



**Anna Małgorzata Deptuła\***

**Katarzyna Rudnik\*\***

Politechnika Opolska

## UWARUNKOWANIA OCENY RYZYKA INNOWACJI TECHNICZNYCH

### Streszczenie

Artykuł przedstawia zagadnienie oceny ryzyka innowacji technicznych z perspektywy jej techniczno-ekonomicznych uwarunkowań. Celem opracowania jest porównanie najczęściej wykorzystywanych metod w kontekście zastosowania ich do oceny ryzyka innowacji technicznych. W przeprowadzonej analizie porównawczej wykorzystano dotychczasowe doświadczenia autorów (bazujące na zrealizowanych ocenach ryzyka innowacji). Dokonana ocena ma charakter punktowy i pozwala określić mocne i słabe strony poszczególnych metod w świetle przyjętych kryteriów. Zaprezentowana analiza w swych założeniach odwołuje się do podstaw projektowania inżynierskiego oraz niezbędnych wymogów rynkowych. W wyniku jej przeprowadzenia żadna z analizowanych metod nie otrzymała maksymalnej oceny. Świadczy to o potrzebie udoskonalania i dostosowywania istniejących metod w kontekście oceny ryzyka innowacji technicznych.

**Słowa kluczowe:** innowacje techniczne, metody oceny ryzyka, ocena wielokryterialna, logika rozmyta

---

\* Adres e-mail: [an.deptula@po.opole.pl](mailto:an.deptula@po.opole.pl).

\*\* Adres e-mail: [k.rudnik@po.opole.pl](mailto:k.rudnik@po.opole.pl).

## Wprowadzenie

Ocena ryzyka innowacji technicznych jest zadaniem trudnym i skomplikowanym. W rzeczywistości wiele wykorzystywanych do tego celu metod nie jest w pełni przystosowanych do wymogów, jakie stawia przed nimi rzeczywistość. Literatura z zakresu zarządzania projektami prezentuje dość obszerny zasób metod i narzędzi, jednak bardzo często nie spełniają one nawet podstawowych wymogów stawianych ocenie ryzyka innowacji technicznych.

Przyjmuje się, iż ryzyko w procesach innowacyjnych jest związane z zaangażowanym kapitałem, rodzajem innowacji oraz instrumentami finansowymi (Janasz, Janasz, Prozorowicz, Świadek, Wiśniewska, 2002). Jednak z uwagi na przedmiot oceny, jakim jest rozwiązanie techniczne, przyjmuje się, iż punkt ciężkości wybranej metody powinien znajdować się po stronie zagadnień technicznych przy jednoczesnym uwzględnieniu ekonomicznych aspektów innowacji. Ponadto przeprowadzana ocena powinna być rozpatrywana w ujęciu względnym, a nie absolutnym. Osiągnięte to może być jedynie poprzez określenie punktu względności, jakim może być na przykład kryterium oceny. Podczas realizacji przedsięwzięcia innowacyjnego występuje wiele rodzajów zagrożeń, ale najistotniejsze są te, które uniemożliwiają jego realizację, przez co zakłada się wykorzystanie negatywnej koncepcji oceny ryzyka w analizach dotyczących tego typu przedsięwzięć. Spełnienie wskazanych wymogów nie jest jednak łatwe. Większość metod bazuje jedynie na wybranych elementach, a nie do końca uwzględnia uwarunkowania innowacji tworzące podstawy dobrej i solidnej metody oceny (Deptuła, 2015; Deptuła, Knosala, 2015a, 2015b).

Głównym celem opracowania jest wskazanie uwarunkowań tworzących podstawę oceny ryzyka innowacji technicznych oraz porównanie najczęściej wykorzystywanych metod. Zaprezentowane w artykule uwarunkowania wynikają z wielu kwestii: środowiskowych, projektowych, metodologicznych czy rynkowych wymogów działalności przedsiębiorstw. W artykule przedstawiono tło tych aspektów i omówiono konkretne wymogi, jakie powinna spełniać metoda dostosowana do oceny ryzyka tego typu rozwiązań. Pośrednim celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie współcześnie wykorzystywanych metod do oceny ryzyka innowacji oraz ich ocena pod względem adekwatności co do wymogów stawianych przez projektantów, przedsiębiorców i przede wszystkim rzeczywistość działalności gospo-

darczej. Dla lepszego odniesienia prezentowanych w opracowaniu treści indeksem górnym oznaczono te elementy, które stanowią podstawę oceny wybranych metod szacowania ryzyka. W realizacji artykułu wykorzystano analizę porównawczą oraz ocenę punktową.

