

Atrakcyjność i wykonalność nanotechnologii priorytetowych dla rozwoju województwa podlaskiego w świetle wyników badania foresightowego

Foresight research for identification of priority nanotechnologies for development of the Podlaskie Voivodship region in the aspect of attraction and feasibility

ALICJA E. GUDANOWSKA *

Zaprezentowano przebieg oraz wyniki jednego z badań przeprowadzonych w ramach projektu „Foresight technologiczny NT FOR PODLASKIE 2020. Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii” – obejmującego ekspercką ocenę nanotechnologii uznanych za priorytetowe. Oceny dokonano w aspekcie dwóch grup kryteriów: atrakcyjności oraz wykonalności, w odniesieniu do województwa podlaskiego.

SŁOWA KLUCZOWE: ocena atrakcyjności i wykonalności technologii, badania foresightowe, nanotechnologia

Among the other objectives of the project 'Technology Foresight NT FOR PODLASKIE 2020. Regional strategy for nanotechnology development' was identification of nanotechnologies, which might possibly credit for development of the Podlaskie Voivodship region in 2020. The paper presents performance and the results of one of the studies carried out in the project covering expert assessment of the priority nanotechnologies. This assessment was made with respect to local attraction and feasibility. Also it is pointed out in the article that the results could be hopefully used in further research work.

KEYWORDS: assessment of attractiveness and feasibility of technology, foresight, nanotechnology

Realizacja projektu „Foresight technologiczny NT FOR PODLASKIE 2020. Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii” miała się przyczynić do wyłonienia nanotechnologii, które mają szanse rozwoju na terenie województwa podlaskiego w perspektywie roku 2020. Prace projektowe przebiegały w ramach sześciu paneli eksperckich i były integrowane przez Kluczowy Zespół Badawczy (KZB) [7]. Zebrane dane pozwoliły autorce niniejszego opracowania na przeprowadzenie analizy atrakcyjności oraz wykonalności nanotechnologii, ocenionych w toku postępowania badawczego jako priorytetowe, w kontekście rozwoju regionu. Analiza stanowiła element metody mapowania technologii (mapowanie technologii to – w najszerszym ujęciu – proces tworzenia wizualizacji elementów związanych z technologiami [4], obejmujący ich lokalizację przestrzenną, a także analizę zachodzących między nimi relacji) – jednej z metod badawczych wykorzystanych w projekcie.

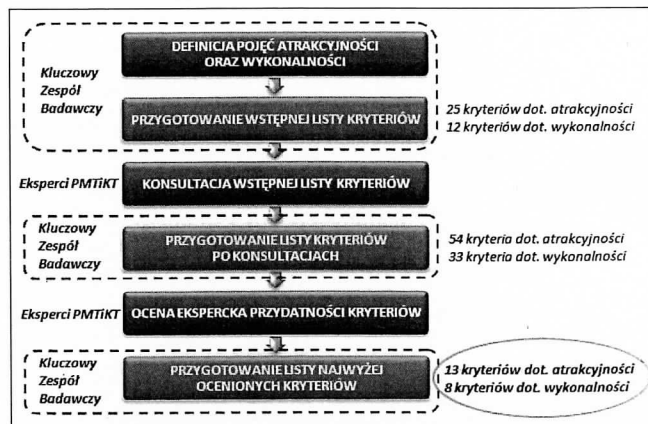
Celem artykułu jest prezentacja postępowania badawczego, które umożliwiło dokonanie oceny atrakcyjności i wykonalności wybranych nanotechnologii, powiązanie go z pozostałymi pracami podjętymi w projekcie, jak też przedstawienie uzyskanych w ramach jego realizacji wyników wraz z ich analizą.

Wybór kryteriów oceny nanotechnologii

Badanie atrakcyjności i wykonalności miało służyć przede wszystkim zawężeniu zbioru rozpatrywanych w projekcie nanotechnologii, natomiast oceny technologii nadane przez

ekspertów na tym etapie prac wykorzystano szerzej – do mapowania technologii i uzupełnienia tworzonej bazy wiedzy o technologiach priorytetowych.

