

AUDYT TECHNOLOGICZNY W PROCESIE BADANIA INNOWACYJNOŚCI PRZEDSIĘBIORSTW

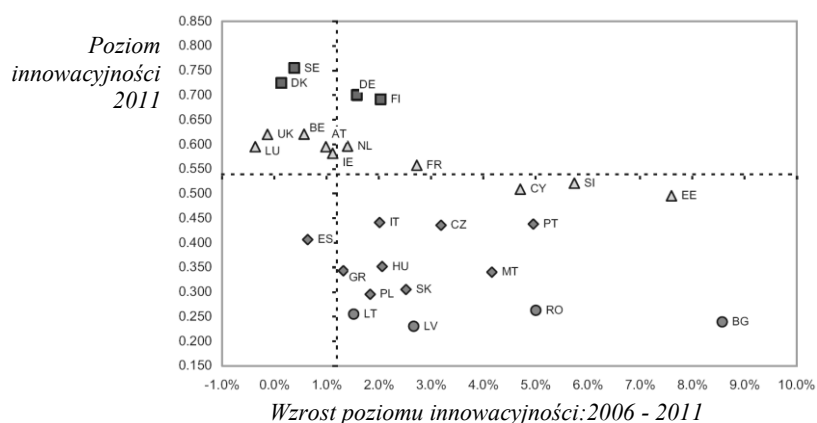
Wacław GIERULSKI, Bożena KACZMARSKA, Aleksandra SULERZ

Streszczenie: W artykule przedstawiono autorskie podejście do zagadnienia oceny poziomu innowacyjności przedsiębiorstwa. Wprowadzono kwantyfikację poziomów innowacyjności poszczególnych technologii oraz ocenę przedsiębiorstwa jako całości. Zaproponowano metodykę wyznaczania uogólnionego wskaźnika poziomu innowacyjności przedsiębiorstwa oraz zamieszczono wyniki oceny przykładowych przedsiębiorstw.

Słowa kluczowe: wskaźnik poziomu innowacyjności, kwantyfikacja, audyt technologiczny

1. Wprowadzenie

Rozwój gospodarczy państw, regionów i przedsiębiorstw wiąże się w sposób ścisły z potencjałem innowacyjnym i innowacyjnością. Są to cechy trudno mierzalne, ale mimo braku uniwersalnej metody precyzyjnego pomiaru dokonywane są oceny, na podstawie których powstają listy rankingowe. Niestety Polska w tych rankingach zajmuje daleką pozycję, co powinno stanowić zachętę do intensyfikacji działań proinnowacyjnych. Na rysunku 1 pokazano przykładowy ranking średniego wzrostu oraz poziomu innowacyjności państw UE [11]. Linia przerywaną zaznaczono wartości średnie dla UE.



Rys. 1. Innowacje w Unii Europejskiej

Źródło: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius-2011_en.pdf

Na liście rankingowej wydzielono pięć grup w zależności od poziomu innowacyjności:

- *Liderzy innowacji (Innovation leaders):*
Szwecja (SE), Dania (DK), Niemcy (DE), Finlandia (FI);
- *Innowatorzy (Innovation followers):*
Austria (AT), Belgia (BE), Cypr (CY), Estonia (EE), Francja (FR), Irlandia (IE),

- Luksemburg (LU), Holandia (NE), Słowenia (SI), Wielka Brytania (GB);
- *Umiarkowani innowatorzy (Moderate innovators):*
Czechy (CZ), Grecja (GR), Węgry (HU), Włochy (IT), Malta (MT), Polska (PL), Portugalia (PT), Słowacja (SK), Hiszpania (ES);
- *Maruderzy (Modest innovators):*
Bułgaria (BG), Łotwa (LV), Litwa (LT), Rumunia (RO).

W przedstawionym rankingu Polska zajmuje daleką pozycję w grupie umiarkowanych innowatorów. Ponadto niepokój budzi fakt zmniejszenia dynamiki rozwoju UE jako całości, czego przyczyną jest spadek tempa wzrostu innowacyjności. Efektem jest zwiększenie lub utrzymywanie się opóźnienia w stosunku do światowych liderów: USA, Japonii i Korei Południowej. Ta niekorzystna dla UE, a więc i dla Polski tendencja wymusza potrzebę zintensyfikowania wysiłków, które pozwolą utrzymać konkurencyjność gospodarki europejskiej w skali globalnej [12].

Konieczne jest wzmożenie działań pozwalających na przełamanie tej niekorzystnej tendencji. Jednym z nich może być diagnoza ukierunkowana na ocenę innowacyjności bezpośrednio w przedsiębiorstwach produkcyjnych, czyli w podstawowym miejscu powstawania i lokowania innowacji.

2. Innowacje technologiczne

Ważną grupę w procesie rozwoju stanowią innowacje technologiczne (techniczne) ukierunkowane na zmianę parametrów technicznych istniejących wyrobów i technologii wytwarzania lub wprowadzania nowych. Czasami tego rodzaju innowacje są efektem komercjalizacji wynalazków. Wprowadzanie innowacji technologicznych może być wynikiem spontanicznych działań pojedynczych osób lub zespołów. Może być też planowanym i uporządkowanym ciągiem działań z wykorzystaniem specjalnych metodyk przedstawiających zbiór zasad i sposobów uzyskiwania innowacyjnych rozwiązań.

