

MODELOWANIE OCENY RYZYKA INNOWACJI TECHNICZNYCH

1. Wstęp

W celu sprostania wymaganiom wysoce konkurencyjnego rynku oraz potrzebom konsumentów przedsiębiorstwo musi poszukiwać nowych rozwiązań i ulepszeń. Szansą na rozwój w tak turbulentnym otoczeniu okazują się być innowacje, które odgrywają istotną rolę w tworzeniu przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa. Innowacje jako nowatorskie rozwiązania gwarantują niepowtarzalność oraz indywidualność działania, co jest niezwykle istotne w perspektywie długiego działania firmy. Ich wdrażanie nie jest jednak łatwe i pociąga za sobą konieczność podejmowania decyzji naznaczonych dużym ryzykiem [5, 10, 11, 12].

Innowacje techniczne, ogólnie ujmując, wiążą się z innowacjami produktowymi i procesowymi. Ich nieodłącznym elementem, podobnie jak również w przypadku innych typów innowacji, jest proces komercjalizacji. Aspekt ten w istotny sposób łączy nowatorskie rozwiązania oraz stanowi element obligatoryjny takiego pomysłu. Istnieje wiele modeli wdrażania innowacji [1, 6], które przedstawiają serie logicznych kroków związanych z procesem dostarczenia danego produktu na rynek. Jednym z częściej przytaczanych w literaturze jest liniowy proces komercjalizacji R. Coopera, który schematycznie przedstawiono na rysunku 1.

Na uwagę zasługuje duża liczba ocen dokonywanych w ramach zaproponowanego procesu komercjalizacji, co skłania

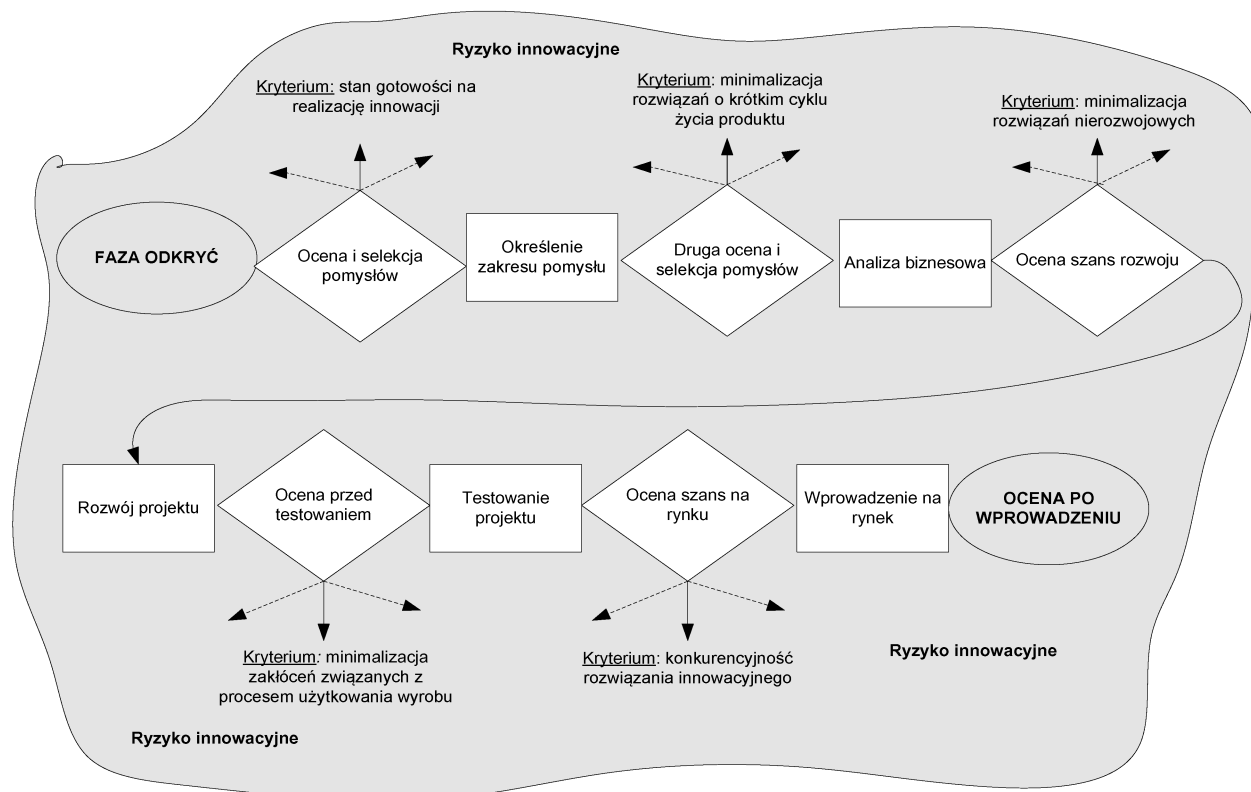
do stwierdzenia, iż są one kluczowym elementem efektywnego wdrożenia innowacji. Widać więc, iż wdrażanie innowacji związane jest z licznymi analizami, których celem powinno być określenie ryzyka takiego projektu. Jego składowe będą zależały od wielu aspektów, omówionych w dalszej części pracy. Dodatkowo, na rysunku 1 zaznaczono przykładowe kryteria oceny ryzyka innowacji, jakie powinno się uwzględnić podczas analiz na poszczególnych etapach wdrażania projektu.

