Platforma Przemysłu Przyszłości

Autor:
dr Alicja E. Gudanowska

Redakcja:
dr Piotr Kryjom
Zastępca Dyrektora
Dział Zarządzania Wiedzą

Copyright by Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości

Fundacja Platforma Przemysłu Przyszłości
ul. Malczewskiego 24
26-609 Radom

Listopad 2023





Przedmowa

Oddajemy w Państwa ręce raport będący przeglądem międzynarodowych inicjatyw w zakresie mapowania technologii. Niniejsza publikacja jest kolejnym opracowaniem powstałym w ramach prac think tanku powołanego przez Platformę Przemysłu Przyszłości. Tym razem skoncentrowano się na mapowaniu technologii jako metodzie naukowej, która poprzez klasyfikację, opis oraz ocenę potencjału firm pozwala na określenie bieżącego stanu wybranych technologii.

Wybór tej metody badawczej nie był przypadkowy. Oparte na kosztach źródła konkurencyjności polskich przedsiębiorstw są na wyczerpaniu, co skłania do głębszej refleksji i poszukiwaniu nowych rozwiązań na rynkach bardziej rozwiniętych, które w znacznie szerszym aspekcie wykorzystują nowe technologie do budowy potencjału przedsiębiorstw.

W trakcie prac ekspertom przyświecały dwa nadrzędne cele. Pierwszym z nich było zidentyfikowanie kluczowych przewag konkurencyjnych. Drugim z nich było wypracowanie podstaw pozwalających na opracowanie praktycznych założeń dla pojęcia konkurencyjności technologicznej polskiej gospodarki. W tym przypadku skupiono się na technologiach branży obróbki metali oraz technologiach cyfrowych, które wspierają jej rozwój.

Praktycznym efektem przygotowania niniejszego raportu było stworzenie narzędzia internetowego składającego się z dwóch elementów: branżowego słownika technologii oraz mapy przedsiębiorstw, która pozwala na szybką lokalizację podmiotów wykorzystujących poszukiwane technologie. Jego dwujęzyczność (wersja polska i angielska) pozwala na włączanie polskich przedsiębiorstw do globalnych łańcuchów wartości.

Równocześnie celem projektu jest również popularyzowanie ww. metody poprzez pokazanie (przy pomocy opracowanego narzędzia) praktycznych możliwości jej zastosowania. Należy podkreślić, że niniejsza publikacja jest pierwszą z dwóch dotyczących mapowania technologicznego. W kolejnej skupiono się na temacie operacjonalizacji metodyki na potrzeby branży obróbki metali oraz propozycji narzędzi wspomagających realizację ww. metody.

Chciałbym bardzo podziękować autorce raportów, Pani dr Alicji Gudanowskiej, za zaangażowanie i przekazaną wiedzę. Mam nadzieję, że będące owocem wspólnego wysiłku obie publikacje spotkają się z Państwa życzliwym zainteresowaniem i pozytywnym odbiorem.

dr Piotr Kryjom
Zastępca Dyrektora
Działu Zarządzania Wiedzą

Spis treści

1. Wprowadzenie oraz podstawowa terminologia	5
2. Przegląd literatury w zakresie metodyki mapowania technologii	8
2.1. Doświadczenia krajowe	8
2.2. Doświadczenia zagraniczne	42
3. Podsumowanie	64
Spis literatury	69
Spis rysunków	77
Spis tabel	78

1 | Wprowadzenie oraz podstawowa terminologia

Mapowanie technologii to jedna z metod umożliwiających określenie bieżącego stanu technologii, poprzez identyfikację, klasyfikację i zebranie danych na temat związanych z nią elementów (takich jak np. komponenty technologii, przykłady jej zastosowania, związane z nią jednostki naukowe, przedsiębiorstwa czy eksperci rozwijający technologię) oraz analizę i wizualizację ewentualnych powiązań pomiędzy technologiami. Celem wykorzystania metody mapowania jest dostarczenie jak najszerszej, możliwej do zgromadzenia, bazy wiedzy o technologiach, która jest użyteczna z perspektywy odbiorców oraz aktualna w danym momencie czasu.

Za przedmiot mapy technologii bądź związanych z nią elementów można przyjąć lokalizację przestrzenną jednostek powiązanych z daną technologią, zdefiniowane relacje pomiędzy technologiami bądź też ustalone relacje pomiędzy wybranymi charakterystykami. Zgodnie z powszechnie przyjętą ideą mapy, również mapy technologii powinny zostać uzupełnione legendą stosowanych oznaczeń oraz (opcjonalnie) opisami lub zestawieniami tabelarycznymi dotyczącymi przedstawionych na mapie obiektów¹. W aspekcie procesu zarządzania technologią^{2,3} metoda ta jest szczególnie przydatna w kontekście identyfikacji i selekcji technologii, jak również podczas pozyskiwania wiedzy płynącej z ich rozwoju i eksploatacji^{4,5}.

Warto również zauważyć, że metoda ta często była wykorzystywana w ramach badań odnoszących się do przyszłości, szczególnie badań foresightowych. To właśnie na ich kanwie został rozwinięty i udokumentowany przebieg metodyki mapowania technologii⁶. W ramach tego typu badań metoda ta umożliwia kategoryzację oraz klasyfikację technologii i stosowana jest między innymi w celu przeglądu obiektu analizy i określenia jej granic^{7,8}. Biorąc pod uwagę istotę obszaru badań foresightowych w kontekście rozwoju

- 1 A. E. Gudanowska, *Metodyka mapowania technologii w badaniach foresight*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2021, doi: 10.24427/978-83-67185-01-1, <https://pb.edu.pl/oficyna-wydawnicza/wp-content/uploads/sites/4/2022/01/Metodyka-mapowania-technologii-w-badaniach-foresight2.pdf>.
- 2 R. Phaal, C. J. P. Farrukh, D. R. Probert, *Technology management process assessment: a case study*, "International Journal of Operations & Production Management" 2001, t. 21, nr 8.
- 3 D. Cetindamar, R. Phaal, D. Probert, *Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities*, "Technovation" 2009, nr 29.
- 4 A. E. Gudanowska, *Metodyka mapowania technologii w badaniach foresight ... op. cit.*
- 5 A. Gudanowska, *Istota współczesnych technologii w kontekście procesów zarządzania technologią i foresightu technologicznego*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie” 2015, nr 83, s. 195–205.
- 6 A. E. Gudanowska, *Metodyka mapowania technologii w badaniach foresight ... op. cit.*
- 7 P. D. Andersen, B. H. Jorgensen, L. Lading., B. Rasmussen, *Sensor foresight – technology and market*, "Technovation", vol. 24, 2004.
- 8 B. Rasmussen, M. Borup, K. Borch, P. D. Andersen, *Prospective technology studies with a life cycle perspective*, "International Journal of Technology, Policy and Management", vol. 5, no.3, 2005.

metodyki mapowania technologii, w niniejszym raporcie istotne źródło wiedzy będą stanowić pozycje dokumentujące inicjatywy realizowane w ramach takich badań tak w Polsce, jak i na świecie.

Istotne z perspektywy niniejszego raportu jest również odróżnienie pojęcia mapowania technologii od metody *technology roadmapping* (TRM), z którą mapowanie technologii bywa dość często utożsamiane, szczególnie w polskiej literaturze. Zasadniczą różnicą pomiędzy obiema metodami jest czas⁹.

W przypadku mapowania jest on określonym punktem, w jakim dokonujemy przeglądu technologii. Wprowadzić możliwe (a wręcz zalecane) jest, aby przegląd ten był aktualizowany, szczególnie w przypadku tworzenia narzędzia mającego ułatwiać korzystanie z wiedzy zgromadzonej w bazie technologii jej odbiorcom, jednak jest to wyraźnie zaznaczony punkt w czasie. Z kolei w przypadku metody *technology roadmapping* efektem realizacji mają być wizualizacje odnoszące się do linii czasu, często dostarczające informacji z zakresu pięciu obszarów: rynek, produkty, technologia, proces oraz ludzie. Prezentują one różne warstwy o różnym poziomie szczegółowości¹⁰, nie zaś szczegółowy przegląd bieżącego stanu istniejących technologii¹¹.

Chociaż realizacje metody TRM to dość różnorodne podejścia to ostatecznie w wyniku jej przeprowadzenia dochodzi do uporządkowania czy też zaprezentowania zmian kierunków badań naukowych i technologii w ich szerokim kontekście w odniesieniu do linii czasu¹². Różne metody i idee związane z badaniem stanu i rozwoju technologii od dłuższego czasu są przedmiotem zainteresowania badaczy. Analizy fazy cyklu życia technologii, czynników wpływających na jej rozwój, możliwych kierunków rozwoju czy też innych aspektów to obszary zazębiające się ze sobą. Często są to pochodne starszych i równocześnie wciąż rozwijanych równoległe podejść¹³.

Metoda mapowania technologii była realizowana na przestrzeni lat w różny sposób w różnorodnych inicjatywach. W literaturze można również znaleźć badania nieokreślone wprost jako mapowanie technologii, ale zgodne z jej ideą. Użycie metody ma pomóc w zrozumieniu złożoności analizowanych technologii, a wyniki uzyskane dzięki jej realizacji mogą być istotnym i zasadnym argumentem podczas podejmowania decyzji dotyczących selekcji technologii^{14,15}.

- 9 A. E. Gudanowska, *Mapowanie a foresight. Wybrane aspekty metodologiczne jednego ze współczesnych nurtów badawczych w naukach o zarządzaniu*, „Współczesne Zarządzanie” 2012, nr 4, s. 103-111.
- 10 G. Muller, *Roadmapping*, Philips Embedded Systems Institute, 2008, s. 1-2.
- 11 *Foresight Vehicle Technology Roadmap – Technology and Research Directions for Future Road Vehicles*, Society of Motor Manufacturers and Traders Ltd, London 2004.
- 12 K. Cuhls, R. Johnston, (2008), *Corporate Foresight*, [in:] Cagnin C. (ed.), Keenan M. (ed.), Johnston R. (ed.), Scapolo F. (ed.), Barre R. (ed.), *Future-Oriented Technology Analysis*, Springer, 2008, s. 111.
- 13 K. A. Kujawa, K. Paetzold, *External Technology Searching Methods – A Literature Review*, Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19), Delft, The Netherlands, 5-8 August 2019, s. 2259-2267.
- 14 A. Gudanowska, *Technology mapping in foresight studies as a tool of technology management. Polish experience*, „International Journal of Contemporary Management” 2013, t. 12, nr 4, s. 61-72.
- 15 R. Iftikhar, Z. Pourzolfaghar, M. Helfert, *Omnichannel Value Chain: Mapping Digital Technologies for Channel Integration Activities*, [w:] A. Siarheyeva, C. Barry, M. Lang, H. Linger, & C. Schneider (red.), *Information Systems Development: Information Systems Beyond 2020 (ISD2019 Proceedings)*, Toulon, France: ISEN Yncréa Méditerranée, 2019.

Mapowanie technologii powinno zatem być, i często bywało, naturalnym etapem badań i inicjatyw, które miały na celu podkreślenie istniejących struktur i powiązań w aspekcie analizy technologii, lub też przepływów informacji lub zasobów w strukturze całej sieci technologii wykorzystywanych na danym obszarze, w danym przedsiębiorstwie bądź ich grupie¹⁶.

Celem niniejszego raportu jest:

- ➔ dostarczenie wiedzy użytecznej podczas tworzenia metodyki mapowania technologii na potrzeby przedsiębiorstw z klastrów metalowych,
- ➔ pomoc w opracowaniu narzędzia badawczego do zautomatyzowanego zbierania danych (karty przedsiębiorstwa),
- ➔ pomoc w opracowaniu bazy danych przedsiębiorstw i związanych z nimi technologii,
- ➔ pomoc w zakresie wizualizacji danych przedstawiających wybrane technologie,
- ➔ pomoc w zakresie sporządzenia opisów technologii.

Mając na uwadze powyższe cele, dokonując przeglądu literatury skupiono się zarówno na przyjętych metodykach postępowania podczas przeprowadzania mapowania technologii w opisywanych przypadkach badań, jak również na identyfikowanych w ramach poszczególnych badań elementach istotnych z perspektywy identyfikacji i gromadzenia wiedzy, zarówno o technologii, jak i jej twórcach oraz jednostkach wykorzystujących określone rozwiązania technologiczne.

16 A. E. Gudanowska, *Metodyka mapowania technologii w badaniach foresight ... op. cit.*

2 | Przegląd literatury w zakresie realizacji elementów metodyki mapowania technologii

2.1. Doświadczenia krajowe

Jedną z inicjatyw badawczych w nurcie badań foresightowych realizowanych w Polsce, na które warto zwrócić uwagę w kontekście mapowania technologii, jest projekt *Foresight technologiczny w zakresie materiałów polimerowych*. W ramach jednego z realizowanych etapów badawczych realizatorzy dokonali przeglądu technologicznego. Za zgromadzenie wiedzy w tym procesie odpowiedzialne były grupy eksperckie. Dokonały one przeglądu materiałów i kompozytów polimerowych, jak również klasyfikacji technologii wedle ich podziału na technologie schyłkowe (odrzucone w dalszych pracach), technologie dojrzałe (częściowo odrzucone w dalszych pracach z uwagi na powszechność wykorzystania), technologie prototypowe oraz technologie przyszłościowe. Podstawę klasyfikacji stanowiły ważność środowiskowa, ekonomiczna, aspekt kreatywności i wykonalności. Poza wiedzą ekspertów wykorzystane źródła danych objęły publikacje naukowe, przemysłowe oraz raporty z konferencji dotyczących materiałów polimerowych. Realizatorzy zwrócili uwagę na potencjał kadrowy polskich instytucji naukowo-badawczych, autorstwo patentów, licencji i wdrożeń oraz zewidencjonowali przedsiębiorstwa wytwarzające i/lub przetwarzające materiały polimerowe. Podczas prowadzonych prac istotne były również silne i słabe strony technologii oraz szanse i zagrożenia wpływające na ich rozwój^{17, 18, 19}.

Z perspektywy mapowania technologii za istotne można uznać podkreślenie istoty zewidencjonowania przedsiębiorstw związanych z daną technologią. Natomiast w aspekcie karty technologii za istotne elementy można uznać: oddziaływanie na środowisko, ekonomiczne implikacje rozwoju technologii, ewidencję patentów i wdrożeń oraz prac naukowych i przemysłowych, a także wskazanie determinant oraz barier rozwoju technologii.

Kolejne badanie mogące stanowić inspirację w zakresie mapowania technologii to projekt o charakterze badania foresightowego *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego*, w ramach którego przeprowadzono ocenę

- 17 H. Rydarowski, K. Czaplicka, *Wybrane scenariusze rozwoju technologicznego materiałów polimerowych* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu <http://science24.com/paper/14851> [Data wejścia 07.07.2023].
- 18 *Foresight technologiczny w zakresie materiałów polimerowych* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu www.foresightpolimerowy.pl/main.php?dynxml0=projekt.xml [Data wejścia 23.02.2012].
- 19 *Foresight technologiczny w zakresie materiałów polimerowych, spotkanie paneli roboczych M5 i M6, 2006*, [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.foresightpolimerowy.pl/upload/M5%20i%20M6.pps [Data wejścia 24.02.2012]

stanu technologicznego w zakresie przemysłu wydobywczego w kraju, dokonując między innymi przeglądu stanu dotychczas wykorzystywanych technologii. W ramach podjętych prac opracowano narzędzie określone mianem karty technologii. Narzędzie w formie tabeli powstało w oparciu o publikacje naukowe, przemysłowe i materiały konferencyjne. W kartach zawarto takie charakterystyki, jak: podstawowy opis technologii, wyróżniki technologii, wizualizacje i szkice technologii, wady i zalety rozwiązania technologicznego z perspektywy efektywności, bezpieczeństwa i ochrony środowiska, oddziaływanie na środowisko naturalne, niezbędne wyposażenie związane z wykorzystaniem technologii, podstawowe parametry techniczne i/lub organizacyjne związane z daną technologią oraz spodziewane efekty produkcyjne. Poza kartą technologii na potrzeby dalszych prac projektowych przeprowadzono ocenę ekspercką w zakresie innowacyjności technologii posiłkując się między innymi oceną obecnego poziomu rozwoju technologii^{20, 21, 22}. Na rys. 1 przedstawiono jedną z kart technologii opracowanych w ramach inicjatywy badawczej.

KARTA TECHNOLOGII		SYMBOL																															
SYSTEM PODBIERKOWY ŚCIANOWY		PES2																															
1. WYRÓZNIKI SYSTEMU																																	
<ul style="list-style-type: none"> wybijanie grubych pokładów jednowarstwowo wydobycie porównywalne jak przy systemie ścianowym z zawalem stropu (możliwość większego wychodu kamienia) 																																	
2. SZKIC																																	
<p>Rys.1. System eksploatacji podbierkowej ścianowy z odbieraniem podobnego węgla przez przenośnik przeczolowy</p>		<p>3. OPIS TECHNOLOGII</p> <p>Charakterystyka: System ten polega na prowadzeniu klasycznej ściany przy sprężu pokładu i pozostawieniu węgla z tworzącego się ładu obwodową zawalę. Węgiel ten odbierany jest przez przenośnik znajdujący się przy czole ściany lub przez obrotowy przenośnik znajdujący się pod obłądą odwarstwową.</p> <p>Opis wyposażenia (Koział 2004): W systemie tym stosuje się sekcje obwodowy mechaniczowanej o specjalnej konstrukcji, 6 wyposażone w girny oraz sprężony (owies w stoprocentu, przez który sprężany jest podobny węgiel na przenośnik przeczolowy), wyposażone w spręż powietlny (owies w dolnej części ściany odwarstwową, przez który odbiera się podobny węgiel na drugi przenośnik zabudowany za ładą stojaków obwodowy) lub wyposażone w spręż dolny (dolna część obłody odwarstwową charakteryzującą się uchyłno-wyruwaną konstrukcją i podjętą jest silownikami hydrodynamicznymi lub odłosa odwarstwową zwężką prowadzoną o walizkow połączony segment z wywołaną górną do kruszenia bryły).</p> <p>Wnioski: W eksploatacji w ścianie odbiera się obrotowy gradient powierza w systemie na „N”, „N”, „N” gdzie środek powierza dotychczas jest chłodniejszą podścianową, przechodzą do ściany i ładu zmianę odwarstwową jest chłodniejszą nadścianową w kierunku szybu wydobycowego. Ładzi powierza w ścianie powierza zapewnia eliminację ciepła górnego i dolnego oraz odpowiednio zmian temperatury umożliwiającą kondensację pary wodnej w ścianie żalazy.</p> <p>Skutki produkcyjne: System pozwala na osiągnięcie dobrego wydobywa do ok. 13 tys. t-dobę.</p> <p>Wpływ na środowisko naturalne: W systemie podobny węgiel systemem ścianowym z zawalem stropu wywołuje niekorzystny wpływ na środowisko naturalne. Wpływ ten przejawia się defekcją powierza powierza: zapadnięcie części wywołanie wody, jak również się przyczyną uszkodzeń obiektów budowlanych zlokalizowanych w otoczeniu eksploatacji.</p> <p>Zalety i wady (Koział 2004): Porównując ten system do wariantu mechanicznego systemu eksploatacji podobny wyróżnia następujące zalety: <ul style="list-style-type: none"> oszczędność kosztów robót przygotowawczych, większa koncentracja produkcji, większa wydajność pracy, zwiększenie czasu bezawaryjnego w ścianie, zwiększenie precyzji i dokładności związanej z utrzymaniem ściany, zwiększenie zużycia materiałów i energii, możliwość eksploatacji pokładów o zmniejszonej grubości i pokładów grubych, zwiększenie elastyczności. Do najwazniejszych wad tego systemu należą skutki: <ul style="list-style-type: none"> większe zużycie węgla i gazu zanieczyszczenie składowiska (w przypadku ładu i drobnozbiórki się ład stopowycy), możliwość zwiększenia strat eksploatacyjnych na skutek braku kontroli pozostawienia węgla z węgla wykład, zwiększenie poziomu bezpieczeństwa podczas prowadzenia robót uszczelnionych w warstwie podbierkowej, wzrost zagrożenia samozapalenia węgla, wzrost zagrożenia martwicowego i tarpaniem. </p>																															
<p>Rys.2. Etap wypracowania podobnego węgla</p>		<p>4. PODSTAWOWE PARAMETRY</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>Średnica łopaty</td> <td>1 50 - 250m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Wysokość eksploatacji</td> <td>powinno 4-5 m</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Średnica pokładu</td> <td>do 30'</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Średnica wlotowa przewietrzni</td> <td>do 20'</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Sposób umieszczenia</td> <td>2,5m, oraz 1,5m od ściany</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Ładzi obwodowy</td> <td>mechaniczny</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Sposób sprężania powietrza</td> <td>w systemie odwarstwowym sprężem powietrza</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Sposób transportu materiałów i ludzi</td> <td>kolijka podbierkowa (ściana lub uszczelnienie), kolijka eksploatacyjna (owies lub stopowycy), transport systemowy, przenośnik przeczolowy ścianowy i podścianowy, przenośnik taśmowy.</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Sposób odbioru węgla</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Wydobycie dobowe</td> <td>do ok. 13 tys. t-d</td> </tr> </table>		1	Średnica łopaty	1 50 - 250m	2	Wysokość eksploatacji	powinno 4-5 m	3	Średnica pokładu	do 30'	4	Średnica wlotowa przewietrzni	do 20'	5	Sposób umieszczenia	2,5m, oraz 1,5m od ściany	6	Ładzi obwodowy	mechaniczny	7	Sposób sprężania powietrza	w systemie odwarstwowym sprężem powietrza	8	Sposób transportu materiałów i ludzi	kolijka podbierkowa (ściana lub uszczelnienie), kolijka eksploatacyjna (owies lub stopowycy), transport systemowy, przenośnik przeczolowy ścianowy i podścianowy, przenośnik taśmowy.	9	Sposób odbioru węgla		10	Wydobycie dobowe	do ok. 13 tys. t-d
1	Średnica łopaty	1 50 - 250m																															
2	Wysokość eksploatacji	powinno 4-5 m																															
3	Średnica pokładu	do 30'																															
4	Średnica wlotowa przewietrzni	do 20'																															
5	Sposób umieszczenia	2,5m, oraz 1,5m od ściany																															
6	Ładzi obwodowy	mechaniczny																															
7	Sposób sprężania powietrza	w systemie odwarstwowym sprężem powietrza																															
8	Sposób transportu materiałów i ludzi	kolijka podbierkowa (ściana lub uszczelnienie), kolijka eksploatacyjna (owies lub stopowycy), transport systemowy, przenośnik przeczolowy ścianowy i podścianowy, przenośnik taśmowy.																															
9	Sposób odbioru węgla																																
10	Wydobycie dobowe	do ok. 13 tys. t-d																															

Rysunek 1. Przykład karty technologii – projekt *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego*

Źródło: Prezentacja *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.nauka.gov.pl/fileadmin/user_upload/42/14/42145/foresightweglowy_mg.ppt, [Data wejścia 24.02.2012].

- 20 J. Dubiński, M. Turek, J. Dubiński, *Istota i zakres scenariuszy rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.foresightweglowy.pl/prezentacje/2007_02.ppt, [Data wejścia 24.02.2012].
- 21 Prezentacja *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego* [dokument elektroniczny, tryb dostępu: www.nauka.gov.pl/fileadmin/user_upload/42/14/42145/foresightweglowy_mg.ppt, dn. 24.02.2012].
- 22 A. Koział, M. Turek, *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego*, 2007 [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.wnp.pl/artykuly/scenariusze-rozwoju-technologicznego-przemyslu-wydobywczego-wegla-kamiennego,4147.html [Data wejścia 10.07.2023].

Jako elementy istotne z perspektywy metodyki mapowania technologii można wyróżnić tu ocenę poziomu rozwoju technologii, ocenę jej innowacyjności oraz stworzenie narzędzia gromadzenia wiedzy o technologiach – karty technologii. Należy zwrócić uwagę na elementy stanowiące jej zakres takie jak: opis technologii i jej podstawowe parametry, związane z nią wizualizacje ilustrujące jej zasady działania, wady i zalety (również wyróżniki) danego rozwiązania, oddziaływanie na środowisko, efekty produkcyjne oraz niezbędne wyposażenie jednostki rozwijającej/wykorzystującej technologię.

Innym badaniem wymagającym uwagi z perspektywy metodyki mapowania technologii było badanie foresightowe *Scenariusze rozwoju technologii nowoczesnych materiałów metalicznych, ceramicznych i kompozytowych*. W ramach inicjatywy badawczej dokonano analizy kierunków technologicznych istotnych z perspektywy projektu.

Technologie zostały wyodrębnione spośród złożonych w postępowaniach konkursowych tematów projektów badawczych oraz rozwojowych, jak również wskazań specjalistów dziedzinowych zgromadzonych w ramach zorganizowanej w projekcie konferencji. Następnie stworzono zestawienie kierunków technologicznych dokonując ich opisu z dwóch perspektyw: materiału (zwracając uwagę między innymi na własności, wymiarowość, rozmiar, zastosowanie) i wyrobu (skupiono się na opisie, zaletach, poziomie rozwoju).

Wyróżniono również zespoły badawcze zajmujące się technologiami^{23,24}.

Jako elementy istotne z perspektywy metodyki mapowania technologii należy tu wskazać przeprowadzoną ewidencję specjalistów zajmujących się danymi technologiami oraz stworzenie narzędzia do ewidencji danych o technologiach. Biorąc pod uwagę planowaną kartę technologii warto zwrócić uwagę na podstawowe opisy technologii, zalety jej wykorzystania, określenie poziomu rozwoju technologii oraz wykorzystywane materiały i powstające w wyniku jej użycia wyroby.

Inną inicjatywą, na którą warto zwrócić uwagę, jest projekt foresightowy *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego rud miedzi i surowców towarzyszących w Polsce*. Analizując literaturę, prace własne realizatorów, wybrane grupy technologii stosowane przez największe przedsiębiorstwa branżowe oraz wykorzystując wyniki zewnętrznych ekspertyz i rozmów z przedstawicielami branży dokonano między innymi przeglądu technologii stosowanych w przemyśle wydobywczym rud miedzi i su-

23 D. Kukła, *Pozycjonowanie technologii będących przedmiotem badań w projekcie Foremat*, Rozdział raportu projektu FOREMAT: „Scenariusze rozwoju materiałów metalicznych, ceramicznych i kompozytowych”, [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.nanonet.pl [Data wejścia 24.02.2012].

24 J. Sobczyk, W. Łojkowski, R. Pielaszek, *Metodyka Projektu FOREMAT „Scenariusze rozwoju zaawansowanych materiałów metalicznych, ceramicznych i kompozytowych”*, Rozdział raportu projektu FOREMAT: „Scenariusze rozwoju materiałów metalicznych, ceramicznych i kompozytowych” [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.nanonet.pl [Data wejścia 24.02.2012].

rowców towarzyszących. Stworzono bazę technologii z kartami ich opisu, które jednak nie zostały całościowo ujednolicone, co prawdopodobnie narzucała specyfika opisywanej grupy technologii.

W opisach zawartych w kartach skupiono się między innymi na²⁵:

- ➔ podstawowym opisie;
- ➔ typie technologii;
- ➔ podstawowych elementach technicznych;
- ➔ eksperckiej ocenie innowacyjności technologii (w podziale na zachowawcze, rozwojowe lub nowatorskie);
- ➔ uwarunkowaniach związanych z wykorzystaniem technologii;
- ➔ wyróżnikach technologii.

Jako elementy istotne z perspektywy metodyki mapowania technologii można wskazać stworzenie bazy wiedzy o technologiach oraz karty opisu technologii. Z perspektywy karty technologii warto podkreślić bazową charakterystykę technologii, ocenę innowacyjności, jej zalety/przewagi w kontekście innych rozwiązań w postaci wyróżników oraz uwarunkowania rozwoju technologii.

Z kolei projekt *Foresight wiodących technologii kształtowania własności powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych* obejmował stworzenie książki analizowanych technologii jako bazy wiedzy dedykowanej proinnowacyjnym przedsiębiorcom.

W kartach zaplanowano zawarcie takich informacji jak: publikacje dotyczące danych rozwiązań, jednostki opracowujące i/lub wdrażające analizowane technologie, obszary zastosowań, podstawowe opisy technologii, podstawowe opisy przebiegu procesu technologicznego, wady i zalety danych rozwiązań, ocena wpływu technologii na różne obszary. W projekcie pojawia się nazwa mapowania technologii jako określenie etapu analizy bieżącej sytuacji technologii. Wiedzy do kart technologii dostarczyli eksperci branży^{26, 27, 28,29}.

25 Baza technologii w ramach projektu: *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego rud miedzi i surowców towarzyszących w Polsce*. Tryb dostępu foresight.cuprum.wroc.pl/technologyList.php [Data wejścia 24.02.2012].

26 L. A. Dobrzański, *Kształtowanie struktury i własności powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych*, Wyd. International OCSCO World Press, Gliwice 2009, s. 164.

27 Dobrzańska-Danikiewicz, prezentacja *Cele i metodologia Projektu FORSURF nt. Foresight wiodących technologii kształtowania własności powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych*, 2nd Workshop on Foresight of surface properties formation leading Technologies of engineering materials and biomaterials, Białka Tatrzańska, 2009.

28 A. Dobrzańska-Danikiewicz, *Komputerowo wspomagane metody foresightowe w zastosowaniu do inżynierii powierzchni*, „Czasopismo techniczne. Mechanika” 2011, t. 4, nr 7.

29 A. Dobrzańska-Danikiewicz, *Metodologia komputerowo zintegrowanego prognozowania rozwoju inżynierii powierzchni materiałów*, Wyd. International OCSCO World Press, Gliwice 2012.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii warto zwrócić uwagę tu na:

- podkreślenie potrzeby ewidencji jednostek związanych z tworzeniem i rozwojem technologii
- oraz publikacji w zakresie technologii,
- wskazanie obszarów zastosowań danych technologicznych,
- wskazanie wad i zalet,
- uzupełnienie ogólnych opisów technologii opisem przebiegu procesu technologicznego
- oraz ocenę oddziaływania technologii.