Jako przykład tego rodzaju metodyki można wskazać TRIZ (Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zagadnień). TRIZ oferuje zestaw narzędzi, bazy wiedzy oraz proponuje specjalny algorytm kolejnych przybliżeń realizowany z wykorzystaniem tzw. podstawowego modelu technologicznego do tworzenia nowych innowacyjnych pomysłów i rozwiązywania problemów [1]. Przykładem innych metodyk są FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), czyli analiza przyczyn i skutków wad oraz QFD (*Quality Function Deployment*), określana jako dopasowanie funkcji jakości [4]. Obydwie metodyki ukierunkowane są na zmiany i modyfikacje wyrobu lub procesu wytwarzania, co często powiązane jest z wprowadzaniem innowacyjnych rozwiązań.

Narzędziem pozwalającym na ocenę aktualnego stanu przedsiębiorstwa może być audyt technologiczny. Według jednej z definicji „*Audyt technologiczny to proces oceny aktualnego potencjału technologicznego przedsiębiorstwa (w tym ocena parku maszynowego), stosowanych procedur i regulaminów oraz proces identyfikacji słabych i silnych stron firmy w celu restrukturyzacji, bądź wdrożenia nowocześniejszych zastosowań. Audyt technologiczny wykorzystywany jest do przedstawienia konkretnych propozycji dotyczących kierunków rozwoju przedsiębiorstwa pod kątem pozyskania i wykorzystania nowych technologii. Wskazuje obszary, w których przedsiębiorstwo potrzebuje wsparcia, oraz te, które mogą się stać podstawą dalszego rozwoju*” [13].

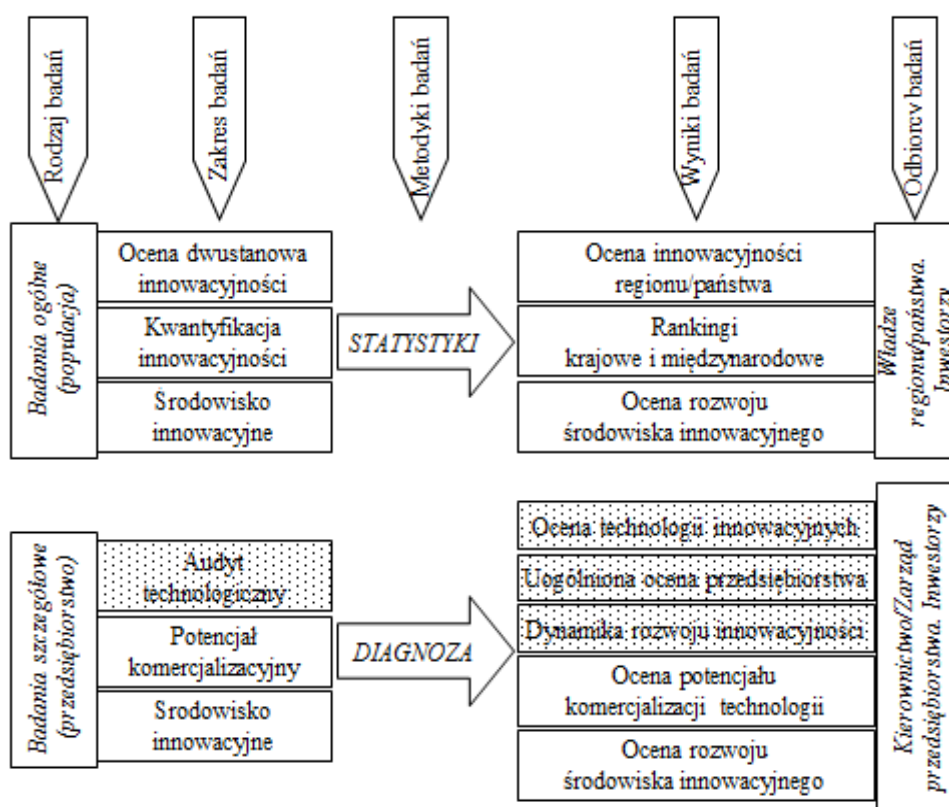
Identyfikacja i analiza aktualnego stanu powinna pełnić rolę katalizatora wymuszającego uruchomienie metodyki inicjującej wprowadzanie zmian innowacyjnych.

Pomocne przy tym może być tak zwane rozumowanie abdukcyjne [10]. Jest to jeden z trzech sposobów wnioskowania, obok dedukcji oraz indukcji, który pozwala wskazać kierunki uzasadnionych logicznie działań.

3. Miejsce audytu technologicznego w procesie badań innowacyjności

Śledząc literaturę przedmiotu (w tym Internet) odnosi się przekonanie o powszechności i popularności badań, analiz i rozważań ukierunkowanych na ocenę poziomu innowacyjności. Są one prowadzone przez instytucje z założenia do tego powołane (np. Eurostat), a także indywidualne osoby lub zespoły realizujące w ten sposób własne badania naukowe. W Polsce często działania tego rodzaju prowadzone są w ramach realizowanych programów współfinansowanych ze środków UE. Duża liczba publikacji na ten temat wymusiła ograniczenia w zamieszczonym zestawie literatury, gdzie podano głównie odwołania do własnych prac autorów [2, 5, 6, 7, 8].

