

# PROBLEMATYKA POMIARU EKOINNOWACYJNOŚCI – WYBRANE PODEJŚCIA W TEORII I PRAKTYCE

Adam RYSZKO

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wybrane podejścia teoretyczne dotyczące pomiaru ekoinnowacyjności na różnych poziomach analizy. Następnie zaprezentowano wyniki badań empirycznych obejmujących zakres przedmiotowy pomiar ekoinnowacyjności w Polsce, zarówno w ujęciu makroekonomicznym, jak i mikroekonomicznym, odnoszącym się do wyników działań ekoinnowacyjnych w przedsiębiorstwach. Przybliżono ponadto koncepcję macierzy ekoinnowacyjności jako narzędzia pomiaru ekoinnowacyjności.

**Słowa kluczowe:** ekoinnowacje, pomiar ekoinnowacyjności, wyniki badań

## 1. Wprowadzenie

Działalność ekoinnowacyjna stanowi jeden z kluczowych obszarów aktywności gospodarczej uwzględniających wymagania rozwoju zrównoważonego, w szczególności w jego ekonomicznym i środowiskowym wymiarze. Istotnym wyzwaniem teoretycznym i praktycznym jest opracowywanie metod i wskaźników służących pomiarowi i analizie ekoinnowacyjności. Działania takie mają wspierać decydentów w planowaniu i wdrażaniu instrumentów stymulujących wprowadzanie ekoinnowacji, a także przedsiębiorców w zarządzaniu procesami ekoinnowacyjnymi. Istotny jest ponadto rozwój powszechnie akceptowanych rozwiązań, których zadaniem ma być mierzenie wkładu działalności ekoinnowacyjnej w osiągnięcie zrównoważonego rozwoju.

Zarówno na poziomie makroekonomicznym, gospodarki jako całości, jak i na poziomie mikroekonomicznym, w szczególności odnoszącym się do zarządzania przedsiębiorstwem, kluczowe są informacje pozwalające na ocenę efektywności działań ekoinnowacyjnych. Odnoszą się one zarówno do różnorodnych zasobów wykorzystywanych w procesach opracowywania i wdrażania ekoinnowacji, jak również rezultatów tych procesów w postaci konkretnych ekoinnowacji, w tym korzyści, jakie przynosi ich wprowadzenie gospodarce i przedsiębiorstwom, a także społeczeństwu i środowisku.

Celem niniejszego artykułu było przedstawienie wybranych podejść teoretycznych dotyczących pomiaru i analizy ekoinnowacyjności, a także zaprezentowanie wyników badań empirycznych obejmujących zakres przedmiotowy pomiar ekoinnowacyjności w Polsce, zarówno w ujęciu makroekonomicznym, jak i mikroekonomicznym, odnoszącym się do wyników działań ekoinnowacyjnych w przedsiębiorstwach. Przybliżono ponadto koncepcję macierzy ekoinnowacyjności jako narzędzia służącego pomiarowi ekoinnowacyjności.

## 2. Pomiar i analiza ekoinnowacyjności – podejścia teoretyczne

Zgodnie z najnowszą definicją ekoinnowacje to innowacje w dowolnej postaci, których wynikiem lub celem jest znaczący i widoczny postęp w kierunku osiągnięcia zrównoważonego rozwoju poprzez zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko,

zwiększenie odporności na obciążenia środowiskowe lub osiągnięcie efektywniejszego i bardziej odpowiedzialnego korzystania z zasobów naturalnych [14]. Obejmują one tworzenie nowych konkurencyjnych wyrobów, usług, procesów, systemów i procedur w celu zaspokojenia potrzeb ludzkich i zapewnienia lepszej jakości życia przy jednoczesnej minimalizacji zużycia zasobów naturalnych na jednostkę wyrobu lub usługi oraz minimalizacji emisji zanieczyszczeń do środowiska w całym cyklu życia w porównaniu z rozwiązaniami alternatywnymi [13, 17]. W badaniach dla potrzeb statystyki publicznej przyjmuje się, że ekoinnowacjami są nowe lub ulepszone produkty, procesy, metody organizacyjne lub marketingowe, które przynoszą korzyści dla środowiska w porównaniu z rozwiązaniami alternatywnymi [8].

Jednym z najistotniejszych wyzwań związanych z problematyką ekoinnowacyjności jest jej pomiar i analiza. Można w tym obszarze uwzględnić różnorodny zakres przedmiotowy i podmiotowy badań. Autorzy projektu ECODRIVE proponują trzy poziomy analizy [10]:

- mikro – dotyczący wyrobu lub usługi, procesu, przedsiębiorstwa,
- mezo – dotyczący sektora, łańcucha dostaw, regionu, systemu wyrobu lub usługi,
- makro – dotyczący gospodarki narodowej, ponadnarodowej (bloki gospodarcze), globalnej.

Pomiar i analiza ekoinnowacyjności w odniesieniu do każdego poziomu wymaga wsparcia odpowiednimi, na bieżąco aktualizowanymi, danymi oraz opracowywanymi na ich podstawie miernikami. Dane pozyskiwane z różnorodnych źródeł, gromadzone najczęściej w ramach statystyki publicznej lub specjalistycznych badań naukowych, wymagają stosownego przetworzenia, a przy określaniu złożonych miar odpowiedniej agregacji. Wśród głównych wyzwań związanych z operacjonalizacją pomiaru ekoinnowacyjności należy wymienić [17]:

- ustalenie mierników dla poszczególnych poziomów analizy ekoinnowacyjności i opracowanie szczegółowych metod agregacji danych,
- określenie podejść operacyjnych łączących poszczególne poziomy analizy ekoinnowacji w celu zrozumienia efektów systemowych powodowanych ich wprowadzaniem oraz ich związków z innymi kluczowymi wskaźnikami, w szczególności dotyczącymi wzrostu gospodarczego i rozwoju zrównoważonego.
- uzgodnienie kluczowych wskaźników na poziomie mikro, uwzględniających perspektywę cyklu życia i kompleksowy wpływ ekoinnowacji na środowisko, charakteryzujących jej efektywność,