W ramach *Foresightu priorytetowych, innowacyjnych technologii na rzecz automatyki, robotyki i techniki pomiarowej* przeprowadzono ocenę potencjału regioów w zakresie rozwoju technologii będących przedmiotem zainteresowania realizatorów projektu. Na podstawie analizy literatury, wyjazdów studialnych, pracy własnej w ramach spotkań roboczych oraz wiedzy eksperckiej opracowano wykazy i zestawienia tekstowe obejmujące podmioty związane z analizowaną grupą technologii i kierunkami prowadzonych badań i projektów, w tym: producentów, integratorów i użytkowników technologii, parki technologiczne i klastry, oraz ośrodki naukowo-badawcze i badawczo-rozwojowe, a także wskazano potencjalnych odbiorców rozwiązań w analizowanej branży technologicznej.

W projekcie poruszono również aspekt możliwych wzajemnych powiązań pomiędzy technologiami w aspekcie poziomu ich oddziaływania, tak w aspekcie pojedynczej technologii jak i całej ich grupy^{30,31}.

Z perspektywy niniejszego raportu w kontekście tworzenia metodyki mapowania technologii można zwrócić uwagę na przeprowadzoną w projekcie ewidencję ośrodków związanych z tworzeniem i rozwojem technologii oraz tych będących potencjalnymi odbiorcami efektów produkcyjnych związanych z daną grupą technologii. Również istotne wydaje się tu identyfikowanie kierunków podejmowanych prac badawczych związanych z technologiami oraz zauważony przez realizatorów fakt występowania możliwych powiązań i oddziaływań technologii na siebie.

W badaniu *Foresight w zakresie priorytetowych i innowacyjnych technologii zagospodarowywania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego* w ramach diagnozy obecnego stanu rozwoju technologii rozpowszechnionych i innowacyjnych przeprowadzono opis poszczególnych rozwiązań (spośród grupy technologii poddanych analizie) w formie kart technologii oraz dokonano oceny poziomu ich innowacyjności.

30 R. Szewczyk (red.), *Foresight priorytetowych, innowacyjnych technologii na rzecz automatyki, robotyki i techniki pomiarowej. Metodologia, analizy i diagnoza stanu obecnego*, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Warszawa 2008.

31 R. Szewczyk (red.), *Foresight priorytetowych, innowacyjnych technologii na rzecz automatyki, robotyki i techniki pomiarowej. Krzyżowa analiza wpływów, scenariusze rozwoju, priorytetowe technologie*, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Warszawa 2010.

Pod uwagę wzięto takie aspekty jak³²:

- zaawansowanie poziomu technologicznego,
- skuteczność technologii,
- uniwersalność technologii,
- wpływ technologii na środowisko,
- aspekt bezpieczeństwa i higieny pracy.

Z perspektywy tego projektu i metodyki mapowania technologii warto zwrócić uwagę na ocenę poziomu rozwoju technologii, jej oddziaływania na środowisko oraz uwarunkowania związane z rozwojem i stosowaniem technologii.

Projekt foresightowy *Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju* obejmował między innymi diagnozę bieżącego stanu technologii. W ramach wybranych w projekcie pięciu obszarów tematycznych, bazując na wiedzy eksperckiej oraz analizie osiągnięć poznawczych wiodących światowych, europejskich i polskich ośrodków naukowych oraz osiągnięć technologicznych wygenerowano listę technologii.

Poza przyporządkowaniem do wspomnianych obszarów poddano je klasyfikacji poprzez wskazanie ich przynależności do grupy technologii przyrostowych lub wyłaniających się.

W oparciu o wiedzę ekspertów uzupełniono także opracowane w formie elektronicznego formularza karty charakterystyk technologii, które opublikowano następnie w formie bazy kart na stronie projektu.

Zwrócono tu uwagę na takie charakterystyki jak: faza rozwoju technologii, zakres i cel stosowania, alternatywne rozwiązania, ogólny opis rozwiązania technologicznego, obszary bieżącego i potencjalnego zastosowania, niezbędny kapitał ludzki, stopień interdyscyplinarności, możliwe efekty wykorzystania. Na rys. 2. przedstawiono przykładową kartę.

Warto również zauważyć, że w ramach dalszych prac projektowych, podczas realizacji metody *technology roadmapping* skupiono uwagę na aspektach oceny efektów ekonomicznych, ekologicznych i społecznych związanych z rozwojem technologii, poziom interdyscyplinarności rozwiązań, a także kluczowe kwalifikacje i kompetencje związane z tworzeniem i użytkowaniem analizowanej grupy technologii^{33, 34}.

32 J. Szpyrka, *Priorytetowe i innowacyjne technologie zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego*, Gliwice 2011.

33 *Metodologia foresightu technologicznego w obszarze zrównoważonego rozwoju*, Praca zbiorowa, ITeE – PIB, Radom 2011.

34 A. Mazurkiewicz, B. Poteralska, *Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowego Instytutu Badawczego, Radom 2011, s. 13.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii warto zwrócić uwagę na następujące elementy realizacji opisywanego projektu: klasyfikację technologii opisywanych w kartach technologii, potrzebę tworzenia ogólnodostępnej bazy wiedzy na podstawie kart opisu technologii, określenie fazy rozwoju technologii, dokonanie jej ogólnego opisu, określenie zakresu, celu i obszarów jej stosowania, wskazanie alternatyw technologicznych, oddziaływania rozwiązania technologicznego na szeroko rozumiane otoczenie, jak również zwrócenie uwagi na niezbędne do rozwoju i stosowania technologii kompetencje i kwalifikacje.

Inicjatywa *LORIS Wizja. Regionalny foresight technologiczny* zakładała przeprowadzenie między innymi analizę bieżącego profilu technologicznego regionu łódzkiego. Skupiono się na pracach badawczych i analitycznych z zakresu technologii priorytetowych dla regionu z perspektywy projektu. Dokonano przeglądu publikacji z okresu pięciu lat poprzedzających realizację projektu oraz wybranych krajowych oraz światowych baz danych odnoszących się do rozwiązań technologicznych i prac badawczych oraz badawczo-rozwojowych. Na bazie przeprowadzonych prac zaprezentowano także powiązania pomiędzy technologiami w formie sieci technologii bazujących na przeprowadzonych pracach analitycznych oraz wiedzy eksperckiej, opierając się między innymi na opracowanym wskaźniku rozwoju zrównoważonego oraz wynikach analizy jedno i dwuczynnikowej^{35,36,37}.

Z perspektywy mapowania technologii warto zwrócić uwagę na następujące działania podjęte w ramach inicjatywy: podkreślenie wagi prac badawczych oraz badawczo-rozwojowych i ich wpływu na identyfikację przyszłościowych kierunków technologicznych, jak również podkreślenie możliwości istnienia powiązań pomiędzy technologiami oraz próba ich wizualizacji w formie sieci.

Województwo Opolskie Regionem Zrównoważonego Rozwoju – Foresight Regionalny do 2020 r. to projekt badawczy, w ramach którego dokonano analizy technologii na bazie opinii ekspertów w odniesieniu do stanu zaawansowania, istotności rozwoju danego rozwiązania oraz jego szans rozwojowych. Realizatorzy mieli na celu określenie zapotrzebowania na wybrane technologie w określonej perspektywie czasowej. W projekcie zwrócono szczególną uwagę na: koszty ekologiczne, społeczne i ekonomiczne, korzyści w analogicznych trzech ujęciach oraz bariery związane z wdrażaniem w regionie danych rozwiązań technologicznych z uwagi na ich charakter oraz poziom. Każdy z obszarów technologicznych został również opisany³⁸.

- 35 L. Michalczuk, D. Goszczyńska, W. Ambroziak, J. Michalak, B. Michalczuk, I. Sowik, J. Chociłowska-Chołuż, J. Brzozowska-Michalak, *LORIS Wizja. Regionalny foresight technologiczny. Inwentaryzacja istniejących zasobów wiedzy o województwie łódzkim i technologiach istotnych z punktu widzenia rozwoju gospodarki regionu*, Skierniewice 2007.
- 36 *LORIS Wizja. Regionalny foresight technologiczny. Gdzie jesteśmy i dokąd zmierzamy, czyli jak określić kierunki rozwoju technologicznego województwa łódzkiego*, Przewodnik metodologiczny przygotowany pod kierunkiem A. Rogut i B. Piaseckiego, Łódź 2007.
- 37 M. Zalewski (red.), *Perspektywy zrównoważonego rozwoju regionu łódzkiego: szanse i zagrożenia*, SWSPiZ, Łódź 2008.
- 38 Raport *Analiza kluczowych obszarów badawczych. Województwo Opolskie Regionem Zrównoważonego Rozwoju – Foresight Regionalny do 2020 r.*, konsorcjum: RESOURCE Pracownia Badań i Rozwoju, PPNT, [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.foresight.po.opole.pl/pliki/Analiza_kluczowych_obszarow_badawczych.pdf [Data wejścia 24.02.2012].

  	
Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju	
OBSZAR TEMATYCZNY:	Specjalizowana aparatura badawcza i testowa
NAZWA TECHNOLOGII:	Modułowe komory klimatyczne do specjalizowanych zastosowań
FAZA ROZWOJU TECHNOLOGII:	funkcjonująca na rynku
ZAKRES STOSOWANIA:	możliwa do zastosowania na skalę jednostkową możliwa do zastosowania na skalę masową
TECHNOLOGIE ALTERNATYWNE:	specjalizowane pomieszczenia o ściśle regulowanych charakterystykach klimatycznych oraz poziomie czystości (np. cleaning room)
OPIS TECHNOLOGII:	<p>Cel stosowania technologii: Komory do badań i charakterystyki środowiska procesowego są przeznaczone zarówno do modelowania środowiska procesowego, w którym dopiero są badane materiały, jak również do wytworzenia środowiska, które jest podmiotem badań.</p> <p>Ogólna charakterystyka technologii: Komory do badań i charakterystyki środowiska procesowego obejmują: 1. Stawiska badawcze służące do wytworzenia środowiska, które jest podmiotem badań; 2. Stawiska przeznaczone do modelowania środowiska procesowego, w którym dopiero są badane materiały lub obiekty techniczne. Komory służące do wytworzenia środowiska są przede wszystkim wykorzystywane w badaniach właściwości fizycznych i chemicznych atmosfer o precyzyjnie skomponowanym składzie. Komory przeznaczone do modelowania środowiska procesowego, w którym są badane materiały lub obiekty techniczne obejmują: komory fitotronowe stosowane do hodowli roślin, zwierząt laboratoryjnych, grzybów, glonów, komory klimatyczne, komory solne przeznaczone do testów korozyjnych w mgłę solnej</p> <p>Rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo Przykładowe zastosowanie: 1. Badania hodowli roślin w stymulowanych i ściśle kontrolowanych warunkach klimatycznych 2. Specjalizowane badania mikrobiologiczne 3. Badania wpływu parametrów klimatu na glebę, rozwój mikroorganizmów w glebie</p> <p>Górnictwo i wydobywanie Przykładowe zastosowanie: Badania wytrzymałości obiektów technicznych w warunkach kontrolowanego wybuchu gazów występujących w kopalniach węgla kamiennego</p> <p>Przetwórstwo przemysłowe Przykładowe zastosowanie: Badania eksploatacyjne, normatywne i atestacyjne w energetyce, meblarstwie, elektronice</p> <p>Budownictwo Przykładowe zastosowanie: Badania atestacyjne i dopuszczające (certyfikacyjne) w budownictwie, np.: badania karbonatyzacji betonu</p> <p>Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna Przykładowe zastosowanie: Badania tribologiczne w precyzyjnie kontrolowanych warunkach klimatycznych, w szczególności w zaprogramowanych temperaturach i wilgotnościach; badania odporności na korozję podzespołów maszyn w warunkach zwiększonej wilgotności</p> <p>Prognoza 2015: 1. Rozwój systemów kontrolno-pomiarowych w celu zapewnienia odpowiedniej dynamiki zmian charakterystyk środowiska klimatycznego; 2. Zastosowanie nowych materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych do budowy komór; 3. Zwiększenie zakresów parametrów regulowanych (sterowanych), np. temperatury, składu atmosfery 4. Zastosowanie technologii teleinformatycznych do monitorowania długich testów badawczych (wielomiesięcznych) 5. Zastosowanie sterowników PLC i mikrokontrolerów do uzyskania wielofunkcyjności (poprzez rekonfigurację torów pomiarowych i sterujących w wyniku zmian oprogramowania).</p> <p>Prognoza 2020: 1. Hybrydyzacja komór - wykorzystanie konstrukcji dla różnych potrzeb badawczych; 2. Rozwój oprzyrządowania dodatkowego; 3. Zmniejszenie energochłonności.</p>
OBSZARY AKTUALNYCH ZASTOSOWAŃ:	<p>Rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo Przykładowe zastosowanie: 1. Badania hodowli roślin w stymulowanych i ściśle kontrolowanych warunkach klimatycznych 2. Specjalizowane badania mikrobiologiczne 3. Badania wpływu parametrów klimatu na glebę, rozwój mikroorganizmów w glebie</p> <p>Górnictwo i wydobywanie Przykładowe zastosowanie: Badania wytrzymałości obiektów technicznych w warunkach kontrolowanego wybuchu gazów występujących w kopalniach węgla kamiennego</p> <p>Przetwórstwo przemysłowe Przykładowe zastosowanie: Badania eksploatacyjne, normatywne i atestacyjne w energetyce, meblarstwie, elektronice</p> <p>Budownictwo Przykładowe zastosowanie: Badania atestacyjne i dopuszczające (certyfikacyjne) w budownictwie, np.: badania karbonatyzacji betonu</p> <p>Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna Przykładowe zastosowanie: Badania tribologiczne w precyzyjnie kontrolowanych warunkach klimatycznych, w szczególności w zaprogramowanych temperaturach i wilgotnościach; badania odporności na korozję podzespołów maszyn w warunkach zwiększonej wilgotności</p>
PROGNOZOWANY KIERUNEK ROZWOJU:	<p>Prognoza 2015: 1. Rozwój systemów kontrolno-pomiarowych w celu zapewnienia odpowiedniej dynamiki zmian charakterystyk środowiska klimatycznego; 2. Zastosowanie nowych materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych do budowy komór; 3. Zwiększenie zakresów parametrów regulowanych (sterowanych), np. temperatury, składu atmosfery 4. Zastosowanie technologii teleinformatycznych do monitorowania długich testów badawczych (wielomiesięcznych) 5. Zastosowanie sterowników PLC i mikrokontrolerów do uzyskania wielofunkcyjności (poprzez rekonfigurację torów pomiarowych i sterujących w wyniku zmian oprogramowania).</p> <p>Prognoza 2020: 1. Hybrydyzacja komór - wykorzystanie konstrukcji dla różnych potrzeb badawczych; 2. Rozwój oprzyrządowania dodatkowego; 3. Zmniejszenie energochłonności.</p>
STOPIEN INTERDYSCYPLINARNOŚCI ROZWIĄZANIA:	średni w zakresie dziedzin: elektroniki, automatyki, metrologii, informatyki
POTENCJALNE EFEKTY WYKORZYSTANIA TECHNOLOGII:	<p>Ekologiczne: Zużycie surowców naturalnych (w tym wody) - efekt pozytywny Zużycie źródeł energii - efekt neutralny Powtórne wykorzystanie produktów i materiałów w procesie wytwarzania (w tym odpadów przemysłowych) - efekt pozytywny Możliwość precyzyjnego kontrolowania oddziaływania ewentualnych substancji szkodliwych badanych w komorach na środowisko naturalne poza komorą - efekt pozytywny</p> <p>Ekonomiczne: Koszty prowadzenia prac badawczych i rozwojowych - efekt pozytywny Koszty funkcjonowania przedsiębiorstw - efekt pozytywny Poziom konkurencyjności przedsiębiorstw - efekt pozytywny Poziom przedsiębiorczości w sektorze high-tech - efekt pozytywny Poziom zysków - efekt pozytywny</p>

Rysunek 2. Przykład karty technologii – projekt Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju

Źródło: *Metodologia foresightu technologicznego w obszarze zrównoważonego rozwoju*, Praca zbiorowa, ITeE – PIB, Radom 2011, s. 49.

Z perspektywy mapowania technologii w projekcie tym należy zwrócić uwagę na ocenę poziomu rozwoju technologii, dokonanie jej podstawowego opisu, określenie jej wpływu na otoczenie pod względem korzyści, kosztów oraz barier, z jakimi może wiązać się jej rozwój lub wdrożenie.

Projekt *Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa podkarpackiego* zakładał analizę zależności pomiędzy technologiami. W ramach jego realizacji dokonano eksperckiej oceny w formie macierzy dokonanych ocen i listy technologii oddziałujących na rozwój innych w obrębie branży, która pozwoliła określić możliwości współistnienia technologii oraz ograniczenia uniemożliwiające lub hamujące wzajemne ich wykorzystanie.

W ramach dalszych prac opracowano również ścieżki dochodzenia do wdrożenia danej technologii, które ujmowały aspekty takie jak konieczne działania, niezbędne finansowanie oraz wskazanie organizacji odpowiedzialnych za realizację działań rozwojowych^{39,40}.

Dla metodyki mapowania technologii istotne jest tu zwrócenie uwagi na występowanie zależności pomiędzy rozwojem poszczególnych technologii, bariery rozwojowe technologii oraz aspekt finansowania i podmiotów odpowiedzialnych za rozwój technologii.

Badanie foresightowe *Perspektywa Technologiczna Kraków-Małopolska 2020* obejmowało między innymi stworzenie mapy wiedzy regionu powstałej na podstawie analizy publikacji regionalnych wiodących ośrodków naukowych. Mapa miała charakter mapy bibliometrycznej wskazującej na współwystępowanie słów kluczowych charakteryzujących analizowane dokumenty.

Poprzez jej sporządzenie zidentyfikowano silne strony wiedzy zgromadzonej w regionie wskazując jednocześnie na te obszary, które posiadają potencjał do budowy zespołów badawczych czy wdrożeniowych. W ramach projektu opracowano także narzędzie gromadzenia wiedzy o wybranej grupie technologii, tzw. fiszki technologii. Zawierały one takie charakterystyki jak wskazanie obszaru jej zastosowania, wskazanie produktu lub końcowej usługi oraz znaczenia dla regionu. W projekcie powstała również mapa powiązań pomiędzy technologiami określonymi jako przyszłościowe. Relacje mogły przyjąć formę rozwiązań komplementarnych, wspomagających bądź usprawniających/uzupełniających.

39 L. Woźniak (red.), *Końcowy raport z badań FORESIGHT Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa podkarpackiego*, Oficyna wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008.

40 Końcowy Raport z Badań Foresight Priorytetowe Technologie dla Zrównoważonego Rozwoju Województwa Podkarpackiego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008, s. 330 [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.prz.edu.pl/foresight/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=4&Itemid=21 [Data wejścia 24.02.2012].

W ramach dalszych prac obejmujących określenie kierunków rozwoju technologii zwrócono również uwagę na określenie gotowości technologicznej, cele rozwoju technologii oraz skupiono się na podmiotach odpowiedzialnych za wdrożenie technologii^{41,42}.

Z perspektywy operacjonalizacji metodyki mapowania technologii należy zwrócić uwagę na uwzględniony przez realizatorów projektu aspekt zależności technologii, istotę monitorowania wiedzy związanej z technologiami poprzez określenie jej gotowości technologicznej, analizę publikacji, stworzenie narzędzia gromadzenia wiedzy o technologiach zawierającego informacje odnoszące się do obszarów zastosowania technologii, efektów produkcyjnych wykorzystania technologii oraz korzyści, jakie technologia niesie dla regionu, a także istotę monitorowania jednostek związanych z rozwojem bądź wdrożeniem technologii.

Realizatorzy projektów *Nowoczesne technologie dla włókiennictwa. Szansa dla Polski* oraz *Foresight regionalny województwa zachodniopomorskiego* analizując kierunki rozwoju technologii szczególną uwagę zwrócili na gromadzenie wiedzy o technologiach poprzez analizy bibliometryczne oraz analizy patentów. W pierwszym z wymienionych projektów wskazano również na istotę analizy zależności występujących pomiędzy technologiami^{43,44}.

Z uwagi na metodykę mapowania technologii można zatem uznać za istotne spojrzenie na technologie jako na pewien powiązany ze sobą system oraz podkreślenie wagi ewidencji publikacji i patentów.

W ramach inicjatywy *Żywność i żywienie w XXI wieku – wizja rozwoju polskiego sektora spożywczego* dokonano oceny prawdopodobnego okresu wdrożenia technologii uznanych za krytyczne w ramach realizacji projektu, określono ich poziom rozwoju, ich pozycję konkurencyjną oraz wskazano na powiązania pomiędzy technologiami. W celu określenia powiązań wykorzystano analizę wpływów krzyżowych i finalnie podzielono technologie pod względem wpływu oraz zależności w odniesieniu do pozostałych⁴⁵.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii jest to kolejna z inicjatyw podkreślająca istotę identyfikowania powiązań pomiędzy technologiami, jak również określenia poziomu gotowości technologicznej.

- 41 Raport FORESIGHT. *Perspektywa Technologiczna Kraków-Małopolska 2020. Mapy wiedzy dla Regionu Małopolski w Polsce*, Krakowski Park Technologiczny, Kraków 2009.
- 42 Raport FORESIGHT. *Perspektywa Technologiczna Kraków-Małopolska 2020. Raport strategiczny 20 technologii*, Kraków 2010.
- 43 A. Rogut, B. Piasecki, *Foresight jako instrument kształtowania przyszłości polskiego przemysłu tekstylnego. Podręcznik metodyczny dla projektu „Nowoczesne technologie dla włókiennictwa. Szansa dla Polski”*, Łódź 2010 [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: portaltechnologii.pl/pdf/metodologia.pdf [Data wejścia 23.02.2012].
- 44 U. Narkiewicz, K. Lubkowski, *Foresight obszaru tematycznego „chemia” województwa zachodniopomorskiego (raport końcowy)*, Szczecin 2010 [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu:
- 45 L. Michalczuk (red.), *Żywność i żywienie w XXI wieku. Scenariusze rozwoju polskiego sektora rolno-spożywczego*, Społeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi, Łódź 2011.

Projekt *Foresight technologiczny przemysłu INSIGHT 2030* zakładał między innymi identyfikację technologii przyszłości kluczowych dla rozwoju strategicznego polskiego przemysłu w kolejnych 20 latach. W ramach podjętych prac wyodrębniono obszary badawcze oraz w ich obrębie wykonano szereg ekspertyz angażujących szerokie grono ekspertów. W pracach tych zwrócono uwagę na określenie stanu rozwoju technologii, porównanie stanu w Polsce oraz Unii Europejskiej, wskazanie czynników determinujących rozwój technologii, czy identyfikację instytucji badawczych oraz partnerskich związanych z technologiami.

W przypadku niektórych obszarów dokonano również przeglądu publikacji dokumentujących badania foresightowe wskazujące na strategicznie ważne technologie. Realizatorzy podjęli się również opracowania atlasu klastrów technologicznych, który został czasowo udostępniony online. Przyjął on formę list grup technologii, wraz ze zlokalizowaniem na terenie Polski miast oraz ośrodków naukowych i przemysłowych związanych z rozwojem wybranej technologii.

W ramach dalszych prac mających na celu przeprowadzenie metody *technology roadmapping* realizatorzy projektu ponownie zwrócili uwagę na istotę kwestii określenia poziomu rozwoju technologii oraz wskazania głównych ośrodków badawczych, jak również poruszyli aspekt głównych zastosowań technologii i jej znaczenia w ujęciu środowiska, ekonomii i społeczeństwa^{46,47}.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii za istotne w ramach realizacji wspomnianego projektu można przyjąć: podjęcie próby ewidencji wybranych technologii w formie ogólnodostępnej bazy technologii obejmującej również lokalizację przestrzenną jednostek związanych z jej rozwojem, a także wskazanie wagi takich charakterystyk technologii jak stan rozwoju technologii, determinanty jej rozwoju, jej oddziaływanie w kontekście ekologii, ekonomii i społeczeństwa, ewidencja ośrodków badawczych, czy wskazanie związanych z technologią publikacji.

Inicjatywa *Foresight technologiczny „NT FOR Podlaskie 2020”*. *Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii* to projekt, w którym wykorzystano metodę mapowania technologii zgodnie z metodyką opracowaną przez autorkę niniejszego raportu. Mapowanie technologii miało dostarczyć możliwie jak najobszerniejszej wiedzy o technologiach będących przedmiotem zainteresowania realizatorów projektu.

Wiedzę o nanotechnologiach, z uwagi na ich wysoki stopień specjalizacji, oparto na wiedzy ekspertów. Jednak warto podkreślić, że na podstawie uzyskanych informacji przeprowadzono nie tylko agregację danych, ale również dalsze analizy własne, które pozwoliły na rozbudowanie stworzonej bazy wiedzy. W ramach przeprowadzonych prac opracowano narzędzie gromadzenia wiedzy – karty opisu technologii, które następnie uporządkowano i opublikowano jako karty technologii.

46 *Foresight technologiczny przemysłu INSIGHT 2030. Streszczenie analizy końcowej*, IZTECH, Warszawa 2011, [online], dostęp zdalny: www.fortech2030.pl/images/stories/downloads/pdf/streszczenie_wersja_polska.pdf, [data wejścia 03.07.2012]; *Foresight technologiczny przemysłu INSIGHT 2030*, [online], dostęp zdalny: www.fortech2030.pl, [data wejścia 03.07.2012].

47 Atlas klastrów technologicznych projektu *Foresight technologiczny przemysłu INSIGHT 2030*, [online], dostęp zdalny: www.fortech2030.pl/atlas-klastrow, [data wejścia. 20.05.2013].

Za charakterystyki technologii przyjęto⁴⁸:

- ogólny opis technologii;
- cel zastosowania;
- niezbędne zasoby w postaci wyposażenia jednostki wykorzystującej technologię;
- ewidencję patentów i publikacji naukowych istotnych dla rozwoju technologii;
- korzyści i bariery związane z jej rozwojem;
- ewentualnie istniejące komponenty technologii;
- technologie determinujące rozwój danego rozwiązania oraz te, na które ono wpływa;
- alternatywne rozwiązania technologiczne;
- przewagi technologii opisywanej w karcie;
- lokalizacje (wskazanych przez ekspertów) głównych ośrodków rozwijających technologię w regionie oraz kraju.

Przykładową kartę technologii zaprezentowano na rys. 3. W ramach prac projektowych dokonano także prezentacji wiedzy o technologiach nie tylko z perspektywy pojedynczej technologii, ale również skupiono się na zbiorczych zestawieniach i w ich kontekście określono poziom gotowości technologicznej przy wykorzystaniu wskaźnika *technology readiness level* (TRL), atrakcyjność i wykonalność technologii, ogólny poziom kosztów niezbędnych do poniesienia na rozwój technologii, a także obecną i potencjalną skalę zastosowania analizowanych rozwiązań.

Ponadto biorąc pod uwagę możliwość występowania zależności pomiędzy rozwojem poszczególnych technologii podjęto się opracowania mapy relacji pomiędzy technologiami (bazującej na ocenie eksperckiej). Mapa ta przedstawiona została na rys. 4.

Dodatkowo sporządzono mapy relacji ośrodków rozwoju technologii, mapę relacji ośrodków naukowych, mapę relacji wytwórców/producentów technologii oraz mapę relacji ekspertów rozwijających technologie. Wizualizacje te bazowały na relacji zdefiniowanej jako zainteresowanie tymi samymi obszarami technologicznymi, a więc ukazywały one istniejące i/lub potencjalne sieci współpracy.

⁴⁸ A. Kononiuk (red.), A. Gudanowska (red.), Kierunki rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim. Mapy. Marszuty. Trendy, Politechnika Białostocka, Białystok 2013.

Mapa relacji ośrodków rozwoju technologii została zaprezentowana na rys. 5.

obszar: PRZEMYSŁ MASZYNOWY I TRANSPORT

kategoria: NANOMETALE KONSTRUKCYJNE

T38 TECHNOLOGIE NANOSTRUKTURYZACJI METALI I STOPÓW LEKKICH W SZCZEGÓLNOŚCI OPARTE NA METODACH DUŻEGO ODKSZTAŁCENIA PLASTYCZNEGO

Krótką charakterystyka technologii

Metody dużego odkształcenia plastycznego (*Severe Plastic Deformation – SPD*) opierają się na koncepcji przekształcenia mikrometrycznej struktury ziarnistej konwencjonalnych materiałów metalicznych w strukturę nanometryczną przez reorganizację struktury dyslokacyjnej tworzącej się w wyniku odkształcenia plastycznego. Dla małych wartości odkształcenia defekty generowane w materiale, głównie dyslokacje, rozmieszczone są przypadkowo. Po przekroczeniu pewnego krytycznego odkształcenia ulegają one przegrupowaniu tworząc ściany dyslokacyjne, komórki oraz pasma ścinania. Wraz ze wzrostem wartości odkształcenia zmniejszają się odległości pomiędzy granicami ziaren a w efekcie powstaje struktura złożona z ziaren o nanometrycznych wielkościach i dużych kątach dezorientacji granic ziaren. Rozdrobnienie ziarna do rozmiarów nanometrycznych wpływa na właściwości mechaniczne metalu, a zwłaszcza jego wytrzymałość. Zgodnie z zależnością Halla-Petcha można spodziewać się znacznego wzrostu wytrzymałości materiału wraz ze zmniejszaniem się średniej średnicy ziaren.

Cel stosowania technologii

Rozdrobnienie ziarna i wytworzenie litego materiału o wyższych właściwościach mechanicznych.

Przykłady obecnego zastosowania

Bioinżynieria – protezy i implanty, siatki katalityczne, MEMS, przewody elektryczne, nity.