W artykule przedstawiono autorski sposób oceny ryzyka innowacji technicznych. Zaprezentowano podstawowe założenia oceny oraz przypadki, do których została dostosowana. Dodatkowo, przedstawiono przykład oceny wybranej innowacji technicznej realizowanej w przedsiębiorstwie produkcyjnym.

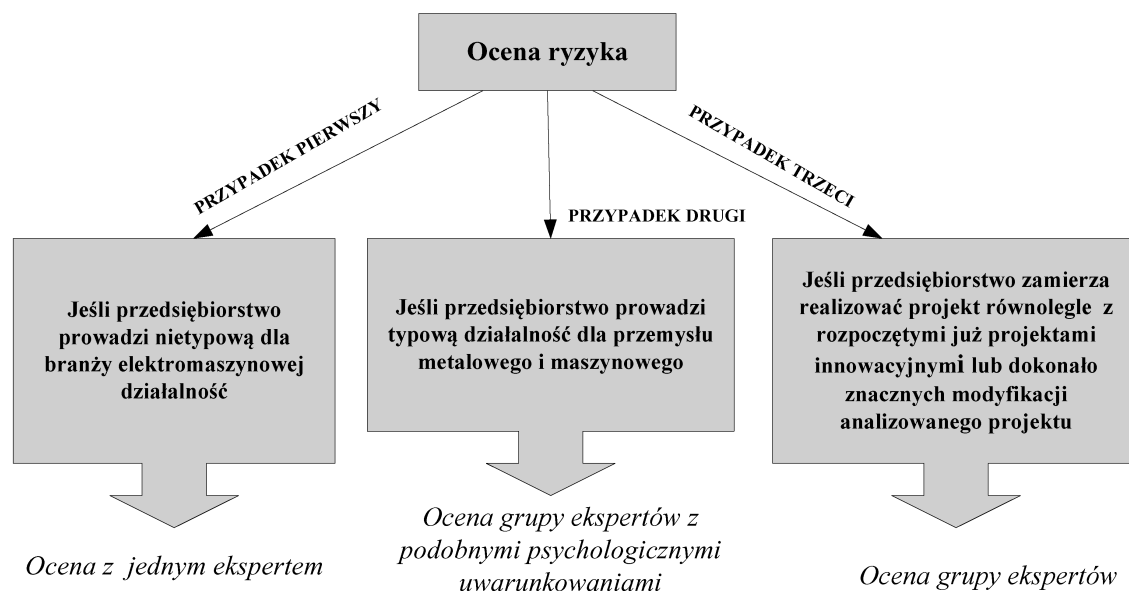
2. Modelowanie oceny ryzyka

W tej części artykułu przedstawiono podstawowe założenia opracowanej metody, która jest dedykowana dla innowacji technicznych realizowanych w przedsiębiorstwach produkcyjnych. Metoda została dostosowana dla trzech przypadków, co prezentuje rysunek 2.

Podział taki jest wynikiem analizy potrzeb zaobserwowanych w wybranych przedsiębiorstwach, które wyraźnie wskazywały, iż należy inaczej oceniać projekty, które mają



Rys. 1. Proces komercjalizacji innowacji wg R. Coopera z uwzględnieniem kryteriów oceny ryzyka [1, 4, 6]



Rys. 2. Przypadki modelu oceny ryzyka

nietypowy charakter w stosunku do profilu działalności (przypadek pierwszy), inaczej projekty ściśle związane z podstawowym obszarem działania jednostki (przypadek drugi) oraz wydzielić projekty powtórnie analizowane bądź modyfikowane (przypadek trzeci).