Ocenę atrakcyjności i wykonalności rozpoczęto zdefiniowaniem obu pojęć. Pojęcie „atrakcyjności” należało rozumieć jako korzyści społeczno-gospodarcze oraz szanse naukowo-techniczne dla regionu, generowane przez rozwój danej nanotechnologii. Z kolei „wykonalność” to możliwość realizacji nanotechnologii w regionie, jej potencjał badawczo-technologiczny oraz potencjał do absorpcji korzyści społeczno-gospodarczych. Obie grupy kryteriów uwzględniały aspekt regionu. Wstępną listę kryteriów przygotowano w ramach prac KZB, a inspiracją dla zespołu były doświadczenia płynące z innych, dotychczas realizowanych badań foresightowych (przede wszystkim we Francji [1] i Czechach [3], ale też innych [2, 9, 10]). Wybór oraz sformułowanie kryteriów zostały skonsultowane z ekspertami Panelu Mapowania Technologii i Kluczowych Technologii (PMTiKT), którzy najpierw uzupełnili zbiór proponowanych kryteriów, a następnie ocenili ich przydatność w kontekście dalszych badań. W przyjętej skali oceny założono możliwość wykluczenia kryterium lub oceny go jako nisko, przeciętnie bądź wysoko przydatnego [5, 6]. Schemat postępowania, które umożliwiło wyodrębnienie kryteriów atrakcyjności oraz wykonalności wraz z generowanymi efektami i uczestnikami procesu, przedstawiono na rys. 1.



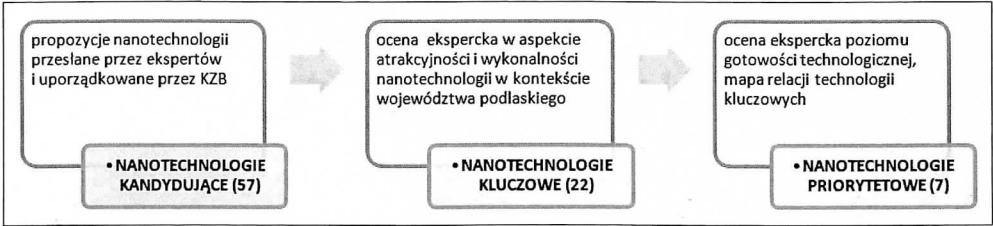
Rys. 1. Postępowanie badawcze przyjęte w celu wyłonienia przydatnych kryteriów oceny technologii (opracowanie własne na podstawie [5])

Eksperti PMTiKT, którzy wzięli udział w badaniu, to 21 reprezentantów ośrodków naukowych oraz przedsiębiorstw związanych z nanotechnologiami, zarówno z województwa podlaskiego, jak również z pozostałych części kraju. W oparciu o noty eksperckie wyznaczono średnie oceny atrakcyjności oraz wykonalności dla każdego z kryteriów. Ostatecznie wyodrębniono 13 kryteriów z grupy „atrakcyjność” oraz 8 z grupy „wykonalność”, które otrzymały najwyższe oceny w każdej z grup (przy skali trzystopniowej wzięto pod uwagę te przekraczające wartość 2,5) [5]. Finalne listy kryteriów widoczne są na wykresach radarowych zaprezentowanych na rys. 3 i 4.

* Mgr Alicja E. Gudanowska (a.gudanowska@pb.edu.pl) – Politechnika Białostocka

Od nanotechnologii kandydujących po priorytetowe

Prace nad wyborem kryteriów oceny eksperckiej stanowiły uzupełnienie procesu zawężania zbioru nanotechnologii istotnych dla województwa podlaskiego (rys. 2).