Niezbędne wyposażenie laboratorium

prasy wraz z układami wspomagającymi (walce, stemple, matryce, układy chłodzące i inne w zależności od metody SPD) – podstawowe wyposażenie

sprzęt do badania właściwości mechanicznych (twardościomierze, maszyny wytrzymałościowe) – opcjonalnie

urządzenia do charakterystyki struktury (mikroskopy TEM, SEM) – opcjonalnie

obróbka matryc,
stempli i wsadów

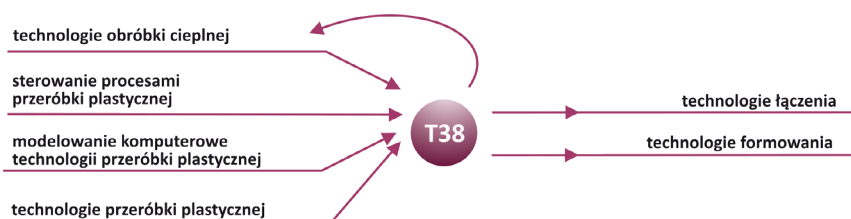
obróbka
powierzchniowa wsadu

kinematyka działania
urządzeń do realizacji
SPD, typy
generowania naprężeń

komponenty technologii
TECHNOLOGIE NANOSTRUKTURYZACJI METALI I STOPÓW LEKKICH
W SZCZEGÓLNOŚCI OPARTE
NA METODACH DUŻEGO ODKSZTAŁCENIA PLASTYCZNEGO

T38

Determinanty technologii T38 i technologie zależne od T38 w bezpośredniej ocenie eksperckiej

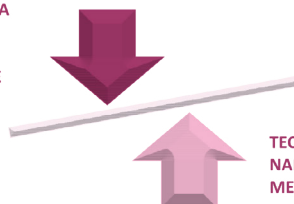


Korzyści i bariery rozwoju technologii T38

+	-
zmniejszenie masy i wymiarów elementów konstrukcyjnych przy zachowaniu ich wysokich właściwości wytrzymałościowych a co za tym idzie zmniejszenie emisji CO ₂ do atmosfery	koszty eksploatacji urządzeń do realizacji procesów SPD
pojawienie się nowych rynków zbytu	małe rozmiary produktów
	niska stabilność termiczna otrzymanych nanometali, problemy z łączeniem tych elementów (nie można ich spawać)
	koszty uruchomienia produkcji
	problemy z chłodzeniem podczas procesów SPD

Alternatywne technologie i ewentualna przewaga technologii T38

TECHNIKI BOTTOM-UP
(KONSOLIDACJA PLASTYCZNA
NANOPROSZKÓW, HIP),
KRYSTALIZACJA SZKIEŁ
METALICZNYCH, OSADZANIE
Z FAZY GAZOWEJ CVD, PVD



TECHNOLOGIE
NANOSTRUKTURYZACJI
METALI I STOPÓW

większy zakres obrabianych materiałów,
stały skład chemiczny (przy PVD, CVD,
konsolidacji proszków można mieć problem
z zanieczyszczeniami, które wnikną
do materiału, np. utlenianie się powierzchni)

Eksperti z zakresu technologii T38

prof. dr hab. inż. Leopold Adam Berkowski
dr hab. inż. Małgorzata Grądzka-Dahlke
prof. dr hab. inż. Jan Ryszard Dąbrowski
prof. dr hab. inż. Henryk Antoni Dybiec
dr hab. inż. Halina Maria Garbacz
dr inż. Mariusz Kulczyk

prof. dr hab. inż. Małgorzata Anna Lewandowska
dr hab. inż. Grzegorz Jan Niewielski
dr inż. Lech Jan Olejnik
dr Waclaw Józef Pachla
prof. dr hab. inż. Zbigniew Pakieła
prof. dr hab. inż. Maria Wiesława Richert

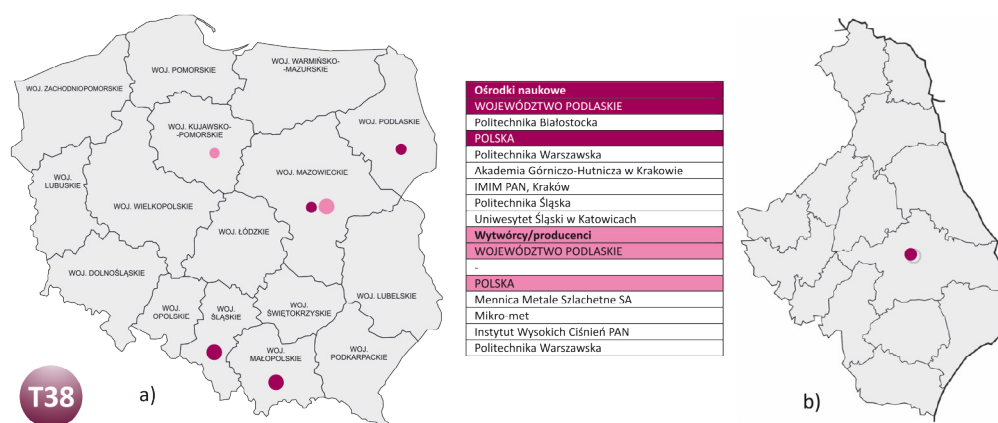
Najważniejsze patenty związane z technologią T38

- P-388 159 – Sposób kąтового wyciskania wyrobów, zwłaszcza metalowych
- P-379858 – Przyrząd do obróbki plastycznej metali
- P-379859 – Sposób kształtowania odkuwek i przyrząd do kształtowania odkuwek matrycą segmentową
- P-379860 – Sposób plastycznego kształtowania wyrobów metalowych i przyrząd do plastycznego kształtowania wyrobów metalowych
- P-379861 – Przyrząd do obróbki plastycznej matrycą segmentową

Wykaz podstawowej literatury związanej z technologią T38

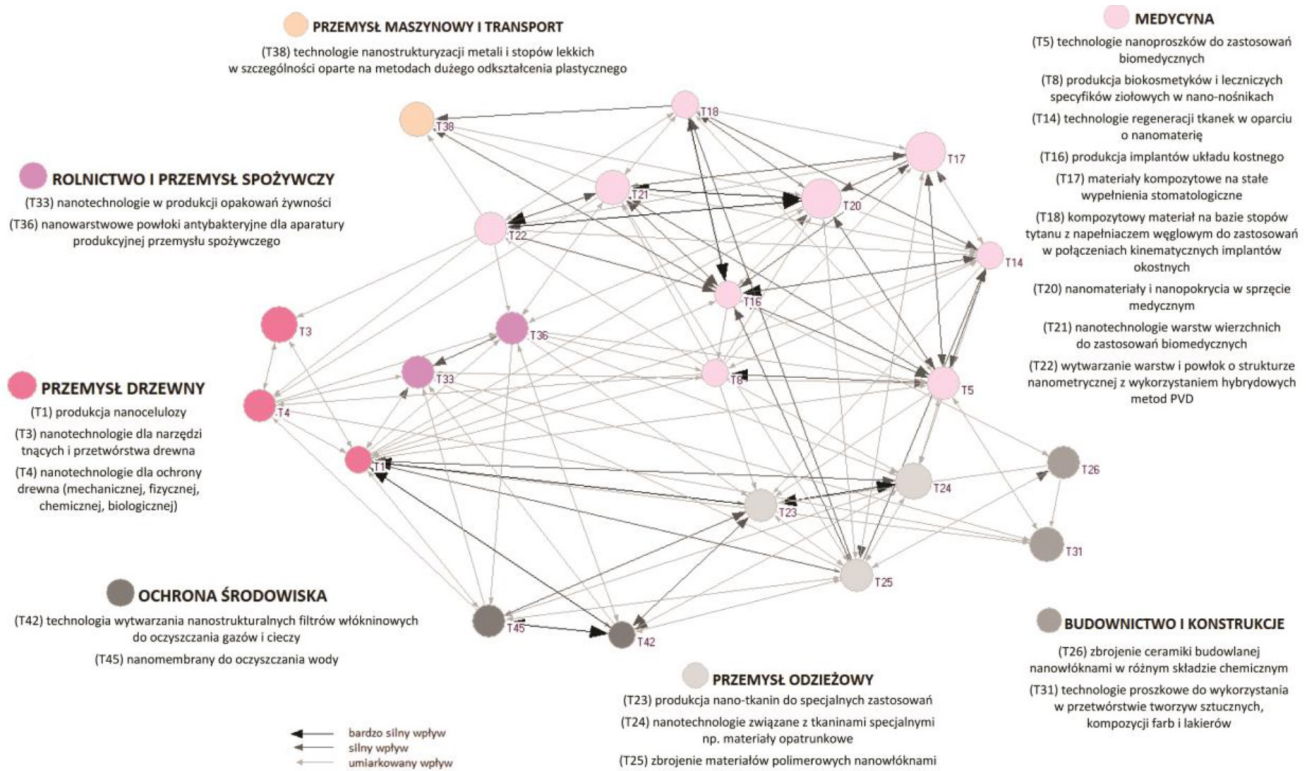
- K. J. Kurzydłowski (red.), M. Lewandowska (red.), *Nanomateriały inżynierskie, konstrukcyjne i funkcjonalne*, PWN, Warszawa 2010
- M. Lewandowska, K. J. Kurzydłowski, *Synergic effects of grain refinement and precipitation strengthening*, "Journal of Materials Science", nr 45, 2010, s. 4877-4883
- K. J. Kurzydłowski, *Modelling of the microstructure and properties in the length scales varying from nano- to macroscopic*, "Bulletin of the Polish Academy of Sciences", nr 58, 2010, s. 217-226
- R. Nowak, F. Yoshida, D. Chrobak, K. J. Kurzydłowski, T. Takagi, T. Sasaki, *Nanoindentation Examination of Crystalline Solid Surface*, [w:] *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, H. S. Nalwa (red.), American Science Publishers, 2011, s. 313-374.
- W. Lojkowski, A. Gedanken, E. Grzanka, A. Opalinska, T. Strachowski, R. Pielaszek, A. Tomaszewska Grzeda, S. Yatsunencko, M. Godlewski, H. Matysiak, K. J. Kurzydłowski, *Solvothermal synthesis in a microwave reactor of nano-crystalline zinc oxide doped with Mn²⁺, Co²⁺ and Cr³⁺ ions*, "Journal of Nanoparticle Research", nr 11, 2009, s. 1991-2002

Mapy lokalizujące wyróżnione przez ekspertów ośrodki naukowe oraz wytwórców/producentów zajmujących się technologią *Technologie nanostrukturyzacji metali i stopów lekkich w szczególności oparte na metalach dużego odkształcenia plastycznego (T38)*: (a) w Polsce; (b) w województwie podlaskim



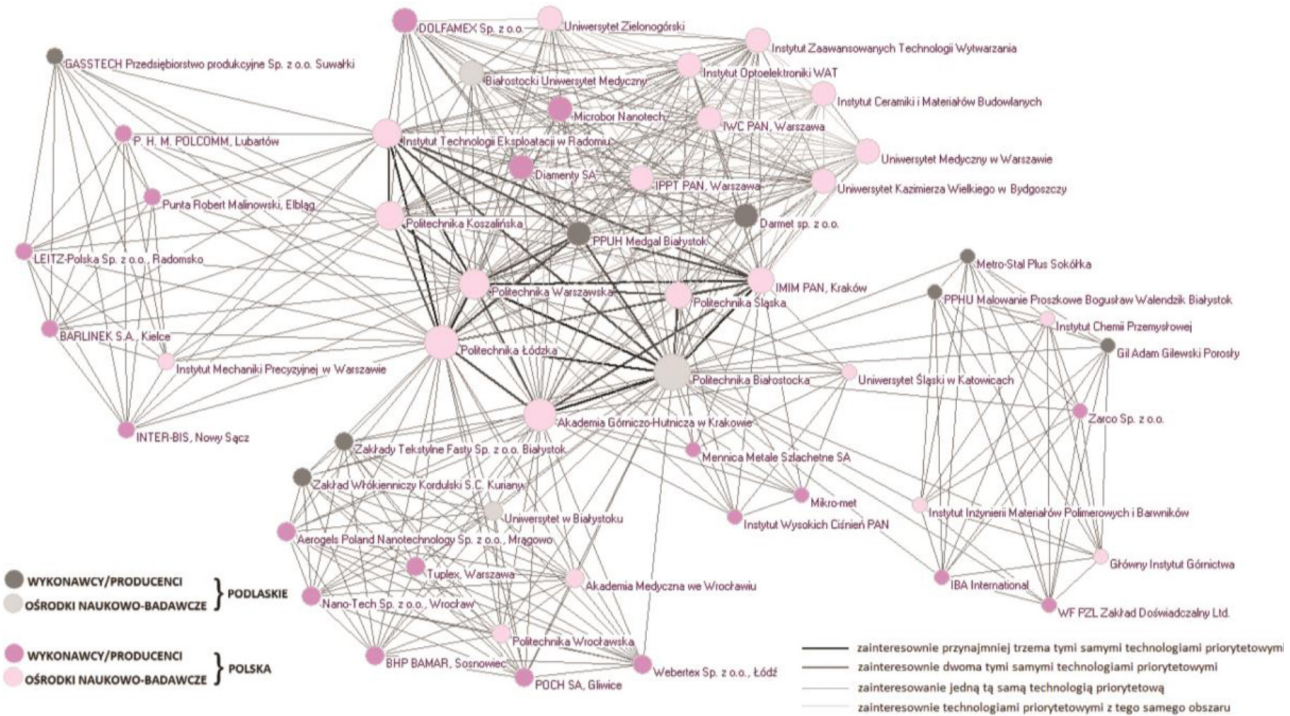
Rysunek 3. Przykład karty technologii – projekt Foresight technologiczny „NT FOR Podlaskie 2020” Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii

Źródło: A. Kononiuk (red.), A. Gudanowska (red.), *Kierunki rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim. Mapy. Marszruty. Trendy*, Politechnika Białostocka, Białystok 2013, s. 97-99.



Rysunek 4. Przykład mapy relacji technologii – projekt Foresight technologiczny „NT FOR Podlaskie 2020” Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii

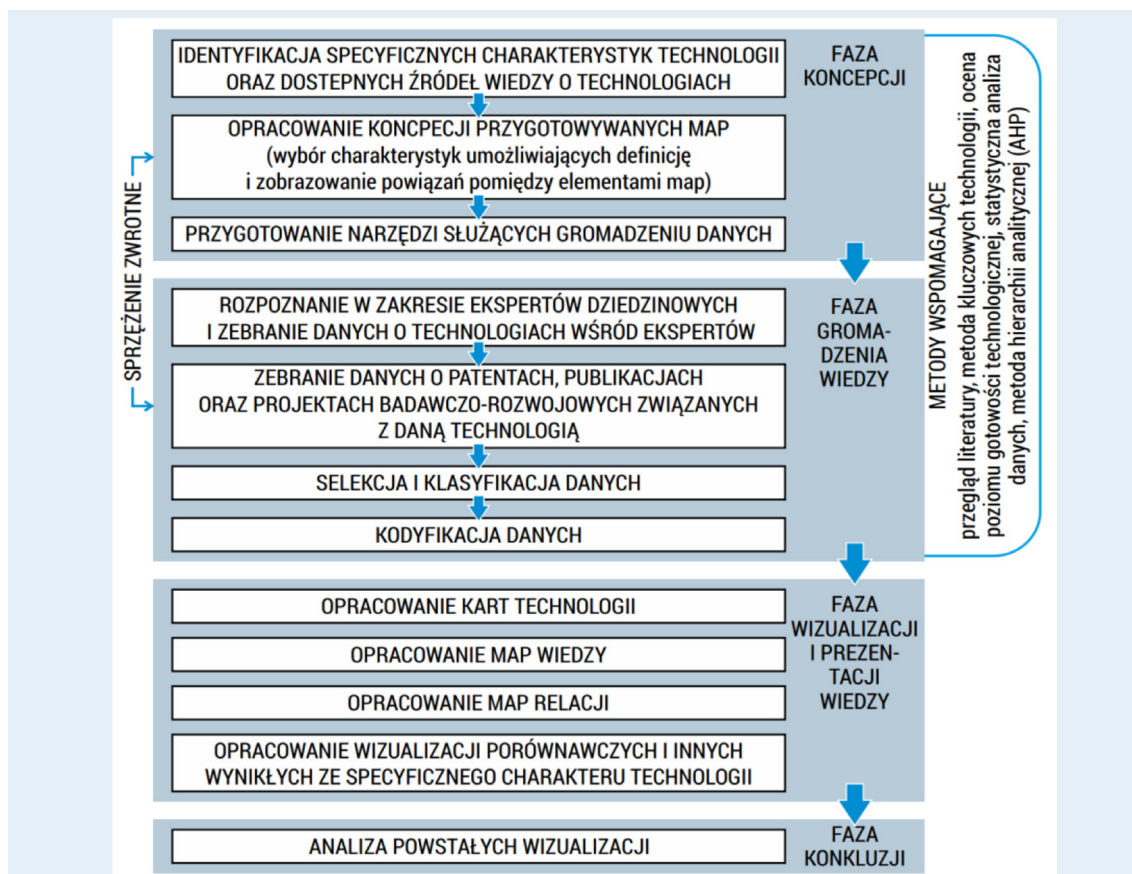
Źródło: A. Kononiuk (red.), A. Gudanowska (red.), Kierunki rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim. Mapy. Marszruty. Trendy, Politechnika Białostocka, Białystok 2013, s. 18.



Rysunek 5. Przykładowa mapa relacji ośrodków rozwoju technologii – projekt Foresight technologiczny „NT FOR Podlaskie 2020” Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii

Źródło: A. Kononiuk (red.), A. Gudanowska (red.), Kierunki rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim. Mapy. Marszruty. Trendy, Politechnika Białostocka, Białystok 2013, s. 26.

Prezentowany projekt był pierwszym w polskich badaniach, który dostarczył propozycję całościowo ujmującej realizację metodyki mapowania technologii wraz z jej uporządkowanym przebiegiem. Dostępne źródła literaturowe pozwalają na szczegółowe zapoznanie się z poszczególnymi aspektami realizacji metodyki^{49,50,51,52,53,54}. Przebieg metodyki został finalnie udokumentowany w monografii⁵⁵, a jej ogólny schemat zaprezentowano na rys. 6.



Rysunek 6. Metodyka mapowania technologii według A. Gudanowskiej

Źródło: A. E. Gudanowska, *Metodyka mapowania technologii w badaniach foresight*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2021, doi: 10.24427/978-83-67185-01-1, s. 139.

- 49 A. Kononiuk (red.), A. Gudanowska (red.), *Kierunki rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim. Mapy. Marszuty. Trendy*, Politechnika Białostocka, Białystok 2013.
- 50 A. Gudanowska, *Maps of Technology Experts Relations and Technology Development Centers Relations as a Part of the Technological Knowledge Base in Foresight Studies*, "Journal of System and Management Sciences" 2016, nr 6/1.
- 51 A. Gudanowska, *Mapa relacji technologii jako narzędzie wspomagające proces ich selekcji*, [w:] R. Knosala (red.) „Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji” 2016, T. 1, Opole, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.
- 52 A. E. Gudanowska, *Technology mapping as a tool for technology analysis in foresight studies. The idea of the method and an example of its practical application*, Technology Management Conference (ITMC), 2014 IEEE International, 2014.
- 53 A. E. Gudanowska, *Technology mapping – proposal of a method of technology analysis in foresight studies*, "Business: Theory and Practice" 2016, nr 17(3).
- 54 J. Nazarko, J. Ejdys, A. E. Gudanowska, K. Halicka, A. Kononiuk, A. Magruk, Ł. Nazarko, *Roadmapping in Regional Technology Foresight: A Contribution to Nanotechnology Development Strategy*, "IEEE Transactions on Engineering Management" 2020.
- 55 A. E. Gudanowska, *Metodyka mapowania technologii w badaniach foresight ... op. cit.*

We wspomnianej monografii dokonano także zestawienia możliwych charakterystyk technologii, które mogą być ważne w przypadku tworzenia karty technologii. Równocześnie wskazano, że każda grupa technologii może cechować się swoją specyfiką w zakresie ich charakterystyk (jak np. wskaźnik zużycia surowców czy ocena wydajności danej technologii), jednak dotychczasowe prace badawcze prezentowane w literaturze pozwalają na identyfikację pewnych ogólnych charakterystyk, które można określić mianem standardowych. Każda inicjatywa badawcza, która (nawet w wąskim zakresie) przeprowadza mapowanie technologii poprzez wykorzystanie karty opisu technologii jako narzędzia gromadzenia danych, powinna obejmować etap rozpoznania w zakresie możliwych do umieszczenia na karcie charakterystyk. Zbiór wybranych charakterystyk powinien zawierać elementy standardowe, jak też ewentualnie uwzględniać pewne charakterystyki specyficzne, w zależności od poziomu szczegółowości założonego w realizowanym badaniu.

Na rys. 7 przedstawiono propozycje zaproponowanych w monografii charakterystyk standardowych.

Jak wspomniano wcześniej, przeprowadzona w projekcie procedura badawcza jest najbliższa właściwemu pojmowaniu mapowania technologii w opinii autorki niniejszego raportu. Z tego powodu to ona stała się wyjściowym materiałem źródłowym dla prac w zakresie opracowania metodyki mapowania technologii dedykowanej przedsiębiorstwom klastrowym w branży obróbki metali. Z tej perspektywy należy podkreślić następujące aspekty działań podejmowanych w opisywanym projekcie: istotę stworzenia narzędzia gromadzenia danych o technologiach, stworzenie karty technologii (ujmującej ogólny opis, cel i skalę zastosowania technologii, zasoby, korzyści i bariery rozwoju, koszty wdrożenia/rozwoju, alternatywy rozwiązań, listę patentów i prac naukowych związanych z technologiami), potrzebę ewidencji i lokalizacji ośrodków rozwoju technologii, potrzebę prezentacji powiązań pomiędzy technologiami, a także ośrodkami i ekspertami związanymi z jej rozwojem. Listę tę uzupełniają charakterystyki wymienione również na rys. 7 wynikające z dalszych prac badaczki zaangażowanej w realizację projektu.

Charakterystyka	Uwagi
Krótką charakterystyka technologii	–
Cel stosowania technologii	–
Faza rozwoju technologii	przy wykorzystaniu na przykład skali poziomu gotowości technologicznej (indeks TRL)
Przyporządkowanie zakresu stosowania danej technologii	skala jednostkowa lub masowa, zastosowanie obecne i potencjalne
Korzyści z wdrożenia danej technologii	–
Bariery rozwoju technologii	–
Wyposażenie laboratorium	bieżące, niezbędne wyposażenie laboratorium pozwalające na prace rozwojowe w zakresie danej technologii
Wymagania finansowe	bieżące, niezbędne do poniesienia nakłady finansowe w celu rozwoju technologii
Koszty wdrożenia	nakłady finansowe związane z wprowadzeniem danej technologii do przedsiębiorstw
Ośrodki naukowe	zajmujące się daną technologią na określonym obszarze
Producenci/wytwórcy technologii	wdrażający, wykorzystujący i/lub rozwijający daną technologię na określonym obszarze
Kluczowi eksperci	z zakresu technologii na określonym obszarze
Technologiczne determinanty rozwoju	wskazanie technologii determinujących rozwój rozważanej technologii
Technologiczne kierunki oddziaływania	wskazanie technologii, na które silnie wpływa technologia rozważana
Przykłady obecnego zastosowania technologii	–
Komponenty technologii	wskazanie czy technologia składa się z komponentów rozumianych jako jednostki, podsystemy lub inne technologie wchodzące w jej skład
Technologie alternatywne	wskazanie czy istnieją lub są w fazie opracowywania technologie alternatywne oraz ich identyfikacja
Wyróżniki technologii	wskazanie ewentualnej przewagi rozważanej technologii w odniesieniu do alternatywnych rozwiązań
Stopień akceptacji społecznej	określenie ogólnego bądź bardziej szczegółowego (w zależności od celu prowadzonego mapowania) stopnia akceptacji społecznej dla rozwoju danej technologii
Ocena nowoczesności technologii	określenie stopnia nowoczesności/innowacyjności danego rozwiązania, jego usytuowania w zidentyfikowanych trendach rozwojowych (na podstawie oceny eksperckiej)
Oddziaływanie ekologiczne	określenie ogólnego bądź bardziej szczegółowego (w zależności od celu prowadzonego mapowania) stopnia oddziaływania danej technologii na środowisko
Regulacje	wskazanie istniejących specjalnych regulacji dotyczących technologii na poziomie kraju oraz unii europejskiej
Wykaz podstawowej literatury dotyczącej technologii	–
Najistotniejsze patenty związane z technologią	–

Rysunek 7. Charakterystyki standardowe stanowiące możliwe elementy karty opisu technologii według A. Gudanowskiej

Źródło: A. E. Gudanowska, *Metodyka mapowania technologii w badaniach foresight*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2021, doi: 10.24427/978-83-67185-01-1, s. 142-144.

Autor Z. Chyba przeprowadzając porównanie kluczowych metod oceny i selekcji technologii w odniesieniu do rozwoju przedsiębiorczości technologicznej różnych podmiotów wskazał, że kwestie te w odniesieniu tak do pojedynczych technologii, jak i całego portfela technologicznego to obszar wciąż wymagający rozwoju. W ramach przeprowadzonej analizy można zauważyć zidentyfikowane przez autora charakterystyki technologii pojawiające się w zakresie realizacji różnych metod. Są to między innymi⁵⁶:

- wiek technologii;
- poziom zaawansowania technologii (w ujęciu zamkniętej charakterystyki: wysoka, średnia lub niska);
- uniwersalność technologii;
- użyteczność rozwiązania;
- łatwość kopiowania lub zawłaszczenia;
- wartość ekonomiczna technologii;
- potencjał do zapewnienia przewagi technologicznej;
- oddziaływanie z perspektyw społecznej, ekologicznej czy etycznej;
- czas niezbędny na wdrożenie lub wykorzystanie;
- liczba dostawców lub punktów sprzedaży na danym terenie;
- innowacyjność rozwiązania;
- konkurencyjność rozwiązania;
- aspekt ochrony patentowej.

Biorąc pod uwagę operacjonalizację metodyki mapowania technologii można zwrócić tu uwagę na możliwe do wykorzystania w karcie technologii charakterystyki odnoszące się do fazy cyklu życia, poziomu zaawansowania, uniwersalności, innowacyjności, konkurencyjności, łatwości kopiowania, przewag związanych z wykorzystaniem rozwiązania, oddziaływania społecznego, etycznego i ekologicznego, czy też czasu wprowadzenia rozwiązania.

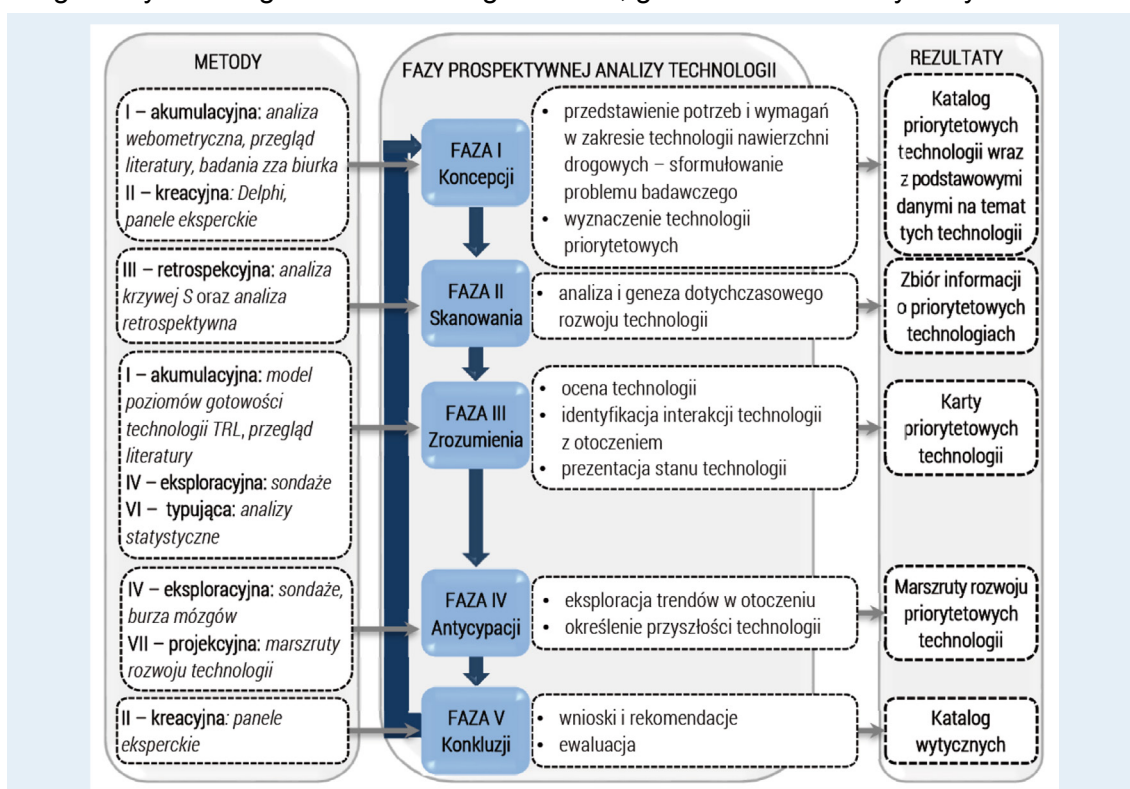
W badaniu przeprowadzonym przez firmę 4CF sp. z o.o. dotyczącym mazowieckiej branży metalowej przeprowadzono analizę obejmującą statystyki zbiorcze dla wszystkich podmiotów z sektora zarejestrowanych w okresie realizacji badania (ujmujące wielkość i potencjał ekonomiczny, strukturę branży, obszary koncentracji geograficznej i ewidencję organizacji zrzeszających) oraz wyłonienie spośród wszystkich analizowanych przedsiębiorstw 120 firm o najwyższym potencjale innowacyjnym. W odniesieniu do nich zebrano dane o ich aktywności i przeprowadzono analizę jakościową bazującą na danych ze zautomatyzowanej analizy NLP stron internetowych podmiotów, przeprowadzonych wywiadów i warsztatów. Warto zwrócić uwagę, że w przeprowadzonej analizie jakościowej dokonano szerokiej ewidencji słów charakteryzujących działalność podmiotów i przeanalizowano je pod względem występowania⁵⁷.

56 Z. Chyba, *Porównanie wybranych metod oceny i selekcji technologii*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Organizacja i Zarządzanie” 2016, Nr 93(1957), s. 73-84.

57 4CF sp. z o.o., *Analiza potencjału i trendów rozwojowych branży metalowej na Mazowszu, raport z badań*, Warszawa 2018. Tryb dostępu: <https://innowacyjni.mazovia.pl/upload/pages/1677/1677-0.pdf> [Data wejścia 22.07.2023].

Z perspektywy mapowania technologii inspiracją może być tu określenie obszarów koncentracji geograficznej podmiotów na potrzeby zestawień zbiorczych możliwych do stworzenia w odniesieniu do przedsiębiorstw. Interesującym badaniem jest również analiza występowania słów charakteryzujących działalność przedsiębiorstw wykonana w ramach analizy jakościowej, choć w opinii autorki raportu warto byłoby ją uzupełnić o analizę współwystępowania zebranych słów z perspektywy całej analizowanej grupy przedsiębiorstw na wzór analiz bibliometrycznych. Mogłoby to dostarczyć inspiracji podczas poszukiwania nowych innowacyjnych rozwiązań realizowanych we współpracy pomiędzy podmiotami.