## 1. Uwarunkowania oceny ryzyka

Oczywiste jest, iż aby jakakolwiek metoda była „dobra”, musi mieć solidne podstawy metodologiczne. W przypadku innowacji stanowią je uwarunkowania, jakie zostaną opisane w tej części opracowania. Z uwagi na przedmiot innowacji technicznych należy zaznaczyć, iż elementem niezbędnym w procesie oceny ryzyka jest uwzględnienie wymogów, jakie stawia metodologia projektowania inżynierskiego.

Zagadnienia projektowania inżynierskiego mają istotne znaczenie dla innowacji, jednak w zależności od jej rodzaju nabierają nieco innej wagi. Przykładowo, jeśli rozważamy innowacje o charakterze przyrostowym, to możemy mówić o tym, iż rola projektowania inżynierskiego jest prawie taka sama jak w przypadku zwykłego projektu. W przypadku innowacji radykalnych sytuacja ulega diametralnej zmianie, a przesłanki inżynierskie stanowią bazę do analizy ryzyka. Całkiem inne podejście stosuje się do innowacji, które oprócz zmian inżynierskich (powodujących korzyści ekonomiczne) posiadają znaczne walory estetyczne. Przykłady takich rozwiązań znaleźć można na przykład w architekturze i tutaj zbiór kryteriów optymalności rozwiązania jest znacząco inny niż w przypadku typowych innowacji technicznych. Należy także zaznaczyć, iż bardzo często innowacje produktowe czy procesowe związane są z projektowaniem tak zwanej działalności badawczej. Stąd też przy ocenie ryzyka obiektu, w którym prace B+R mają wysoki stopień zaawansowania, należy uwzględnić dodatkowe kryteria (głównie z powodu trudności w ocenie projektowania potrzeby, jaką zaspokoić mają rezultaty prowadzonych badań). Trudność tego zadania polega na tym, iż bardzo często prace badawcze mają określić to, czego jeszcze nie wiemy o danym obiekcie, zatem w tym przypadku nie dostaniemy konkretnego rozwiązania problemu, tylko wręcz przeciwnie – zostanie on wygenerowany. W projektowaniu inżynierskim dużą rolę odgrywają również kompetencje twórcze i innowacyjne projektanta, które warunkują prawidłowość całego procesu wytwórczego (Zieleniewski, 1973).

W ocenie ryzyka innowacji technicznej należy uwzględnić przede wszystkim poprawność założeń inżynierskich danego rozwiązania. W tym zakresie warto wybrać taką metodykę projektowania, która odpowiada następującym kryteriom (Buczkowski, 1973):

- kompletności kryteriów technicznych<sup>A</sup>,
- adekwatności zbioru parametrów opisujących przedmiot projektowany<sup>B</sup>.

Ważne jest także, iż formułując syntetyczne kryteria oceny danego obiektu, zwiększamy obiektywizm oceny danego rozwiązania (Gackowski, 1973). Projektowanie obiektów ma też jeszcze jedną istotną własność. Polega ona na określaniu wariantowym parametrów konstrukcyjnych, co z kolei wiąże się ze zwiększaniem efektywności (w pewnym zakresie) przy jednoczesnym obniżeniu efektywności innego zespołu. Określenie efektywności polega na porównaniu efektów danego działania z jego nakładami. Działanie to może przyjmować różne formy, które zależą głównie od rodzaju nakładów. W operacyjnym kryterium efektywności nakłady nie są substytutami, w kryterium kosztowym nakłady są wzajemnymi substytutami. Ponadto wyniki oceny efektywności są mierzalne w sposób stopniowalny lub nie, lecz nie w jednostkach pieniężnych. Z kolei w ekonomicznym kryterium efektywności zarówno wyniki, jak i nakłady są wzajemnymi substytutami i wyrażone są pieniężnie. Ekonomiczne podejście umożliwia pełną ocenę efektywności projektu, jednak jego przeprowadzenie jest najtrudniejsze. Z kolei oceniając przedmiot projektowany w przypadku braku możliwości kalkulacji nakładów i efektów, kryteria można podzielić na kryteria konsumenta końcowego produktu/usługi, bezpieczeństwa oraz realności fizycznej i ekonomicznej (Gackowski, 1973; Buczkowski, 1973). Jednocześnie należy zaznaczyć, iż efektywności ekonomicznej można przyporządkować kryteria techniczne (Buczkowski, 1973).