Powszechność i różnorodność badań ukierunkowanych na ocenę poziomu innowacyjności inspirowane do usystematyzowania i przedstawienia pewnego rodzaju klasyfikacji ze wskazaniem rodzaju, zakresu, metodyk, wyników i odbiorców. Klasyfikacja taka pozwala na umiejscowienie i wskazanie roli audytu technologicznego w procesie badania innowacyjności (rysunek 2).



Rys. 2. Badania poziomu innowacyjności
Źródło: opracowanie własne

Rysunek 2 przedstawia klasyfikację:

Ze względu na rodzaj badań oraz stosowane metodyki:

- Badania ogólne – dotyczą populacji przedsiębiorstw na obszarze regionu, państwa, grupy państw (np. UE), często prowadzone są na bazie danych pośrednich. Jako metodyki można wskazać analizy statystyczne.
- Badania szczegółowe – dotyczą poszczególnych przedsiębiorstw, prowadzone są na bazie pozyskiwanych specjalnie w tym celu danych bezpośrednich. Jako metodyki można wskazać identyfikację i diagnozę.

Ze względu na zakres badania:

- W badaniach ogólnych:
 - Ocena dwustanowa innowacyjności;
 - Kwantyfikacja innowacyjności;
 - Środowisko innowacyjne.
- W badaniach szczegółowych:
 - Audyt technologiczny ;
 - Potencjał komercjalizacyjny;
 - Środowisko innowacyjne.

Odbiorcami badań ogólnych są władze regionu/państwa oraz inwestorzy, a ich wyniki to:

- Ocena ogólna poziomu innowacyjności regionu/państwa;
- Ocena poziomu innowacyjności z podziałem na kategorie;
- Rankingi krajowe i międzynarodowe;
- Ocena wzrostu poziomu innowacyjności;
- Ocena rozwoju środowiska innowacyjnego.

Odbiorcami badań szczegółowych są kierownictwo/zarząd przedsiębiorstwa oraz inwestorzy w przedsiębiorstwie, a ich wyniki to:

- Identyfikacja i ocena innowacyjnych technologii;
- Uogólniona ocena poziomu innowacyjności przedsiębiorstwa;
- Ocena dynamiki rozwoju innowacyjności przedsiębiorstwa;
- Ocena potencjału komercjalizacji innowacyjnych technologii;
- Ocena rozwoju środowiska innowacyjnego w przedsiębiorstwie.

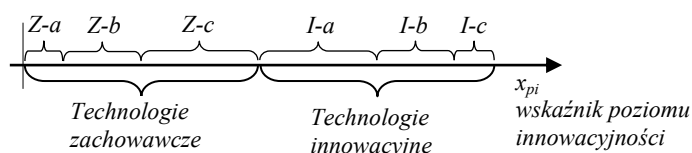
W takim ujęciu audyt technologiczny (spotyka się także pojęcie audytu innowacyjnego) jest działaniem pozwalającym na poznanie przedsiębiorstwa w stopniu odpowiednim do sporządzenia diagnozy, zawierającej opis i ocenę aktualnego stanu oraz sformułowanie prognozy rozwoju w obszarze zagadnień związanych z innowacyjnością.

4. Poziom innowacyjności przedsiębiorstwa

4.1. Struktura innowacyjności przedsiębiorstwa

Audyt technologiczny umożliwia identyfikację stosowanych w przedsiębiorstwie technologii. Dotyczy technologii rozumianych jako techniki wytwarzania, oraz technologii rozumianych jako cechy wyrobu. Część identyfikowanych technologii można zaliczyć do innowacyjnych, pozostałe zaś do zachowawczych (nie innowacyjnych), co odpowiada dwustanowej ocenie. Innym rozwiązaniem jest wprowadzenie miary ciągłej w postaci wskaźnika poziomu innowacyjności. W zależności od wartości wskaźnika technologia jest przypisywana do grupy technologii zachowawczych lub innowacyjnych. Tak więc, do grupy technologii zachowawczych są zaliczane te, dla których wskaźnik innowacyjności ma wartość mniejszą od wartości granicznej rozdzielającej obszary. Wprowadzając dalszą

kwantyfikację w obszarze technologii zachowawczych i innowacyjnych można wprowadzić strefy różnicujące poziom innowacyjności. Na rysunku 3 przedstawiono propozycję trzech stref w obrębie technologii zachowawczych (Z-a, Z-b, Z-c) i technologii innowacyjnych (I-a, I-b, I-c). Określono w ten sposób sześć stref poziomu innowacyjności. Przypisanie technologii do stref tworzy opis struktury innowacyjności przedsiębiorstwa.



Rys. 3. Strefy poziomu innowacyjności
Źródło: opracowanie własne

Wartości wskaźnika poziomu innowacyjności odpowiadające granicom stref zależą od przyjętego modelu oceny. Może to być model, w którym technologie zachowawcze i innowacyjne dzielą cały obszar na dwie równe części, w których wydzielone są po trzy strefy w granicach określonych z wykorzystaniem zasady Pareto, co pokazano w tabeli 1. Są to przedziały o zmiennej rozpiętości (rysunek 3). Najmniejszy zakres obejmujący przedziały na brzegach obszaru odpowiadające bardzo prostym (Z-a) i bardzo zaawansowanym technologiom (I-c).