W kontekście mapowania technologii interesującą pozycją w polskim piśmiennictwie jest także praca K. Halickiej⁵⁸. Przedstawiono w niej autorską metodykę prospektywnej analizy technologii (PAT). O ile realizacja całej metodyki doprowadzić ma finalnie do określenia przyszłych kierunków rozwoju technologii, to pewne jej elementy odnoszą się do analizy bieżącego stanu rozwoju technologii. Na rys. 8 pokazana została metodyka prospektywnej analizy technologii w wersji zoperacjonalizowanego postępowania badawczego dedykowanego obszarowi drogownictwa, gdzie została ona wykorzystana.



Rysunek 8. Metodyka prospektywnej analizy technologii według K. Halickiej – dedykowana dla projektu *Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji oraz rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni drogowych w aspekcie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju*

Źródło: K. Halicka, *Prospektywna analiza technologii: metodologia i procedury badawcze*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2016, s. 129.

⁵⁸ K. Halicka, *Prospektywna analiza technologii: metodologia i procedury badawcze*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2016.

Elementy metodyki związane z mapowaniem technologii zaprezentowane w opisywanej publikacji były spójne z pracami i ideą zaprezentowaną we wprowadzeniu niniejszego raportu. W obrębie metodyki K. Halickiej (rys. 8) warto zauważyć poza założeniem dotyczącym konstrukcji kart priorytetowych technologii wykorzystanie wskaźnika TRL do oceny gotowości technologicznej oraz zwrócenie uwagi na przegląd literatury na potrzeby prezentacji technologii i jej zrozumienia.

K. Halicka zwróciła uwagę na istotność następujących charakterystyk w odniesieniu do poszczególnych technologii nawierzchni drogowych⁵⁹:

- cel i zakres stosowania;
- słowa kluczowe związane z technologią;
- poziom innowacyjności technologii;
- jej oryginalność;
- poziom udoskonalenia w odniesieniu do dotychczasowych rozwiązań;
- korzyści wynikające z jej zastosowania;
- wygoda użytkowania;
- konieczność wykorzystania trudno dostępnych materiałów;
- fakt uzupełniania dostępnych na rynku rozwiązań;
- możliwości w zakresie rozwiązywania problemów technicznych;
- koszty i stopień wdrożenia;
- przykłady zastosowania;
- wytwórcy/producenti;
- komponenty technologii;
- stopień akceptacji społecznej;
- przewagi w ujęciu technicznym i ekologicznym.

W przeprowadzonych pracach badawczych dokonano także oceny technologii pod względem ich konkurencyjności, użyteczności, aspektów ekologicznych i aspektów społecznych.

Ostatecznie wybrane i zaprezentowane w kartach technologii odnoszących się do nawierzchni drogowych charakterystyki zostały przedstawione na rys. 9 (a-b).

⁵⁹ K. Halicka, *Prospektywna analiza technologii ...*, op. cit.

NAZWA TECHNOLOGII
Tech1: Mieszanki mineralno-asfaltowe z lepiszczem gumowo-asfaltowym
<p>KRÓTKA CHARAKTERYSTYKA TECHNOLOGII</p> <p>Technologia dotyczy zastosowania rozdrobnionej gumy ze zużytych opon samochodowych do modyfikacji asfaltów drogowych oraz mieszanek mineralno-asfaltowych. Lepiszcz gumowo-asfaltowe (<i>asphalt rubber</i>) według normy ASTM D-8 określa się jako mieszaninę lepiszcza asfaltowego, gumy ze zużytych opon samochodowych oraz ewentualnie z dodatków obniżających lepkość. Składniki gumowe stanowią w tej mieszaninie co najmniej 15% w stosunku do masy lepiszcza i wchodzi w reakcję z gorącym asfaltem, zwiększając znacznie objętość. Właściwości lepiszczy gumowo-asfaltowych i mieszanek mineralno-gumowo-asfaltowych są porównywalne z właściwościami polimeroasfaltów i mieszanek z lepiszczami modyfikowanymi polimerem.</p> <p>CEL STOSOWANIA TECHNOLOGII</p> <p>Poprawa właściwości technicznych i trwałości nawierzchni asfaltowych, co przekłada się na efekt ekonomiczny oraz przyjazne dla środowiska zagospodarowanie odpadów gumowych.</p> <p>SŁOWA KLUCZOWE ZWIĄZANE Z TECHNOLOGIĄ</p> <p>guma, opony, asfalt, mieszanka mineralno-asfaltowa, lepiszcze gumowo-asfaltowe</p> <p>ZAKRES STOSOWANIA DANEJ TECHNOLOGII</p> <p>(1) Dotychczas w Polsce nie stosowana powszechnie (nawierzchnie w Dynowie na Podkarpaciu, ulica Wołoska w Warszawie).</p> <p>(2) Możliwość zastosowania do budowy dróg wszystkich kategorii ruchu oraz do nawierzchni na obiektach mostowych.</p> <p>PRZYBLIŻONY KOSZT TECHNOLOGII</p> <p>Koszt stosowania lepiszcza gumowo-asfaltowego jest około 16% wyższy od asfaltu tradycyjnego ale porównywalny z kosztem stosowania polimeroasfaltu.</p> <p>STOPIEŃ WDROŻENIA TECHNOLOGII</p> <p>(1) Technologia posiada niezależne oceny lub potwierdzenia zgodności ze standardami technicznymi i została wdrożona przez co najmniej kilku producentów na pełną skalę techniczną.</p> <p>(2) W Polsce komercyjnie nie została wdrożona.</p> <p>POZIOMY GOTOWOŚCI TECHNOLOGICZNEJ</p> <p>TRL8 – Zakończono badania i demonstrację ostatecznej formy technologii. Potwierdzono osiągnięcia docelowego poziomu technologii.</p> <p>WYTWÓRCY/PRODUCENCI ZWIĄZANI Z DANĄ TECHNOLOGIĄ W POLSCE</p> <p>Strabag S.A., Lotos S.A., Bisek Sp. z o.o., BIK – Projekt Łomża Sp. z o.o.</p> <p>WYTWÓRCY/PRODUCENCI ZWIĄZANI Z DANĄ TECHNOLOGIĄ NA ŚWIECIE</p> <p>D&H Equipment, Phoenix Industries, CEI Enterprises, Massenza S.R.L., Signus Madrid, Bennighoven GmbH&Co.KG.</p> <p>PRZYKŁADY OBECNEGO ZASTOSOWANIA TECHNOLOGII</p> <p>Cienkie warstwy ścieralne z mieszanek mineralno-gumowo-asfaltowych BBTM o obniżonej emisji hałasu na ul. Wołoskiej w Warszawie, mieszanka mineralno-gumowo-asfaltowa SMA 8 na warstwę ścieralną dróg miejskich o dużym natężeniu ruchu w Dynowie na Podkarpaciu, cienkie warstwy gumowo-asfaltowe SAM i SAMI rozpowszechnione głównie w USA (Kalifornia, Teksas).</p>

Rysunek 9a. Przykład karty technologii (część 1/2) – projekt *Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji oraz rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni drogowych w aspekcie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju*

Źródło: K. Halicka, *Prospektywna analiza technologii: metodologia i procedury badawcze*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2016, s. 157.

W dalszych pracach badawczych K. Halicka skupiła się na opracowaniu *technology roadmaps*, które ujmowały rozwój technologii w czasie. Jednak interesujące mogą być wyróżnione tam warstwy dotyczące⁶⁰:

- ➔ relacji z otoczeniem poprzez identyfikację potencjalnych korzyści wdrożenia technologii z perspektywy ekologicznej, społecznej oraz ekonomicznej;
- ➔ obszarów zastosowań;
- ➔ atrybutów funkcjonalnych;
- ➔ komponentów;
- ➔ podmiotów związanych z technologiami;
- ➔ fazy w cyklu życia technologii;
- ➔ poziomu kierunków prac badawczych;
- ➔ niezbędnych zasobów ludzkich, finansowych i rzeczowych.

Na wizualizacjach pojawiły się także informacje związane z barierami rozwoju technologii oraz ujęcia technologii w układzie oddziaływań wzajemnych z innymi rozwiązaniami technologicznymi⁶¹.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii warto zwrócić tu uwagę na fakt tworzenia narzędzia gromadzenia danych o technologiach wraz z licznymi propozycjami możliwych charakterystyk technologii, podkreślenie potrzeby ewidencji jednostek związanych z rozwojem technologii oraz wskazanie na technologie jako na powiązane wzajemnie. Wśród charakterystyk wykorzystanych w opisanych badaniach mogących stanowić inspirację dla tworzenia karty technologii należy wymienić: ocenę gotowości technologicznej, cel, zakres, obszary i przykłady zastosowania technologii, jej ogólna charakterystyka (również poprzez podanie słów kluczowych), komponenty, oceny w zakresie poziomu innowacyjności, oryginalności, wygody użytkowania, poziomu akceptacji społecznej, konkurencyjności, użyteczności, z perspektywy ekologicznej i społecznej, identyfikację kosztów związanych z rozwojem technologii, korzyści wynikających z jej wdrożenia, niezbędnych zasobów oraz odniesienie do dotychczas wykorzystywanych rozwiązań (poziom udoskonalenia, wykorzystanie rzadkich materiałów, komplementarność wobec istniejących rozwiązań, przewagi) .

60 K. Halicka, *Prospektywna analiza technologii ...*, op. cit.

61 K. Halicka, *Prospektywna analiza technologii ...*, op. cit.

KORZYŚCI Z WDROŻENIA DANEJ TECHNOLOGII

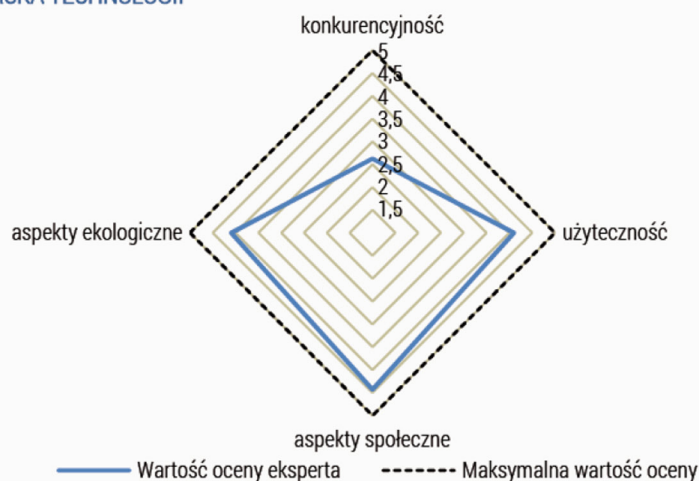
Większa odporność na koleinowanie, mniejsza podatność na starzenie, większa trwałość zmęczeniowa, odporność na spękania odbite i spękania niskotemperaturowe, zmniejszenie hałasu i zmniejszenie poślizgu opon. Poprawa właściwości technicznych i trwałości nawierzchni asfaltowych, co przekłada się na efekt ekonomiczny oraz przyjazne dla środowiska zagospodarowanie odpadów gumowych, niższy koszt technologii w pełnym cyklu życia w porównaniu z technologiami mieszanek mineralno-asfaltowych z lepiszczem niemodyfikowanym.

KOMPONENTY TECHNOLOGII ROZUMIANE JAKO JEDNOSTKI, PODSYSTEMY LUB INNE TECHNOLOGIE WCHODZĄCE W SKŁAD DANEJ TECHNOLOGII

Technologia produkcji rozdrobnionej gumy ze zużytych opon samochodowych, technologia produkcji lepiszczy gumowo-asfaltowych, technologia produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych z lepiszczem gumowo-asfaltowym.

STOPIEŃ AKCEPTACJI SPOŁECZNEJ DLA ROZWOJU DANEJ TECHNOLOGII

Bardzo wysoki.

OCENA EKSPERCKA TECHNOLOGII**EWENTUALNA PRZEWAGA TECHNOLOGII W KONTEKŚCIE ISTNIEJĄCYCH ALTERNATYWNYCH TECHNOLOGII**

Aspekt techniczny: wysoka odporność zmęczeniowa i odporność na starzenie nawierzchni z mieszanek mineralno-asfaltowych z lepiszczem gumowo-asfaltowym w porównaniu z alternatywnymi technologiami nawierzchni asfaltowych.

Aspekt ekologiczny: zagospodarowanie materiałów, które obecnie stanowią odpad przemysłowy lub stosowane są jako paliwo energetyczne o wysokim stopniu emisji zanieczyszczeń w procesie spalania, możliwość układania cieńszych warstw niż w alternatywnych, tradycyjnych technologiach, co spowoduje zmniejszenie zapotrzebowania na kruszywa drogowe.

Rysunek 9b. Przykład karty technologii (część 2/2) – projekt *Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji oraz rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni drogowych w aspekcie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju*

Źródło: K. Halicka, *Prospektywna analiza technologii: metodologia i procedury badawcze*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2016, s. 158.

W innych prowadzonych pracach badaczka K. Halicka przeprowadziła ocenę wybranych gerontechnologii. O ile podejście prezentowane w tych badaniach nie było mapowaniem technologii to odnosiło się do oceny jej obecnego stanu w zakresie wybranych kryteriów. Właśnie te kryteria mogą być interesującą inspiracją podczas tworzenia metodyki mapowania technologii. Wśród nich wymienić należy: dojrzałość

technologiczną, innowacyjność rozwiązania technologicznego, jego użyteczność, funkcjonalność, ocenę popytu, aspektów marketingowych, ekologicznych czy społeczno-etycznych^{62,63}.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii warto zwrócić tu uwagę na charakteryzujące technologię oceny oraz szeroki kontekst tych ocen wskazujący w opinii autorki niniejszego raportu na istotną interakcję technologii z otoczeniem.

Technologie w kontekście procesu zarządzania technologią stały się przedmiotem zainteresowania również E. Krawczyk-Dembickiej w ramach badań prowadzonych w przedsiębiorstwach klastrowych zrzeszonych w ramach klastra obróbki metali. Autorka w wyniku obszernych studiów literaturowych, analizy studiów przypadków oraz badań ankietowych przedstawiła autorskie ujęcie procesu zarządzania technologią.

Z uwagi na możliwość wykorzystania metody mapowania technologii w procesie zarządzania technologią na jego wybranych etapach, co zasygnalizowano we wprowadzeniu do raportu, wartym uwagi są tu pewne działania i obserwacje poczynione przez badaczkę. Tym bardziej, że obszar jej badań jest zgodny z obszarem, na potrzeby którego metodyka mapowania technologii ma być opracowana. Z perspektywy karty technologii warto zauważyć wykorzystywane przez E. Krawczyk-Dembicką klasyfikacje technologii.

Autorka zaproponowała tu klasyfikację na technologie⁶⁴:

- ➔ przygotowawcze,
- ➔ obróbki metalu,
- ➔ montażu/demontażu,
- ➔ zaawansowanej automatyzacji,
- ➔ inne, sprawiające trudności w przyporządkowaniu do powyższych grup.

Klasyfikacja ta powstała na etapie opracowywania koncepcji badawczej. Z kolei druga z klasyfikacji, którą wskazała autorka po przeprowadzeniu badań opierała się na ogólnie przyjętych rodzajach technologii wytwarzania, które można zidentyfikować w branży obróbki metali⁶⁵:

- ➔ obróbka skrawaniem,
- ➔ obróbka plastyczna,
- ➔ obróbka cieplna,
- ➔ obróbka chemiczna,

62 K. Halicka, *Gerontechnology – the assessment of one selected technology improving the quality of life of older adults*, "Engineering Management in Production and Services" 2019, nr 11(2), s. 43-51.

63 K. Halicka, *Personal Care Robots for Senior Adults – Analysis and Assessment of the Current State of Selected Gerontechnology*, "Multidisciplinary Aspects of Production Engineering" 2018, nr 1(1), s. 867-873.

64 E. Krawczyk-Dembicka, *Model zarządzania technologiami w przedsiębiorstwie klastrowym – studium przypadku*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2019.

65 E. Krawczyk-Dembicka, *Model zarządzania technologiami w przedsiębiorstwie klastrowym ...*, op. cit.

- obróbka powierzchni,
- technologie montażu/demontażu,
- technologie zaawansowanej automatyzacji,
- technologie wspomagające.

Obie klasyfikacje są możliwe do wykorzystania bezpośrednio w karcie technologii, jak również w karcie przedsiębiorstwa. Poza grupowaniem technologii autorka zwróciła uwagę na takie ich charakterystyki jak: opisy technologii, cel stosowania technologii, efekt produkcyjny, specyficzne uwarunkowania procesu technologicznego, czy innowacyjność rozwiązań.

Prace autorki mogą stanowić też istotne źródło w zakresie karty przedsiębiorstwa. Dotychczas opisane w raporcie badania skupiały się głównie na potrzebie ewidencji podmiotów związanych z rozwojem technologii i nie dostarczały wskazówek związanych z charakterystykami ich opisu. W pracach i badaniach E. Krawczyk-Dembickiej można zidentyfikować szereg elementów, które mogą stać się charakterystykami na karcie przedsiębiorstwa.

Wymienić tu należy⁶⁶:

- wielkość przedsiębiorstwa;
- strukturę organizacyjną (zawężona do jej części bezpośrednio związanej z technologią);
- liczbę pracowników w działach związanych z technologią (potencjał kadrowy podmiotu);
- liczbę zakładów produkcyjnych prowadzących działalność na potrzeby badanego przedsiębiorstwa;
- rynki współpracy (świadczące o skali ekspansji międzynarodowej badanych podmiotów);
- dostępny park maszynowy;
- zasięg terytorialny działalności;
- wykorzystywane/rozwijane w podmiocie grupy technologii (pogrupowane na przykład wedle opisanych klasyfikacji, spójnie z wykorzystanymi w kartach technologii);
- skalę produkcji;
- sposób pozyskiwania technologii;
- źródła jej finansowania;
- inicjatorów opracowania i wdrażania nowych technologii w podmiocie;
- działania realizowane w ramach procesu zarządzania technologią;
- ramy czasowe procesu zarządzania technologią;
- obszary współpracy w zakresie zarządzania technologią w obrębie klastra.

66 E. Krawczyk-Dembicka, *Model zarządzania technologiami w przedsiębiorstwie klastrowym ...*, op. cit.

Autorka w przeprowadzonych badaniach ankietowych zidentyfikowała również możliwe warianty niektórych z charakterystyk. Wykorzystanie wyników jej badań w karcie przedsiębiorstw znacząco ułatwiłoby jej wypełnienie. I tak w aspekcie sposobów pozyskiwania technologii karta mogłaby zawierać następujące możliwości wyboru: technologie udostępnione w ramach współpracy z Klastrem Obróbki Metali, efekt współpracy z innymi przedsiębiorstwami, efekt współpracy z jednostką badawczo-rozwojową (na przykład uczelnią wyższą), modernizacja „przestarzałych” technologii do nowych potrzeb przedsiębiorstwa, technologie opracowane i wytworzone w przedsiębiorstwie oraz zakup technologii (na przykład maszyn, wiedzy).

W kontekście źródeł finansowania technologii warto byłoby rozważyć wykorzystanie następujących opcji: środki własne przedsiębiorstwa, leasing, kredyt bankowy, dzierżawa/użyczenie maszyn/urządzeń oraz środki publiczne wspierające działalność gospodarczą (na przykład środki budżetu państwa, środki Unii Europejskiej).

Z perspektywy inicjatorów opracowywania i wdrażania nowych technologii w przedsiębiorstwie można wykorzystać następujący zestaw możliwych do wyboru opcji: Zarząd, Dyrektor/Kierownik Działu Rozwoju, Dyrektor/Kierownik Działu Technologii, Pracownicy/Zespół Projektowy, Klient, potrzeba wynikająca z rynku/nisza rynkowa, trendy rynkowe, właściciel przedsiębiorstwa, inny.

Ostatnią charakterystyką, która została wzbogacona o zakres możliwych opcji wyboru jest obszar współpracy w zakresie zarządzania technologią w klastrze: idea powstania technologii, opracowanie założeń nowej technologii, identyfikacja technologii, selekcja/wybór technologii, pozyskiwanie/nabywanie technologii, eksploatacja technologii, ochrona technologii, rozwój technologii, poszukiwanie nowych obszarów zastosowania technologii, wdrażanie technologii w branży, prowadzenie działań edukacyjnych (na przykład kursy, szkolenia), rozpowszechnianie technologii na rynku, organizacja pracy w Grupach Zaawansowanej Współpracy, organizacja wizyt studyjnych w przedsiębiorstwach, dofinansowanie udziału w targach, wspólne zakupy, inne^{67,68,69}.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii z branży metalowej badania E. Krawczyk-Dembickiej są niezwykle inspirującą pozycją, która dostarcza zarówno istotnych charakterystyk, jak i ich opisu, szczególnie w kontekście karty przedsiębiorstwa. Na uwagę zasługują również aspekt klasyfikacji technologii z branży metalowej oraz wykorzystane przez autorkę charakterystyki technologii obejmujące podstawowe opisy technologii, cel ich stosowania, spodziewany efekt produkcyjny, uwarunkowania procesu technologicznego, czy innowacyjność rozwiązań technologicznych.

67 E. Krawczyk-Dembicka, *Model zarządzania technologiami w przedsiębiorstwie klastrowym ...*, op. cit.

68 W. Urban, E. Krawczyk-Dembicka, *An In-depth Investigation of Technology Management Process in the Metal Processing Industry*, "European Research Studies Journal" 2020, nr 23/1, s. 115–136.

69 W. Urban, E. Krawczyk-Dembicka, *Technology Management as a Process – a View from In-Depth Studies in Metal Processing Companies*, [w:] Hamrol A. (red.), Kujawińska A. (red.), Barraza M.F.S. (red.), *Advances in Manufacturing II*, Springer International Publishing, Cham 2019, s. 58-69.

Interesującymi z perspektywy operacjonalizacji metodyki mapowania technologii są badania prowadzone przez K. Klincewicza i A. Manikowskiego. Badacze opracowując autorski algorytm oceny, rankingowania i selekcji technologii (O-R-S) przeprowadzili szerokie studia w zakresie między innymi kryteriów oceny technologii.

Cały algorytm jest złożony z kilku kroków obejmujących określenie specyfiki sytuacji decyzyjnej, dobór odpowiednich kryteriów, ocenę ekspercką technologii zgodnie z dobranymi kryteriami (właściwa ocena technologii) i wzajemnej ważności kryteriów (seria ocen porównawczych) oraz budowę rankingu technologii. Dla prowadzonego w raporcie przeglądu najistotniejsze wydają się być opracowane przez autorów kryteria oceny technologii, gdyż zwracają uwagę na ważne aspekty dotyczące technologii, co do których należy zgromadzić wiedzę w kontekście ich przyszłej oceny.

Jak już wspomniano przeprowadzone przez autorów prace są bardzo obszernie i szczegółowo opisują proces doboru kryteriów oraz doświadczenia innych badaczy w zakresie ich wyznaczania. Na potrzeby mapowania technologii należy zwrócić uwagę na główne grupy kryteriów.

Są to między innymi innowacyjność i konkurencyjność (w odniesieniu do konkurencyjnych rozwiązań funkcjonujących na rynku, ale również dostępnych patentów i barier wejścia na rynek), które wedle wskazań autorów istotne są szczególnie w przypadku nowych rozwiązań. Inne kryteria to powiązanie technologii ze strategią organizacji, dotychczasowe doświadczenia organizacji-dostawcy technologii (również w aspekcie finansowym) i jej znaczenie dla tego podmiotu (także w ujęciu związku z efektem produkcyjnym, posiadanymi zasobami rzeczowymi i ludzkimi oraz korzyści wynikających z wdrożenia rozwiązania).

Uwzględniono również kryteria marketingowe obejmujące potrzeby odbiorców (również w aspekcie osiągniętych przez nich korzyści) i uwarunkowania rynkowe, obszary zastosowań technologii, kryteria techniczne (szczegółowe parametry technologii, pojawia się tu ocena poziomu dojrzałości technologicznej i sposobów rozwiązania konkretnych problemów), odniesienie do technologii produkcyjnych (dotyczą technologii mających wspierać procesy wytwórcze), aspekt ochrony patentowej, kryteria społeczne i etyczne oraz ekologiczne (odniesienie do wpływu technologii na społeczeństwo i środowisko naturalne).

W swojej publikacji autorzy wskazali, że różne kryteria mogą mieć różne znaczenie w zależności od specyficznej sytuacji oceny i rankingowania⁷⁰.

Na rys. 10 pokazano założone przez badaczy możliwe scenariusze decyzyjne i przypisane do nich zestawy kryteriów.

⁷⁰ K. Klincewicz, A. Manikowski, *Ocena, rankingowanie i selekcja technologii*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2013.

Scenariusz decyzji o rankingowaniu technologii	Najważniejsze grupy kryteriów
decyzje o nowym produkcie	<ul style="list-style-type: none"> • kryteria dotyczące innowacyjności • kryteria dotyczące konkurencyjności • kryteria strategiczne • kryteria marketingowe • kryteria dotyczące zastosowań technologii • kryteria techniczne • kryteria dotyczące ochrony patentowej • kryteria społeczne i etyczne • kryteria ekologiczne
decyzje o nowym procesie wytwórczym lub zakupie technologii dla własnych potrzeb	<ul style="list-style-type: none"> • kryteria techniczne • kryteria dotyczące technologii produkcyjnych • kryteria dotyczące zastosowań technologii • kryteria społeczne i etyczne • kryteria ekologiczne
decyzje o inwestycji w organizację-dostawcę lub nawiązaniu z nią współpracy partnerskiej	<ul style="list-style-type: none"> • kryteria dotyczące innowacyjności • kryteria dotyczące konkurencyjności • kryteria strategiczne • kryteria dotyczące doświadczeń organizacji-dostawcy • kryteria dotyczące znaczenia technologii dla organizacji-dostawcy • kryteria marketingowe • kryteria dotyczące zastosowań technologii • kryteria techniczne • kryteria dotyczące ochrony patentowej • kryteria społeczne i etyczne • kryteria ekologiczne

Rysunek 10. Znaczenie kryteriów oceny technologii w zależności od sytuacji decyzyjnej według K. Klincewicza

Źródło: K. Klincewicz, A. Manikowski, *Ocena, rankingowanie i selekcja technologii*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2013, s. 124.

Autorzy w swojej publikacji przedstawili bardzo obszerną listę szczegółowych zagadnień możliwych do wykorzystania podczas realizacji algorytmu O-S-R w formie pytań z listami możliwych odpowiedzi (do wyboru bądź uzupełnienia). Choć tę listę można uznać za zbyt szczegółowe ujęcie z perspektywy metodyki mapowania technologii, to niektóre z zawartych w niej zestawień mogą być niezwykle użyteczne podczas tworzenia karty technologii.

W tab. 1 przedstawiono wybrane z nich, które zdaniem autorki raportu mogą zostać wykorzystane w karcie technologii.