Wiedząc, że projektowanie jest częścią ciągu działań, które wywołują zmiany w otoczeniu, należy uwzględnić ten wpływ w ocenie projektu, jak i możliwość oddziaływania otoczenia na projekt. W projektowaniu najczęściej mamy do czynienia z oddziaływaniem na (Sosnowski, 1977):

- człowieka<sup>C</sup>,
- społeczeństwo<sup>D</sup>,
- gospodarkę<sup>E</sup>,
- inne systemy techniczne<sup>F</sup>,
- środowisko naturalne<sup>G</sup>,

– „siebie” rozumianego jako własna charakterystyka systemu technicznego<sup>H</sup>.

Należy także zauważyć, iż złożoność współczesnych projektów sprawia, że identyfikacja i ocena skutków funkcjonowania danych rozwiązań dokonywana jest nie przez stronę producenta (sprawcę) wyrobu, a przez specjalistów z różnych dziedzin (ekspertów). Zakłada się, że „sprawca danego rozwiązania” nie ma potrzeby wnikać w przesłanki, jakimi kierowali się specjaliści, określając na przykład wymogi dotyczące spełnienia norm środowiskowych (Sosnowski, 1977). Producent musi te normy poznać i się do nich dostosować. Nie bez znaczenia są również: intuicja, motywacja czy psychika projektanta, która poprzez zastosowanie właściwych i indywidualnych tylko dla siebie uproszczeń (heurystyk) wpływa na rezultaty końcowe projektowania (Lenkiewicz, 1977). W ogólnym ujęciu można powiedzieć, że chodzi tu o trafność doboru zespołu projektowego<sup>P</sup>.

## 2. Ocena ryzyka innowacji technicznych

W ocenie ryzyka innowacji bardzo często spotyka się podejście intuicyjne (dalej nazywane **metodą intuicyjną**), w którym specjaliści (twórcy innowacji) na podstawie własnego doświadczenia szacują ryzyko. Do tego celu wykorzystują **elementy analizy SWOT**. Niestety jest to podejście wysoce subiektywne, co sprawia, iż przeprowadzane analizy obarczone są błędem „optymizmu twórcy”. Szacowania takie bywają łączone z metodą sporządzania **scenariuszy**, jest to jednak droga metoda wymagająca grona specjalistów (ekspertów), co ogranicza ją w szerokim zastosowaniu. Najczęściej wiąże się z opracowywaniem wariantów optymistycznych i pesymistycznych, a następnie na tej podstawie dokonywana jest selekcja zaproponowanych rozwiązań. W analizie scenariuszy wykorzystuje się także ocenę punktową. W niektórych firmach metoda ta stosowana jest niezależnie i stanowi wyznacznik oceny ryzyka (Deptuła, 2015).

Często wykorzystywanym narzędziem jest też **analiza wrażliwości**. Pozwala ona na określenie wrażliwości poszczególnych kryteriów efektywności na zmianę rozważanych przepływów pieniężnych. Ma ona swoje zastosowanie głównie w zakresie oceny ryzyka finansowego, które jest jednym z najczęściej analizowanych rodzajów ryzyka. Ryzyko finansowe analizowane bywa także za pomocą metod: **prognozy rentowności, wskaźnikowych, zarządzania ryzykiem kursowym czy wybranych metod inwestycyjnych** (FV, PV, NPV, IRR). W ocenie ryzyka wykorzystuje się

również metody drzew decyzyjnych czy bardziej rozbudowaną metodę analizy **Sieci Bayesa**. Nierzadko stosowana jest także **FMEA** jako metoda analizy potencjalnych rodzajów i skutków uszkodzeń. Jeśli chodzi o graficzne metody, to jedną z częściej spotykanych w praktyce są **mapy ryzyka** (Nahotko, 1996; Pawłowski, 2004; Landwójtowicz, Knosala, 2011; Deptuła, Knosala, 2015a; Deptuła, Rudnik, 2017).