Przyjmuje się, że poziom ekoinnowacyjności może być analizowany z wykorzystaniem czterech kategorii miar. Obejmują one [1]:

- miary wkładu – charakteryzowane przez nakłady na B+R związane z ochroną środowiska, personel związany z działalnością badawczą i rozwojową w obszarze ochrony środowiska, nakłady na działalność ekoinnowacyjną itp.,
- pośrednie miary wyników – charakteryzowane przez liczbę ekopatentów, liczbę i rodzaje publikacji naukowych dotyczących ekoinnowacji itp.,
- bezpośrednie miary wyników – charakteryzowane przez liczbę wprowadzonych ekoinnowacji, charakterystykę poszczególnych ekoinnowacji, dane dotyczące sprzedaży nowych ekoproduktów itp.,
- pośrednie miary wpływu – charakteryzowane przez pozyskiwane ze zagregowanych dane dotyczące zmian efektywności i produktywności wykorzystania zasobów.

Wszystkie wymienione kategorie charakteryzują się pewnymi ograniczeniami. Miary wkładu bazują na danych dotyczących działalności badawczej i rozwojowej. Oznacza to,

że mogą odzwierciedlać wyłącznie procesy związane z wprowadzaniem ekoinnowacji technicznych, pomijając ekoinnowacje organizacyjne i marketingowe. W odniesieniu do pośrednich miar wyników należy pamiętać, że patenty i publikacje naukowe dotyczą pomysłów i odkryć naukowych, które niekoniecznie znajdują odzwierciedlenie w ich komercyjnym wprowadzeniu na rynek. Znaczącym ograniczeniem wykorzystywania bezpośrednich miar wyników jest brak odpowiednich baz danych zawierających szczegółowe informacje charakteryzujące wdrożenia poszczególnych rozwiązań ekoinnowacyjnych. Pośrednie miary wpływu bazują z kolei na danych zagregowanych, co powoduje, że trudno je odnieść bezpośrednio do specyfiki konkretnych rodzajów ekoinnowacji.

W literaturze przedmiotu można znaleźć różnorodne propozycje pomiaru i analizy ekoinnowacyjności. Na uwagę zasługują kompleksowe rozwiązania dotyczące poziomu makro, w tym metodyka MEI oraz Eco-IS, a także rozwiązania dotyczące poziomu mikro, w tym narzędzie opracowane w ramach Community Innovation Survey oraz autorskie propozycje oceny ekoinnowacyjności badaczy tej problematyki.

W ramach projektu MEI (ang. Measuring Eco-Innovation) zaproponowano system pomiaru i analizy ekoinnowacyjności uwzględniający 5 obszarów tematycznych, w ramach których wyróżniono 24 wskaźniki. Obszary te obejmują [13]:

- wskaźniki przedsiębiorstwa – 4 wskaźniki prezentujące: nakłady na B+R w przemyśle na ochronę środowiska, odsetek przedsiębiorstw w rejestrze EMAS lub posiadających certyfikat ISO 14001, odsetek przedsiębiorstw uwzględniających ochronę środowiska w strategii i strukturze organizacyjnej oraz opinie kadry kierowniczej przedsiębiorstw na temat ekoinnowacji,
- wskaźniki uwarunkowań – 10 wskaźników prezentujących m.in.: udział podatków ekologicznych w budżecie państwa, udział nakładów publicznych na B+R na ochronę środowiska w nakładach na B+R ogółem oraz w PKB, zachęty finansowe do działalności ekoinnowacyjnej, popyt na ekoinnowacyjne produkty, nakłady jednostek naukowych na badania dotyczące ochrony środowiska, liczba absolwentów uczelni na kierunkach związanych z ochroną środowiska, postawy wobec ekoinnowacji),
- wskaźniki powiązań – 3 wskaźniki prezentujące: częstotliwość konferencji/warsztatów naukowych na temat ekoinnowacji wraz z liczbą ich uczestników, wartość „zielonych funduszy” udostępnionych przez instytucje finansowe innowacyjnym przedsiębiorstwom oraz postrzeganie przez kadry kierowniczą przedsiębiorstw jakości badań naukowych w dziedzinie ochrony środowiska),
- wskaźniki zakresu ekoinnowacji (radykałne/inkrementalne) – 4 wskaźniki prezentujące stosunek liczby ekologicznych start-upów do przedsiębiorstw funkcjonujących na rynku, częstotliwość wejścia na rynek przez nowe podmioty, dywersyfikację działalności przedsiębiorstw obecnych na rynku i ich inwestycje w aktywność poza działalnością podstawową oraz wartość kapitału zaangażowanego i podwyższonego ryzyka dla firm ekoinnowacyjnych w stosunku do PKB,
- wskaźniki efektów działalności ekoinnowacyjnej – 3 wskaźniki prezentujące liczbę ekopatentów na mln mieszkańców, materiałochłonność przedsiębiorstw ekoinnowacyjnych oraz udział przedsiębiorstw ekoinnowacyjnych w ogólnej liczbie przedsiębiorstw.