Tab. 1. Podział na strefy poziomu innowacyjności

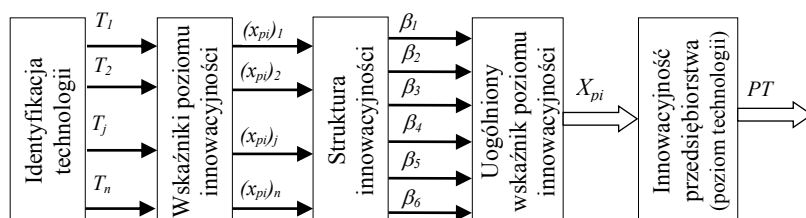
Numer strefy	Oznaczenie strefy	Udział procentowy	Rodzaj technologii	Udział % w grupach
1	Z-a	10%	Technologie zachowawcze	20%
2	Z-b	15%		30%
3	Z-c	25%		50%
4	I-a	25%	Technologie innowacyjne	50%
5	I-b	15%		30%
6	I-c	10%		20%

Źródło: opracowanie własne

W badaniu innowacyjności przedsiębiorstwa można wyróżnić kilka powiązanych ze sobą kolejnych etapów (rysunek 4).

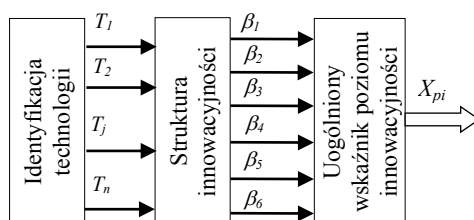
- Etap I – Identyfikacja technologii występujących w przedsiębiorstwie (związanych z technikami wytwarzania i cechami wyrobu), które będą poddawane ocenie.
- Etap II – Ocena poszczególnych technologii i przypisanie im wartości wskaźnika innowacyjności (x_{pi}). Pomocne tutaj będą znane procedury oceny (np. podręcznik OSLO, metodyka RIS, EIS) uzupełnione opracowaną specjalnie do tego celu metodą określania wskaźnika.
- Etap III – Poznanie i opis struktury innowacyjności w przedsiębiorstwie. Może to być wskazanie udziału technologii w różnych strefach poziomu innowacyjności poprzez określenie rozkładu w obszarze technologii zachowawczych i innowacyjnych. Miarą rozkładu są współczynniki β_1, \dots, β_6 .
- Etap IV – Wyznaczenie uogólnionego wskaźnika poziomu innowacyjności dla całego przedsiębiorstwa (X_{pi}), jako funkcji $f(\beta_1, \dots, \beta_6)$.
- Etap V – Określenie innowacyjności, której miarą jest poziom technologii (PT) obliczany z wykorzystaniem modelu rozwoju technologii [3]. Model ten pozwala także na

wskazanie dynamiki zmian zależnej od aktualnego stanu rozwoju innowacyjności w przedsiębiorstwie.



Rys. 4. Etapy badania poziomu innowacyjności – wersja pełna
Źródło: opracowanie własne

Badania mogą być prowadzone w uproszczonym zakresie, z pominięciem etapu II oraz etapu V (rysunek 5). Na podstawie informacji o przedsiębiorstwie i wykorzystywanych technologiach określana jest jedynie struktura innowacyjności przedsiębiorstwa (współczynniki: β_1, \dots, β_6) oraz wyznaczany jest uogólniony wskaźnik poziomu innowacyjności.



Rys. 5. Etapy badania poziomu innowacyjności – wersja uproszczona
Źródło: opracowanie własne

Możliwe są również wersje pośrednie, gdzie pomijany jest tylko jeden etap badania (etap II lub etap V).

4.2. Uogólniony wskaźnik poziomu innowacyjności

Dane do określania struktury innowacyjności przedsiębiorstwa (wersja uproszczona) mogą być pozyskiwane w procesie badań bezpośrednich (np. ankietowych). Dla każdego z trzech przedziałów technologii zachowawczych oraz innowacyjnych określana jest miara w pięciostopniowej skali Liketra (0, 1, 2, 3, 4). Następnie na podstawie wyników obliczana jest wartość uogólnionego wskaźnika innowacyjności przedsiębiorstwa, jako funkcja wykorzystywanych technologii.

$$X_{pi} = f(\beta_1 \dots \beta_6). \quad (1)$$

Jedną z propozycji jest zastosowanie metody środka ciężkości [9] ze współczynnikami wagowymi. Rolą współczynników wagowych jest wzmocnienie znaczenia technologii na

wyższych poziomach innowacyjności w ocenie łącznej przedsiębiorstwa. Zgodnie z tą metodą uogólniony wskaźnik innowacyjności obliczany jest według wzoru:

$$X_{pi} = \frac{\sum_{k=1}^6 k \cdot w_k \cdot \beta_k}{\sum_{k=1}^6 w_k \cdot \beta_k}, \quad (2)$$

gdzie: $k = 1 \dots 6$ – numer przedziału poziomu innowacyjności,
 w_k – współczynniki wagowe dla kolejnych $k = 1 \dots 6$,
 β_k – wartości współczynników struktury innowacyjności według skali Likerta ($\beta_k = 0 \dots 4$) dla kolejnych stref $k = 1 \dots 6$. (Z-a, ..., I-c).