Inną metodą jest **wielokryterialna ocena ryzyka innowacji technicznych** opracowana specjalnie dla tego typu przedsięwzięć. Ocena jest tu przeprowadzana dwuetapowo. W pierwszym kroku wyznaczany jest wskaźnik określający ogólną predyspozycję przedsiębiorstwa do realizacji projektów innowacyjnych (profil ryzyka firmy). Stanowi on syntetyczną informację na temat gotowości przedsiębiorstwa do realizacji projektu. Na tym etapie analizowane są tak zwane ogólne wytyczne (dalej nazywane kryteriami ogólnymi) odnośnie do podmiotu wdrażającego innowacyjne. Ocena ma charakter punktowy i uwzględnia wagi przyjętych kryteriów (Deptuła, Knosala, 2015a). Drugi etap oceny polega na zidentyfikowaniu i ocenie zagrożeń związanych z samą innowacją. Podstawę oceny stanowią kryteria szczegółowe, które można znaleźć w (Landwójtowicz, Knosala 2016). Dodatkowo do kryteriów przypisano potencjalne zagrożenia, które niebawem będzie można znaleźć w publikacji (Knosala, Deptuła, w druku).

W zakresie metod celowanych *stricte* w ocenę ryzyka innowacji technicznych wykorzystywane są także rozwiązania związane z zastosowaniem **rozmytego systemu wnioskującego**. Narzędzie to pozwala na szczegółową ocenę czynników ryzyka innowacji na podstawie trzech parametrów: prawdopodobieństwa ( $P$ ), wykrywalności ( $W$ ) oraz znaczenia zagrożenia ( $S$ ). W trakcie budowy bazy wiedzy systemu rozmytego można określić preferencję ważności wybranego parametru  $P$ ,  $W$  lub  $S$ . Jest to zaleta proponowanego rozwiązania w porównaniu z tradycyjną oceną ryzyka wynikającą z zastosowania iloczynu parametrów:  $P$ ,  $W$  i  $S$  (Deptuła, Rudnik, 2017). Z kolei w publikacji (Landwójtowicz, Rudnik, 2014) przedstawiono podejście polegające na zastosowaniu **neuronowo-rozmytego systemu ANFIS**. Inne rozwiązanie związane z wykorzystaniem logiki rozmytej zaprezentowano w pracy (Rudnik, Deptuła, 2015), gdzie omówiono **probabilistyczno-rozmyte** narzędzie do modelowania zagadnień oceny ryzyka innowacji.

### 3. Porównanie metod wykorzystywanych w ocenie ryzyka

Zaprezentowane w tym rozdziale porównanie metod stosowanych w ocenie ryzyka innowacji technicznych nie ma na celu wyłonienia najlepszej metody, a jedynie wskazanie mocnych i słabych stron poszczególnych metod w kontekście wymogów, jakie powinny spełniać. Z uwagi na ścisły związek innowacji technicznych z metodologią projektowania inżynierskiego w porównaniu wykorzystano część elementów, które wskazywane są również w procesie doboru optymalnej metodologii projektowania.

W kwestii uściślenia przyjmuje się, iż stosowana metoda projektowania innowacji powinna spełniać przynajmniej następujące postulaty (Koch, 1977):

- a) odzwierciedlać prawidłowości procesu projektowego<sup>1</sup>;
- b) przedstawiać strukturę procesu projektowego<sup>1</sup>;
- c) zawierać podstawowe elementy i cechy działalności projektowej, tak aby w zależności od sytuacji można było wybrać odpowiednie elementy<sup>K</sup>;
- d) uwzględniać proces twórczy w działaniach grupy projektowej<sup>L</sup>;
- e) umożliwiać wielokrotne zastosowanie opracowanych procedur<sup>M</sup>;
- f) być na tyle zrozumiała, aby możliwe było jej zastosowanie również przez osobę niebędącą specjalistą w danej dziedzinie<sup>N</sup>;
- g) umożliwiać zaprezentowanie wyników w sposób jasny i zrozumiały oraz zawierać jasne zasady postępowania (jeśli to konieczne, posiadać słownik najważniejszych pojęć)<sup>O</sup>.