Tabela 1. Przykładowe, wybrane charakterystyki technologii możliwe do wykorzystania w karcie technologii, wraz z ich uszczegółowieniem (w oparciu o badania K. Klincewicza)

Charakterystyka technologii	Uszczegółowienie (proponowane warianty stanu charakterystyki)
1	2
Poziom innowacyjności	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ rozwiązanie bardzo innowacyjne, zaspokajające dobrze znaną potrzebę klientów ⇒ rozwiązanie innowacyjne, oferujące wymierne korzyści dla klientów ⇒ rozwiązanie innowacyjne, którego zakup nie wiąże się z jednoznacznymi korzyściami dla klientów ⇒ nieznaczne udoskonalenia w stosunku do istniejących rozwiązań ⇒ rozwiązanie niewykazujące istotnych udoskonaleń w stosunku do znanych i stosowanych rozwiązań
Oryginalność w odniesieniu do obecnego stanu wiedzy	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ przełomowa innowacja w skali świata ⇒ rozwiązanie innowacyjne w skali kraju, mające jednak zagraniczne odpowiedniki ⇒ rozwiązanie innowacyjne w skali branży/obszaru zastosowań, posiadające jednak odpowiedniki w innych branżach/obszarach ⇒ rozwiązanie mało oryginalne, zbliżone do istniejącej oferty w skali branży/obszaru zastosowań
Przewaga w stosunku do istniejących alternatyw	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ rozwiązanie ma charakter przełomowy i może wpłynąć na zmiany strategii dostawców rozwiązań alternatywnych ⇒ rozwiązanie stanowi istotne udoskonalenie znanych wcześniej alternatyw ⇒ rozwiązanie stanowi udoskonalenie znanych wcześniej alternatyw ⇒ rozwiązanie stanowi nieznaczne udoskonalenie znanych wcześniej alternatyw ⇒ rozwiązanie nie oferuje udoskonaleń w stosunku do znanych wcześniej alternatyw
Wpływ istniejących alternatyw na pozycję rynkową technologii	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ nie istnieją zbliżone alternatywy ⇒ istnieje alternatywna technologia, która nie jest obecnie konkurencyjna ⇒ istnieje alternatywna technologia, mająca ograniczone zastosowania ⇒ istnieje alternatywna technologia, mająca potencjalnie szerokie zastosowania ⇒ istnieje alternatywna technologia, która dominuje na rynku
Wpływ upowszechnienia technologii na pozycję rynkową alternatyw	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ upowszechnienie się technologii może stwarzać dodatkowe okazje do sprzedaży rozwiązań alternatywnych ⇒ upowszechnienie się technologii nie będzie miało związku ze zmianami poziomów sprzedaży rozwiązań alternatywnych ⇒ upowszechnienie się technologii doprowadzi do nieznacznego spadku sprzedaży rozwiązań alternatywnych ⇒ upowszechnienie się technologii doprowadzi do istotnego spadku sprzedaży rozwiązań alternatywnych ⇒ upowszechnienie się technologii wyeliminuje z rynku dostawców rozwiązań alternatywnych

Tabela 1. cd. Przykładowe, wybrane charakterystyki technologii możliwe do wykorzystania w karcie technologii, wraz z ich uszczegółowieniem (w oparciu o badania K. Klincewicza)

1	2
Charakter barier wejścia	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ bardzo wysokie bariery wejścia, oparte m.in. na unikatowym dostępie do materiałów lub komponentów ⇒ wysokie bariery wejścia, oparte m.in. na ochronie patentowej ⇒ średnie bariery wejścia, oparte m.in. umowach licencji wyłącznych z dostawcami kluczowych komponentów ⇒ niskie bariery wejścia ⇒ bezpośredni konkurenci już istnieją i oferują porównywalne rozwiązania
Zakres zastosowań specjalistycznych	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ technologia o uniwersalnym przeznaczeniu – różne możliwe zastosowania w wielu obszarach ⇒ fundamentalna technologia dla więcej niż jednej branży ⇒ fundamentalna technologia dla określonej branży ⇒ technologia mająca pojedyncze, specyficzne zastosowania ⇒ trudno określić
Stopień złożoności	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ technologia stanowiąca podstawę do budowy rozwiązania systemowego i dalszych ⇒ zakupów komponentów technologicznych ⇒ technologia wykorzystywana samodzielnie ⇒ technologia nadająca się do wykorzystania w powiązaniu z innymi rozwiązaniami, składnikami większego rozwiązania systemowego ⇒ technologia możliwa do wykorzystania wyłącznie w powiązaniu z innymi rozwiązaniami ⇒ trudno określić
Poziom skomplikowania	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ bardzo wysoki stopień komplikacji, uniemożliwiający skopiowanie technologii nawet po wejściu w posiadanie egzemplarza rozwiązania i poddaniu go odwrotnej inżynierii ⇒ wysoki stopień komplikacji, uniemożliwiający skopiowanie technologii na podstawie testów rozwiązania i lektury dokumentacji technicznej użytkownika ⇒ średni stopień komplikacji, pozwalający na skopiowanie technologii na podstawie obserwacji rozwiązania ⇒ niski stopień komplikacji, pozwalający na skopiowanie technologii na podstawie lektury materiałów promujących rozwiązanie lub poznania podstawowej zasady działania ⇒ technologia jest bardzo prosta i może być skopiowana na podstawie obserwacji
Faza cyklu życia	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ technologia innowacyjna, rozpoczynająca cykl życia – ma znaczący potencjał dalszego rozwoju ⇒ technologia w fazie dynamicznego rozwoju ⇒ technologia w fazie powszechnego stosowania na rynku ⇒ technologia dojrzała w fazie schyłkowej ⇒ technologia przestarzała – nie ma potencjału dalszego rozwoju

Tabela 1. cd. Przykładowe, wybrane charakterystyki technologii możliwe do wykorzystania w karcie technologii, wraz z ich uszczegółowieniem (w oparciu o badania K. Klincewicza)

1	2
Potencjał do ochrony prawnej	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ w drodze pełnej ochrony patentowej ⇒ w drodze ograniczonej ochrony patentowej (ze względu na ujawnienie części technologii lub wykorzystanie istotnych komponentów od dostawców zewnętrznych) ⇒ w drodze ograniczonej ochrony patentowej (ze względu na dopuszczalność patentowania w krajach innych niż Polska i niedopuszczalność patentowania w Polsce lub trudność egzekwowania niektórych zastrzeżeń patentowych) w drodze utajnienia, ochrony know-how i ochrony dokumentacji w oparciu o przepisy prawa autorskiego ⇒ ochrona nie jest już możliwa
Charakter oddziaływań społecznych i etycznych	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ upowszechnienie się technologii wpłynie na powstanie nowych miejsc pracy ⇒ upowszechnienie się technologii wpłynie na rozwój krajowej gałęzi przemysłu ⇒ upowszechnienie się technologii przyniesie korzyści dla zdrowia ludzi i jakości życia ludzkiego ⇒ upowszechnienie się technologii przyniesie korzyści estetyczne (np. walory krajobrazowe lub zapachowe) ⇒ upowszechnienie się technologii przyniesie korzyści w zakresie poprawy wizerunku gospodarki narodowej ⇒ upowszechnienie się technologii przyniesie korzyści w zakresie stworzenia standardu branżowego ⇒ upowszechnienie się technologii może być źródłem problemów społecznych ⇒ upowszechnienie się technologii może bezpośrednio prowadzić do naruszeń powszechnie obowiązujących norm moralnych lub przepisów prawa ⇒ upowszechnienie się technologii może być źródłem problemów dla zdrowia ludzi lub jakości życia ludzkiego ⇒ upowszechnienie się technologii może być źródłem problemów estetycznych (związanych np. z uciążliwościami krajobrazowymi lub zapachowymi) ⇒ rozwój, wytwarzanie, wykorzystanie bądź utylizacja technologii mogą być źródłem zagrożenia chorobowego dla pracowników przedsiębiorstw wykorzystujących rozwiązanie ⇒ rozwój, wytwarzanie, wykorzystanie bądź utylizacja technologii mogą być źródłem zagrożenia chorobowego dla osób, niebędących pracownikami organizacji (interesariuszy) ⇒ upowszechnienie się technologii może być źródłem problemów dla prywatności potencjalnych użytkowników lub innych osób ⇒ upowszechnienie się technologii może być źródłem problemów dotyczących dyskryminacji, braku równości lub zaburzeń w stosowaniu zasad sprawiedliwości społecznej ⇒ upowszechnianie technologii jest zgodne z założeniami polityk kraju (w tym polityki innowacyjnej, ekologicznej i rozwoju regionalnego), w szczególności ich celami i priorytetowymi obszarami

Tabela 1. cd. Przykładowe, wybrane charakterystyki technologii możliwe do wykorzystania w karcie technologii, wraz z ich uszczegółowieniem (w oparciu o badania K. Klincewicza)

1	2
Charakter oddziaływań ekologicznych	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ upowszechnienie się technologii może dostarczyć wymiernych korzyści w zakresie podwyższenia poziomu bezpieczeństwa w przemyśle ⇒ upowszechnienie się technologii może być źródłem problemów ekologicznych ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu może być postrzegane jako nieefektywne wykorzystanie zasobów naturalnych (w tym wody) w procesie wytwórczym, użytkowania lub utylizacji ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu może być postrzegane jako nieefektywne wykorzystanie energii w procesie wytwórczym, użytkowania lub utylizacji ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu może być postrzegane jako źródło obciążających środowisko naturalne emisji i odpadów z procesu wytwórczego, użytkowania lub utylizacji ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu może być postrzegane jako źródło wzrostu zagrożenia wystąpieniem wypadków lub awarii w procesie wytwórczym, użytkowania lub utylizacji ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu wymaga wykorzystania niebezpiecznych substancji w procesie wytwórczym, użytkowania lub utylizacji ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu przyczyni się do oszczędności zasobów naturalnych (w tym wody) w porównaniu z dotychczas stosowanymi alternatywami ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu przyczyni się do oszczędności energii w porównaniu z dotychczas stosowanymi alternatywami ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu przyczyni się do redukcji obciążających środowisko naturalne emisji i odpadów w porównaniu z dotychczas stosowanymi alternatywami ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu przyczyni się do redukcji zagrożenia wystąpieniem wypadków lub awarii w porównaniu z dotychczas stosowanymi alternatywami ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu pozwoli na zmniejszenie ilości niebezpiecznych substancji w procesie wytwórczym, użytkowania lub utylizacji w porównaniu z procesami dotychczas stosowanych alternatyw ⇒ wytwarzanie technologii lub opartego na niej produktu pozwoli na wykorzystanie surowców wtórnych w procesie użytkowania lub utylizacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie K. Klincewicz, A. Manikowski, *Ocena, rankingowanie i selekcja technologii*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2013, s. 159-197.

Autorzy zaproponowali też klasyfikację analizowanych technologii do grup: technologie-produkty, maszyny, urządzenia lub technologie procesowe, rozwiązania z zakresu aparatury badawczej i testowej, technologie materiałowe oraz technologie służące regeneracji i utylizacji⁷¹. Jednak biorąc pod uwagę obszar, dla którego metodyka mapowania technologii będzie zoperacjonalizowana bardziej adekwatne wydają się klasyfikacje zaproponowane przez E. Krawczyk-Dembicką.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii w opisanych badaniach K. Klincewicz i A. Manikowskiego warto zwrócić uwagę na obszernie opisane kryteria oceny technologii, które mogą stanowić odpowiedź w zakresie charakterystyk, które byłyby warte opisanie w kartach technologii. Analiza tej pozycji literatury pozwala także na pewne uszczegółowienie niektórych z możliwych do wykorzystania charakterystyk.

2.2. Doświadczenia zagraniczne

Zrealizowana w Danii inicjatywa badawcza mająca charakter badania foresightowego *Sensor Technology Foresight* w ramach realizowanych działań zakładała realizację mapowania technologii, które poprzedzało skanowanie obejmujące przyszłość technologii. Mapowanie zostało przeprowadzone po uporządkowaniu pojęć związanych z analizowanymi technologiami. Bazując na efektach przeglądu literatury oraz warsztatów z ekspertami na potrzeby analiz w ramach mapowania technologii określono trzy wymiary analizy skupione bezpośrednio na: technologii, wiedzy i umiejętnościach oraz produktach i rynku. Pierwszy wymiar zakładał klasyfikację technologii wedle przyjętej skali. Drugi wymiar obejmował wskazanie dyscyplin naukowych związanych z rozwojem technologii, niezbędnych kompetencji związanych z efektami produkcyjnymi tworzonymi przy wykorzystaniu technologii oraz zobrazowanie procesu tworzenia i rozpowszechniania wiedzy związanej z technologią poprzez prezentację dwóch studiów przypadków. Z kolei trzeci wymiar zakładał klasyfikację użytkowników technologii i wskazanie bazowych obszarów ich aplikacji. Dalsze prace wymagały również określenia fazy rozwoju technologii, oceny oddziaływania technologii na rynek oraz niepewności analizowanych rozwiązań^{72, 73, 74}.

Na potrzeby tworzenia metodyki mapowania technologii w opisanej inicjatywie warto zwrócić uwagę na aspekt uporządkowania technologii poprzez ich przyporządkowanie do z góry określonych obszarów, wskazanie kompetencji niezbędnych podczas rozwoju i wykorzystania technologii, podkreślenie związku technologii z badaniami naukowymi, ewidencję oraz klasyfikację użytkowników technologii i obszarów jej zastosowania.

⁷¹ K. Klincewicz, A. Manikowski, *Ocena, rankingowanie i selekcja technologii...*, op. cit.

⁷² P. D. Andersen, B. H. Jørgensen, B. Rasmussen, *Sensor Technology Foresight*, Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark 2001, s. 6, 10-19, 23, 28-29.

⁷³ P. D. Andersen, B. H. Jørgensen, L. Lading, B. Rasmussen, *Sensor foresight – technology and market*, "Technovation" 2004, nr 74, s. 312-314.

⁷⁴ P. S. Giesecke (red.), P. Crehan (red.), S. Elkins (red.), *The European Foresight Monitoring Network Collection of EFMN Briefs – Part 1*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 2008, s. 123-126.

Również w Danii zrealizowano badanie *Danish Nano-science and Nano-technology for 2025*, w trakcie którego przeprowadzono mapowanie duńskiej nauki i technologii w obszarze nanotechnologii. W ramach podjętych działań na podstawie danych zebranych od przedsiębiorstw oraz innych instytucji, jak również w wyniku analizy publikacji, zidentyfikowano najważniejsze jednostki związane z rozwojem technologii⁷⁵.

Z perspektywy mapowania technologii warto zwrócić uwagę tu na wskazanie potrzeby ewidencji podmiotów związanych z rozwojem technologii.

Yong-Gil Lee oraz Yong-II Song w swojej publikacji zaprezentowali propozycję metody analizy klastrów technologicznych, która miała służyć określeniu tzw. sąsiedztwa (*proximity*) technologii. Równocześnie autorzy podkreślili wagę i efektywność specjalistycznej wiedzy ekspertów jako unikalnego źródła informacji podczas gromadzenia wiedzy o technologiach. Właśnie na bazie deklaracji tej wiedzy zostały opracowane wskaźniki mające określić zależności pomiędzy poszczególnymi rozwiązaniami technologicznymi⁷⁶.

Z perspektywy mapowania technologii warto podkreślić tu aspekt identyfikacji specjalistów związanych z technologiami oraz oparcie zależności pomiędzy technologiami na badaniu poziomu ich wiedzy dziedzinowej.

Ciekawym ujęciem analizy technologii są prace badawcze zrealizowane przez kanadyjskie Biuro Foresightu Technologicznego (*Office of Technology Foresight – OTF*). Podczas panelu technologii zaburzających zorganizowanego w ramach podjętych działań realizatorzy podkreślali, że rozwój technologii jest ściśle związany z rozwojem otoczenia w ujęciu tak przemysłu, jak i organizacji. Po wyróżnieniu powiązanych ze sobą głównych obszarów technologicznych opracowano wizualizacje określone jako mapy technologii, na których przedstawiono powiązania pomiędzy poszczególnymi technologiami i obszarami aplikacji. Na mapie dokonano też podziału technologii i obszarów na zaburzające oraz niezaburzające. Powiązania określały, które z elementów mapy będą wpływały na rozwój pozostałych⁷⁷.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii w opisywanym projekcie zwrócono szczególną uwagę na ujęcie grupy technologii jako powiązanego ze sobą systemu zależności oraz fakt wzajemnego oddziaływania technologii i jej otoczenia.

⁷⁵ P. D. Andersen, B. Rasmussen, M. Strange, J. Haisler, *Technology foresight on Danish nano-science and nano-technology*, "Foresight" 2005, t. 7, nr 6, s. 65-67.

⁷⁶ Yong-Gil Lee, Yong-II Song, *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" 2007, nr 27, s. 57-64.

⁷⁷ D. Denarius, *Synthesis Report on Foresight Models and Methodology. Report #04-02*, Office of Technology Foresight, Canada 2004; J. Smith, H. Masum, R. Bouchard, P. Kallai, E. Lockeberg, *Using S&T foresight to augment organizational tool kits: a Canadian institutional entrepreneurial experiment*, "R&D Management" 2004, t. 34, nr 5, s. 579-589.

Analizy zgodne z ideą mapowania technologii przedstawili w swoich pracach także Changwoo Choi, Seungkyum Kim i Yongtae Park. W swojej publikacji autorzy podkreślali istotę niełatwych do określenia powiązań występujących pomiędzy technologiami. W podjętych pracach bazowali oni na analizie patentów, odnosząc je bezpośrednio do konkretnych technologii i podkreślali zmienność opracowanego układu w zależności od czasu, potrzeb rynkowych czy pojawiających się nowych technologii⁷⁸.

Biorąc pod uwagę metodykę mapowania technologii opisany przypadek badawczy jest kolejną pracą podkreślającą zależności występujące pomiędzy technologiami, a także zwracającą uwagę na istotę ewidencji patentów związanych z technologiami.

Badacze A. L. Koppe, Ch. Lecou i S. Bröring *również podkreślili rolę patentów w zakresie analizy technologii*. W swojej publikacji na podstawie ewidencji patentów dokonali identyfikacji obszarów badawczych w zakresie nanotechnologii, które miały wskazywać na poziom posiadanych krajowych kompetencji. Mapowanie technologii bazujące na analizie patentów miało służyć monitorowaniu konkurentów technologicznych i wyłaniających się innowacji, identyfikacji szans rozwojowych i niezbędnych kompetencji oraz poszukiwaniu partnerów w zakresie rozwoju technologii, a także partnerów w zakresie dzielenia się kompetencjami, które nie muszą być zasobem jednej jednostki czy gospodarki⁷⁹.

Z perspektywy mapowania technologii warto zauważyć aspekt ewidencji oraz analizy patentów, a także podkreślaną w publikacji potrzebę identyfikacji kompetencji związanych z technologiami.

W pracy autorstwa T. van der Valk, M. M. H. Chappin i G. W. Gijsbersa przedstawiono propozycję metodyki oceny sieci innowacji technologicznych. Sporządzono dwie wizualizacje inspirowane analizą sieci społecznych wykorzystując oprogramowanie dedykowane do tego typu analiz. Skupiono się na uczestnikach wybranych projektów badawczych, wskazując ich charakter oraz obszary wiedzy. Dane zgromadzono w drodze wywiadów z przedstawicielami badanych organizacji⁸⁰. W innej ze swoich prac autorzy podkreślali możliwość wykorzystania analizy sieci w ramach analizy technologii jako narzędzia nie tylko studiów nad literaturą związaną z technologiami czy analizy patentów, ale również podczas analizy jednostek związanych z technologiami⁸¹.

78 Changwoo Choi, Seungkyum Kim, Yongtae Park, *A patent-based cross impact analysis for quantitative estimation of technological impact: The case of information and communication technology*, "Technological Forecasting and Social Change" 2007, nr 74, s. 1296-1314.

79 A. L. Koppe, Ch. Lecou, S. Bröring, *Mapping emerging technology competencies in applied research: The development of nanochemistry in China and Germany*, The XXIV ISPIM Conference, Helsinki 2013.

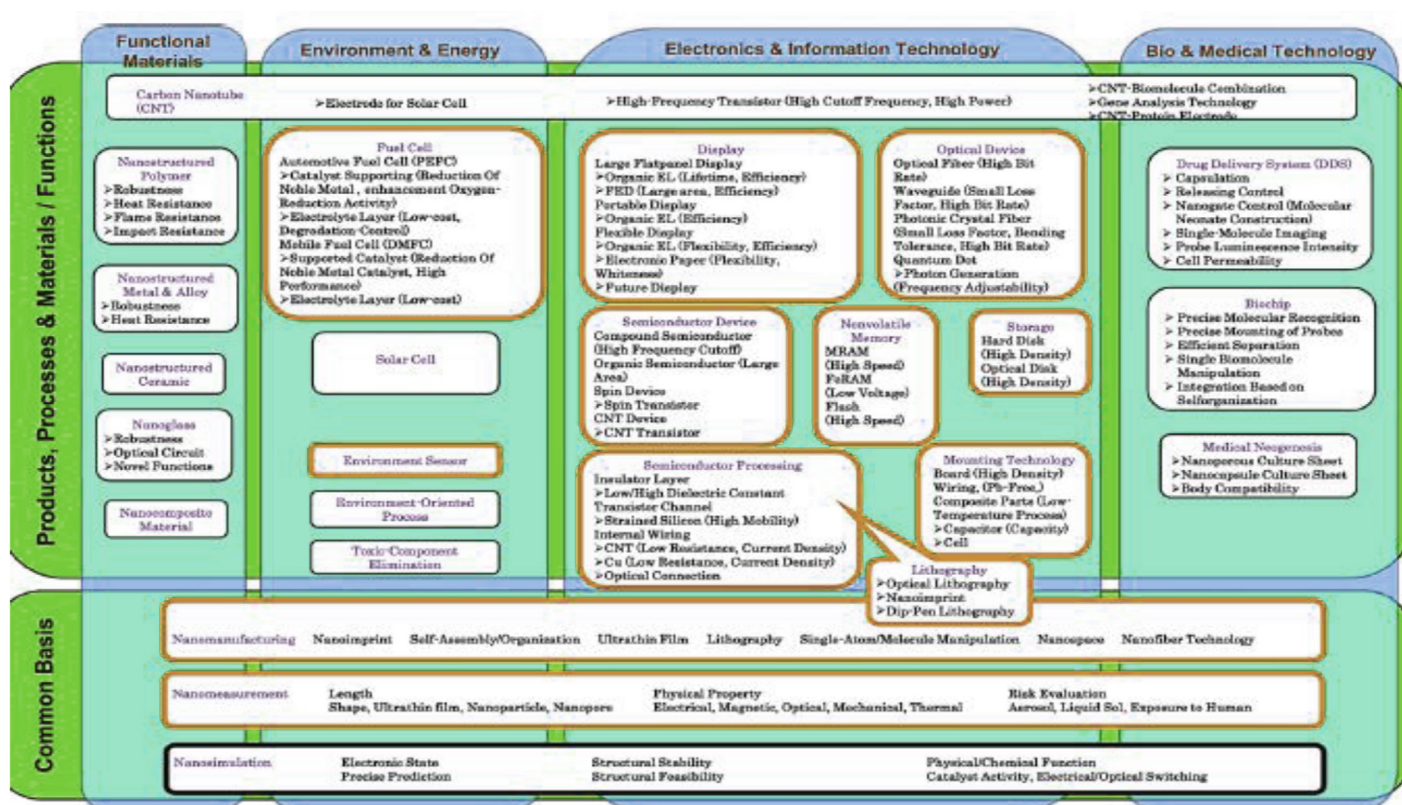
80 T. van der Valk, M. M. H. Chappin, G. W. Gijsbers, *Evaluating innovation networks in emerging technologies*, "Technological Forecasting and Social Change" 2011, nr 78, s. 25-39.

81 T. van der Valk T., G. Gijsbergs, *The use of social network analysis in innovation studies: Mapping actors and technologies*, "Innovation: Management, Policy & Practice" 2010, t. 12, nr 1, s. 5-17.

Biorąc pod uwagę metodykę mapowania technologii za istotne można uznać spostrzeżenia autorów podkreślające rolę jednostek związanych z rozwojem technologii i nie tylko ich zewidencjonowanie, ale także określenie posiadanego przez nie poziomu wiedzy w zakresie technologii.

Praca Y. Yasunaga, M. Watanabe i M. Korenga stanowiła przedstawienie procesu tworzenia *technology roadmap* na potrzeby krajowej polityki innowacyjnej. W ramach tej procedury wyróżniono etap związany z przygotowaniem przeglądu technologii w ujęciu statycznym (w konkretnym momencie czasu), określony jako tworzenie mapy/przeglądu technologii. Przygotowana mapa miała na celu pokazać znaczenie i potrzebę rozwoju technologii, a także obszary aplikacji i relacje z innymi rozwiązaniami technologicznymi⁸². Na rys. 11 przedstawiono przegląd/mapę technologii powstałą w wyniku prac autorów publikacji.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii warto zauważyć, że po raz kolejny został podkreślony aspekt obszarów aplikacji i powiązań pomiędzy technologiami



Rysunek 11. Przykład przeglądu/mapy technologii

Źródło: Y. Yasunaga, M. Watanabe, M. Korenga, *Application of technology roadmaps to governmental innovation policy for promoting technology convergence*, "Technological Forecasting and Social Change" 2009, nr 76, s. 68.

⁸² Y. Yasunaga, M. Watanabe, M. Korenga, *Application of technology roadmaps to governmental innovation policy for promoting technology convergence*, "Technological Forecasting and Social Change" 2009, nr 76, s. 61- 79.

Na zlecenie *The International Centre for Trade and Sustainable Development* przeprowadzono mapowanie technologii odnawialnych źródeł energii, co udokumentowano w pracy autorstwa R. Vossenaar i V. Jha. Realizatorzy badania chcieli zidentyfikować technologie kluczowe przyjazne środowisku oraz towarzyszące im produkty. W badaniu tym zwrócono także uwagę na komponenty technologii, szanse dla odbiorców technologii kreowane dzięki ich wykorzystaniu, a także bariery wejścia na rynek, któremu są dedykowane analizowane rozwiązania technologiczne. Technologie zostały również sklasyfikowane do z góry określonych kategorii wynikających z analizowanego obszaru badawczego, a także przypisano im produkty oraz komponenty⁸³.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii warto podkreślić zauważoną przez badaczy potrzebę identyfikacji komponentów technologii oraz powiązania ich z efektami produkcyjnymi, jak również aspekt barier związanych z wdrożeniem technologii i szans jakie kreują one dla jednostek wdrażających.

G. B. Benitez, N. F. Ayala i A. G. Frank przeprowadzili badania dotyczące analizy technologicznych możliwości ekosystemów opierających się na idei *Industry 4.0*, ich ewolucji oraz możliwości jakie tworzą w zakresie współtworzenia wartości dla przedsiębiorstw funkcjonujących w tym ekosystemie. W ramach prowadzonych analiz jeden z wyodrębnionych etapów badawczych został określony jako mapowanie technologii. W ramach mapowania zwrócono uwagę na takie aspekty jak: wskazanie, jakie technologie są oferowane przez jakie przedsiębiorstwa, obszary wiedzy technicznej w przedsiębiorstwie w zakresie danej technologii, identyfikacja form możliwej współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami oraz bariery związane z wdrażaniem technologii⁸⁴.

Biorąc pod uwagę operacjonalizację metodyki mapowania technologii na potrzeby karty technologii warto zwrócić uwagę na powiązanie technologii oraz podmiotów, które je oferują i rozwijają, a także na bariery związane z wprowadzaniem danej technologii. Z kolei na potrzeby karty przedsiębiorstwa warto zwrócić uwagę na ewidencję obszarów wiedzy technicznej w podmiotach oraz deklaracje w zakresie możliwych form współpracy pomiędzy podmiotami.

W swojej publikacji dotyczącej metodyki tworzenia drzewa technologicznego w obszarze technologii Internetu Rzeczy badacz A. Mansouri wraz ze współautorami wymienia i pokrótce wyjaśnia istotę metody mapowania technologii jako jednej z metod identyfikacji technologii. Według autorów publikacji mapowanie technologii ma służyć ilustracji relacji pomiędzy technologiami w określonym obszarze technologicznym lub branży przy wykorzystaniu różnych narzędzi, w tym tekstu, tabel lub wykresów sieciowych. Za węzły przyjmuje się wybrany temat, koncepcję, aplikację lub inne informacje, a powią-

⁸³ R. Vossenaar, V. Jha, *Technology Mapping of Renewable Energy, Buildings, and Transport Sectors: Policy Drivers and International Trade Aspects. An ICTSD Synthesis Paper*, ICTSD, Geneva 2010.

⁸⁴ G. B. Benitez, N. F. Ayala, A. G. Frank, *Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation*, "International Journal of Production Economics" 2020, nr 228.

zania węzłów wskazują ich relacje. Mapowanie może być oparte np. na historii technologii, występujących pomiędzy nimi korelacjach czy związkach przyczynowo-skutkowych. Wynikiem mapowania technologii jest zwykle lista ogólnych technologii, potencjalnie mających zastosowanie w określonych branżach⁸⁵.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii warto zauważyć tu ponownie wspomniany aspekt powiązań pomiędzy technologiami i ich rozwojem.

Interesującą analizę identyfikacji technologii określoną jako mapowanie opisuje także A. Moro ze współautorami. Analiza odnosiła się do zastosowania analizy bibliometrycznej podczas identyfikacji powstających technologii. Wykorzystując specjalistyczne oprogramowanie przeprowadzono analizę tekstów wybranych publikacji naukowych i wyodrębniono charakteryzujący je zestaw słów kluczowych. Następnie dokonano jakościowej analizy kognitywnej przy wykorzystaniu opracowanych wskaźników i przy zaangażowaniu międzynarodowego grona ekspertów. Autorzy wskazali na użyteczność analiz bibliometrycznych w procesie identyfikacji nowych rozwiązań technologicznych⁸⁶.

Z perspektywy operacjonalizacji metodyki mapowania technologii można zwrócić uwagę na podkreślaną przez autorów wagę wiedzy odnoszącej się do technologii zgromadzonej w publikacjach naukowych.

W swojej pracy autor A. A. Yevhenovych i współautorzy określili mapowanie technologii jako jeden z etapów procesu rozpoznania w grupie technologii lub kierunków, których wdrożenie jest istotne dla rozwoju danego podmiotu, określanej jako pakiet technologiczny. Przez mapowanie technologii badacze rozumieli ustalenie, na którym etapie w cyklu życia znajduje się technologia. W opisanych pracach analitycznych i badawczych zasugerowali, że analiza technologii powinna obejmować aspekty techniczne oraz ekonomiczne, a ocena pakietu technologicznego to między innymi⁸⁷:

- analiza efektywności produkcji i procesu,
- analiza kosztów materiałów,
- określenie poziomu produkcji,
- wskazanie regionalnych i światowych rynków,
- określenie zasobów ludzkich,
- wskazanie *źródła materiałów niezbędnych dla zastosowania technologii*,
- określenie technologii pilotażowych,
- aspekty transferu technologii obejmujące informacje o patentach i wdrożeniach.

85 A. Mansouri, M. M. Qaratlu, Z. Moezkarimi, Z. Kalatehaei, Z. Golmirzaei, *A Technology Tree for Internet of Things*, 7th International Conference on Web Research (ICWR), IEEE 2021, s. 329-335.

86 A. Moro, E. De Castro Boelman, G. Joanny, J. Lopez Garcia, *A bibliometric-based technique to identify emerging photovoltaic technologies in a comparative assessment with expert review*, "Renewable Energy" 2018, nr 123, s. 407-416.

87 A. A. Yevhenovych, O. V. Anatoliyovych, A. N. Oleksandrivna, *Strategic framework and methodical bases of technological package development management*, "Marketing and Management of Innovations" 2016, nr 3, s. 170-180.

Badacze wskazali również, że technologie są uwikłane we wzajemne powiązania⁸⁸.

Z perspektywy operacjonalizacji metodyki mapowania technologii należy zwrócić uwagę na podkreślenie aspektu powiązań między technologiami oraz wykorzystywane na poszczególnych etapach analiz wybranych charakterystyk możliwych do wykorzystania w karcie technologii, takich jak: określenie poziomu rozwoju technologii wedle faz cyklu życia, koszty związane z technologią, wskazanie zasobów niezbędnych dla rozwoju/wykorzystania technologii, identyfikacja patentów związanych z technologiami.

W pracy Iftikhar i in. przeprowadzono mapowanie technologii cyfrowych dla określonej grupy odbiorców. Badacze wykorzystali podstawowy opis działania technologii, przykłady implementacji oraz określili poziom rozwoju technologii. Równocześnie wskazali, że w przyszłych badaniach w tym obszarze warto byłoby przeanalizować patenty związane z technologią, a także określić wpływ technologii na wyniki finansowe i operacyjne związane z działalnością podmiotu wykorzystującego daną technologię⁸⁹.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii można potraktować badanie jako inspirację dla przykładowych charakterystyk zawartych w karcie technologii, takich jak: poziom rozwoju technologii, opis technologii, obszary jej zastosowania, ewidencja patentów lub aspekt oddziaływania na podmiot rozwijający/wdrażający rozwiązanie technologiczne.

W odniesieniu do zarządzania technologią autor B. Yoon przedstawił możliwości wizualizacji strategicznych informacji wymieniając wśród nich mapę technologii. Według autora mapa daje możliwość tworzenia statycznych i dynamicznych wizualizacji odnoszących się do dominujących cech obecnej technologii oraz trendów jej rozwoju.

Przykładem wizualizacji dynamicznej była *technology roadmap*, z kolei statycznej – mapa patentów z perspektywy wybranych wymiarów. Do pozostałych wizualizacji badacz zaliczył drzewo technologiczne (atributy charakterystyczne technologii i ich powiązanie), sieć technologii (powiązania pomiędzy technologiami, na przykład na bazie patentów), macierz technologii (porównanie obecnych rozwiązań technologicznych z możliwymi alternatywami), krzywą technologii (cykl życia technologii przy wykorzystaniu krzywej S) i słownik technologii (terminy związane z technologią czytelne dla maszyn)⁹⁰.