Rys. 2. Proces zawężania zbioru nanotechnologii analizowanych w projekcie (opracowanie własne na podstawie [5])

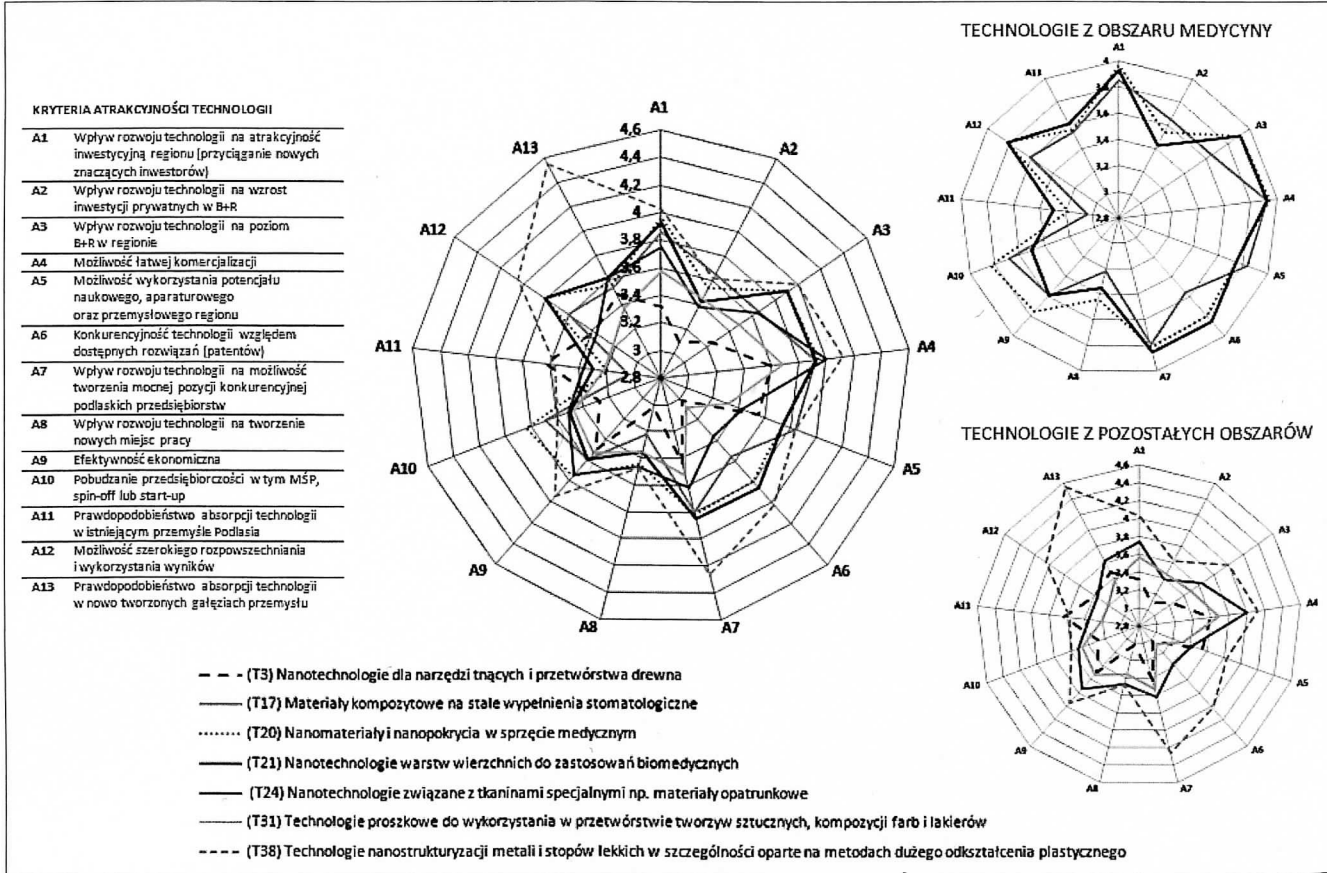
Na wyjściowej liście nanotechnologii znalazły się propozycje przesłane przez ekspertów PMTiKT. Propozycje te, zebrane i uporządkowane przez KZB, stanowiły zbiór nanotechnologii kandydujących. Następnie zostały ocenione przez ekspertów, co umożliwiło sporządzenie listy technologii kluczowych, cechujących się najwyższymi średnimi ocen, w ramach każdego z kryterium atrakcyjności i wykonalności. Technologie kluczowe stanowiły „nanotechnologie, które powinny być rozwijane w perspektywie czasowej 2020 roku na terenie województwa podlaskiego” [6]. Kolejnym zawężeniem było wskazanie technologii priorytetowych, a więc takich, które powinny być rozwijane jako pierwsze. Wskazania tego dokonano z uwzględnieniem poziomu gotowości technologicznej ocenionego przez ekspertów z wykorzystaniem skali *Technology Readiness Level* (TRL). Wzięto również pod uwagę relacje zachodzące pomiędzy technologiami, odzwierciedlające ekspercką ocenę w zakresie siły wpływu jednej technologii na rozwój drugiej. Przebieg prac związany z zawężaniem poszczególnych zbiorów technologii opisany został szczegółowo w [8], a proces konstrukcji mapy relacji nanotechnologii kluczowych w [4].