Uwzględniając wymienione postulaty oraz zestawiając uwarunkowania oceny ryzyka innowacji, do porównania metod wybrano następujące elementy (kryteria):

1. Szybkość zastosowania – wyrażająca się w czasie przeprowadzenia analiz<sup>E</sup>.
2. Wielokryterialność oceny – wyrażająca się w uwzględnieniu zagadnień natury technicznej<sup>A1</sup>.
3. Wielokryterialność oceny – wyrażająca się w uwzględnieniu zagadnień natury ekonomicznej<sup>A</sup>.
4. Uwzględnienie wpływu człowieka na proces tworzenia innowacji<sup>BCP</sup>.
5. Uwzględnienie wpływu projektu na środowisko naturalne<sup>G</sup>.
6. Uwzględnienie wpływu projektu na gospodarkę<sup>E</sup>.
7. Uwzględnienie zależności wewnątrzprojektowych<sup>HJ</sup>.

8. Charakterystyka projektu na tle innych rozwiązań innowacyjnych – rozróżnienie skali innowacji (przedsiębiorstwo, kraj, świat)<sup>F</sup>.
9. Dynamiczny charakter oceny – umożliwiający dostosowanie metody oceny do zmieniających się warunków projektu innowacyjnego<sup>K</sup>.
10. Względna uniwersalność opracowanych procedur<sup>M</sup>.
11. Jasne wytyczne i zalecenia co do zasad zastosowania<sup>N</sup>.
12. Dobra i przejrzysta reprezentowalność wyników<sup>O</sup>.
13. Celowy dobór ekspertów<sup>P</sup>.
14. Względny charakter oceny – odnoszenie poszczególnych jej etapów do wzorców, norm itp.

W punktacji mającej pomóc w ocenie wybranych metod wykorzystano następującą skalę:

- a) 0 pkt – brak jednoznacznych danych/przykładów zastosowań świadczących o spełnieniu badanego kryterium;
- b) 1 pkt – metoda w jej alternatywnych wersjach po modyfikacjach może spełnić dane kryterium;
- c) 2 pkt – metoda częściowo spełnia dane kryterium;
- d) 3 pkt – metoda w pełni odpowiada danemu kryterium.

Ocena dokonana została na podstawie doświadczeń autorów niniejszego artykułu w zakresie opracowywania i stosowania w praktyce przemysłowej wybranych metod oceny. Jej wyniki zaprezentowano w tabeli 1. W zestawieniu uwzględniono następujące metody:

1. metodę intuicyjną,
2. metodę scenariuszową,
3. metodę punktową,
4. analizę wrażliwości,
5. metody inwestycyjne,
6. drzew decyzyjnych,
7. sieci Bayesa,
8. FMEA,
9. wielokryterialną ocenę ryzyka innowacji technicznych oraz zastosowano następujące systemy:
10. rozmyty system wnioskujący,
11. probabilistycznego-rozmyty system wnioskujący,
12. neuronowo-rozmyty system wnioskujący (ANFIS).



Tabela 1. Porównanie wybranych metod i systemów stosowanych do oceny ryzyka innowacji

Kryterium	Metoda									Systemy		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	1	3	2	2	2	1	2	2	3	3	3
2	2	2	1	3	1	1	2	3	3	2	2	2
3	1	1	1	3	3	3	2	1	3	2	2	2
4	1	1	0	0	0	0	0	1	3	2	2	2
5	1	1	0	0	0	0	0	1	3	2	2	2
6	1	1	2	2	2	1	1	2	3	2	2	2
7	1	1	3	0	1	3	3	0	3	1	1	0
8	0	1	1	0	1	2	2	1	3	3	3	1
9	1	1	0	3	2	1	1	2	3	1	2	2
10	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	0	1	2	2	1	2	2	2	3	3	3	3
12	0	0	1	1	2	2	2	1	2	3	3	2
13	0	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
14	0	1	1	1	1	0	0	0	3	2	2	2
Suma	10	15	18	20	19	20	19	19	39	31	32	28

Źródło: opracowanie własne.