Wskaźnik ekoinnowacyjności Eco-IS (ang. Eco-Innovation Scoreboard) został opracowany przez Eco-Innovation Observatory. Stanowi on narzędzie służące do

zagregowanej oceny osiągnięć w zakresie działalności ekoinnowacyjnej w państwach członkowskich UE. Stosowana metodyka, a także źródła pozyskiwanych danych były w ostatnich latach modyfikowane. Ostatnia wersja Eco-IS bazuje na 16 wskaźnikach cząstkowych (wersja z 2010 roku uwzględniała 13 wskaźników) w 5 obszarach tematycznych dotyczących różnorodnych aspektów ekoinnowacyjności, które obejmują [9]:

- nakłady na ekoinnowacje:
  - nakłady publiczne na działalność badawczą i rozwojową w obszarze ochrony środowiska i energii (%PKB),
  - personel i naukowcy związani z działalnością badawczą i rozwojową (% całkowitej liczby zatrudnionych),
  - wartość zielonych inwestycji „early stage” (USD per capita);
- działania dotyczące ekoinnowacji:
  - udział przedsiębiorstw, które wdrożyły innowacje w celu obniżenia zużycia materiałów (% ogółu przedsiębiorstw),
  - udział przedsiębiorstw, które wdrożyły innowacje w celu obniżenia zużycia energii (% ogółu przedsiębiorstw),
  - liczba organizacji posiadających certyfikaty ISO 14001 (na mln mieszkańców);
- wyniki dotyczące ekoinnowacji:
  - liczba patentów związanych z ekoinnowacjami (na mln mieszkańców),
  - liczba publikacji naukowych dotyczących ekoinnowacji (na mln mieszkańców),
  - media na temat ekoinnowacji (na liczbę mediów elektronicznych);
- wyniki dotyczące efektywności gospodarowania zasobami:
  - efektywność zużycia materiałów (PKB/krajowe zużycie materiałów),
  - efektywność zużycia wody (PKB/ślad wodny),
  - efektywność zużycia energii (PKB/wewnętrzne zużycie energii brutto),
  - intensywność emisji gazów cieplarnianych (CO<sub>2e</sub>/PKB);
- efekty społeczno-ekonomiczne:
  - eksport produktów z ekoprzemysłu (% całkowitego eksportu),
  - zatrudnienie w ekoprzemysle i gospodarce okrężnej (% wszystkich zatrudnionych w przedsiębiorstwach),
  - przychody w ekoprzemysle i gospodarce okrężnej (% przychodów we wszystkich przedsiębiorstwach).

Należy dodać, że w odniesieniu do poziomu makro proponowane są również rozwiązania oparte na analizie jakościowej. Przykładem takiego podejścia jest ujęcie w postaci łańcucha powiązań czynników, które wpływają na wprowadzanie ekoinnowacji ze zmiennymi charakteryzującymi efekty działalności ekoinnowacyjnej. Koncepcja ta uwzględnia czynniki sprawcze, czynniki usprawniające procesy ekoinnowacyjne, czynniki wspierające ekoinnowacyjność, a także wyniki i efekty działalności ekoinnowacyjnej [12].

Jak wspomniano wcześniej, w literaturze przedmiotu można znaleźć różnorodne narzędzia służące potrzebom pomiaru ekoinnowacyjności na poziomie mikro. Jednym z najpowszechniej znanych w tym obszarze jest narzędzie wykorzystywane w badaniach innowacji w ramach statystyki publicznej Unii Europejskiej – CIS (ang. Community Innovation Survey). W ramach CIS po raz pierwszy pomiaru ekoinnowacyjności dokonano uwzględniając lata 2006-2008. Analizowano innowacje, które przynoszą korzyści dla środowiska. Według przyjętej metodyki korzyści te rozpatrywane są z punktu widzenia momentu ich powstania. W związku z tym wyróżnia się [8]:

- korzyści dla środowiska, które mogą powstać w okresie wytwarzania produktu lub usługi:
  - obniżka materiałochłonności na jednostkę produktu,
  - obniżka energochłonności na jednostkę produktu,
  - obniżka emisji dwutlenku węgla przez przedsiębiorstwo,
  - użycie materiałów mniej zanieczyszczających lub niebezpiecznych dla środowiska,
  - zmniejszenie zanieczyszczenia gleby, wody, powietrza lub poziomu hałasu,
  - powtórne wykorzystanie (recykling) odpadów, wody lub materiałów,
- korzyści dla środowiska, które mogą powstać w okresie użytkowania zakupionego wyrobu lub korzystania z usługi przez użytkowników końcowych:
  - zmniejszenie zużycia energii,
  - zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza, wody, gleby lub poziomu hałasu,
  - poprawę możliwości powtórnego wykorzystania (recyklingu) produktu po okresie użytkowania.

W literaturze przedmiotu można również znaleźć przykłady autorskich propozycji badaczy problematyki ekoinnowacyjności. Carrillo-Hermosilla, del Río i Könnölä zaproponowali narzędzie analityczne służące eksploracji ekoinnowacji. Integruje ono 4 kluczowe wymiary, obejmujące 8 powiązanych ze sobą elementów, które mają stanowić wsparcie w zarządzaniu ekoinnowacjami, w szczególności przy uwzględnieniu interesariuszy procesu ekoinnowacyjnego. Przyjęte kluczowe wymiary dotyczą [6]:

- projektowania ekoinnowacji – charakteryzowanego przez opracowywanie dodatkowych rozwiązań (elementów) służących poprawie jakości środowiska, zmiany w podsystemach wytwarzania i użytkowania (ekoefektywność i optymalizacja) oraz zmiany systemowe (przeprojektowywanie systemów wytwarzania i użytkowania wyrobów lub usług z wykorzystaniem ekoefektywnych rozwiązań),
- użytkownika ekoinnowacji – charakteryzowanego przez rozwój (korzyści dla) użytkownika ekoinnowacji oraz akceptację ekoinnowacji przez użytkownika,
- wyrobu i usługi – charakteryzowanych z perspektyw łańcucha dostaw przez wynikające z wprowadzenia ekoinnowacji zmiany w procesach wytwarzania wyrobów lub usług oraz zmiany w procesach dostarczania wyrobów i usług,
- governance – charakteryzowanego przez rozwiązania instytucjonalne w sektorze publicznym i prywatnym sprzyjające wprowadzaniu ekoinnowacji.