2.1. Założenia ogólne

W zaproponowanej metodzie ocena ryzyka dokonywana jest dwuetapowo. W pierwszym kroku wyznaczany jest wskaźnik ryzyka określający ogólną predyspozycję przedsiębiorstwa do realizacji projektów innowacyjnych. Analizowane są tu tzw. ogólne wytyczne (dalej nazywane kryteriami ogólnymi) odnośnie podmiotu predysponowanego do wdrożenia danego rozwiązania innowacyjnego.

Drugi etap oceny ma za zadanie scharakteryzować tzw. specyficzne cechy innowacji. Nie jest on w żaden sposób związany z pierwszym etapem. Oceniana jest tu specyfika innowacji na podstawie kryteriów szczegółowych, które odzwierciedlają najważniejsze aspekty innowacji. Są one powiązane z poszczególnymi etapami wdrażania innowacji. Tutaj również wyznaczany jest wskaźnik ryzyka. W ramach oceny ryzyka innowacji w świetle poszczególnych kryteriów należy określić czynniki ryzyka, czyli zagrożenia związane z analizowanym projektem.

2.2. Kryteria oceny

Złożoność charakteryzowanego problemu sprawia, iż zastosowanie ma w tym przypadku analiza wielokryterialna. Dlatego też, w zaprezentowanej metodzie ważnym elementem jest *kryterium* jako podstawa oceny danego rozwiązania. W prezentowanej metodologii, na podstawie wcześniejszych badań, ustalono zbiór 5 kryteriów ogólnych, do których należą [9]:

1. Wielkość przedsiębiorstwa,
2. Skala innowacji,
3. Okres stosowania technologii na świecie,
4. Okres realizacji projektu,
5. Relacja środków obcych do wielkości całego projektu.

Kryteria te pozwalają na określenie ogólnego wskaźnika oceny ryzyka innowacji. Stanowi on syntetyczną informację, jaka wymagana jest przy wniosku o dofinansowanie innowacji i pokazuje gotowość przedsiębiorstwa do realizacji projektu. Wynik oceny w świetle kryteriów ogólnych podawany jest w podziale na ryzyko: niskie, średnie i wysokie.

W bardziej rozbudowanej części oceny przyjęto następujące kryteria szczegółowe [9]:

1. Minimalizacja negatywnego oddziaływania na środowisko.
2. Minimalizacja uchybień proceduralnych, mogących skutkować brakiem zezwolenia na rozpoczęcie produkcji.
3. Konkurencyjność rozwiązania innowacyjnego.
4. Stan gotowości do realizacji innowacji.
5. Minimalizacja rozwiązań o krótkim rynkowym cyklu życia produktu.
6. Minimalizacja zakłóceń związanych z procesem użytkowania wyrobu.
7. Minimalizacja uchybień związanych z efektywnymi przepływami materiałów/podzespołów itp.
8. Minimalizacja zakłóceń w procesie odbioru wyrobu oraz obsługi reklamacji.
9. Minimalizacja rozwiązań nierozwojowych technologicznie.
10. Minimalizacja błędów związanych z przedłożeniem błędnej dokumentacji konstrukcyjnej wyrobu.
11. Minimalizacja zagrożeń w zakresie sporządzenia: kart technologicznych, instrukcji obróbki, montażu, kontroli, kalkulacji kosztów.
12. Minimalizacja zakłóceń w procesie zmian kształtu, wymiarów, jakości powierzchni lub przemian fizyko-chemicznych wyrobu.
13. Minimalizacja zagrożeń w zakresie błędów powstałych w wyniku łączenia części i podzespołów składających się na całość wyrobu.
14. Minimalizacja projektów, które nie spełniają technicznych i ekonomicznych wymagań klienta.

W świetle poszczególnych kryteriów szczegółowych opracowano przykładowe czynniki ryzyka, które przedsiębiorstwo powinno rozważyć w ocenie innowacji. Ponadto, każde kryterium posiada swoją wagę, która w istotny sposób wpływa na wynik końcowy.

W opracowaniu ważności kryteriów wykorzystano metodę porównania parami zgodnie z formułą [7]:

$$w_j = \sum_{i=1}^m u_{ji} \quad j, i = 1, \dots, m \quad (1)$$

gdzie:

w_j – waga kryterium k_p ,

u_{ji} – ocena ważności wybranej pary kryteriów.