Oceny w zakresie atrakcyjności oraz wykonalności nanotechnologii w kontekście województwa podlaskiego podczas zawężania zbiorów technologii zostały wykorzystane jedynie jako uogólnione dane. Z uwagi na to, że informacje zebrane były jednak podczas obszernych badań, wykorzystujących wiedzę ekspercką na każdym z etapów, autorka – jako członek KZB integrującego prace podejmowane w projekcie – wraz z Koordynatorem Projektu podjęła decyzję o wykorzystaniu ich podczas realizacji metody mapowania technologii.

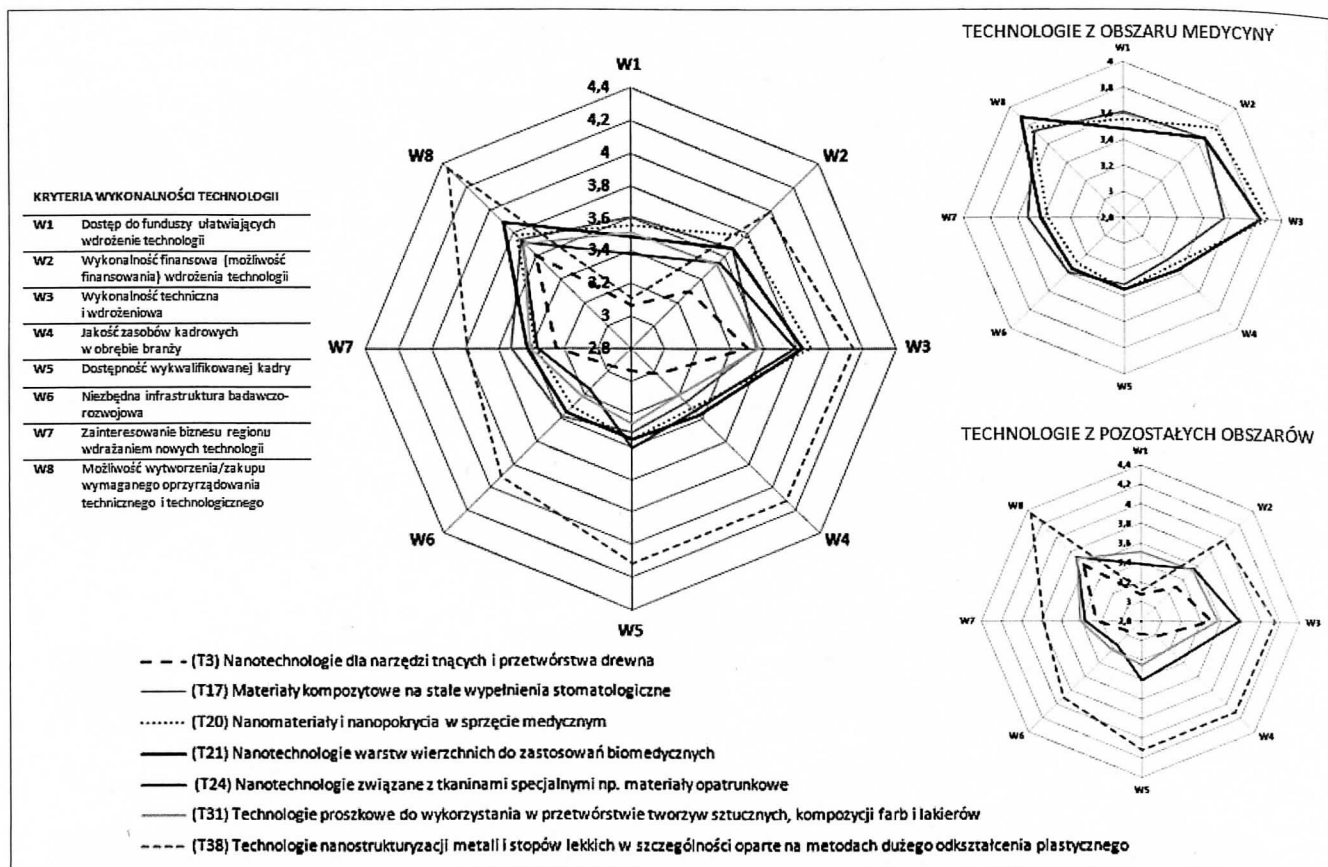
Analiza atrakcyjności i wykonalności nanotechnologii priorytetowych