Cheng i Shiu opracowali z kolei wielowymiarowe narzędzie samooceny przedsiębiorstwa w zakresie efektów działalności ekoinnowacyjnej w obszarach wprowadzania [7]:

- ekoinnowacji organizacyjnych – charakteryzowanych przez m.in. wprowadzenie systemu zarządzania ekoinnowacjami, gromadzenie informacji na temat trendów dotyczących ekoinnowacji, przekazywanie pracownikom informacji na temat ekoinnowacji, inwestowanie w działalność B+R w obszarze ekoinnowacji itp.),
- ekoinnowacji procesowych – charakteryzowanych przez m.in. wprowadzanie nowych procesów wytwórczych zapobiegających zanieczyszczeniom, wprowadzanie nowych energooszczędnych technologii, prośrodowiskowe modyfikacje procesów wytwórczych, modyfikacje wyposażenia w celu poprawy energooszczędności, wprowadzanie recyklingu w procesach wytwórczych itp.
- ekoinnowacji produktowych – charakteryzowanych przez m.in. podkreślanie

podczas opracowywania ekoinnowacyjnych produktów ograniczania ilości opakowań, uproszczania konstrukcji wyrobów, recykling elementów składowych itp.

Wymienione narzędzia mogą umożliwiać pozyskiwanie informacji zwrotnych dla osób decyzyjnych w przedsiębiorstwie, wskazując mocne i słabe strony w obszarze zarządzania ekoinnowacjami. Istotną wadą takiego podejścia jest jednak jego subiektywizm. Oznacza to, że konieczne jest poszukiwanie metod i wskaźników umożliwiających maksymalnie zobiektywizowany pomiar i analizę efektywności ekonomicznej i ekologicznej wyników działalności ekoinnowacyjnej. Koncepcję podejścia spełniającego takie kryterium przedstawiono w sekcji 4. niniejszego artykułu.

### 3. Wyniki wybranych badań ekoinnowacyjności w Polsce

#### 3.1. Poziom ekoinnowacyjności Polski w latach 2010-2013 według Eco-IS

Z analiz przeprowadzonych przez Eco-Innovation Observatory wynika, że poziom ekoinnowacyjności Polski na tle państw członkowskich UE jest bardzo niski. W ostatnim dostępnym rankingu Eco-IS, sporządzonym dla 2013 roku Polska zajęła 27. miejsce na 28 państw UE (tabela 1). Należy dodać, że w 2010 roku było to 24. miejsce, w 2011 roku ostatnie, a w 2012 roku 25. miejsce. Największą bolączką polskiej gospodarki są wskaźniki uzyskiwane w kategorii nakładów na ekoinnowacje. Niewiele lepiej prezentuje się sytuacja w kategoriach działań dotyczących ekoinnowacji oraz efektywności gospodarowania zasobami. Jedynym obszarem, w którym Polska znajdowała się w ostatnich latach wśród 20. najlepszych państw UE są efekty społeczno-ekonomiczne, ale niestety zauważalny jest w tym zakresie trend spadkowy.

Uzyskiwane słabe wyniki są w znaczącej mierze pochodną niskiego poziomu ogólnej innowacyjności polskiej gospodarki, w tym niskich nakładów na działalność B+R. Ponadto, Polska gospodarka jest jedną z najmniej efektywnie wykorzystujących zasoby i najmniej energooszczędnych w UE. Potencjał ekoinnowacyjności wciąż nie jest odpowiednio wykorzystywany w realizowanych strategiach społeczno-gospodarczych. Można jednak założyć, że w związku z tym, że polski rynek ekoinnowacji i ekoprzemysł są we wczesnej fazie rozwoju, istnieje duży potencjał jego wzrostu w przyszłości.

Tab. 1. Wskaźniki ekoinnowacyjności Polski w latach 2010-2013 według metodyki Eco-IS

	2010	2011	2012	2013
Nakłady na ekoinnowacje	33 (25/27)	32 (23/27)	25 (23/27)	18 (27/28)
Działania dotyczące ekoinnowacji	23 (23/27)	41 (25/27)	41 (26/27)	42 (26/28)
Wyniki dotyczące ekoinnowacji	9 (18/27)	23 (24/27)	52 (23/27)	54 (23/28)
Wyniki dotyczące efektywności gospodarowania zasobami	64 (24/27)	66 (24/27)	61 (24/27)	58 (26/28)
Efekty społeczno-ekonomiczne	83 (14/27)	84 (17/27)	81 (17/27)	33 (20/28)
<b>Ogółem</b>	54 (24/27)	50 (27/27)	54 (25/27)	42 (27/28)

Średnia UE = 100; w nawiasach podano miejsce Polski wśród państw członkowskich UE

Źródło: opracowanie na podstawie [18]

#### 3.2. Działalność ekoinnowacyjna przedsiębiorstw w Polsce – przegląd wyników wybranych dotychczasowych badań

Badania dotyczące działalności ekoinnowacyjnej przedsiębiorstw w Polsce są podejmowane stosunkowo rzadko. Wybrane aspekty specyfiki działalności

eko-innowacyjnej były dotychczas przedmiotem analiz przeprowadzonych m.in. przez Główny Urząd Statystyczny, PSDB we współpracy z GfK Polonia na zlecenie PARP, Fundację Partnerstwo dla Środowiska, a także Instytut Gallupa w ramach badania Eurobarometru.