Jeśli kryterium K_j jest ważniejsze od kryterium K_2 , to w rzędzie K_j pod K_2 wpisuje się wartości z przedziału $0,5 < u_{12} \leq 1,0$, z kolei w rzędzie K_2 pod K_j wartość $u_{21} = 1 - u_{12}$. W przypadku równoważnym wprowadza się wartość $u_{15} = u_{51} = 0,5$. Na przekątnej macierzy wpisano zera, gdyż kryterium nie może być wazone względem samego siebie. Następnie otrzymane wagi poddano normalizacji. Szerszy przykład obliczeń zaprezentowano w pracy [2].

W opracowanej metodzie osobno ustalono wagi dla kryteriów ogólnych oraz szczegółowych. Wagi ustalone zostały przez specjalnie wybranych ekspertów, których połączono w grupy odpowiadające podobnym cechom psychologicznym. Następnie na podstawie wag, określonych przez każdego eksperta z danej grupy, wyliczono wagę średnią poszczególnych kryteriów oraz określono ważność kryteriów, uwzględniając wpływ poszczególnych grup eksperckich. Wagi kryteriów przedstawiono w tabeli 1.

Należy podkreślić, iż szczegółowy sposób obliczenia wag oraz doboru grupy ekspertów uzależniony jest ściśle od przypadku oceny. Aspekt wpływu eksperta na wartość wag szerzej omówiono w pracy [3].

2.3. Metoda oceny ryzyka

W etapie pierwszym ocena ma charakter punktowy, przy czym każde kryterium posiada wagę. Na tym etapie przedsiębiorstwo może uzyskać maksymalnie 17 punktów. Następnie obliczana jest ważona ocena cząstkowa w świetle poszczególnych kryteriów, które w tym przypadku pełnią rolę czynników ryzyka oraz ocena całościowa. W ten sposób wyznaczany jest wskaźnik ryzyka dla kryteriów ogólnych w podziale na ryzyko: niskie, średnie i wysokie. Wskaźnik obliczany jest zgodnie z formułą:

$$WR_{ko} = \sum_{j=1}^n w_j \cdot p_j \quad (2)$$

gdzie:

WR_{ko} – wskaźnik ryzyka dla kryteriów ogólnych,

w_j – waga danego kryterium,

$p_j = 1, \dots, 4$ – ocena punktowa,

$j = 1, \dots, 5$ – numer kryterium.

Skala przedziałowa ustalana jest zgodnie z wzorami:

$$d = \left[\left(\sum_{j=1}^n w_j \cdot \max p_j \right) - 1 \right] / 3 \quad (3)$$

gdzie:

d – rozpiętość przedziału

oraz

$$\begin{aligned} Dg_q &= 0,001 + Gg_{q-1} \quad q=2, 3 \\ Dg_{q=1} &= 1 \end{aligned} \quad (4)$$

$$Gg_q = d + Dg_q \quad (5)$$

gdzie:

Dg_q – dolna granica przedziału,

Gg_q – górna granica przedziału,

q – numer przedziału.

Drugi etap oceny nie jest w żaden sposób związany z pierwszym, dlatego też wagi kryteriów opracowane w tym obszarze stanowią odrębne zestawienie. Dodatkowo, ważność poszczególnych kryteriów (w ocenie mamy 14 kryteriów szczegółowych) może zostać wykorzystana kilka razy, gdyż każde kryterium mieści w sobie proponowany zbiór czynników ryzyka, który jest niczym nieograniczony. Przedsiębiorstwo ma zatem możliwość wyboru kilku zagrożeń z danego kryterium, które w procesie obliczeniowym będą uwzględniały jego wagę. Jednocześnie w mechanizmie obliczeniowym, zabieg ten został uwzględniony, przez co skala przedziałowa ryzyka zakłada wielokrotne użycie tej samej wagi danego kryterium dla poszczególnych czynników ryzyka. Wskaźnik ryzyka dla kryteriów szczegółowych, stanowiący ocenę całościową, obliczany jest ze wzoru:

$$\forall_{j=1, \dots, 14} \quad WR_{ks} = \sum_{i=1}^m w_j \cdot P_{ij} \cdot W_{ij} \cdot S_{ij} \quad (6)$$

gdzie:

WR_{ks} – wskaźnik ryzyka dla kryteriów szczegółowych,

w_j – waga danego kryterium,

P_{ij} – prawdopodobieństwo subiektywne wystąpienia zagrożenia i w świetle kryterium j ,