Opisane postępowanie badawcze umożliwiło zgromadzenie obszernych danych pochodzących z wiedzy eksperckiej. Zdobyte w ten sposób informacje wykorzystano podczas realizacji metody mapowania technologii. Jedną z form wizualizacji tworzonych w ramach tej metody były wykresy radarowe. Miały one na celu pokazanie zbiorczego zestawienia atrakcyjności oraz wykonalności największego zbioru technologii – nanotechnologii priorytetowych, ułatwiając ich porównanie w ramach każdego z kryteriów. W rezultacie powstały wykresy wraz z legendą zawierającą zarówno kryteria, jak i listę nanotechnologii priorytetowych (rys. 3 – ocena w zakresie kryteriów odnoszących się do atrakcyjności oraz rys. 4 – ocena w zakresie kryteriów odnoszących się do wykonalności).

Wskazane w projekcie nanotechnologie priorytetowe to technologie z obszarów przemysłu drzewnego (T3), medycyny (T17, T20, T21), przemysłu odzieżowego (T24), budownictwa i konstrukcji (T31) oraz przemysłu maszynowego i transportu (T38).



Rys. 3. Ekspercka ocena nanotechnologii priorytetowych dla rozwoju województwa podlaskiego w aspekcie wybranych kryteriów atrakcyjności [4]



Rys. 4. Ekspertycka ocena nanotechnologii priorytetowych dla rozwoju województwa podlaskiego w aspekcie wybranych kryteriów wykonalności [4]

Analizując wykres radarowy zaprezentowany na rys. 3, można zauważyć, że najwyższą średnią ocenę w większości kryteriów atrakcyjności uzyskiwały **technologie nanostrukturyzacji metali i stopów lekkich w szczególności oparte na metodach dużego odkształcenia plastycznego** (T38). Szczególnie wysoko zostały one ocenione w aspekcie wpływu ich rozwoju na możliwość tworzenia mocnej pozycji konkurencyjnej podlaskich przedsiębiorstw oraz prawdopodobieństwa absorpcji technologii w nowo tworzonych gałęziach przemysłu. Niższe noty w przypadku tej technologii odnotowano w aspekcie wpływu jej rozwoju na tworzenie nowych miejsc pracy, pobudzania przedsiębiorczości, w tym MŚP, *spin-off* lub *start-up*, oraz prawdopodobieństwa absorpcji technologii w istniejącym przemyśle Podlasia (pomimo wysokiej noty w kontekście podnoszenia konkurencyjności podlaskich przedsiębiorstw).