Główny Urząd Statystyczny po raz pierwszy przeprowadził analizę obejmującą eko-innowacje, nazywane dla potrzeb badań innowacjami przynoszącymi korzyści dla środowiska, w ramach rozszerzonej edycji badań o innowacjach za lata 2006–2008 [8]. Badania te wykazały, że w latach 2006-2008 innowacje przynoszące korzyści dla środowiska wprowadziło 26,5% przedsiębiorstw przemysłowych i 16,1% przedsiębiorstw z sektora usług. Najbardziej innowacyjne okazały się przedsiębiorstwa duże (powyżej 249 pracowników), gdzie udział eko-innowacji wyniósł 57,5% – w przemyśle oraz 35,0% – w sektorze usług. W przedsiębiorstwach średnich (50-249 pracowników) udział eko-innowacji wyniósł 34,1% w przemyśle i 20,6% w sektorze usług, natomiast w przedsiębiorstwach małych (10-49 pracowników) odpowiednio 21,7% i 14,6%. W analizach wyodrębniono innowacje przynoszące korzyści dla środowiska, które mogą powstać w okresie wytwarzania wyrobu lub usługi, a także innowacje przynoszące korzyści dla środowiska, które mogą powstać w okresie użytkowania zakupionego wyrobu lub korzystania z usługi. Innowacje przynoszące korzyści dla środowiska w okresie wytwarzania wyrobu lub usługi wdrożyło blisko co czwarte przedsiębiorstwo przemysłowe oraz 13,4% przedsiębiorstw w sektorze usług. Wśród przedsiębiorstw przemysłowych prawie co piąte małe wprowadziło tego rodzaju eko-innowacje, 31,6% przedsiębiorstw średnich oraz 55,1% dużych. Dla przedsiębiorstw usługowych udział ten wyniósł odpowiednio 11,9%, 17,6% i 32,0%. Innowacje przynoszące korzyści dla środowiska osiągnęte w okresie użytkowania wyrobu lub korzystania z usługi wdrożyło 17,8% przedsiębiorstw przemysłowych oraz 11,4% przedsiębiorstw w sektorze usług. Rozpatrując te wskaźniki pod względem wielkości badanych podmiotów, w przedsiębiorstwach przemysłowych małych wyniósł on 14,7%, średnich 22,4%, zaś dla dużych 38,4%. Natomiast w przypadku przedsiębiorstw z sektora usług odpowiednio 10,4%, 13,9% i 25,3%. Analizując główne korzyści osiągnięte w okresie wytwarzania wyrobu lub usługi dzięki wdrożeniu eko-innowacji zauważyć można, że zarówno dla przedsiębiorstw przemysłowych jak i usługowych przede wszystkim wystąpiło: zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza, wody i gleby (14,1% ogółu przedsiębiorstw przemysłowych i 6,2% usługowych), użycie materiałów mniej zanieczyszczających lub niebezpiecznych dla środowiska (odpowiednio 12,3% i 6,2%) oraz obniżka energochłonności na jednostkę produktu (12,2% i 3,8%). Z kolei wśród innowacji przynoszących korzyści dla środowiska w okresie użytkowania wyrobu lub korzystania z usługi, zarówno w przemyśle, jak i w sektorze usług najczęściej osiąganą korzyścią było zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza, wody, gleby (12,2% ogółu przedsiębiorstw przemysłowych i 7,2% usługowych), zmniejszenie zużycia energii (odpowiednio 11,1% i 6,9%) oraz poprawa możliwości powtórnego wykorzystania produktu (odpowiednio 7,5% i 5,2%) [8].

Wybrane zagadnienia dotyczące eko-innowacyjności MŚP w Polsce były przedmiotem badań przeprowadzonych na przełomie 2008 i 2009 roku przez PSDB we współpracy z GfK Polonia na zamówienie Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości. Analizy wykazały, że czynnik środowiskowy generalnie nie stanowi motywacji do podejmowania działań o charakterze innowacyjnym. Przeważająca część badanych MŚP (70%) w dotychczasowej działalności nie wprowadziła żadnych eko-innowacji. Jeśli eko-innowacje były wprowadzane, ich innowacyjność ograniczała się do skali przedsiębiorstwa (70%). Co dziesiąte przedsiębiorstwo wprowadziło eko-innowację w skali swojej branży,

7% przedsiębiorstw wprowadziło ją w skali regionu, 6% w skali kraju, natomiast na skalę europejską lub światową wdrożyło ją poniżej 1% przedsiębiorstw. Wdrażane ekoinnowacje dotyczyły przede wszystkim ograniczenia emisji zanieczyszczeń do środowiska, zmian w procesie produkcyjnym, rozwiązań umożliwiających efektywne wykorzystanie zasobów oraz gospodarki odpadami. Wyniki badań wskazują, że nakłady inwestycyjne poniesione na wdrażanie ekoinnowacji były proporcjonalne do wielkości przedsiębiorstwa. Im większe przedsiębiorstwo, tym większe nakłady na podjęcie takich działań było w stanie ponieść. Ponadto najwyższe nakłady na ekoinnowacje ponosiły przedsiębiorstwa, które identyfikują wpływ własnej działalności na środowisko jako duży lub bardzo duży [15].

Z badań przeprowadzonych przez Fundację Partnerstwo dla Środowiska w 2010 roku wśród funkcjonujących w Polsce MŚP wynika, że 46% badanych podmiotów dostrzegало potrzebę wdrażania innowacyjnych, przyjaznych dla środowiska technologii. Wprowadzane w badanych przedsiębiorstwach ekoinnowacje dotyczyły najczęściej powtórnego wykorzystania odpadów i materiałów, obniżenia energochłonności na jednostkę produkcji oraz zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do powietrza. Wprowadzane były również rozwiązania polegające na obniżeniu materiałochłonności na jednostkę produktu, a także użycie w procesie produkcyjnym surowców bardziej przyjaznych dla środowiska [16].

Z analizy Eurobarometru przeprowadzonej w 2011 roku przez Instytut Gallupa wśród MŚP działających w Unii Europejskiej w sektorze rolnictwa i rybołówstwa, budownictwa, ochrony środowiska, przetwórstwa przemysłowego i działalności gastronomicznej wynika, że aż 63% badanych przedsiębiorstw z Polski wprowadziło w ciągu ostatnich 2 lat ekoinnowacje. Co ciekawe, był to najwyższy odsetek wśród wszystkich państw UE. Nowy lub znacząco ulepszony ekoinnowacyjny proces lub metodę produkcji wprowadziło 42,2% badanych (największy odsetek wśród państw UE), nowy lub znacząco ulepszony ekoinnowacyjny wyrób lub usługę na rynku wprowadziło 26,3% badanych (9. miejsce wśród państw UE), natomiast nową lub znacząco ulepszoną ekoinnowację organizacyjną wprowadziło 35,4% badanych (2. miejsce wśród państw UE) [2]. Struktura uzyskanych odpowiedzi sugeruje jednak wykazywanie przez badanych przede wszystkim niewielkich usprawnień. Świadczyć o tym może fakt, że 34,9% badanych stwierdziło, że wdrożone ekoinnowacje przyczyniły się do redukcji zużycia materiałów na jednostkę produkcji mniejszej niż 5%, a aż 50,1% ankietowanych uznało, że redukcja ta mieściła się w przedziale od 5% do 19%.