88 A. A. Yevhenovych, O. V. Anatoliyovych, A. N. Oleksandrivna, *Strategic framework ...*, op. cit.

89 R. Iftikhar, Z. Pourzolfaghar, M. Helfert, *Omnichannel Value Chain: Mapping Digital Technologies for Channel Integration Activities*, [w:] A. Siarheyeva, C. Barry, M. Lang, H. Linger, & C. Schneider (red.), *Information Systems Development: Information Systems Beyond 2020 (ISD2019 Proceedings)*, Toulon, France: ISEN Yncréa Méditerranée, 2019.

90 B. Yoon, *Strategic visualisation tools for managing technological information*, "Technology Analysis and Strategic Management" 2010, nr 22(3), s. 377-397.

Z perspektywy operacjonalizacji metodyki mapowania technologii warto zwrócić w tej publikacji uwagę na odróżnienie ujęcia statycznego i dynamicznego technologii, aspekt ewidencji i analizy patentów związanych z technologią, potrzebę określenia poziomu rozwoju technologii oraz porównanie technologii z alternatywnymi rozwiązaniami.

Badacz P. P. Senna wraz ze współautorami przedstawił mapowanie technologii jako jedną z metod służących do określenia aktualnego stanu rozwoju technologii i elementów z nią związanych, niezbędnych do wykorzystania przed rozpoczęciem ustalania trendów rozwoju technologicznego. W prezentowanym ujęciu mapowanie technologii określono jako metodę sprzyjającą pracy analitycznej, której celem jest poszerzenie zgromadzonej wiedzy, dostarczanej w formie ułatwiającej jej interpretację. Autorzy przeprowadzili mapowanie technologii wspomagających w kontekście scenariuszy europejskich łańcuchów dostaw. Wyniki mapowania opisane w publikacji miały na celu powiązanie technologii ze stworzonymi równolegle scenariuszami i stanowiły wyjściową bazę wiedzy dla tworzenia *technology roadmaps*.

Wskazano, że istotne jest zauważenie potrzeby zintegrowanego podejścia do technologii, w kontrze do analizy samodzielnego rozwiązania. Autorzy wyodrębnili cztery fazy konieczne w procesie mapowania technologii: jej identyfikację, wybór, ocenę i rozpowszechnianie. W publikacji skupiono szczególną uwagę na ostatniej z nich. Założono, że faza ta powinna w sposób przeglądowy objąć połączenie zidentyfikowanych technologii wspomagających ze scenariuszami przyszłości. Wybrane technologie odniesiono do strategicznych wymiarów scenariusza (produkty i usługi, zaopatrzenie i dystrybucja, konfiguracja łańcucha dostaw, systemy produkcyjne, kanały sprzedaży i zrównoważony rozwój). Mapowanie technologii dla każdego ze scenariuszy pozwoliło określić profil technologiczny, które następnie porównano pomiędzy poszczególnymi scenariuszami.

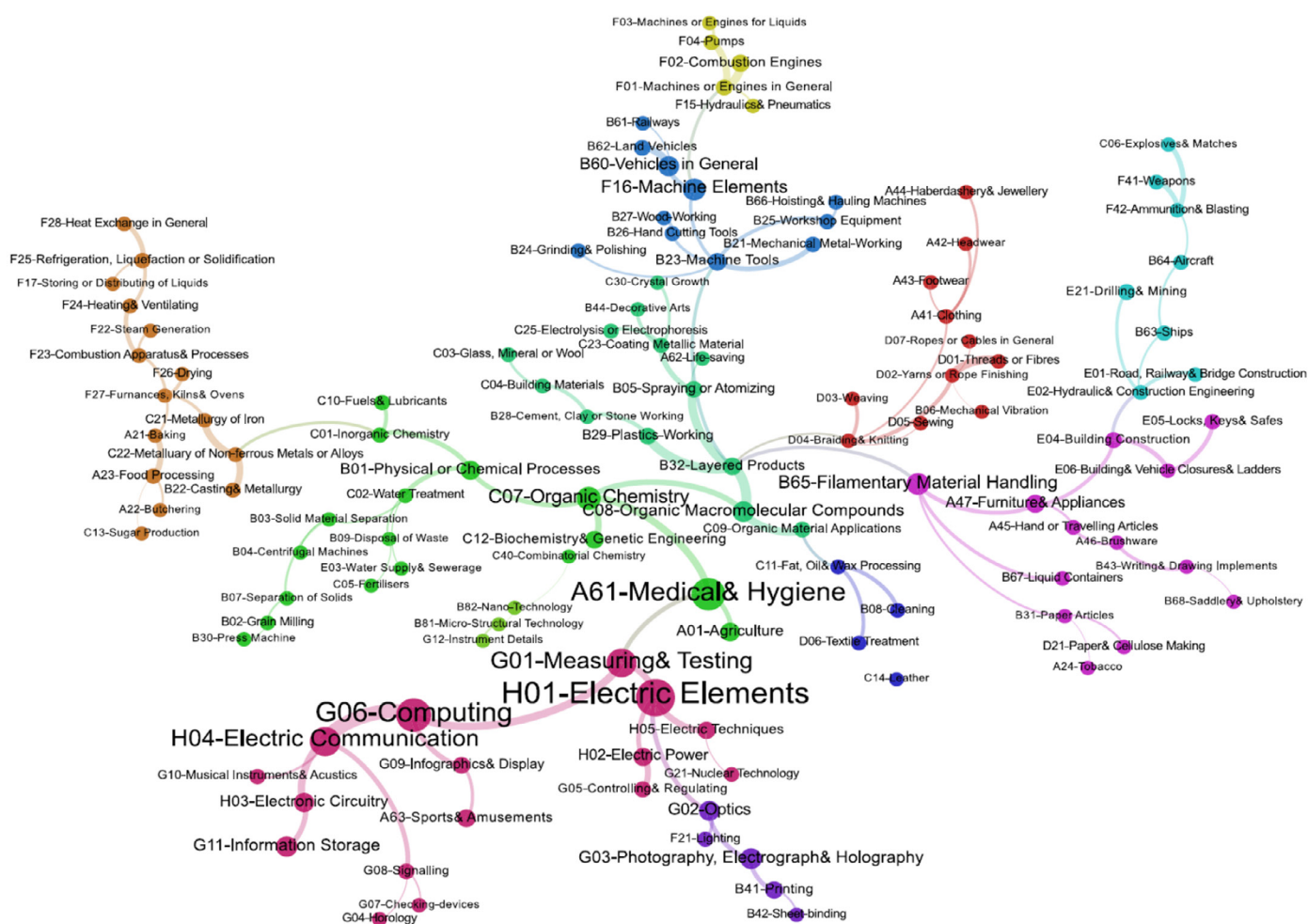
Wyniki mapowania przedstawiono w formie opisów (tekstów) obejmujących między innymi wskazanie technologii rozwijanych w danym scenariuszu, skalę zastosowania technologii, obszary zastosowań, korzyści dla odbiorców technologii (tak indywidualnych jak i przedsiębiorstw), czy też oddziaływanie na otoczenie. Opisów dokonano zwracając szczególną uwagę na wzajemne oddziaływania technologii⁹¹.

Z perspektywy operacjonalizacji metodyki mapowania technologii istotne jest tu ponowne podkreślenie aspektu wzajemnych powiązań i oddziaływań pomiędzy poszczególnymi rozwiązaniami technologicznymi. Biorąc pod uwagę planowaną do opracowania kartę technologii za inspirację mogą służyć takie charakterystyki jak: wskazanie powstających w wyniku wykorzystania technologii produktów i/ lub usług, skalę i obszary zastosowania technologii, korzyści z jej rozwoju/wdrożenia/wykorzystania lub oddziaływania na szeroko pojęte otoczenie.

91 P. P. Senna, M. Stute, S. Balech, A. Zangiacomi, *Mapping Enabling Technologies for Supply Chains with Future Scenarios*, [w:] R. Fornasiero (red.), S. Sardesai (red.), A. C. Barros (red.), A. Matopoulos (red.), *Next Generation Supply Chains. A Roadmap for Research and Innovation*, Springer 2021, s. 147-165.

Powiązania pomiędzy technologiami to przedmiot zainteresowania także B. Yan i J. Luo, którzy skupili się na tworzeniu sieci technologii w oparciu o analizę patentów. Węzłami sieci stały się kategorie patentowe, które w opinii autorów w pewnym stopniu mają odzwierciedlać dziedziny technologii. W publikacji skupiono szczególną uwagę na filtrowaniu sieci i wyodrębnianiu w jej zakresie najsilniejszych połączeń⁹². Na rys. 12 przedstawiono przykładową sieć powiązań opartą na analizie patentów.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii należy zwrócić uwagę na aspekt ewidencji i analiz patentów związanych z technologiami, które powinny znaleźć swoje miejsce w karcie technologii.



Rysunek 12. Przykład sieci technologii bazującej na analizie patentów

Źródło: B. Yan, J. Luo, *Filtering patent maps for visualization of diversification paths of inventors and organizations*, "Journal of the Association for Information Science and Technology" 2017, nr 68(6), s. 1557.

⁹² B. Yan, J. Luo, *Filtering patent maps for visualization of diversification paths of inventors and organizations*, "Journal of the Association for Information Science and Technology" 2017, nr 68(6), s. 1551-1563.

Idea włączenia w rozważania na temat technologii analiz dotyczących patentów to kierunek badań chętnie podejmowany przez zagranicznych badaczy. Wiedza o technologii zgromadzona w patentach często dostarcza informacji o jej funkcjach, a także o finalnych efektach badań nad technologią, jak również często stanowi podstawę dla określenia wzajemnego oddziaływania technologii^{93, 94, 95, 96}.

Znaczenie ewidencji i analizy patentów należy wziąć pod uwagę w odniesieniu do operacjonalizacji metodyki mapowania technologii. Aspektem, na który dość obszernie zwraca się uwagę w zagranicznej literaturze w kontekście określania bieżącego stanu technologii są **analizy dotyczące określania dojrzałości technologicznej lub też fazy cyklu jej życia**. W ramach tych analiz, a także jako odrębny, istotny aspekt określenia stanu technologii różni autorzy proponują **wykorzystanie patentów i/lub analizy publikacji związanych z daną technologią**^{97, 98, 99, 100, 101, 102}.

W prowadzonych analizach I. Ansari wraz ze współautorami opracowali model gotowości do *Industry 4.0* dedykowany organizacjom, które planują wdrażanie i wykorzystywanie technologii zaliczanych w poczet rozwiązań charakterystycznych dla czwartej rewolucji przemysłowej. W ramach badań autorzy opracowali listę wymiarów i wskaźników modelu, na której pojawiły się między innymi¹⁰³:

- stopień realizacji strategii *Industry 4.0*;

- 93** Changwoo Choi, Seungkyum Kim, Yongtae Park, *A patent-based cross impact analysis for quantitative estimation of technological impact: The case of information and communication technology*, "Technological Forecasting and Social Change" 2007, nr 74, s. 1296-1314.
- 94** A. K. Mittal, B. Mirdha, *Technology mapping using patents: A case of supply chain management*, Indian Institute of Technology, Kanpur, [online], dostęp zdalny: www.fing.edu.uy/inco/eventos/icil05/04-thu/J2-Mittal.pdf, [data wejścia: 05.10.2019].
- 95** R. K. Abercrombie, A. W. Udoeyop, B. G. Schlicher, *A study of scientometric methods to identify emerging technologies via modeling of milestones*, "Scientometrics" 2012, nr 91, s. 237-342.
- 96** Hyoung-joo Lee, Sungjoo Lee, Byungun Yoon, *Technology clustering based on evolutionary patterns: The case of information and communication technologies*, "Technological Forecasting and Social Change" 2011, nr 78, s. 953-967
- 97** R. Lezama-Nicolás, M. Rodríguez-Salvador, R. Río-Belver, I. Bildosola, *A bibliometric method for assessing technological maturity: the case of additive manufacturing*, "Scientometrics" 2018, nr 117, s. 1425-1452, doi.org/10.1007/s11192-018-2941-1.
- 98** K. Cauthen, P. Rai, N. Hale, L. Freeman, J. Ray, *Detecting technological maturity from bibliometric patterns*, "Expert Systems With Applications" 2022, nr 201, 117177, doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117177.
- 99** H. Martínez-Ardila, A. Corredor-Clavijo, V. del Pilar Rojas-Castellanos, O. Contreras, J. Camilo Lesmes, *The technology life cycle of Persian lime. A patent based analysis*, Heliyon 2022, t. 8, nr 11, 11781, doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11781.
- 100** P. Xiao, P. Qian, J. Xu, M. Lu, *A Bibliometric Analysis of the Application of Remote Sensing in Crop Spatial Patterns: Current Status, Progress and Future Directions*, "Sustainability" 2022, 14, 4104, doi.org/10.3390/su14074104.
- 101** B. Song, B. Yan, G. Triulzi, J. Alstott, J. Luo Song, *Overlay technology space map for analyzing design knowledge base of a technology domain: the case of hybrid electric vehicles*, "Research in Engineering Design" 2019, nr 30, s. 405-423, doi.org/10.1007/s00163-019-00312-w.
- 102** D. Rotolo, I. Rafols, M. M. Hopkins, L. Leydesdorff, *Strategic Intelligence on Emerging Technologies: Scientometric Overlay Mapping*, "Journal of the Association for Information Science and Technology" 2015, 68(1), s. 214-233.
- 103** I. Ansari, M. Barati, M. R. Sadeghi Moghadam, M. Ghobakhloo, M. *An Industry 4.0 readiness model for new technology exploitation*, "International Journal of Quality & Reliability Management" 2023, przed wydrukiem, doi.org/10.1108/IJQRM-11-2022-0331.

- nakłady inwestycyjne związane z technologią;
- niezbędna infrastruktura sprzętowa oraz zintegrowane systemy zarządzania, zarządzania produkcją i logistyką związane z wdrożeniem technologii;
- wymagania w zakresie gromadzenia danych, przepływu informacji, bezpieczeństwa danych i komunikacji;
- produkty wykorzystujące wybrane technologie;
- stopień integracji usług z klientami;
- wymagane umiejętności i kompetencje pracowników w zakresie stosowania technologii;
- kanały interakcji z klientami;
- stosowane praktyki dzielenia się wiedzą, również z zewnętrznymi partnerami analizowanego podmiotu;
- poziom wsparcia wdrożenia technologii ze strony kierownictwa;
- przepisy, regulacje i aspekt własności intelektualnej.

Z perspektywy operacjonalizacji metodyki mapowania technologii pewne wskaźniki i wymiary opracowane przez autorów opisywanej publikacji mogą stanowić inspirację dla charakterystyk karty technologii np.: aspekt finansów, zasobów rzeczowych w postaci infrastruktury sprzętowej i oprogramowania, zasobów ludzkich w postaci określonych kompetencji, aspekt wymagań prawnych niezbędnych do uwzględnienia w procesie rozwoju technologii czy też wskazanie efektów produkcyjnych w postaci wyrobów i usług związanych z wykorzystaniem technologii).

Badacze H. Arman i J. Foden w jednej ze swoich prac skupili się na monitorowaniu i ocenie rozwoju technologicznego na potrzeby przedsiębiorstw przedstawiając propozycję przebiegu procesu *technology intelligence* (TI).

Według autorów wszelkie decyzje dotyczące planowania technologicznego powinny być podejmowane przy wsparciu jak najszerszej bazy wiedzy o technologii, tak by zminimalizować ryzyko niewłaściwych inwestycji w technologię lub braku inwestycji, gdy są one niezbędne.

Jedną z ważnych funkcji przedstawianej w artykule metodyki jest przechwytywanie informacji technologicznych (ich gromadzenie, kategoryzacja, przechowywanie i wyszukiwanie). Źródła gromadzonych informacji mogą mieć charakter zewnętrzny (np. dostawcy, konkurenci, targi, konferencje, publikacje i patenty) oraz wewnętrzny (B+R w przedsiębiorstwie, inżynierowie i naukowcy, projektanci, operatorzy, wewnętrzne bazy danych).

Autorzy wskazali, że aby być na bieżąco z rozwojem technologicznym i najnowocześniejszymi rozwiązaniami (występującymi wewnątrz i zewnątrz w stosunku do podmiotu) ważne jest aby mieć ustanowione sieci technologiczne.

Za sieć taką badacze uznali listę kluczowych kontaktów, które posiadają wiedzę na temat konkretnego obszaru technologicznego. Jako wymagania wstępne dla realizacji opisywanej metodyki jej twórcy wskazali¹⁰⁴:

- ➔ zrozumienie planów biznesowych, celów i wymagań rynkowych;
- ➔ analizę środowiska zewnętrznego (poprzez aspekty legislacyjne, prawne, polityczne, społeczne i środowiskowe);
- ➔ przegląd patentów i publikacji (artykuły w czasopiśmie, dokumenty konferencyjne, raporty, czasopisma przemysłowe itp.);
- ➔ dostęp do wewnętrznych źródeł informacji;
- ➔ identyfikację technologii krytycznych dla podmiotu.

Wedle opracowanej przez autorów artykułu metodyki TI jednym z jej etapów jest określenie bieżącego stanu (*State-of-the-Art* – SOA) dla każdej technologii. Charakterystyki technologii, które powinny być według badaczy ujęte podczas tego etapu zaprezentowano na rys. 13.

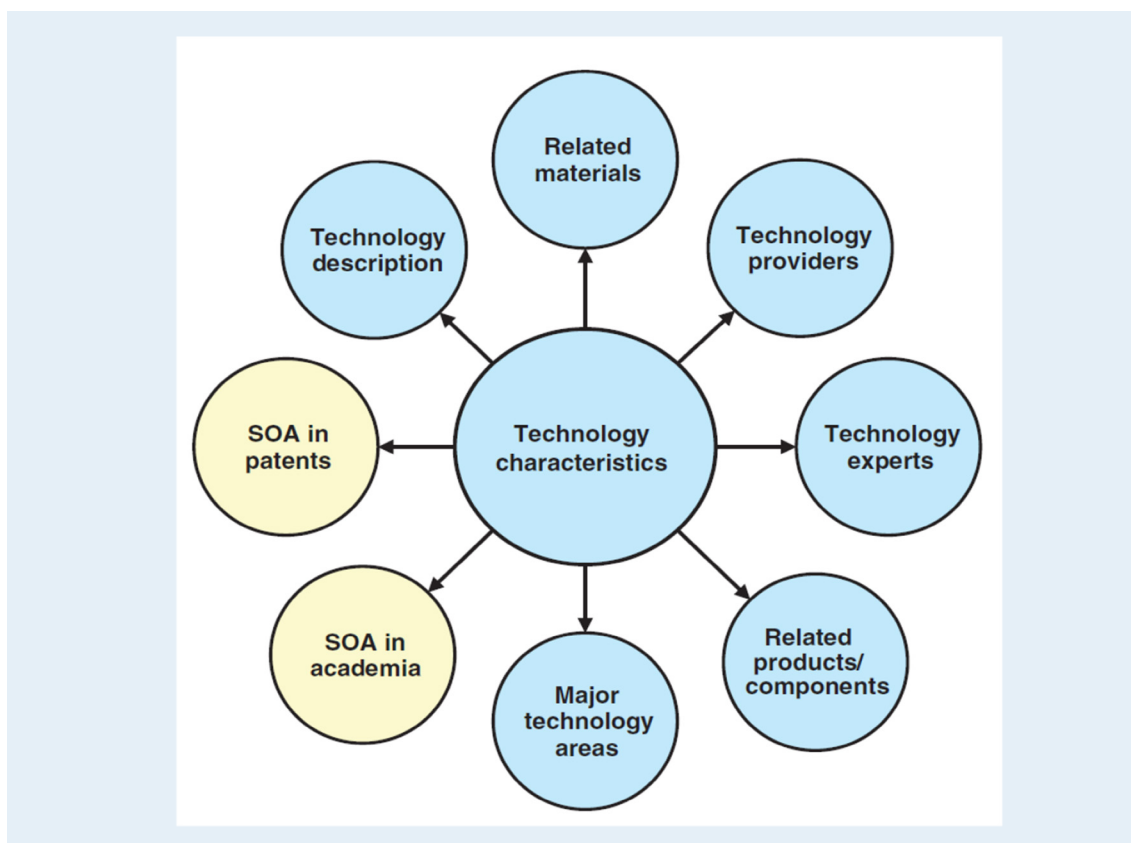
Według autorów zebranie wiedzy w podanym zakresie, a następnie wsparcie jej opinią ekspercką zapewnia solidną podstawę do oceny porównawczej technologii. Autorzy zasugerowali również wykorzystanie pomiaru poziomu gotowości technologicznej (*Technology Readiness Level* – TRL) jako powszechnie rozumianego i zapewniającego oszacowanie dojrzałości/zdolności technologii wskaźnika.

W dalszych etapach realizacji metodologii zaproponowali również odniesienie do zagrożeń i szans technologicznych (związanych z rynkiem, produktami, materiałami i procesami)¹⁰⁵.

Biorąc pod uwagę metodykę mapowania technologii z perspektywy opisanej analizy warto zwrócić uwagę na propozycję ujęcia informacji o publikacjach i patentach, kluczowych podmiotach posiadających wiedzę na temat technologii, dostawcach technologii, ekspertach w jej zakresie, określenie wymagań rynkowych, społecznych, środowiskowych, prawnych i regulacji związanych z technologią, poziomu gotowości technologicznej analizowanych rozwiązań technologicznych, opisów technologii i głównych obszarach zastosowania, powiązanych materiałach, produktach i komponentach.

104 H. Arman, J. Foden, *Combining methods in the technology intelligence process: application in an aerospace manufacturing firm*, „R&D Management” 2010, nr 40, s. 181-194, doi. org/10.1111/j.1467-9310.2010.00599.x.

105 H. Arman, J. Foden, *Combining methods in the technology intelligence process ...*, *op. cit.*



Rysunek 13. Przykładowe charakterystyki technologii według H. Arman i J. Foden

Źródło: H. Arman, J. Foden, *Combining methods in the technology intelligence process: application in an aerospace manufacturing firm*, „R&D Management” 2010, nr 40, s. 188, doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00599.x.

G. Soehadi ze współautorami przeprowadzając ocenę wybranych technologii szacowali zaawansowanie technologiczne, aby określić poziom rozwoju technologii. W swoich analizach oparli się na koncepcji, wedle której określenie stanu bieżącego technologii bazuje na ocenie komponentów w zakresie czterech grup: *technoware* (sprzęt, maszyny i materiały biurowe, a także urządzenia laboratoryjne); *humanware* (wszystkie możliwości pracowników zaangażowanych w korzystanie z *technoware* w procesie rozwoju); *infoware* i *orgaware*. Wśród komponentów autorzy wymienili między innymi¹⁰⁶:

- ➔ złożoność operacyjną związaną z technologią,
- ➔ aspekt przetwarzania surowców,
- ➔ kontrolę procesu technologicznego,
- ➔ poziom kreatywności pracowników podmiotu związanego z technologią,
- ➔ umiejętność pracy zespołowej,
- ➔ orientację na osiągnięcie,
- ➔ produktywność,

106 G. Soehadi, L. Setianingrum, S. Rahardjo, I. W. W. Yogantara, E. Purnomo, M. A. Purwoadi, I. Santoso, *Technology content assessment for Indonesia-cable based tsunameter development strategy using technometrics model*, „Jurnal Sistem dan Manajemen Industri” 2023, nr 7(1), s. 15-29, doi.org/10.30656/jsmi.v7i1.5748.

- zdolność do podejmowania ryzyka,
- odpowiedzialność,
- łatwość powtarzania informacji,
- łatwość nawiązywania kontaktów i komunikacji,
- system przetwarzania danych,
- szybkość dostępu do informacji,
- skuteczność przywództwa w organizacji,
- poziom zaangażowania,
- poziom innowacyjności,
- integralność działań w organizacji.

O ile wymienione w ramach prowadzonych badań komponenty są wymagające pod względem ich zbadania w konkretnych organizacjach i wymagają bardzo pogłębionego spojrzenia na organizację wdrażającą technologię, cechującą się szerokim dostępem do wiedzy organizacji, to niektóre z nich mogą stanowić inspirację dla operacjonalizacji metodyki mapowania technologii.

Z tej perspektywy inspiracją dla karty technologii mogą być: ewidencja maszyn i wyposażenia laboratoryjnego związanych z rozwojem technologii, wskazanie niezbędnych kompetencji osób rozwijających technologię, podstawowy opis działania technologii, wykorzystywane surowce, poziom innowacyjności rozwiązania technologicznego, ryzyko związane z technologią. W karcie przedsiębiorstwa mógłby również zostać poruszony aspekt kompetencji, w odniesieniu do konkretnych kompetencji lub ich obszarów posiadanych przez pracowników podmiotu związanego z technologią lub też doświadczenia w pracy z danym rozwiązaniem.

Badacz R. O. Zalmout opracowując metodologię identyfikacji i wyboru technologii w przemyśle telekomunikacyjnym podkreślał w swoich badaniach znaczenie tych działań oraz metod wykorzystywanych w ich zakresie w kontekście całego procesu zarządzania technologią. W wyniku przeprowadzonego przeglądu literatury w swoich analizach za istotne uznał między innymi¹⁰⁷:

- określenie rodzaju technologii i charakteru usług oferowanych przez dany podmiot,
- określenie obecnych i potencjalnych obszarów zastosowań dla technologii,
- określenie funkcji technologii,
- określenie wydajności technicznej i kosztów rozwiązania technologicznego,
- określenie potencjalnych segmentów rynkowych,

107 R. O. Zalmout, *Developing a Methodology for Technology Identification and Selection in Telecommunication Industry (PALTEL as a case study)*, thesis, An-Najah National University, Nablus, Palestine 2013.

- określenie gdzie na krzywej S znalazła się technologia,
- określenie jak istotne jest wdrożenie technologii z perspektywy biznesowej.

W stworzonym przez siebie modelu identyfikacji i selekcji technologii w części odnoszącej się do identyfikacji zaproponował następujące etapy: przeprowadzenie analizy trendów technologicznych i metody *technology roadmapping*, monitorowanie i skanowanie technologii, analiza konkurencji, analiza rynku i analiza sieci telekomunikacyjnej. W poszczególnych etapach procesu identyfikacji autor zwrócił uwagę na wskaźniki monitorowania i analizy technologii wymieniając wśród nich¹⁰⁸:

- wskaźniki rozwoju technologii,
- dojrzałość technologiczną,
- atrakcyjność technologiczną,
- trendy technologiczne,
- wskaźniki rozwoju rynku,
- kluczowi gracze,
- zastosowanie technologii,
- adaptacja rozwiązania przez rynek,
- rozprzestrzenienie geograficzne.

W ramach drugiej części modelu, odnoszącego się do selekcji technologii, autor wymienił wśród etapów: analizę inwestycji technologicznych, ocenę technologii, ponownie określenie trendów technologicznych, dostawców technologii oraz technik selekcji technologii. Warto zwrócić tu uwagę na dwa pierwsze etapy. W ramach analizy inwestycji charakterystykami istotnymi dla przeprowadzanej oceny były¹⁰⁹:

- wymagania dotyczące wdrożenia technologii;
- alternatywy technologiczne;
- benefity, których można oczekiwać po inwestycji w technologię;
- korzyści finansowe i biznesowe;
- wpływ na usprawnienie działalności (np. uproszczenie zarządzania, zmniejszenie kosztów wsparcia, zwiększenie bezpieczeństwa, zwiększenie produktywności);
- potencjalne ryzyko związane z technologią;
- zdolność dostawcy rozwiązania do dostarczenia technologii.

Z kolei za typowe elementy oceny technologii autor uznał definicję problemu związanego z technologią, sporządzenie opisu technologii, przewidywanie jej przyszłego rozwoju, identyfikację, analizę i ocenę konsekwencji jej wdrożenia oraz komunikację wyników w ogólnie dostępnej formie¹¹⁰.

108 R. O. Zalmout, *Developing a Methodology for Technology Identification and Selection ...*, op. cit.

109 R. O. Zalmout, *Developing a Methodology for Technology Identification and Selection ...*, op. cit.

110 R. O. Zalmout, *Developing a Methodology for Technology Identification and Selection ...*, op. cit.

Warto zwrócić uwagę na kilkakrotnie podkreślaną w pracy ważność przeprowadzania tego typu analiz dla całego procesu zarządzania technologią. Z perspektywy kart technologii na potrzeby mapowania technologii ważną inspiracją wydają się wymienione charakterystyki technologii: opis technologii, obecne i potencjalne obszary zastosowań, funkcje technologii, określenie poziomu rozwoju rozwiązania czy też jego dojrzałości technologicznej, wskazanie kluczowych podmiotów związanych z technologią, rozprzestrzenienie geograficzne technologii, kluczowe wymagania dotyczące wdrożenia rozwiązania, alternatywne technologie, korzyści i bariery związane z wdrożeniem analizowanego rozwiązania (w tym kontekście pojawiły się też przykładowe propozycje takich korzyści jak uproszczenie zarządzania, zmniejszenie kosztów, zwiększenie bezpieczeństwa i/lub produktywności).

Badacze K. Vishnevskiy i O. Karasev w swoich analizach skupiali się na foresightcie dedykowanym dla obszaru nowych materiałów w zakresie włókien węglowych i przeanalizowali stworzoną w tym zakresie *technology roadmap*. O ile wykorzystanie *technology roadmap* zakłada analizę ujmującą przebieg rozwoju technologii w czasie, to jednak warto zwrócić uwagę na warstwy uwzględnione podczas jej tworzenia. Pojawiły się tu między innymi takie aspekty jak¹¹¹:

- główne trendy technologiczne;
- opis zalet i wad różnych rodzajów włókien węglowych, uwzględniający potencjalny szeroki zakres ich zastosowania;
- najbardziej perspektywiczne materiały, które mogą być wykonane na ich bazie;
- odniesienie do segmentów rynkowych, na których włókna węglowe mogą się rozwinąć;
- oczekiwania konsumentów;
- alternatywne rodzaje nowych materiałów;
- cechy technologiczne i ekonomiczne włókien węglowych;
- ryzyko, bariery i ograniczenia stanowiące przeszkody dla rozwoju włókien węglowych.

Biorąc pod uwagę operacjonalizację metodyki mapowania technologii można zwrócić tu uwagę na wskazanie powiązania pomiędzy technologią a finalnymi produktami, do których wytworzenia są wykorzystywane, obszary zastosowania technologii, zalety i wady technologii, alternatywne rozwiązania i ich zasadnicze przewagi, główne bariery i ograniczenia rozwojowe technologii.

111 K. Vishnevskiy, O. Karasev, *Foresight and roadmapping as innovative tools for identifying the future of new materials*, "Maintenance problems" 2014, nr 91(4), s. 5-14.