#### 4. Dyskusja

Z uwagi na fakt, iż jedynie metody 9–12 dedykowane były od podstaw do innowacji technicznych, autorzy opracowania odnieśli się w tym miejscu właśnie do tych metod.

Zastosowanie rozmytego systemu wnioskującego (10) pozwala na bezpośrednie określenie zagrożeń, które wynikałyby z odrębnych analiz mapy i raportu, jaki sporządza się w wielokryterialnej metodzie oceny ryzyka innowacji technicznych (9). Ponadto system (10) charakteryzuje się większą wrażliwością co do zagrożeń o pod-

wyższym ryzyku, przez co zakres monitoringu zagrożeń jest znacznie większy. System wnioskujący oceny ryzyka, w przeciwieństwie do metod iloczynu parametrów  $P$ ,  $W$  i  $S$  wykorzystywanych na przykład w FMEA czy wielokryterialnej metodzie oceny (9), jest metodą pozwalającą na uwzględnienie istotności wybranego parametru  $P$ ,  $W$  lub  $S$  w ocenie końcowej. Z kolei zastosowanie systemu z probabilistyczno-rozmytą bazą wiedzy (11) pozwala na wyrażenie niepewności w postaci prawdopodobieństw wystąpienia poszczególnych zagrożeń, których poziom określony jest w postaci lingwistycznej. Takie podejście do problemu pozwoliło na budowę bazy reguł na podstawie danych doświadczalnych i danych ekspertów. Połączenie wiedzy wielu ekspertów (do określenia kształtu funkcji przynależności) umożliwia dokonanie oceny w świetle kryteriów, co w przypadku subiektywnych ocen eksperta nie jest możliwe.

Nieco inne zastosowanie ma wykorzystanie systemu neuronowo-rozmytego ANFIS (12). Narzędzie to pozwala na samoistne dostosowanie się niezbędnych do wnioskowania (o poziomie ryzyka) reguł w stosunku do danych liczbowych typu wejście–wyjście. Zastosowanie opracowanego narzędzia do punktowej oceny ryzyka projektów innowacyjnych pozwala w zasadzie wyeliminować eksperta, jednak należy traktować to rozwiązanie z należytą ostrożnością właściwą dla technik z zakresu sztucznej inteligencji, czyli stosować jako dodatkowy element wsparcia procesu oceny ryzyka.

## Podsumowanie

Metoda oceny ryzyka dedykowana innowacjom technicznym powinna spełniać wymogi stawiane pracom inżynierskim. Elementem niezbędnym jest także połączenie kryteriów technicznych i ekonomicznych oraz zachowanie elastyczności metody wyrażonej w łatwym dostosowaniu do analizowanego projektu.

W wyniku przeprowadzonego porównania żadna z metod nie otrzymała maksymalnej oceny, to jest 42 pkt, co świadczy o potrzebie udoskonalania i dostosowywania istniejących metod używanych w ocenie ryzyka innowacji technicznych. Wydaje się, iż najlepiej dostosowaną (w kontekście uwarunkowań) metodą jest wielokryterialna metoda oceny. Wynika to głównie z faktu jej dedykowanego charakteru właśnie dla rozwiązań innowacji technicznych. Warto ją jednak wesprzeć

w ocenie eksperckiej odpowiednimi narzędziami, które stanowią zasoby metod wykorzystujących podejścia rozmyte.

Sporządzone porównanie wskazuje na walory wielokryterialnej metody oceny, ale również mocno podkreśla zalety narzędzi wspierających proces oceny.