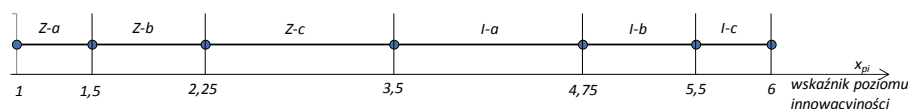
Wartości obliczonego w ten sposób wskaźnika zawierają się w przedziale obustronnie zamkniętym od 1 do 6 (niezależnie od przyjętych współczynników wagowych). Wynika to z możliwych krańcowych ocen, najniższa ocena $\beta_1 = 1$, a pozostałe równe zero oraz najwyższa ocena $\beta_6 = 4$, a pozostałe równe zero. Przyjmując model podziału na strefy przedstawiony w tabeli 1 wyznaczono granice przedziałów, co przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Granice stref poziomu innowacyjności

Technologie zachowawcze			Technologie innowacyjne		
Numer strefy	Oznaczenie strefy	Zakres wskaźnika	Numer strefy	Oznaczenie strefy	Zakres wskaźnika
1	Z-a	$1 \leq X_{pi} < 1,5$	4	I-a	$3,5 \leq X_{pi} < 4,75$
2	Z-b	$1,5 \leq X_{pi} < 2,25$	5	I-b	$4,75 \leq X_{pi} < 5,5$
3	Z-c	$2,25 \leq X_{pi} < 3,5$	6	I-c	$5,5 \leq X_{pi} \leq 6$

Zródło: opracowanie własne

Rozmieszczenie sześciu stref poziomu innowacyjności w formie graficznej pokazano na rysunku 6.



Rys. 6. Strefy poziomu innowacyjności

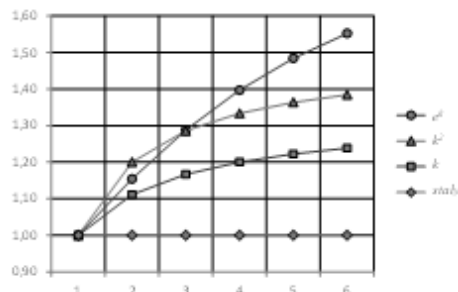
Zródło: opracowanie własne

W tabeli 3 przedstawiono cztery wersje doboru wartości współczynników wagowych. Współczynnik stały ($w = 1$) zachowuje naturalne znaczenie technologii innowacyjnych w procesie tworzenia oceny uogólnionej. Współczynnik liniowy ($w = k$) zwiększa w sposób proporcjonalny wpływ technologii innowacyjnych. W większym stopniu wpływ technologii innowacyjnych uwzględnia współczynnik kwadratowy ($w = k^2$). Ostatni z przedstawionych - współczynnik wykładniczy ($w = e^k$) zwiększa znaczenie technologii innowacyjnych w sposób dominujący. Wpływ współczynników wagowych na wartość uogólnionego wskaźnika innowacyjności w formie graficznej pokazano na rysunku 7. Punkty na wykresie pokazują zwiększenie współczynnika w stosunku do przypadku, gdy $w = 1$ przy jednakowych wartościach współczynników $\beta_1 \dots \beta_6$.

Tabela 3. Wartości współczynników wagowych

Przedział	Współczynniki wagowe			
	stały	k	k^2	e^k
1	1	1	1	2,7
2	1	2	4	7,4
3	1	3	9	20,1
4	1	4	16	54,6
5	1	5	25	148,4
6	1	6	36	403,4

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 7. Wpływ współczynników wagowych

Źródło: opracowanie własne

Obliczona wartość uogólnionego wskaźnika innowacyjności pozwala na przypisanie przedsiębiorstwa do jednej z sześciu stref w obszarze technologii zachowawczych lub innowacyjnych.

Określenie struktury innowacyjności z zastosowaniem skali Likerta może być realizowane z ustaleniem pewnych warunków ograniczających łączną liczbę punktów przypisanych we wszystkich strefach. Ograniczenie takie jest korzystne w obliczaniu uogólnionego współczynnika metodą środka ciężkości, gdyż nie wymaga stosowania współczynników wagowych o dużej sile wpływu. Wymaga to natomiast stosowania innej metodyki badań przedsiębiorstwa i wydaje się bardzo zasadne przy szacunkowej ocenie innowacyjności. Przyjmując, że każdej organizacji przypisuje się dokładnie 10 punktów, naturalną interpretacją oceny jest określanie struktury innowacyjności w postaci udziałów procentowych (1 punkt = 10%), nie przekraczających 40% dla strefy.

Przyjęcie stałej liczby punktów oceny powoduje zmianę ocen krańcowych, a w konsekwencji zmianę przedziału zmienności wskaźnika oraz wartości granicznych poszczególnych stref. Najniższa ocena odpowiada wartościom współczynników $\beta_1 = 4$, $\beta_2 = 4$, $\beta_3 = 2$, a najwyższa wartościom współczynników $\beta_4 = 2$, $\beta_5 = 4$, $\beta_6 = 4$. Przyjmując model podziału na strefy przedstawiony w tabeli 1 można wyznaczyć granice przedziałów, które w tym przypadku będą zależne od współczynników wagowych (tabela 4).