### **3.3. Działalność ekoinnowacyjna przedsiębiorstw w Polsce – wyniki badań własnych**

W nawiązaniu do podjętych w niniejszym artykule rozważań przeprowadzono badania empiryczne obejmujące zakresem przedmiotowym wybrane aspekty działalności ekoinnowacyjnej w przedsiębiorstwach. Wykorzystaną metodą badawczą były telefoniczne wywiady wspomagane komputerowo – CATI. Wywiady zostały przeprowadzone z właścicielami przedsiębiorstw lub członkami ich zarządów oraz osobami decyzyjnymi w danej organizacji. Odpowiedzi na pytania obejmujące przedmiot niniejszego artykułu uzyskano od przedstawicieli 292 przedsiębiorstw, w tym 47 przedsiębiorstw dużych, 95 przedsiębiorstw średnich i 150 przedsiębiorstw małych.

W badaniach skupiono się na ekoinnowacjach technicznych, uwzględniając liczbę wprowadzanych ekoinnowacji produktowych i procesowych, szybkość opracowywania i wdrażania ekoinnowacji produktowych i procesowych, a także jakość procesu ekoinnowacyjnego charakteryzowaną poziomem ekoinnowacyjności i parametrami ekologicznymi wprowadzanych ekoinnowacji produktowych i procesowych.



Przedstawiciele badanych przedsiębiorstw odnosili się do poszczególnych stwierdzeń w 7-stopniowej skali Likerta (1 – zdecydowanie się nie zgadzam, 7 – zdecydowanie się zgadzam) w porównaniu do kluczowych konkurentów. Do statystycznego opisu uzyskanych wyników badań wykorzystano podstawowe parametry opisowe. Badanie statystycznej istotności zróżnicowania analizowanych zmiennych w wyodrębnionych dla potrzeb badań grupach przedsiębiorstw przeprowadzono przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA. Obliczeń dokonano z wykorzystaniem programu Statistica 10.

Zmienne opisujące wybrane aspekty działalności ekoinnowacyjnej uwzględnione w badaniach wraz z uzyskanymi wynikami, z uwzględnieniem ich zróżnicowania w przedsiębiorstwach według kryterium ich wielkości przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Wybrane aspekty działalności ekoinnowacyjnej w badanych przedsiębiorstwach

Analizowane aspekty działalności ekoinnowacyjnej (w ostatnich 3 latach w porównaniu do kluczowych konkurentów)		Ogółem		Przedsiębiorstwa					
				duże		średnie		małe	
		Średnia	Odc. stand.	Średnia	Odc. stand.	Średnia	Odc. stand.	Średnia	Odc. stand.
E1	Najczęściej byliśmy pierwsi na rynku we wprowadzaniu nowych ekoinnowacyjnych wyrobów i usług	3,25	1,72	3,79	1,87	3,26	1,67	3,07	1,69
E2	Wprowadziliśmy więcej ekoinnowacyjnych wyrobów i usług	3,66	1,64	4,30	1,46	3,58	1,49	3,51	1,73
E3	Wprowadziliśmy bardziej ekoinnowacyjne wyroby i usługi	4,01	1,73	4,62	1,41	4,05	1,63	3,80	1,84
E4	Wprowadziliśmy jako pierwsi nowe przyjazne dla środowiska metody wytwarzania, utrzymania i logistyki	3,26	1,70	3,60	1,61	3,28	1,65	3,15	1,76
E5	Wprowadziliśmy więcej nowych lub istotnie ulepszonych procesów przynoszących korzyści dla środowiska	4,11	1,70	4,72	1,54	4,08	1,62	3,94	1,76
E6	Znacznie bardziej ulepszamy parametry ekologiczne naszych procesów	4,21	1,65	5,17	1,24	4,18	1,49	3,93	1,75

Źródło: opracowanie własne

Wyniki przeprowadzonych analiz wykazały, że badane przedsiębiorstwa największy problem mają z szybkością wprowadzania zarówno ekoinnowacji produktowych, jak i procesowych. Słabo prezentuje się również liczba wprowadzanych ekoinnowacji produktowych. W odniesieniu do ujętych w badaniach działań dotyczących działalności ekoinnowacyjnej relatywnie najlepiej wypada zakres ulepszania ekologicznych parametrów procesów. Dokonane analizy potwierdzają wnioski z wcześniejszych badań wskazujące, że na zaawansowanie działalności ekoinnowacyjnej znaczący wpływ ma wielkość przedsiębiorstwa. Jednoczynnikowe analizy wariancji ANOVA wykazały, że wielkość przedsiębiorstwa istotnie wpływa na zróżnicowanie zmiennych E1-E3 i E5 ( $p < 0,05$ ) oraz E6 ( $p < 0,001$ ). Należy dodać, że zdecydowanie największy poziom ekoinnowacyjności występuje w podmiotach dużych. Biorąc pod uwagę kryterium wielkości przedsiębiorstw, największe zróżnicowanie występuje w odniesieniu do zakresu ulepszania ekologicznych parametrów procesów – przedsiębiorstwa małe i średnie znacząco odbiegają od poziomu uzyskiwanego w tym obszarze przez podmioty duże.