W ramach dokumentu opracowanego przez U.S. Department of Energy mającego na celu wsparcie analizy w zakresie innowacyjnych technologii czystej energii w zaawansowanej produkcji, zaprezentowano ocenę technologii *Additive Manufacturing* (AM) w ramach Czteroletniego Przeglądu Technologii 2015 (QTR).

W ramach przyjętej klasyfikacji procesów AM dokonano ich krótkiej prezentacji, biorąc pod uwagę takie charakterystyki jak typ procesu technologicznego, jego krótki opis, powiązane technologie, wykorzystywane materiały. W drafcie dokumentu pojawiły się jeszcze powiązane podmioty. Następnie autorzy w ramach oceny technologii i jej potencjału opisali zastosowania i wyzwania AM oraz aspekt badań i rozwoju w zakresie tej technologii.

W dokumencie poruszono też między innymi aspekt ryzyka i niepewności związanych z AM czy wpływu AM na politykę¹¹². Zaprezentowano również ciekawą (nie tyle z perspektywy naukowej, co rozpowszechniania wyników oceny technologii) wizualizację odnoszącą się do analizy jednego z obszarów zastosowań technologii (motoryzacji). Wykorzystano grafikę z przedstawieniem finalnego produktu opracowaną przez C. A. Giffi, B. Gangula i P. Illinda¹¹³, wskazującą obecne oraz przyszłe zastosowania technologii w odniesieniu do poszczególnych elementów wyrobu (rys. 14).

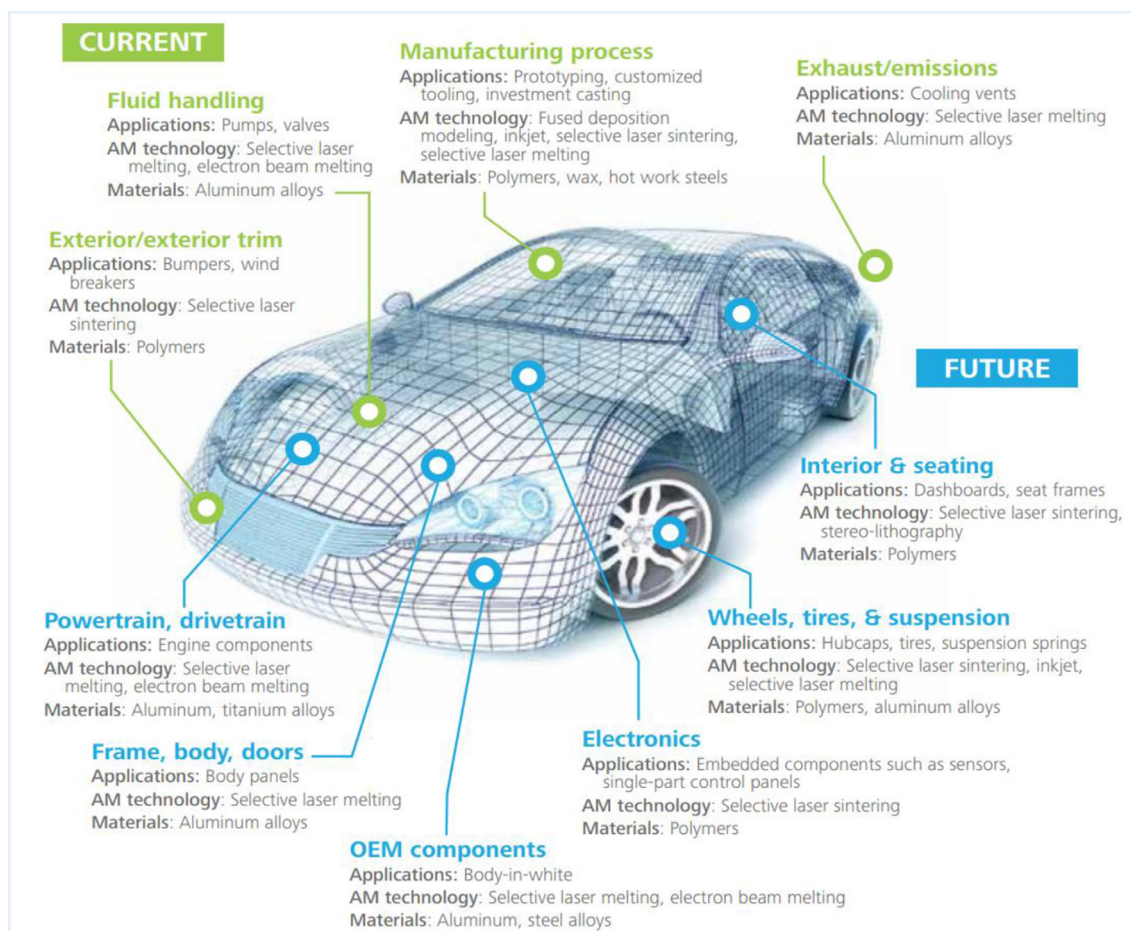
W dokumencie wskazywano również, że każda technologia ma wpływ na wiele innych technologii tak w sferze produkcyjnej, jak i poza nią. Niektóre z nich mogą opierać się na podobnych badaniach, są też takie rozwiązania (np. automatyzacja), które mają szeroki wpływ na systemy produkcyjne, podczas gdy inne mogą być wykorzystywane razem i wzajemnie się uzupełniać¹¹⁴.

Z perspektywy operacjonalizacji metodyki mapowania technologii w opisywanym dokumencie należy zwrócić uwagę na takie charakterystyki technologii jak: obecne i potencjalne zastosowania z identyfikacją trendów lub szans rozwojowych, ryzyko związane z technologią, określenie wyzwań technologicznych, organizacje odgrywające ważną rolę w zakresie rozwoju technologii, wykorzystywane materiały czy oddziaływanie technologii. Warto również zauważyć istotę aspektu prezentacji danych, ważnego w opinii autorki raportu z perspektywy prezentacji danych w karcie technologii, karcie przedsiębiorcy, a także z perspektywy bazy danych o technologiach i przedsiębiorcach w danej branży i prezentacji wyników przeszukiwania bazy. Ponadto nie można pominąć istotnego aspektu powiązań pomiędzy technologiami.

112 U.S. Department of Energy, *Quadrennial Technology Review. An assessment of energy technologies and research opportunities, Chapter: 6: Innovating Clean Energy Technologies in Advanced Manufacturing, Technology Assessments: Additive Manufacturing*, 2015. Tryb dostępu: www.energy.gov/sites/prod/files/2015/11/f27/QTR2015-6A-Additive%20Manufacturing.pdf [Data wejścia 22.07.2023].

113 C. A. Giffi, B. Gangula i P. Illinda, *3D opportunity in the automotive industry: Additive manufacturing hits the road*, A Deloitte series on additive manufacturing, Deloitte University Press, Westlake (USA) 2014. Tryb dostępu: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/additive-manufacturing-3d-opportunity-in-automotive/DUP_707-3D-Opportunity-Auto-Industry_MASTER.pdf [Data wejścia 22.07.2023].

114 U.S. Department of Energy, *Quadrennial Technology Review. An assessment ... op.cit.*



Rysunek 14. Przykładowy sposób prezentacji charakterystyki technologii: obszary zastosowań (na przykładzie branży motoryzacyjnej i zastosowania technologii *Additive Manufacturing*) opracowane przez Deloitte University Press

Źródło: C. A. Giffi, B. Gangula i P. Illinda, 3D opportunity in the automotive industry: Additive manufacturing hits the road, A Deloitte series on additive manufacturing, Deloitte University Press, Westlake (USA) 2014, s. 13. Tryb dostępu: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/additive-manufacturing-3d-opportunity-in-automotive/DUP_707-3D-Opportunity-Auto-Industry_MASTER.pdf [Data wejścia 22.07.2023].

Badacze A. Suliman i J. Rankin w swoich badaniach dotyczących poszukiwania innowacji technologicznych w branży budowlanej opracowali między innymi model mapowania technologii (rys. 15). W jego obrębie zidentyfikowali sześć wymiarów w celu mapowania innowacji zorientowanych na technologię.

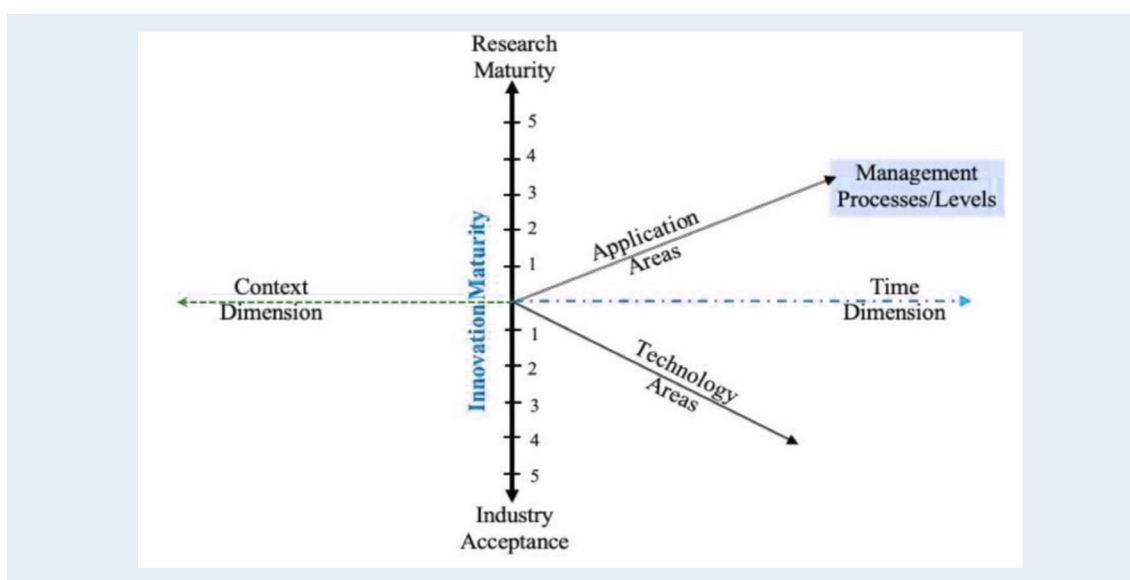
Wymiary te można podzielić na ramowe (1-4, z czego dwa ostatnie odnoszą się do uwarunkowań prowadzonej analizy), jak również wymiar innowacji (modelowany poprzez wymiary 5-6)¹¹⁵:

- ① klasyfikacja do obszaru technologicznego;
- ② obszary zastosowań;

115 A. Suliman, J. Rankin, *Maturity-based mapping of technology and method innovation in off-site construction: conceptual frameworks*, "Journal of Information Technology in Construction" 2021, nr 26, s. 381-408. DOI: 10.36680/j.itcon.2021.021.

- 3 czas;
- 4 kontekst;
- 5 dojrzałość badawcza (w skali: badania podstawowe, stosowane, ewaluacyjne, rozwój prototypów, badania nad akceptacją w branży);
- 6 akceptacja przez przemysł (w skali rozwiązanie cechujące się ograniczoną akceptacją, obiecujące, zaadaptowane, wdrożone, przyjęte).

Z perspektywy mapowania technologii wartościową inspiracją zaczerpniętą z opisanych analiz wydaje się aspekt klasyfikacji technologii w grupach, wskazanie zastosowań technologii, a także określanie jej dojrzałości w kontekście dojrzałości badawczej i poziomu akceptacji przez przemysł.



Rysunek 15. Model mapowania technologii według A. Sulimana i J. Rankina

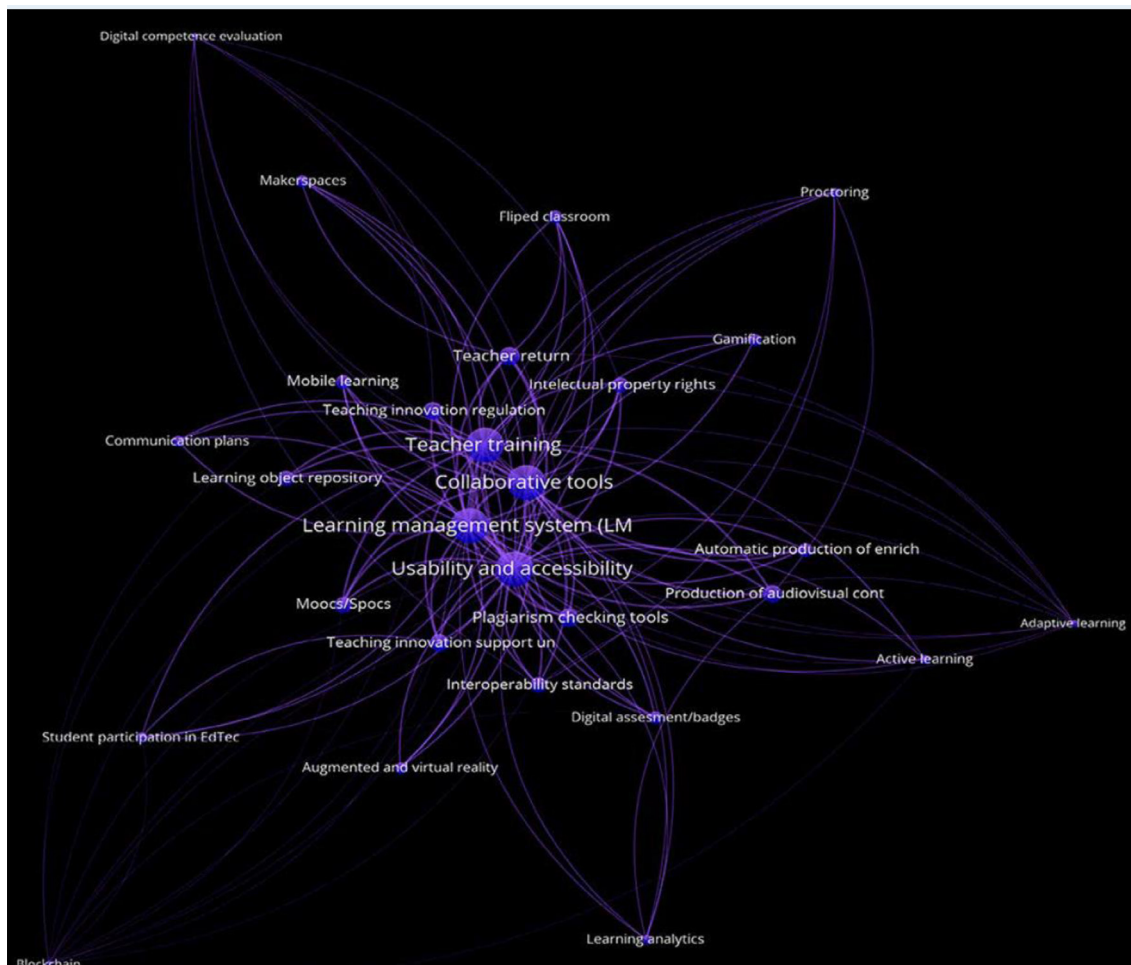
Źródło: A. Suliman, J. Rankin, *Maturity-based mapping of technology and method innovation in off-site construction: conceptual frameworks*, "Journal of Information Technology in Construction" 2021, nr 26, s. 387. DOI: 10.36680/j.itcon.2021.021.

Interesującą analizę w zakresie zagadnień odnoszących się do technologii edukacyjnych (rozumianych jako wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych w celu poprawy jakości nauczania i uczenia się) przeprowadzili B. Vargas-Quesada, C. Zarco i O. Cordón. Na podstawie badania przeprowadzonego wśród hiszpańskich uczelni określili, a następnie zwizualizowali współzależności w grupie analizowanych zagadnień w formie sieci, określonej przez autorów jako mapa technologii edukacyjnych.

Na rys. 16 zaprezentowano jedną z opracowanych przez autorów wizualizacji. Za główne węzły sieci przyjęto wymienione w ankiecie zagadnienia odnoszące się do technologii edukacyjnych, ich wielkość reprezentowała poziom adaptacji w badanych uczelniach, a połączenia wskazywały na współwystępowanie w obszarach zainteresowania

uczelni. Bazując na analogicznej koncepcji, za węzły przyjmując tym razem uniwersytety, a za połączenia zainteresowanie tymi samymi zagadnieniami z zakresu technologii edukacyjnych autorzy opracowali również kolejną mapę¹¹⁶.

Z perspektywy operacjonalizacji metodyki mapowania technologii istotne wydaje się w świetle omówionej publikacji zauważenie możliwości prezentacji w formie sieci zależności pomiędzy poszczególnymi technologiami.



Rysunek 16. Przykład mapy technologii według B. Vargas-Quesada, C. Zarco i O. Cordón

Źródło: B. Vargas-Quesada, C. Zarco, O. Cordón, *Mapping the Situation of Educational Technologies in the Spanish University System Using Social Network Analysis and Visualization*, "International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence" 2021, nr 8(2), s. 194. DOI: 10.9781/ijimai.2021.09.004.

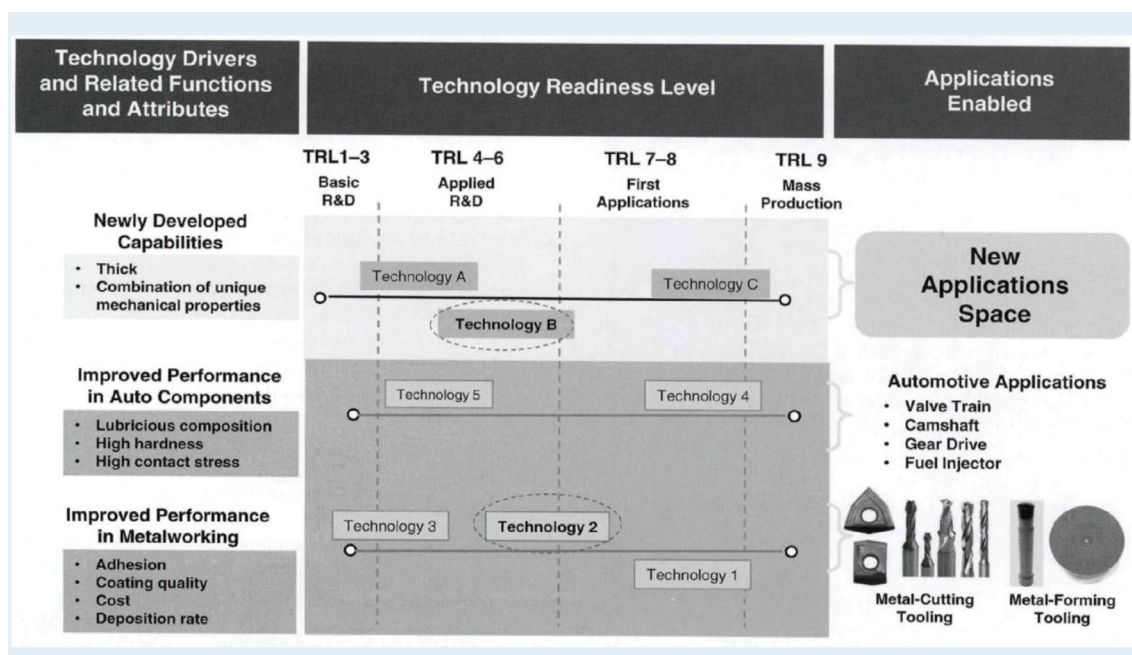
Badaczka I. Spitsberg ze współautorami zaproponowała w swoich badaniach między innymi mapę krajobrazu technologicznego (*Technology Landscape Map – TLM*) jako

116 B. Vargas-Quesada, C. Zarco, O. Cordón, *Mapping the Situation of Educational Technologies in the Spanish University System Using Social Network Analysis and Visualization*, "International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence" 2021, nr 8(2), s. 190-201. DOI: 10.9781/ijimai.2021.09.004.

narzędzia wspomagającego przechwytywanie i łatwiejsze komunikowanie stanu wiedzy o określonym obszarze technologicznym. Mapa w założeniu twórców ma opisywać stan technologii poprzez charakterystykę atrybutów odnoszących się do jej istoty, dojrzałości i czynników determinujących rozwój. Na TLM powinny zatem być zaprezentowane: wewnętrzne i zewnętrzne czynniki technologiczne, które wyznaczają cele rozwoju technologii; kluczowe atrybuty technologii, które są krytyczne dla osiągnięcia tych celów; istniejące i powstające technologie, które wykazują te atrybuty; poziomy dojrzałości tych technologii oraz obszar potencjału oferowanego przez te technologie.

Przykład ramowej mapy stworzonej w ramach prac autorów zaprezentowano na rys. 16. Można zauważyć trzy obszary: czynniki technologiczne (lewa strona), poziomy gotowości technologicznej określonych technologii (środkowy obszar), przestrzenie możliwości otwarte przez technologie (prawa strona)¹¹⁷.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii warto podkreślić pojawiające się w ramach opisanej analizy atrybuty technologiczne oraz funkcje technologii, poziom gotowości technologicznej oparty na wskaźniku TRL, a także aspekt potencjału w zakresie zastosowań technologii.



Rysunek 17. Przykład mapy krajobrazu technologicznego według I. Spitsberg, S. Brahmandam, M. J. Verti i G. W. Coulston

Źródło: I. Spitsberg, S. Brahmandam, M. J. Verti, G. W. Coulston, *Technology Landscape Mapping. At the Heart of Open Innovation*, "Research-Technology Management" 2013, nr 56(4), s. 29. DOI: 10.5437/08956308X5604107.

117 I. Spitsberg, S. Brahmandam, M. J. Verti, G. W. Coulston, *Technology Landscape Mapping. At the Heart of Open Innovation*, "Research-Technology Management" 2013, nr 56(4), s. 27-35. DOI: 10.5437/08956308X5604107.

W raporcie badawczym w ramach National Cooperative Highway Research Program określono między innymi charakterystyki nowych technologii związanych z transportem. Autorzy wskazali tu takie charakterystyki, jak: podstawowy opis technologii, stan jej wdrożenia i wyzwania z nią związane, wpływ na popyt na podróże prywatne, implikacje dla transportu i użytkowania gruntów, wpływ na infrastrukturę autostrad/dróg, implikacje dla logistyki, wyzwania związane z polityką i planowaniem, oddziaływanie na obszarach wiejskich. W opracowanym raporcie oddzielny rozdział poświęcono zastosowaniom każdej z analizowanych technologii¹¹⁸.

Z perspektywy metodyki mapowania technologii warto zwrócić uwagę na takie charakterystyki jak: opis i określenie stanu wdrożenia technologii, szeroko traktowane oddziaływanie technologii oraz obszary zastosowań.

118 National Cooperative Highway Research Program, *Foreseeing the Impact of Transformational Technologies on Land Use and Transportation*, research report, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine & Transportation Research Board, 2019. Tryb dostępu: <https://nap.nationalacademies.org/read/25580/chapter/6> [Data wejścia 22.07.2023].

3 | Podsumowanie

Opisane w raporcie wybrane przykłady w zakresie doświadczeń badawczych i analitycznych zgodnych z ideą metody mapowania technologii dostarczają szeregu wskazówek, zarówno w zakresie realizacji procedury badawczej przy wykorzystaniu tej metody, jak i narzędzi, które mogą ułatwić gromadzenie i agregację danych o technologiach, a następnie ich zbiorcze przedstawienie w przystępnej w odbiorze formie.

Warto zauważyć, że w aspekcie samej metodyki możliwe było zidentyfikowanie dość licznych wskazówek w dostępnej literaturze. Natomiast aspekt narzędzi służących do gromadzenia oraz prezentacji wiedzy o technologiach i danych związanych z ich rozwojem oraz wdrożeniem w podmiotach był opisany w znacznie mniejszym zakresie.

Szczególnie zakres danych zbieranych na potrzeby bazy przedsiębiorców można określić jako mocno ograniczony, sprowadzany często do ewidencji podmiotów oraz ich lokalizacji geograficznej. Spośród publikacji do których dotarła autorka, nieliczne podejmowały aspekt charakterystyk podmiotów związanych z technologiami.

Główne spostrzeżenia wynikające z przeprowadzonego przeglądu literatury, które można uznać za istotne z perspektywy metodyki mapowania technologii obejmują:

- określanie bieżącego stanu technologii to istotny (a wręcz niezbędny) etap, który powinien poprzedzać wszelkie analizy dotyczące rozwoju technologii w przyszłości, a wykorzystanie służących temu celowi metod podnosi rzetelność dalszych analiz oraz podejmowanych decyzji;
- chociaż etap analizy bieżącego stanu technologii jest często realizowany, to jednak równie często znajdował miejsce w opisanych w literaturze badaniach nie w formie uporządkowanej metody;
- mapowanie technologii jest jedną z metod, które stanowią propozycję uporządkowanego procesu mającego na celu zebranie i przedstawienie możliwie najszerszej bazy wiedzy o technologiach;
- dobrą praktyką w zakresie realizacji mapowania jest stworzenie narzędzia gromadzenia danych o technologiach dedykowanego do grupy analizowanych technologii, często określanego jako karta technologii; karty technologii powinny zawierać szereg charakterystyk odnoszących się do różnych aspektów rozwoju i wykorzystania technologii oraz zostać zebrane w formie bazy technologii (udostępnionej również w wersji online);
- wartościowym wydaje się również gromadzenie danych o podmiotach związanych z technologią, głównie przedsiębiorstwach (producentach technologii, jej dostawcach oraz użytkownikach) oraz innych podmiotach, takich jak np.: ośrodki naukowo-badawcze, ośrodki badawczo-rozwojowe, parki technologiczne, klastry; dane te powinny być zgromadzone w karcie podmiotu lub przedsiębiorstwa

(w zależności od analizowanej grupy podmiotów), zaś karty powinny finalnie zasilić bazę podmiotów lub przedsiębiorstw; karta podmiotu jest narzędziem analogicznym do karty technologii;

- obie bazy danych (technologii oraz podmiotów) powinny być ze sobą powiązane oraz umożliwiać zaawansowane przeszukiwanie i prezentację zagregowanych danych ze względu na wybrane charakterystyki technologii lub podmiotów;
- prezentacja danych o podmiotach powinna ułatwiać identyfikację ich potencjału w zakresie wspólnego aplikowania o środki finansowe, przepływów wiedzy lub zasobów, a także w zakresie formowania zespołów badawczych bądź wdrażających technologie pomiędzy różnymi podmiotami; prezentacja danych powinna także pomagać w identyfikowaniu partnerów do ogólnie pojętej współpracy, w poszerzaniu sieci kontaktów, czy też w promocji oferowanych rozwiązań technologicznych;
- w opinii autorki interesującym może być również rozbudowanie bazy technologii i bazy podmiotów (przedsiębiorstw) o bazę ekspertów (twórców technologii oraz specjalistów w ich zakresie);
- w ramach przeprowadzonego przeglądu literatury możliwe było zidentyfikowanie uniwersalnych charakterystyk technologii, które mogą znaleźć się w karcie technologii, należy jednak pamiętać o możliwości rozszerzenia zbioru o charakterystyki specyficzne dla analizowanej grupy technologii;
- technologie opisane przy pomocy kart technologii powinny zostać przyporządkowane do określonych obszarów, wynikających ze specyfiki analizowanych technologii i/lub sklasyfikowane ze względu na funkcję czy ocenę ekspercką, w literaturze można znaleźć gotowe propozycje klasyfikacji;
- metodyka mapowania technologii powinna obejmować ocenę poziomu rozwoju technologii, co dotychczas było realizowane przy wykorzystaniu koncepcji cyklu życia technologii (często na krzywej S) bądź też poziomu gotowości technologicznej (*technology readiness level* – TRL);
- gromadzenie wiedzy o technologiach często rozpoczynane było od sporządzenia podstawowego opisu technologii, w niektórych przypadkach opisy te były bardziej rozbudowane np. o schematy techniczne (mające w pełnijszy sposób wyjaśnić działanie technologii), opisy przebiegu procesu technologicznego lub wskazanie komponentów technologii;
- w zakresie danych o technologiach zbierane były między innymi dane na temat: jej podstawowych parametrów i funkcji, celu, zakresu i skali jej stosowania, obszarów zastosowań (tak obecnych jak i potencjalnych, czasem z przykładami), słów kluczowych związanych z technologią;
- w niektórych przypadkach w kartach technologii pojawiały się informacje o: materiałach niezbędnych do jej wykorzystania, surowcach (również tych trudno dostępnych), czasie niezbędnym do wdrożenia i/lub wykorzystania technologii, specyficznych uwarunkowaniach procesu technologicznego, a także uwzględniano aspekt efektów produkcyjnych/produktów (wyrobów bądź usług), do których powstania prowadzi użycie technologii;

- w kartach technologii uwzględniano także aspekt zasobów rzeczowych niezbędnych do jej wykorzystania np. wyposażenia laboratorium rozwijającego technologię lub infrastruktury sprzętowej czy oprogramowania w przedsiębiorstwie;
- szczególną uwagę w karcie technologii należy zwrócić na aspekt kompetencji niezbędnych do rozwoju/wdrożenia/wykorzystania technologii;
- w kartach technologii często poświęcano uwagę następującym zagadnieniom:
 - wady i zalety danego rozwiązania technologicznego;
 - korzyści i koszty rozwoju/wdrożenia technologii;
 - oddziaływanie technologii na szeroko pojęte otoczenie, wyróżniano tu aspekty: ekologiczne, środowiskowe, ekonomiczne, bezpieczeństwa i higieny pracy, społeczne, etyczne, marketingowe oraz aspekt stopnia akceptacji społecznej dla danego rozwiązania technologicznego;
 - ocena ryzyka związanego z wdrożeniem/wykorzystaniem technologii;
- w kartach technologii zostały również wskazane determinanty i bariery rozwoju technologii, zarówno w kontekście uwarunkowań rynkowych, jak i prawnych;
- wśród charakterystyk technologii pojawiały się również łatwość jej kopiowania lub zawłaszczenia jak również możliwości ochrony wiedzy o technologii;
- karty technologii czasem uwzględniały również aspekt finansów związanych z technologią, szczególnie w kontekście kosztów, jakie należy ponieść na jej rozwój, wdrożenie i stosowanie oraz wartości ekonomicznej technologii;
- w literaturze często podkreślano istotę ewidencji przedsiębiorstw lub też szerzej podmiotów związanych z technologiami w kartach technologii (charakterystyka ta może stanowić bezpośrednie odniesienie do podmiotów/przedsiębiorstw zgromadzonych w bazie podmiotów), dokonywano lokalizacji przestrzennej technologii (czasem wyróżniano dostawców i punkty sprzedaży technologii), określano poziom wiedzy i/lub kompetencji podmiotów związanych z technologiami bądź wskazywano na podstawie lokalizacji podmiotów rozprzestrzenienie geograficzne technologii;
- licznie odnoszono się do ewidencji i analizy patentów związanych z technologiami, szczególnie w zagranicznej literaturze można znaleźć wiele pozycji obejmujących pogłębione analizy w tym zakresie można znaleźć w literaturze zagranicznej;
- warto zwrócić uwagę także na powiązanie technologii z publikacjami naukowymi i przemysłowymi, które również były ewidencjonowane i w niektórych przypadkach analizowane; w tym kontekście pojawiały się też analizy kierunków prac badawczych związanych z analizowanymi technologiami;
- w karcie technologii pojawiały się również różne oceny dotyczące technologii, takie jak:
 - ocena innowacyjności rozwiązania (najczęściej pojawiająca się ocena);
 - ocena poziomu zaawansowania technologii (na przykład zamknięta charakterystyka: wysoka, średnia lub niska technologia);
 - ocena uniwersalności, oryginalności, konkurencyjności, skuteczności, użyteczności, funkcjonalności, poziomu złożoności;

- ocena dojrzałości badawczej (w skali: badania podstawowe, stosowane, ewaluacyjne, rozwój prototypów, badania nad akceptacją w branży);
- ocena akceptacji przez przemysł (w skali: rozwiązanie cechujące się ograniczoną akceptacją, obiecujące, zaadaptowane, wdrożone, przyjęte);
- ⇒ karty technologii wskazywały również na alternatywne rozwiązania w odniesieniu do analizowanej technologii, często z identyfikacją jej przewag w ujęciu na przykład technicznym, ekonomicznym czy potencjału do rozwiązywania określonych problemów lub uzupełniania dostępnych na rynku rozwiązań;
- ⇒ w publikacjach często podkreślano fakt istnienia powiązań pomiędzy technologiami, występowanie wzajemnych oddziaływań i potrzebę ujmowania ich jako systemu powiązanych ze sobą elementów, wskazywanie powiązań pomiędzy nimi czasem uzupełniano o określanie charakteru tych powiązań, a także podejmowano próby wizualizacji powiązanych technologii w formie sieci tworzonych na bazie opracowywanych wskaźników, współwystępowania technologii w pewnych określonych zbiorach, czy na podstawie ocen eksperckich lub poziomu wiedzy specjalistów w zakresie danych technologii;
- ⇒ z perspektywy przeanalizowanej literatury w kartach podmiotów (przedsiębiorstw) powinny pojawić się podstawowe informacje na ich temat, takie jak:
 - lokalizacja geograficzna siedziby;
 - zasięg terytorialny działalności;
 - informacja o wielkości i skali produkcji w przypadku przedsiębiorstwa,
 - rynki współpracy;
 - deklaracje w zakresie możliwych form współpracy pomiędzy podmiotami;
 - ujęcie struktury organizacyjnej odnoszącej się do technologii, liczby pracowników w obszarach związanych z technologią czy w przypadku przedsiębiorstwa liczby zakładów produkcyjnych prowadzących działalność na potrzeby przedsiębiorstwa (w przypadku, gdy takie bardziej szczegółowe ujęcie jest zasadne i możliwe z uwagi na dostęp do danych);
- ⇒ wartościowym może być również przedstawienie w karcie podmiotu (przedsiębiorstwa):
 - dostępnego parku maszynowego;
 - ogólnych obszarów wiedzy związanej z technologią, jaka zgromadzona jest w podmiocie/przedsiębiorstwie;
 - konkretnych kompetencji lub obszarów kompetencji posiadanych przez pracowników podmiotu;
 - dotychczasowych doświadczeń w zakresie pracy nad technologiami;
 - działań podejmowanych w zakresie zarządzania technologią;
- ⇒ karta podmiotu (przedsiębiorstwa) może także wskazywać na wykorzystywane/rozwijane w podmiocie technologie; charakterystyka ta, mając na uwadze użyteczność i możliwości przeszukiwania tworzonych baz, powinna być powiązana

z konkretnymi technologiami opisanymi w kartach technologii, określać sposób pozyskiwania technologii, źródła jej finansowania, czy inicjatorów działań związanych z opracowaniem i wdrażaniem nowych rozwiązań;

- w publikacjach pojawiały się także inicjatywy wskazujące na wartość płynącą z ewidencji specjalistów z zakresu danych technologii;
- wskazywano też na istotę zależności występujących w grupie podmiotów związanych z rozwojem technologii oraz identyfikacji i wizualizacji tych zależności (np. w oparciu o zainteresowanie tymi samymi technologiami);
- podobnie jak w przypadku karty technologii w literaturze możliwe jest znalezienie propozycji możliwych wariantów charakterystyk dla karty podmiotu (przedsiębiorstwa).