Wyższe noty w zakresie pobudzania przedsiębiorczości uzyskały dwie technologie z grupy medycznych: T20 – **nanomateriały i nanopokrycia w sprzęcie medycznym** oraz T17 – **materiały kompozytowe na stałe wypełnienia stomatologiczne**. Wszystkie technologie medyczne (obie wymienione wraz z technologią T21 – **nanotechnologie warstw wierzchnich do zastosowań biomedycznych**) również zostały ocenione jako atrakcyjne pod względem większości kryteriów. Technologie T24 – **nanotechnologie związane z tkaninami specjalnymi, np. materiały opatrunkowe** oraz T31 – **technologie proszkowe do wykorzystania w przetwórstwie tworzyw sztucznych, kompozycji farb i lakierów** cechowały się – w opinii ekspertów biorących udział w badaniu – niższą, choć zbliżoną do technologii z obszaru medycyny, atrakcyjnością. Najniższe bądź jedno z najniższych not pod względem atrakcyjności uzyskiwały zazwyczaj **nanotechnologie dla narzędzi tnących i przetwórstwa drewna** (T3). Wyjątek stanowiła ocena w zakresie prawdopodobieństwa absorpcji technologii w istniejącym przemyśle Podlasia. Technologia T3 otrzymała najwyższą z wyznaczonych w tym kryterium not. Interesujący wydaje się fakt, że pozostałe technologie uzyskiwały w ramach tego

kryterium oceny raczej najniższe spośród ocen w poszczególnych kryteriach.

W ocenie wykonalności nanotechnologii priorytetowych (rys. 4) widoczne są podobne tendencje do tych zauważonych podczas oceny atrakcyjności. Najwyżej oceniono ponownie **technologie nanostrukturyzacji metali i stopów lekkich w szczególności oparte na metodach dużego odkształcenia plastycznego**, oznaczone jako T38. Uzyskane w tym przypadku oceny znacząco przewyższają pozostałe analizowane technologie właściwie w każdym z analizowanych aspektów. Wyjątkiem było kryterium dostępu do funduszy ułatwiających wdrożenie technologii – tu uzyskana ocena była jedną z najniższych. Wyższy poziom wykonalności, równomiernie oceniony w każdym z kryteriów, uzyskały technologie medyczne. Eksperti uznali za bardziej problematyczny w wypadku wykonalności tych technologii (choć w porównaniu z pozostałymi technologiami wciąż oceniony na wyższym poziomie) aspekt jakości i dostępności zasobów kadrowych oraz infrastruktury badawczo-rozwojowej, a także zainteresowania regionalnych firm wdrażaniem nowych technologii. Wysoko oceniono dostęp i możliwości finansowania wdrożenia samych technologii, jak i wymaganego oprzyrządowania. Ponownie technologie T24 i T31 oceniono niżej od technologii medycznych, choć uzyskane w większości kryteriów noty nie odbiegały znacząco od tych uzyskanych w obszarze medycyny. Najniżej oceniona w badanym zestawie, tym razem we wszystkich kryteriach, została technologia T3, z obszaru przemysłu drzewnego.

Podsumowanie

Prezentowano przebieg badania atrakcyjności oraz wykonalności wybranych nanotechnologii w kontekście województwa podlaskiego. Ponadto zaprezentowano wyniki uzyskane w ramach przeprowadzonej procedury badawczej. Wyniki te w dalszym postępowaniu wykorzystane zostały jako element mapowania technologii, przyczyniający się do kolejnego zawężenia zbioru nanotechnologii istotnych dla rozwoju Podlasia.