Tab. 4. Granice stref przy stałej liczbie punktów oceny

Strefy		Granice stref dla różnych współczynników wagowych			
		$w = 1$	$w = k$	$w = k^2$	$w = e^k$
1	Z-a	$1,80 \leq X_{pi} < 2,14$	$2,11 \leq X_{pi} < 2,43$	$2,37 \leq X_{pi} < 2,67$	$2,36 \leq X_{pi} < 2,69$
2	Z-b	$2,14 \leq X_{pi} < 2,65$	$2,43 \leq X_{pi} < 2,91$	$2,67 \leq X_{pi} < 3,13$	$2,69 \leq X_{pi} < 3,18$
3	Z-c	$2,65 \leq X_{pi} < 3,50$	$2,91 \leq X_{pi} < 3,71$	$3,13 \leq X_{pi} < 3,89$	$3,18 \leq X_{pi} < 4,01$
4	I-a	$3,50 \leq X_{pi} < 3,71$	$3,71 \leq X_{pi} < 4,51$	$3,89 \leq X_{pi} < 4,65$	$4,01 \leq X_{pi} < 4,83$
5	I-b	$3,71 \leq X_{pi} < 4,86$	$4,51 \leq X_{pi} < 4,99$	$4,65 \leq X_{pi} < 5,10$	$4,83 \leq X_{pi} < 5,32$
6	I-c	$4,86 \leq X_{pi} \leq 5,31$	$4,99 \leq X_{pi} \leq 5,31$	$5,10 \leq X_{pi} \leq 5,41$	$5,32 \leq X_{pi} \leq 5,65$

Źródło: opracowanie własne

Różnice pomiędzy granicami stref dla różnych współczynników wagowych stanowią duże utrudnienie przy wzajemnym porównywaniu i interpretacji wyników.

5. Wyniki badań – studium przypadku

Badania według wskazanej metodyki (wersja uproszczona – rysunek 5) przeprowadzono dla ośmiu wybranych przedsiębiorstw. Przy określaniu struktury innowacyjnej zastosowano skalę Likerta z ograniczeniami i każdemu przedsiębiorstwu przypisywano 10 punktów. Oceny dokonywano w sposób szacunkowy na podstawie wiedzy o przedsiębiorstwie.

Przedsiębiorstwo Y1 – mała odlewnia żeliwa. Produkuje wyroby ozdobne (nogi do ławek i stolików, elementy ogrodzeń), wyroby kuchennie-pieczowe (ruszty, płyty, drzwiczki) oraz elementy kanalizacyjne (włazy, kratki kanałowe). Są to wyroby tradycyjne, produkowane od wielu lat ($\beta_1 = 4$), wprowadzane są pewne nowości dotyczące kształtu w asortymencie wyrobów ozdobnych ($\beta_2 = 3$), wykorzystywane są inżynierskie programy graficzne w procesie projektowania ($\beta_3 = 3$).

Przedsiębiorstwo Y2 – odlewnia żeliwa średniej wielkości. Odlewnia specjalizuje się w produkcji armatury kanalizacyjnej ($\beta_4 = 3$). Projektowane i wykonywane są również nietypowe odlewy wykorzystywane w budowie maszyn ($\beta_6 = 2$). Przedsiębiorstwo posiada własny zespół konstruktorów współpracujący z ośrodkami naukowymi. Projektowane wyroby poddawane są analizie wytrzymałościowej. Stosowane są nowoczesne automatyczne linie formierskie, odlewnicze, oczyszczania i malowania odlewów. Piece żeliwiaki wyposażone są w układy bezpośredniego zasilania tlenem, zaopatrzone w urządzenia odpylające ($\beta_5 = 4$). Odlewnia produkuje także proste wyroby metodami tradycyjnymi ($\beta_2 = 1$).

Przedsiębiorstwo Y3 – firma branży chemicznej, jest producentem farb fleksograficznych (stosowanych w poligrafii) oraz klejów do kartonu, papieru i drewna. Część produkcji obejmuje tradycyjne wyroby ($\beta_2 = 3$, $\beta_3 = 4$). Istnieje możliwość modyfikacji produktów w zależności od potrzeb klienta ($\beta_4 = 2$). Podejmowane są próby wprowadzania wyrobów nowej generacji w zakresie farb fleksograficznych ($\beta_5 = 1$).

Przedsiębiorstwo Y4 – mała huta szkła. Podstawowa produkcja, to wysokojakościowe opakowania ze szkła bezbarwnego oraz oranżowego o pojemnościach od 50 do ponad 1500 ml ($\beta_4 = 4$). Produkcja dodatkowa obejmuje pojemniki i lampiony do zniczy oraz stoje typu twist-off ($\beta_2 = 1$, $\beta_3 = 3$). Część produkcji realizowana jest z wykorzystaniem nowoczesnych zautomatyzowanych linii wytwórczych ($\beta_5 = 2$).

Przedsiębiorstwo Y5 – produkcja wyrobów metalowych. Główny produkt stanowią kontenery stalowe o pojemności od 5 m³ do 47 m³. Ponadto produkowane są różnego rodzaju skrzynie stalowe, pojemniki metalowe oraz palety transportowe różnych typów oraz przeznaczenia. Wyroby są zabezpieczone przed korozją wysokiej jakości farbami podkładowymi oraz lakierowane na dowolny kolor z palety RAL ($\beta_3 = 3$, $\beta_4 = 3$). Każdy kontener może być wykonany zgodnie z indywidualnymi wymaganiami klienta według dokumentacji sporządzonej przez własne biuro konstrukcyjne lub dostarczonej przez zamawiającego ($\beta_5 = 2$, $\beta_6 = 2$).