## Literatura

- Buczkowski, L. (1973). Kryteria oceny projektu na przykładzie okrętów. W: W. Gasparski (red.), *Metodologia projektowania inżynierskiego* (s. 393–411). Warszawa: PWN.
- Deptuła, A.M. (2015). *Ocena ryzyka innowacji technicznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych*. Rozprawa doktorska, AGH im. Stanisława Staszica w Krakowie.
- Deptuła, A.M., Knosala, R. (2015a). Modelowanie oceny ryzyka innowacji technicznych. *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, 2.
- Deptuła, A.M., Knosala, R. (2015b). Risk Assessment of the Innovative Projects Implementation. *Management and Production Engineering Review*, 6 (4), 15–25. DOI: 10.1515/mper-2015-0032.
- Deptuła, A.M., Rudnik, K. (2017). Ekspercka ocena ryzyka innowacji z wykorzystaniem rozmytego systemu wnioskującego. W: R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*. Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.
- Gackowski, Z. (1973). Zadania projektowe warunkiem koniecznym efektywnego projektowania. W: W. Gasparski (red.), *Metodologia projektowania inżynierskiego* (s. 181–193). Warszawa: PWN.
- Janasz, W., Janasz, K., Prozorowicz, M., Świadek, A., Wiśniewska, J. (2002). *Determinanty innowacyjności przedsiębiorstw*. Szczecin: Wyd. Naukowe US.
- Knosala, R., Deptuła, A.M. (w druku). *Ocena ryzyka wdrażania innowacji*. Warszawa: PWE.
- Koch, P. (1977). O informacjach niezbędnych w projektowaniu. W: W. Gasparski (red.), *Problemy metodologii projektowania* (s. 149–157). Warszawa: PWN.
- Landwójtowicz, A., Knosala, R. (2011). Analiza czynników ryzyka w przedsięwzięciu innowacyjnym na wybranym przykładzie. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 88, 185–194.
- Landwójtowicz, A., Knosala, R. (2013). Wykorzystanie sieci bayesowskich w szacowaniu ryzyka innowacyjnego. *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, 1, 28–34.

- Landwójtowicz, A., Knosala R. (2014). Zastosowanie metody FMEA w ocenie ryzyka wdrożenia innowacji. W: R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji* (s. 103–111). Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.
- Landwójtowicz, A., Knosala R. (2016). Kryteria oceny ryzyka innowacji technicznych na podstawie wybranych rozwiązań innowacyjnych. W: M. Wirkus (red.), *Zarządzanie procesami i projektami – wybrane zagadnienia* (s. 145–158). Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Landwójtowicz, A., Rudnik, K. (2014). Neuro-Fuzzy Based Approach to the Assessment of Innovative Project. W: R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji* (s. 112–121). Opole: Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją.
- Lenkiewicz, W. (1977). Pewne aspekty projektowania intuicyjnego. W: W. Gasparski (red.), *Problemy metodologii projektowania* (s. 115–121). Warszawa: PWN.
- Nahotko, S. (1996). *Efektywność i ryzyko w procesach innowacyjnych*. Bydgoszcz: Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego Sp. z o.o.
- Pawłowski, J. (2004). *Metodyka oceny efektywności finansowej przedsięwzięć gospodarczych*. Łódź: Wyd. UŁ.
- Rudnik, K., Deptuła, A.M. (2015). System with Probabilistic Fuzzy Knowledge Base and Parametric Inference Operators in Risk Assessment of Innovative Project. *Expert Systems with Applications*, 42 (17–18), 6365–6379.
- Sosnowski, A. (1977). Kryteria oceny w projektowaniu. W: W. Gasparski (red.), *Problemy metodologii projektowania* (s. 95–101). Warszawa: PWN.
- Zieleniewski, J. (1973). *Niektóre właściwości i rodzaje projektowania*. W: W. Gasparski (red.), *Metodologia projektowania inżynierskiego* (s. 81–100). Warszawa: PWN.

## CONDITIONS OF RISK ASSESSMENT OF THE TECHNICAL INNOVATIONS

### Abstract

The article presents the issue of risk assessment of technical innovations from the perspective of its technical and economic conditions. The aim of the work is to compare the most frequently used methods in the context of their application to the risk assessment of technical innovations. In comparative analysis used the previous experience of authors (based

on completed innovation risk assessments). The assessment is point-based and allows to determine the strengths and weaknesses of individual methods. The presented of analysis based on of assumption engineering design and necessary market requirements. The results of done analysis showed that none of the analyzed methods has been received the maximum assessment. This demonstrates the further need to improve and adapt existing methods in the context of risk assessment of technical innovations.

*Translated by Anna M. Deptuła*

**Keywords:** technical innovations, risk assessment methods, multicriteria assessment, fuzzy logic

**JEL Code:** O33