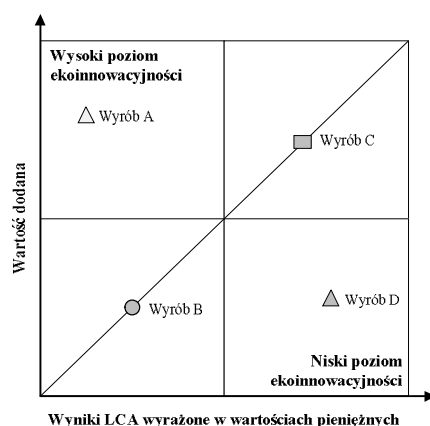
Należy zaznaczyć, że mankamentem badań przedstawionych w sekcji 3.2. i 3.3. niniejszego artykułu jest ich subiektywność, gdyż są oparte na opiniach kadry menedżerskiej. Przykładem koncepcji pomiaru, która służy wyeliminowaniu lub przynajmniej ograniczeniu tego problemu, jest macierz ekoinnovazioneści.

#### 4. Macierz ekoinnovazioneści jako narzędzie pomiaru ekoinnovazioneści

W nawiązaniu do podjętych rozważań na temat pomiaru ekoinnovazioneści ciekawą propozycją wydaje się macierz ekoinnovazioneści wykorzystująca koncepcję wskaźnika ekoefektywności [4]. Koncepcja ta bazuje na relacji wskaźnika ekonomicznego oraz ekologicznego. Przyjęte podejście wymaga określenia wskaźników ekonomicznych i środowiskowych w wartościach pieniężnych. Jako wskaźnik ekonomiczny wybrano wartość dodaną, natomiast jako wskaźnik środowiskowy zaproponowano przeliczone na wartości pieniężne wyniki środowiskowej oceny cyklu życia (LCA – ang. Life Cycle Assessment) wybranej ekoinnovazioneści, wyznaczone na poziomie punktów końcowych [4]:

$$\text{Wskaźnik ekoefektywności} = \frac{\text{Wyniki LCA wyrażone w wartościach pieniężnych}}{\text{Wartość dodana}}$$

W zaproponowanym wskaźniku wyniki LCA stanowią wyrażoną w wartościach pieniężnych sumę szkód w zdrowiu człowieka, szkód w jakości ekosystemu oraz szkód w zasobach powstających w całym środowiskowym cyklu życia ekoinnovazioneści odniesionych do jednostki funkcjonalnej. Przykłady przeliczenia na wartości pieniężne wyników LCA wyrażonych w punktach końcowych można znaleźć w: [11]. Wartość dodana stanowi z kolei różnicę pomiędzy przychodami generowanymi w środowiskowym cyklu życia ekoinnovazioneści a konwencjonalnymi kosztami cyklu życia ekoinnovazioneści odniesionymi do jednostki funkcjonalnej. Proponowana koncepcja pozwala zatem na określenie stosunku wartości szkód środowiskowych wynikających z wprowadzenia danej ekoinnovazioneści do wartości dodanej generowanej przez tę ekoinnovazioneść [3]. Uzyskiwane wartości wskaźników ekoefektywności mogą dotyczyć zarówno ekoinnovazionecyjnych produktów, jak i procesów. Mogą one być przedstawiane graficznie w postaci macierzy zobrazowanej na rysunku 1.



Rys. 1. Macierz ekoinnovazioneści produktowej  
Źródło: [3]

Zgodnie z przyjętym podejściem, im bliżej lewego górnego rogu macierzy znajduje się wynik uzyskany dla danego rozwiązania, tym bardziej jest ono ekoinnowacyjne. Na zaprezentowanej na rysunku 1 macierzy ekoinnowacyjności produktowej wśród alternatywnych rozwiązań największy poziom ekoinnowacyjności ma zatem wyrób A, natomiast wyrób D ma w tym obszarze poziom najniższy. Dla określenia poziomu ekoinnowacyjności nie wystarczy jednak wyłącznie obliczony wskaźnik efektywności. Może się bowiem zdarzyć, że porównywane alternatywne rozwiązania (wyrób B i wyrób C na rysunku 1) mogą mieć znacząco różny wpływ na środowisko (wyniki LCA wyrażone w wartościach pieniężnych wskazują, że wpływ na środowisko wyrobu B jest mniejszy od wpływu wyrobu C), a jednocześnie identyczny wskaźnik efektywności. W związku z tym zaproponowano, by dla potrzeb oceny poziomu ekoinnowacyjności w takich przypadkach brać pod uwagę dwa dodatkowe warunki [3]:

*Wskaźnik efektywności  $\rightarrow 0 \wedge$  Wyniki LCA w wartościach pieniężnych  $\rightarrow \min$ .*

Oznacza to, że w omawianym przykładzie wyrób B jest bardziej ekoinnowacyjny od wyrobu C.

Należy zaznaczyć, że choć koncepcyjnie proponowane narzędzie wydaje się stosunkowo proste, to jego praktyczne wdrożenie wymaga bardzo kompleksowych i czasochłonnych analiz, co wynika z konieczności przeprowadzania środowiskowej oceny cyklu życia (LCA). Analizy te są złożone i dodatkowo mogą być wykonywane według odmiennych podejść. Prowadzone są jednak zaawansowane prace nad ujednoczeniem stosowanej metodyki i rozwojem uniwersalnych narzędzi informatycznych i baz danych wspomagających LCA [5, 19].

## **5. Podsumowanie i wnioski**

Działalność ekoinnowacyjna stanowi w znaczącym stopniu odpowiedź na intensywny rozwój nowych technologii oraz coraz większą liczbę i różnorodność pojawiających się na rynku wyrobów. Konieczne stało się bowiem wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań ukierunkowanych na zmniejszanie negatywnego wpływu produktów i procesów na środowisko oraz efektywniejsze i bardziej odpowiedzialne korzystanie z zasobów naturalnych.