Przedsiębiorstwo Y6 – branża chemiczna, produkcja ekologicznych rozwiązań m.in. dla przemysłu metalowego, hutniczego, górniczego, motoryzacyjnego, budowlanego i rolniczego ($\beta_4 = 3$). Przedsiębiorstwo dysponuje zakładem produkcyjnym oraz laboratorium badawczo-wdrożeniowym. Produkcja oparta jest na własnych rozwiązaniach i uzyskanych patentach ($\beta_6 = 3$). Produkuje bezpieczne i nowoczesne produkty oraz doskonali technologię wytwarzania wyrobów pod kątem oddziaływania na środowisko,

zapobiega i stale monitoruje zanieczyszczenia emitowane do powietrza, wody i ziemi oraz wytwarzanie odpadów ($\beta_5 = 4$).

Przedsiębiorstwo Y7 – głównym obszarem działalności jest produkcja kabli dla audiofilii ($\beta_4 = 2$). Do produkcji używane są specjalnie dobrane materiały - miedź beztlenu i srebro o najwyższym współczynniku czystości, złączenia wykonane są z czystego złota ($\beta_5 = 3$). Produkowane przewody są projektowane i testowane, a następnie przechodzą bardzo zaawansowany technicznie i skomplikowany proces produkcyjny ($\beta_6 = 3$). Wieloetapowa obróbka maszynowa i jakość użytych materiałów determinują efekt końcowy oraz zapewniają wysoką jakość dźwięku ($\beta_3 = 2$).

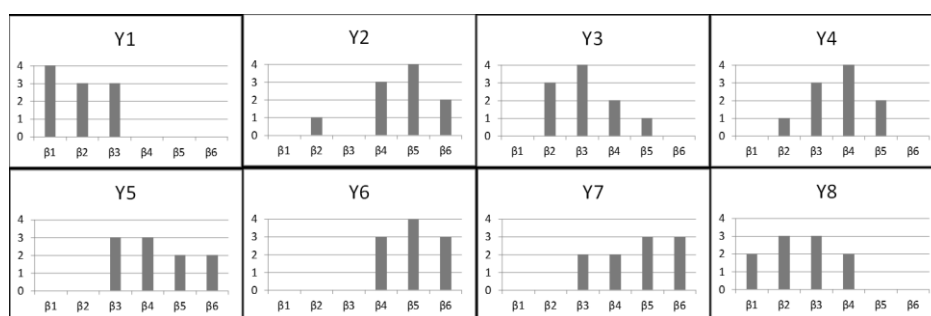
Przedsiębiorstwo Y8 – przedsiębiorstwo działające w branży informatycznej. Obszar działalności to: konfiguracja i handel sprzętem komputerowym ($\beta_1 = 2$), świadczenie prostych usług informatycznych ($\beta_2 = 3$), wdrażanie standardowych systemów informatycznych ($\beta_3 = 3$), projektowanie i tworzenie stron internetowych oraz systemów do zarządzania małymi podmiotami gospodarczymi ($\beta_4 = 2$).

Dane dotyczące struktury innowacyjności przedsiębiorstw zestawiono w tabeli 3 oraz pokazano w formie graficznej na rysunku 8.

Tab. 5. Struktura innowacyjności przedsiębiorstw

Strefy, współczynniki		Przedsiębiorstwa							
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
Z-a	β_1	4	0	0	0	0	0	0	2
Z-b	β_2	3	1	3	1	0	0	0	3
Z-c	β_3	3	0	4	3	3	0	2	3
I-a	β_4	0	3	2	4	3	3	2	2
I-b	β_5	0	4	1	2	2	4	3	0
I-c	β_6	0	2	0	0	2	3	3	0

Źródło: opracowanie własne



Rys. 8. Struktura innowacyjna przedsiębiorstw – współczynniki β_1, \dots, β_6

Źródło: opracowanie własne

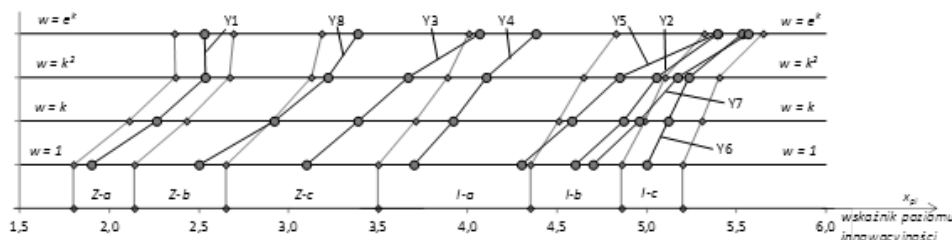
Wykorzystując metodę środka ciężkości obliczono wartości uogólnionych wskaźników innowacyjności dla czterech różnych współczynników wagowych (Tabela 6). Natomiast na rysunku 9 przedstawiono wyniki w formie graficznej na tle granic stref poziomu innowacyjności, pokazując w ten sposób, także zmiany w ich obrębie.

Tab. 6. Wartości uogólnionych wskaźników innowacyjności.

Współ- czynnik wagowy	Przedsiębiorstwa															
	Y1		Y2		Y3		Y4		Y5		Y6		Y7		Y8	
	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	X_{pi} -strefa	
$w=1$	1,90	Z-a	4,60	I-b	3,10	Z-c	3,70	I-a	4,30	I-a	5,00	I-c	4,70	I-b	2,50	Z-b
$w=k$	2,26	Z-a	4,87	I-b	3,39	Z-c	3,92	I-a	4,58	I-b	5,12	I-c	4,96	I-b	2,92	Z-c
$w=k^2$	2,53	Z-a	5,05	I-b	3,67	Z-c	4,10	I-a	4,85	I-b	5,23	I-c	5,17	I-c	3,22	Z-c
$w=e^k$	2,53	Z-a	5,40	I-c	4,07	I-a	4,38	I-a	5,39	I-c	5,53	I-c	5,57	I-c	3,39	Z-c

Źródło: opracowanie własne.