Widoczna jest pewna ogólna spójność w ocenie eksperckiej dotyczącej analizy danych technologii w poszczególnych grupach kryteriów. Technologie uznane za atrakcyjne zostały również wyżej ocenione – jako cechujące się wyższą wykonalnością w kontekście województwa podlaskiego. Rankingi, jakie można byłoby stworzyć, porządkując technologie priorytetowe pod względem ogólnej atrakcyjności, a następnie ogólnej wykonalności, byłyby tożsame. Zauważalna jest także przewaga technologii określonych jako **technologie nanostrukturyzacji metali i stopów lekkich w szczególności oparte na metodach dużego odkształcenia plastycznego** (T38). Widocznie wyróżniają się one na tle pozostałych. Obszarem wartym wspomnienia są w aspekcie uzyskanych wyników technologie medyczne i to właśnie one, szczególnie z uwagi na fakt równomiernych, wysokich ocen w zakresie wykonalności, zdają się charakteryzować największym potencjałem rozwoju na terenie województwa podlaskiego. Technologiami o najsłabszej pozycji spośród badanych okazały się w ocenianym kontekście **nanotechnologie dla narzędzi tnących i przetwórstwa drewna** (T3).

Celowość rozwoju każdej z analizowanych technologii wymagała oczywiście w dalszym postępowaniu badawczym przemyslenia, a przeprowadzone badanie dostarczyło szerokiej, lecz syntetycznie ujętej wiedzy z zakresu rozwoju analizowanych nanotechnologii w województwie podlaskim. I choć pomysł wdrażania i rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim mógłby wydawać się kontrowersyjny – w odniesieniu do historycznych uwarunkowań analizowanego regionu i jego dotychczasowej specjalizacji – to badania przeprowadzone w zakresie atrakcyjności i wykonalności oraz poziom uzyskanych ocen wskazują, że sugestia odejścia od tradycyjnych branż, bądź też zorientowanie dotychczas wypracowanej w regionie wiedzy i infrastruktury na nanotechnologie, jest ideą mającą logiczne podstawy.

Zebrane w artykule informacje prezentują nie tylko wiedzę dotyczącą eksperckiej oceny możliwości wdrożenia nanotechnologii w województwie podlaskim, ale także mogą stanowić wyjściową koncepcję postępowania badawczego dla innych, prowadzonych w przyszłości badań z zakresu analizy technologii.

LITERATURA

1. Durand T. "Twelve Lessons from 'Key Technologies 2005': the French Technology Foresight Exercise". *Journal of Forecasting* 22 (2003) 2–3, pp. 161+177.
2. Grysa K., Płonecki L. (red.). „Raport Foresight Wiodących Technologii Województwa Świętokrzyskiego, w ramach Projektu Foresight Priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa świętokrzyskiego”. Kielce: Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, 2008.
3. Klusaczek K. "Technology Foresight in the Czech Republic", *International Journal of Foresight and Innovation Policy* 1 (2004) 1–2, pp. 89+105.
4. Kononiuk A., Gudanowska A. (red.). „Kierunki rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim. Mapy. Marszruty. Trendy”. Białystok: Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, 2013.
5. Materiały Panelu Mapowania Technologii i Kluczowych Technologii (PMTiKT), dokumentacja realizacji projektu *Foresight Technologiczny NT FOR Podlaskie2020: Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii*.
6. Nazarko J., Ejdyś J. (red.). „Metodologia i procedury badawcze w projekcie Foresight Technologiczny NT FOR Podlaskie 2020: Regionalna strategia rozwoju nanotechnologii”. Białystok: Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, 2011.
7. Nazarko J., Kędzior Z. (red.). „Uwarunkowania rozwoju nanotechnologii w województwie podlaskim. Wyniki analiz STEEPVL i SWOT”. Białystok: Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, 2010.
8. Nazarko J., Magruk A. (red.). „Kluczowe nanotechnologie w gospodarce Podlasia”. Białystok: Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, 2013.
9. Okulski T. „Metody badań foresightowych na przykładzie projektu foresight w górnictwie i hutnictwie Republiki Południowej Afryki”, *Gospodarka surowcami mineralnymi* 24 (2008) 3/3.
10. *Raport Strategiczny 20 Technologii*, w ramach realizacji projektu „Perspektywa technologiczna Kraków-Małopolska 2020”, Kraków 2010. ■