Niezmiernie ważną staje się kwestia możliwości mierzenia postępów uzyskiwanych w obszarze ekoinnowacyjności za pomocą odpowiednio opracowanych metod i wskaźników, opartych na systematycznie gromadzonych, aktualizowanych i przetwarzanych danych. Pomiaru i analizy ekoinnowacyjności można dokonywać na poziomie mikro (dotyczącym wyrobu lub usługi, procesu, przedsiębiorstwa), mezo (dotyczącym sektora, łańcucha dostaw, regionu, systemu wyrobu lub usługi), a także makro (dotyczącym gospodarki narodowej, ponadnarodowej czy globalnej). W odniesieniu do każdego poziomu kluczowy jest odbiorca informacji na temat ekoinnowacyjności. To na ich podstawie powinny być tworzone lub modyfikowane instrumenty i uwarunkowania wspierające ekoinnowacyjność – w szczególności dotyczy to decydentów i administracji publicznej na poziomie makro. Na poziomie mikro informacje pochodzące z pomiaru i analizy ekoinnowacyjności mają służyć przede wszystkim kadrze kierowniczej przedsiębiorstw jako wsparcie w zarządzaniu procesami ekoinnowacyjnymi, zarówno w odniesieniu do całego przedsiębiorstwa, jak i rozwoju konkretnych produktów i procesów.

Z przedstawionego przeglądu podejść do pomiaru i analizy ekoinnowacyjności wynika, że trudno bazować w tym zakresie na jednej uniwersalnej metodzie i wskaźniku. Ich specyfika i poziom szczegółowości muszą być dostosowane do konkretnego adresata. Powinny one zarazem umożliwiać porównywalność uzyskiwanych wyników działalności ekoinnowacyjnej, co sprawia konieczność poszukiwania rozwiązań powszechnie akceptowanych i wykorzystywanych w praktyce gospodarczej.

Na poziomie mikro, interesującą propozycją wydaje się koncepcja pomiaru ekoinnowacyjności bazująca na wskaźniku efektywności. W zaprezentowanym w artykule podejściu zaproponowano, by jako wskaźnik ekonomiczny stosować wartość dodaną, natomiast jako wskaźnik środowiskowy przeliczone na wartości pieniężne wyniki środowiskowej oceny cyklu życia (LCA) wybranej ekoinnowacji.

Artykuł powstał w ramach badań statutowych BK-223/ROZ-3/2015 pt. „Znaczenie inżynierii produkcji w rozwoju innowacyjnych produktów i usług” realizowanych w Instytucie Inżynierii Produkcji na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej

#### Literatura

1. Arundel A., Kemp R.: Measuring eco-innovation, UNU-MERIT Working Papers, 2009.
2. Attitudes of European entrepreneurs towards eco-innovation. Analytical report, Flash Eurobarometer 315, The Gallup Organization, 2011.
3. Baran J., Janik A., Ryszko A., Szafraniec M.: Making eco-innovation measurable – are we moving towards diversity or uniformity of tools and indicators? [w]: 2nd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM2015, SGEM2015 Conference Proceedings, Book 2, Vol. 1, Albena, Bulgaria 2015.
4. Baran J., Janik A., Ryszko A.: Knowledge based eco-innovative product design and development - conceptual model built on life cycle approach. [w]: SGEM Conference on Arts, Performing Arts, Architecture and Design. Conference Proceedings. SGEM 2014 International Multidisciplinary Scientific Conferences on Social Sciences and Arts, Albena, Bulgaria 2014.
5. Baran J., Janik A.: Zastosowanie wybranych metod analizy i oceny wpływu cyklu życia na środowisko w procesie ekoprojektowania. [w]: Knosala R. (red.): Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2015.
6. Carrillo-Hermosilla J., Del Río P., Könnölä, T., Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies, Journal of Cleaner Production, Vol. 18, 2010.
7. Cheng C.C., Shiu E.C., Validation of a proposed instrument for measuring eco-innovation: An implementation perspective, Technovation, Vol. 32, 2012.
8. Działalność innowacyjna przedsiębiorstw w latach 2006-2009. Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Szczecinie, Warszawa 2010.
9. Giljum S., Lieber M., Doranova A., Markianidou P., Miedzinski M.: The Eco-Innovation Scoreboard 2013. Technical note, Eco-Innovation Observatory, March 2014.
10. Huppel G., Kleijn R., Huele R., Ekins P., Shaw B., Esders M., Schaltegger S.: Measuring eco-innovation: Framework and typology of indicators based on causal chains. Final report of the ECODRIVE project. Leiden, London, Lüneburg, 2008.

11. Janik A.: The problem of valuing the results of LCA in monetary terms. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2015. SGEM2015 Conference Proceedings, Book 5 Vol. 3, June 18-24, 2015.
12. Kanerva M., Arundel A., Kemp R.: Environmental innovation: Using qualitative models to identify indicator for policy. United Nations University Working Papers Series, Maastricht 2009.
13. Kemp R., Pearson P.: Final report MEI Project about measuring eco-innovation. UM-MERIT, 2007.
14. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Innowacja na rzecz zrównoważonej przyszłości – Plan działania w zakresie ekoinnowacji (Eco-AP) (KOM/2011/0899 wersja ostateczna), Bruksela, dnia 15.12.2011.
15. Potencjał małych i średnich przedsiębiorstw w dziedzinie kreowania nowych produktów innowacyjnych – rozwiązania proekologiczne. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Warszawa 2009.
16. Problemy oddziaływania małych i średnich przedsiębiorstw na środowisko. Opracowanie badania ankietowego przeprowadzonego w 2010 roku. Fundacja Partnerstwo dla Środowiska Program Czysty Biznes, Zakopane 2010.
17. Reid A., Miedzinski M.: Eco-innovation. Final Report for sectoral innovation watch. Technopolis Group, Brussels 2008.
18. Strona internetowa EU Eco-Innovation Database: <http://database.eco-innovation.eu> [dostęp: 10 stycznia 2016].
19. Szafraniec M.: Wspomaganie procesu transferu wiedzy w opracowywaniu ekoinnowacji technicznych. [w]: Knosala R. (red.): Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2015.

Dr inż. Adam RYSZKO  
Instytut Inżynierii Produkcji  
Politechnika Śląska  
41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 32  
tel.: (0-32) 277 74 74, fax: (0-32) 277 73 62  
e-mail: Adam.Ryszko@polsl.pl