Wprowadzone współczynniki wagowe wpływają na ostateczny wynik zwiększając wartość wskaźnika innowacyjności. Powodują one zwiększenie wartości uogólnionego wskaźnika w stopniu większym niż proporcjonalny, premiując w ogólnej ocenie działania proinnowacyjne.



Rys. 9. Uogólniony wskaźnik innowacyjności przedsiębiorstw

Źródło: opracowanie własne

Analiza wyników (rys.9) powinna stanowić podstawę do wyboru jednej metodyki obliczania uogólnionego wskaźnika innowacyjności. Zawsze będzie to jednak wybór częściowo subiektywny, jednak mając duże uznanie dla przedsiębiorstw podejmujących zadania związane z rozwojem wydaje się celowe przyjęcie modelu obliczeń promującego wprowadzanie rozwiązań innowacyjnych.

6. Podsumowanie

W pracy przedstawiono podejście do oceny innowacyjności w ujęciu ilościowym możliwym do zastosowania w odniesieniu do przedsiębiorstw produkcyjnych. Nie jest to ujęcie statystyczne, lecz takie, w którym każde przedsiębiorstwo może być indywidualnie oceniane z rezultatem w formie diagnozy. Zrezygnowano z oceny dwustanowej wprowadzając kwantyfikację poziomów innowacyjności. Przedstawiono propozycje oceny całego przedsiębiorstwa, gdzie wychodząc ze struktury innowacyjności dochodzi się do uogólnionego wskaźnika.

Praca nie prezentuje metod rozwiązywania wszystkich przedstawionych problemów. Wymaga to dalszych badań i analiz zgodnie ze wskazanymi postulatami. Zamieszczone przykłady oparte są na szacunkowych danych i należy je traktować jako ilustracje przedstawionej koncepcji, a nie ostateczne rozwiązanie.

Przedstawiona koncepcja bazuje na powszechnie znanych nurtach w zarządzaniu jakością i działaniach inżynierskich, według których oceniać można tylko to, co zostało zmierzone, a wyniki pomiaru są podstawą do zmian. Pomiar dotyczy innowacyjności przedsiębiorstwa, a zmiany kojarzone są z jego rozwojem.

Literatura

1. Boratyński J. (redakcja naukowa): TRIZ - Teoria rozwiązywania innowacyjnych zadań Świętokrzyskie Centrum Innowacji i Transferu Technologii, Kielce 2009.
2. Gierulski W., Kaczmarska B.: Methodology for Evaluating Organization Development State. An Application of the DEA Method, LAP Lambert Academic Publishing, Germany 2012, ISBN 978-3-659-22975-6.
3. Gierulski W., Kaczmarska B.: Evaluating The Level Of Technology Development – A Mathematical Model XVI Konferencja „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji” Zakopane” 2013 (zgłoszony referat).
4. Hamrol A.: Zarządzanie jakością z przykładami, PWN 2011.
5. Kaczmarska B.: Clipping jako źródło danych do oceny poziomu innowacyjności regionu, XVI Konferencja „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji” Zakopane” 2013 (zgłoszony referat).
6. Kaczmarska B.: Macierz stanów jako model działalności ośrodków innowacji i przedsiębiorczości, w: P. Łebkowski (red. nauk.) Aspekty inżynierii produkcji, Wydawnictwo AGH, Kraków, 2010, s. 115-128.
7. Kaczmarska B., Gierulski W.: Analiza porównawcza poziomu innowacyjności państw Unii Europejskiej, w: Zbiór prac naukowych – nauki ekonomiczne, Uniwersytet Chmielnicki, Ukraina 2012, s. 28-38.
8. Kaczmarska B.: Klasyfikacja i ocena efektywności ośrodków innowacji i przedsiębiorczości, Problemy Zarządzania vol. 7, nr 2(24), Wydawnictwo Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego 2009, str.71-86.
9. Luściński S., Gierulski W.: Identyfikacja stopnia rozwoju systemów informatycznych zarządzania. Zarządzanie Przedsiębiorstwem, 1/2010, str. 46-54.
10. Urbański M.: Rozumowania abdukcyjne . Wydawnictwa Naukowe UAM, Poznań 2009 (https://repozytorium.amu.edu.pl/jspui/bitstream/10593/1025/1/Urbanski_pdf).
11. Europejska tablica wyników innowacyjności, (ec.europa.eu/news/science/120208_pl.htm), (http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius-2011_en.pdf).
12. Unijna tablica wyników innowacyjności (ec.europa.eu/news/science/120208_pl.htm), (ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius-2011_en.pdf)
13. http://www.pi.gov.pl/iob/chapter_86488.asp

Dr hab. inż. Waław Gierulski, prof. nadzw. PŚk.

Dr Bożena Kaczmarska

Mgr inż. Aleksandra Sulerz

Katedra Inżynierii Produkcji, Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego
Politechnika Świętokrzyska, 25-314 Kielce, Aleja Tysiąclecia PP 7

e-mail: waław.gierulski@tu.kielce.pl

bożena.kaczmarska@tu.kielce.pl

a.sulerz@tu.kielce.pl