Spis literatury

1. 4CF sp. z o.o., *Analiza potencjału i trendów rozwojowych branży metalowej na Mazowszu, raport z badań*, Warszawa 2018. Tryb dostępu: <https://innowacyjni.mazovia.pl/upload/pages/1677/1677-0.pdf> [Data wejścia 22.07.2023].
2. Abercrombie R. K., Udoeyop A. W., Schlicher B. G., *A study of scientometric methods to identify emerging technologies via modeling of milestones*, "Scientometrics" 2012, nr 91, s. 237-342.
3. Andersen P. D., Jorgensen B. H., Lading L., Rasmussen B., *Sensor foresight – technology and market*, "Technovation", vol. 24, 2004.
4. Andersen P. D., Jørgensen B. H., Rasmussen B., *Sensor Technology Foresight*, Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark 2001.
5. Andersen P. D., Rasmussen B., Strange M., Haisler J., *Technology foresight on Danish nano-science and nano-technology*, "Foresight" 2005, t. 7, nr 6.
6. Ansari I., Barati M., Sadeghi Moghadam M. R., Ghobakhloo M., *An Industry 4.0 readiness model for new technology exploitation*, "International Journal of Quality & Reliability Management" 2023, przed wydrukiem, doi.org/10.1108/IJQRM-11-2022-0331.
7. Arman H., Foden J., *Combining methods in the technology intelligence process: application in an aerospace manufacturing firm*, "R&D Management" 2010, nr 40, s. 181-194, doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00599.x.
8. Atlas klastrów technologicznych projektu Foresight technologiczny przemysłu INSIGHT 2030, [online], dostęp zdalny: www.fortech2030.pl/atlas-klastrow, [data wejścia. 20.05.2013].
9. Baza technologii w ramach projektu: Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego rud miedzi i surowców towarzyszących w Polsce. Tryb dostępu foresight.cuprum.wroc.pl/technologyList.php [Data wejścia 24.02.2012].
10. Benitez G. B., Ayala N. F., Frank A. G., *Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation*, "International Journal of Production Economics" 2020, nr 228.
11. Cauthen K., Rai P., Hale N., Freeman L., Ray J., *Detecting technological maturity from bibliometric patterns*, "Expert Systems With Applications" 2022, nr 201, 117177, doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117177.
12. Cetindamar D., Phaal R., Probert D., *Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities*, "Technovation" 2009, nr 29.
13. Changwoo Choi, Seungkyum Kim, Yongtae Park, *A patent-based cross impact analysis for quantitative estimation of technological impact: The case of information and communication technology*, "Technological Forecasting and Social Change" 2007, nr 74, s. 1296-1314.

14. Chyba Z., *Porównanie wybranych metod oceny i selekcji technologii*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Organizacja i Zarządzanie” 2016, Nr 93(1957), s. 73-84.
15. Cuhls K., Johnston R., *Corporate Foresight*, [in:] Cagnin C. (ed.), Keenan M. (ed.), Johnston R. (ed.), Scapolo F. (ed.), Barre R. (ed.), *Future-Oriented Technology Analysis*, Springer, 2008.
16. Denarius D., *Synthesis Report on Foresight Models and Methodology. Report #04-02*, Office of Technology Foresight, Canada 2004.
17. Dobrzańska-Danikiewicz A., *Komputerowo wspomagane metody foresightowe w zastosowaniu do inżynierii powierzchni*, „Czasopismo techniczne. Mechanika” 2011, t. 4, nr 7.
18. Dobrzańska-Danikiewicz A., *Metodologia komputerowo zintegrowanego prognozowania rozwoju inżynierii powierzchni materiałów*, Wyd. International OCSCO World Press, Gliwice 2012.
19. Dobrzańska-Danikiewicz A., prezentacja *Cele i metodologia Projektu FORSURF nt. Foresight wiodących technologii kształtowania własności powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych, 2nd Workshop on Foresight of surface properties formation leading Technologies of engineering materials and biomateriale*, Białka Tatrzańska, 2009.
20. Dobrzański L. A., *Kształtowanie struktury i własności powierzchni materiałów inżynierskich i biomedycznych*, Wyd. International OCSCO World Press, Gliwice 2009, s. 164.
21. Dubiński J., Turek M., Dubiński J., *Istota i zakres scenariuszy rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.foresightweglowy.pl/prezentacje/2007_02.ppt, [Data wejścia 24.02.2012].
22. *Foresight technologiczny przemysłu INSIGHT 2030. Streszczenie analizy końcowej*, IZTECH, Warszawa 2011, [online], dostęp zdalny: www.fortech2030.pl/images/stories/downloads/pdf/streszczenie_wersja_polska.pdf, [data wejścia 03.07.2012].
23. *Foresight technologiczny w zakresie materiałów polimerowych* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu www.foresightpolimerowy.pl/main.php?dynxml0=projekt.xml [Data wejścia 23.02.2012].
24. *Foresight technologiczny w zakresie materiałów polimerowych, spotkanie paneli roboczych M5 i M6*, 2006, [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.foresight-polimerowy.pl/upload/M5%20i%20M6.pps [Data wejścia 24.02.2012]
25. *Foresight Vehicle Technology Roadmap – Technology and Research Directions for Future Road Vehicles*, Society of Motor Manufacturers and Traders Ltd, London 2004.
26. Giesecke P. S. (red.), Crehan P. (red.), Elkins S. (red.), *The European Foresight Monitoring Network Collection of EFMN Briefs – Part 1*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 2008.

27. Giffi C. A., Gangula B., Illinda P., *3D opportunity in the automotive industry: Additive manufacturing hits the road*, A Deloitte series on additive manufacturing, Deloitte University Press, Westlake (USA) 2014. Tryb dostępu: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/additive-manufacturing-3d-opportunity-in-automotive/DUP_707-3D-Opportunity-Auto-Industry_MASTER.pdf [Data wejścia 22.07.2023].
28. Gudanowska A. E., *Mapowanie a foresight. Wybrane aspekty metodologiczne jednego ze współczesnych nurtów badawczych w naukach o zarządzaniu*, „Współczesne Zarządzanie” 2012, nr 4, s. 103-111.
29. Gudanowska A. E., *Metodyka mapowania technologii w badaniach foresight*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2021, doi: 10.24427/978-83-67185-01-1, <https://pb.edu.pl/oficyna-wydawnicza/wp-content/uploads/sites/4/2022/01/Metodyka-mapowania-technologie-w-badaniach-foresight2.pdf>.
30. Gudanowska A. E., *Technology mapping – proposal of a method of technology analysis in foresight studies*, “Business: Theory and Practice” 2016, nr 17(3).
31. Gudanowska A. E., *Technology mapping as a tool for technology analysis in foresight studies. The idea of the method and an example of its practical application*, Technology Management Conference (ITMC), 2014 IEEE International, 2014.
32. Gudanowska A., *Istota współczesnych technologii w kontekście procesów zarządzania technologią i foresightu technologicznego*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie” 2015, nr 83, s. 195–205.
33. Gudanowska A., *Mapa relacji technologii jako narzędzie wspomagające proces ich selekcji*, [w:] R. Knosala (red.) „Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji” 2016, T. 1, Opole, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.
34. Gudanowska A., *Maps of Technology Experts Relations and Technology Development Centers Relations as a Part of the Technological Knowledge Base in Foresight Studies*, “Journal of System and Management Sciences” 2016, nr 6/1.
35. Gudanowska A., *Technology mapping in foresight studies as a tool of technology management. Polish experience*, „International Journal of Contemporary Management” 2013, t. 12, nr 4, s. 61-72.
36. Halicka K., *Gerontechnology – the assessment of one selected technology improving the quality of life of older adults*, “Engineering Management in Production and Services” 2019, nr 11(2), s. 43-51.
37. Halicka K., *Personal Care Robots for Senior Adults – Analysis and Assessment of the Current State of Selected Gerontechnology*, “Multidisciplinary Aspects of Production Engineering” 2018, nr 1(1), s. 867-873.
38. Halicka K., *Prospektywna analiza technologii: metodologia i procedury badawcze*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2016.
39. Hyung-joo Lee, Sungjoo Lee, Byungun Yoon, *Technology clustering based on evolutionary patterns: The case of information and communication technologies*, “Technological Forecasting and Social Change” 2011, nr 78, s. 953-967

40. Iftikhar R., Pourzolfaghar Z., Helfert M., *Omnichannel Value Chain: Mapping Digital Technologies for Channel Integration Activities*, [w:] A. Siarheyeva, C. Barry, M. Lang, H. Linger, & C. Schneider (red.), *Information Systems Development: Information Systems Beyond 2020 (ISD2019 Proceedings)*, Toulon, France: ISEN Yncréa Méditerranée, 2019.
41. Klincewicz K., Manikowski A., *Ocena, rankingowanie i selekcja technologii*, Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2013.
42. Kononiuk A. (red.), Gudanowska A. (red.), *Kierunki rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim. Mapy. Marszruty. Trendy*, Politechnika Białostocka, Białystok 2013.
43. *Końcowy Raport z Badań Foresight Priorytetowe Technologie dla Zrównoważonego Rozwoju Województwa Podkarpackiego*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008, [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.prz.edu.pl/foresight/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=4&Itemid=21 [Data wejścia 24.02.2012].
44. Koppe A. L., Lecou Ch., Bröring S., *Mapping emerging technology competencies in applied research: The development of nanochemistry in China and Germany*, The XXIV ISPIIM Conference, Helsinki 2013.
45. Kozieł A., Turek M., *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego*, 2007 [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.wnp.pl/artykuly/scenariusze-rozwoju-technologicznego-przemyslu-wydobywczego-wegla-kamiennego,4147.html [Data wejścia 10.07.2023].
46. Krawczyk-Dembicka E., *Model zarządzania technologiami w przedsiębiorstwie klastrowym – studium przypadku*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2019.
47. Kujawa K. A., Paetzold K., *External Technology Searching Methods – A Literature Review*, Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19), Delft, The Netherlands, 5-8 August 2019, s. 2259-2267.
48. Kukła D., *Pozycjonowanie technologii będących przedmiotem badań w projekcie Foremat*, Rozdział raportu projektu FOREMAT: „Scenariusze rozwoju materiałów metalicznych, ceramicznych i kompozytowych”, [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.nanonet.pl [Data wejścia 24.02.2012].
49. Lezama-Nicolás R., Rodríguez-Salvador M., Río-Belver R., Bildosola I., *A bibliometric method for assessing technological maturity: the case of additive manufacturing*, “Scientometrics” 2018, nr 117, s. 1425–1452, doi.org/10.1007/s11192-018-2941-1.
50. *LORIS Wizja. Regionalny foresight technologiczny. Gdzie jesteśmy i dokąd zmierzamy, czyli jak określić kierunki rozwoju technologicznego województwa łódzkiego*, Przewodnik metodologiczny przygotowany pod kierunkiem A. Rogut i B. Piaseckiego, Łódź 2007.
51. Mansouri A., Qaratlu M. M., Moezkarimi Z., Kalatehaei Z., Golmirzaei Z., *A Technology Tree for Internet of Things*, 7th International Conference on Web Research (ICWR), IEEE 2021, s. 329-335.

52. Martínez-Ardila H., Corredor-Clavijo A., del Pilar Rojas-Castellanos V., Contreras O., Camilo Lesmes J., *The technology life cycle of Persian lime. A patent based analysis*, Heliyon 2022, t. 8, nr 11, 11781, doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11781.
53. Mazurkiewicz A., Poteralska B., *Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowego Instytutu Badawczego, Radom 2011, s. 13.
54. *Metodologia foresightu technologicznego w obszarze zrównoważonego rozwoju*, Praca zbiorowa, ITeE – PIB, Radom 2011.
55. Michalczuk L. (red.), *Żywność i żywienie w XXI wieku. Scenariusze rozwoju polskiego sektora rolno-spożywczego*, Społeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania w Łodzi, Łódź 2011.
56. Michalczuk L., Goszczyńska D., Ambroziak W., Michalak J., Michalczuk B., Sowik I., Chociłowska-Chołuj J., Brzozowska-Michalak J., *LORIS Wizja. Regionalny foresight technologiczny. Inwentaryzacja istniejących zasobów wiedzy o województwie łódzkim i technologiach istotnych z punktu widzenia rozwoju gospodarki regionu*, Skierniewice 2007.
57. Mittal A. K., Mirdha B., *Technology mapping using patents: A case of supply chain management*, Indian Institute of Technology, Kanpur, [online], dostęp zdalny: www.fing.edu.uy/inco/eventos/icil05/04-thu/J2-Mittal.pdf, [data wejścia: 05.10.2019].
58. Moro A., De Castro Boelman E., Joanny G., Lopez Garcia J., *A bibliometric-based technique to identify emerging photovoltaic technologies in a comparative assessment with expert review*, "Renewable Energy" 2018, nr 123, s. 407-416.
59. Muller G., *Roadmapping*, Philips Embedded Systems Institute, 2008.
60. Narkiewicz U., Lubkowski K., *Foresight obszaru tematycznego „chemia” województwa zachodniopomorskiego (raport końcowy)*, Szczecin 2010 [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.rsi.wzp.pl/download/index/biblioteka/6425 [Data wejścia 23.02.2012].
61. National Cooperative Highway Research Program, *Foreseeing the Impact of Transformational Technologies on Land Use and Transportation*, research report, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine & Transportation Research Board, 2019. Tryb dostępu: <https://nap.nationalacademies.org/read/25580/chapter/6> [Data wejścia 22.07.2023].
62. Nazarko J., Ejdys J., Gudanowska A. E., Halicka K., Kononiuk A., Magruk A., Nazarko Ł., *Roadmapping in Regional Technology Foresight: A Contribution to Nanotechnology Development Strategy*, "IEEE Transactions on Engineering Management" 2020.
63. Phaal R., Farrukh C. J. P., Probert D. R., *Technology management process assessment: a case study*, "International Journal of Operations & Production Management" 2001, t. 21, nr 8.
64. Prezentacja *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego* [dokument elektroniczny, tryb dostępu: www.nauka.gov.pl/fileadmin/user_upload/42/14/42145/foresightweglowy_mg.ppt, dn. 24.02.2012].

65. Raport *Analiza kluczowych obszarów badawczych. Województwo Opolskie Regionem Zrównoważonego Rozwoju – Foresight Regionalny do 2020 r.*, konsorcjum: RESOURCE Pracownia Badań i Rozwoju, PPNT, [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.foresight.po.opole.pl/pliki/Analiza_kluczowych_obszarow_badawczych.pdf [Data wejścia 24.02.2012].
66. *Raport FORESIGHT. Perspektywa Technologiczna Kraków-Małopolska 2020. Mapy wiedzy dla Regionu Małopolski w Polsce, Krakowski Park Technologiczny*, Kraków 2009.
67. *Raport FORESIGHT. Perspektywa Technologiczna Kraków-Małopolska 2020. Raport strategiczny 20 technologii*, Kraków 2010.
68. Rasmussen B., Borup M., Borch K., Andersen P. D., *Prospective technology studies with a life cycle perspective*, "International Journal of Technology, Policy and Management", vol. 5, no.3, 2005.
69. Rogut A., Piasecki B., *Foresight jako instrument kształtowania przyszłości polskiego przemysłu tekstylnego. Podręcznik metodyczny dla projektu „Nowoczesne technologie dla włókiennictwa. Szansa dla Polski”*, Łódź 2010 [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: portaltehnologii.pl/pdf/metodologia.pdf [Data wejścia 23.02.2012].
70. Rotolo D., Rafols I., Hopkins M. M., Leydesdorff L., *Strategic Intelligence on Emerging Technologies: Scientometric Overlay Mapping*, "Journal of the Association for Information Science and Technology" 2015, 68(1), s. 214-233.
71. Rydarowski H., Czaplicka K., *Wybrane scenariusze rozwoju technologicznego materiałów polimerowych* [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu <http://science24.com/paper/14851> [Data wejścia 07.07.2023].
72. Senna P. P., Stute M., Balech S., Zangiacomì A., *Mapping Enabling Technologies for Supply Chains with Future Scenarios*, [w:] R. Fornasiero (red.), S Sardesai (red.), A. C. Barros (red.), A. Matopoulos (red.), *Next Generation Supply Chains. A Roadmap for Research and Innovation*, Springer 2021, s. 147-165.
73. Smith J., Masum H., Bouchard R., Kallai P., Lockeberg E., *Using S&T foresight to augment organizational tool kits: a Canadian institutional entrepreneurial experiment*, "R&D Management" 2004, t. 34, nr 5.
74. Sobczyk J., Łojkowski W., Pielaszek R., *Metodyka Projektu FOREMAT „Scenariusze rozwoju zaawansowanych materiałów metalicznych, ceramicznych i kompozytowych”*, Rozdział raportu projektu FOREMAT: „Scenariusze rozwoju materiałów metalicznych, ceramicznych i kompozytowych” [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.nanonet.pl [Data wejścia 24.02.2012].
75. Soehadi G., Setianingrum L., Rahardjo S., Yogantara I. W. W., Purnomo E., Purwoadi M. A., Santoso I., *Technology content assessment for Indonesia-cable based tsunami development strategy using technometrics model*, "Jurnal Sistem dan Manajemen Industri" 2023, nr 7(1), s. 15-29, doi.org/10.30656/jsmi.v7i1.5748.
76. Song B., Yan B., Triulzi G., Alstott J., Luo Song J., *Overlay technology space map for analyzing design knowledge base of a technology domain: the case of hybrid electric vehicles*, "Research in Engineering Design" 2019, nr 30, s. 405–423, doi.org/10.1007/s00163-019-00312-w.

77. Spitsberg I., Brahmandam S., Verti M. J., Coulston G. W., *Technology Landscape Mapping. At the Heart of Open Innovation*, "Research-Technology Management" 2013, nr 56(4), s. 27-35. DOI: 10.5437/08956308X5604107.
78. Suliman A., Rankin J., *Maturity-based mapping of technology and method innovation in off-site construction: conceptual frameworks*, "Journal of Information Technology in Construction" 2021, nr 26, s. 381-408. DOI: 10.36680/j.itcon.2021.021.
79. Szewczyk R. (red.), *Foresight priorytetowych, innowacyjnych technologii na rzecz automatyki, robotyki i techniki pomiarowej. Metodologia, analizy i diagnoza stanu obecnego*, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Warszawa 2008.
80. Szewczyk R. (red.), *Foresight priorytetowych, innowacyjnych technologii na rzecz automatyki, robotyki i techniki pomiarowej. Krzyżowa analiza wpływów, scenariusze rozwoju, priorytetowe technologie*, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Warszawa 2010.
81. Szpyrka J., *Priorytetowe i innowacyjne technologie zagospodarowania odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego*, Gliwice 2011.
82. U.S. Department of Energy, *Quadrennial Technology Review. An assessment of energy technologies and research opportunities, Chapter: 6: Innovating Clean Energy Technologies in Advanced Manufacturing, Technology Assessments: Additive Manufacturing*, 2015. Tryb dostępu: www.energy.gov/sites/prod/files/2015/11/f27/QTR-2015-6A-Additive%20Manufacturing.pdf [Data wejścia 22.07.2023].
83. Urban W., Krawczyk-Dembicka E., *An In-depth Investigation of Technology Management Process in the Metal Processing Industry*, "European Research Studies Journal" 2020, nr 23/1, s. 115–136.
84. Urban W., Krawczyk-Dembicka E., *Technology Management as a Process – a View from In-Depth Studies in Metal Processing Companies*, [w:] Hamrol A. (red.), Kujawińska A. (red.), Barraza M.F.S. (red.), *Advances in Manufacturing II*, Springer International Publishing, Cham 2019, s. 58-69.
85. van der Valk T., Chappin M. M. H., Gijsbers G. W., *Evaluating innovation networks in emerging technologies*, "Technological Forecasting and Social Change" 2011, nr 78, s. 25-39.
86. van der Valk T., Gijsbergs G., *The use of social network analysis in innovation studies: Mapping actors and technologies*, "Innovation: Management, Policy & Practice" 2010, t. 12, nr 1, s. 5-17.
87. Vargas-Quesada B., Zarco C., Cordon O., *Mapping the Situation of Educational Technologies in the Spanish University System Using Social Network Analysis and Visualization*, "International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence" 2021, nr 8(2), s. 190-201. DOI: 10.9781/ijimai.2021.09.004.
88. Vishnevskiy K., Karasev O., *Foresight and roadmapping as innovative tools for identifying the future of new materials*, "Maintenance problems" 2014, nr 91(4), s. 5-14.
89. Vossenaar R., Jha V., *Technology Mapping of Renewable Energy, Buildings, and Transport Sectors: Policy Drivers and International Trade Aspects. An ICTSD Synthesis Paper*, ICTSD, Geneva 2010.

90. Woźniak L. (red.), *Końcowy raport z badań FORESIGHT Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa podkarpackiego*, Oficyna wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008.
91. Xiao P., Qian P., Xu J., Lu M., *A Bibliometric Analysis of the Application of Remote Sensing in Crop Spatial Patterns: Current Status, Progress and Future Directions*, "Sustainability" 2022, 14, 4104, doi.org/10.3390/su14074104.
92. Yan B., Luo J., *Filtering patent maps for visualization of diversification paths of inventors and organizations*, "Journal of the Association for Information Science and Technology" 2017, nr 68(6), s. 1551-1563.
93. Yasunaga Y., Watanabe M., Korenga M., *Application of technology roadmaps to governmental innovation policy for promoting technology convergence*, "Technological Forecasting and Social Change" 2009, nr 76, s. 61- 79.
94. Yevhenovych A. A., Anatoliyovych O. V., Oleksandrivna A. N., *Strategic framework and methodical bases of technological package development management*, "Marketing and Management of Innovations" 2016, nr 3, s. 170-180.
95. Yong-Gil Lee, Yong-II Song, *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" 2007, nr 27, s. 57-64.
96. Yoon B., *Strategic visualisation tools for managing technological information*, "Technology Analysis and Strategic Management" 2010, nr 22(3), s. 377-397.
97. Zalewski M. (red.), *Perspektywy zrównoważonego rozwoju regionu łódzkiego: szanse i zagrożenia*, SWSPiZ, Łódź 2008.
98. Zalmout R. O., *Developing a Methodology for Technology Identification and Selection in Telecommunication Industry (PALTEL as a case study)*, thesis, An-Najah National University, Nablus, Palestine 2013.

Spis rysunków

Rysunek 1. Przykład karty technologii – projekt <i>Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego</i>	9
Rysunek 2. Przykład karty technologii – projekt <i>Zaawansowane technologie przemysłowe i ekologiczne dla zrównoważonego rozwoju kraju</i>	15
Rysunek 3. Przykład karty technologii – projekt <i>Foresight technologiczny „NT FOR Podlaskie 2020” Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii</i>	20–22
Rysunek 4. Przykład mapy relacji technologii – projekt <i>Foresight technologiczny „NT FOR Podlaskie 2020” Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii</i>	23
Rysunek 5. Przykładowa mapa relacji ośrodków rozwoju technologii – projekt <i>Foresight technologiczny „NT FOR Podlaskie 2020” Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii</i>	23
Rysunek 6. Metodyka mapowania technologii według A. Gudanowskiej	24
Rysunek 7. Charakterystyki standardowe stanowiące możliwe elementy karty opisu technologii według A. Gudanowskiej	26
Rysunek 8. Metodyka prospektywnej analizy technologii według K. Halickiej – dedykowana dla projektu <i>Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji oraz rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni drogowych w aspekcie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju</i>	28
Rysunek 9a. Przykład karty technologii (część 1/2) – projekt <i>Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji oraz rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni drogowych w aspekcie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju</i>	30
Rysunek 9b. Przykład karty technologii (część 2/2) – projekt <i>Perspektywy i kierunki rozwoju konstrukcji oraz rozwiązań materiałowo-technologicznych nawierzchni drogowych w aspekcie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju</i>	32
Rysunek 10. Znaczenie kryteriów oceny technologii w zależności od sytuacji decyzyjnej według K. Klincewicza	37
Rysunek 11. Przykład przeglądu/mapy technologii.	45
Rysunek 12. Przykład sieci technologii bazującej na analizie patentów.	50
Rysunek 13. Przykładowe charakterystyki technologii według H. Arman i J. Foden	54
Rysunek 14. Przykładowy sposób prezentacji charakterystyki technologii: obszary zastosowań (na przykładzie branży motoryzacyjnej i zastosowania technologii <i>Additive Manufacturing</i>) opracowane przez Deloitte University Press	59
Rysunek 15. Model mapowania technologii według A. Suliman i J. Rankin	60
Rysunek 16. Przykład mapy technologii według B. Vargas-Quesada, C. Zarco i O. Cordón	61
Rysunek 17. Przykład mapy krajobrazu technologicznego według I. Spitsberg, S. Brahmandam, M. J. Verti i G. W. Coulston	62

Spis tabel

Tabela 1. Przykładowe wybrane charakterystyki technologii wraz z ich uszczegółowieniem możliwe do wykorzystania w karcie technologii w oparciu o badania K. Klincewicza	38-41
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------

Mapowanie technologii – międzynarodowy przegląd literatury – niniejszy raport ma na celu przedstawienie czytelnikowi definicji metody mapowania technologii i podstawowej terminologii z nią związanej. W ramach raportu zostały również zidentyfikowane i opisane inne inicjatywy, zarówno krajowe, jak i zagraniczne, wykorzystujące mapowanie technologii.

Raport powstał w ramach projektu „Mapowanie technologii w przedsiębiorstwach klastrowych” prowadzonego przez FPPP.

Narzędzie mapowania technologii:

<https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/mapowanie-technologii-opis/>

Platforma Przemysłu Przyszłości – Fundacja powołana przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii w celu wzmacniania kompetencji i konkurencyjności podmiotów prowadzących działalność na terytorium Polski – przedsiębiorców, koordynatorów klastrów, podmiotów działających na rzecz innowacyjnej gospodarki oraz partnerów społecznych i gospodarczych w zakresie cyfryzacji

www.przemyslprzyszlosci.gov.pl



[Mapowanie technologii – Platforma Przemysłu Przyszłości \(przemyslprzyszlosci.gov.pl\)](https://przemyslprzyszlosci.gov.pl)