		KRYTERIA OGÓLNE					KRYTERIA SZCZEGÓLNE													
		1	2	3	4	5														
Waga	KRYTERIA OGÓLNE																			
	0,201	0,249	0,216	0,151	0,182															
Waga	KRYTERIA SZCZEGÓLNE																			
	0,058	0,082	0,081	0,074	0,068	0,073	0,063	0,061	0,083	0,070	0,069	0,065	0,063	0,090						

Tab. 1. Wartości wag dla zespołu eksperckiego

W_{ij} – wykrywalność zagrożenia i w świetle kryterium j ,
 S_{ij} – skutek wystąpienia zagrożenia i w świetle kryterium j ,
 $j = 1, \dots, 14$ – numer kryterium,
 $i = 1, \dots, m$ – numer zagrożenia (czynnika ryzyka).

W etapie drugim określone jest szczegółowe ryzyko innowacji obliczane jako iloczyn ważony trzech parametrów: P_{ij} , W_{ij} oraz S_{ij} . Parametrom przypisywana jest wartość od 1 do 10. Każdy czynnik ryzyka ma swoją wagę odpowiadającą kryterium oceny, w świetle którego został zidentyfikowany. Proces obliczeniowy opiera się zatem na sumowaniu iloczynów trzech przyjętych parametrów z wagami poszczególnych kryteriów dla wszystkich zidentyfikowanych zagrożeń. W ten sposób powstają oceny cząstkowe, które następnie zamieniane są na ocenę całościową. Wynik dla kryteriów szczegółowych podawany jest w podziale na ryzyko: bardzo niskie, niskie, średnie, wysokie i bardzo wysokie. Tutaj skala przedziałowa ustalona została zgodnie z formułami:

$$H = \sum_{i=1}^m w_j \cdot \max P_{ij} \cdot \max W_{ij} \cdot \max S_{ij} \quad (7)$$

gdzie:

H – maksymalna wartość dla wszystkich zagrożeń

oraz

$$d = \frac{0,2 \cdot H}{5} \quad (8)$$

a także

$$Dg_q = 0,001 + Gg_{q-1} \quad q=2, 3, 4, 5 \quad (9)$$

$$Dg_{q=1} = 0$$

$$Gg_q = d + Dg_q \quad (10)$$

Po określeniu przedziałów ryzyka obliczony WR_{ks} przyporządkowywany jest do odpowiedniego obszaru ryzyka.

2.3.1. Algorytm oceny – przypadek drugi

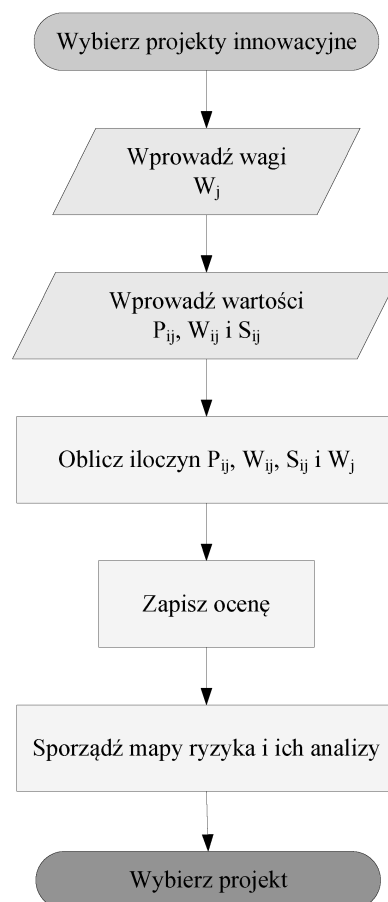
Przypadek drugi zalecany jest dla typowych przedsiębiorstw z przemysłu metalowego i maszynowego. Z powodzeniem może być stosowany również do powtórnych analiz projektów innowacyjnych, które z uwagi na możliwość wdrożenia tylko jednego rozwiązania w danym czasie, zostały odłożone na późniejszy czas. Jest to tzw. ocena z uwzględnieniem podobnych psychologicznych uwarunkowań decydentów. Dokonywana jest przez specjalnie wybrany zespół ekspertów, który podzielony został na trzy grupy. Zawiera więc opinie odpowiednio wyselekcjonowanych osób, które z punktu widzenia aspektów psychologicznych są idealnymi ekspertami w zakresie oceny innowacji (por. [3]). Dlatego też każdemu z zespołów przypisano wagę określającą stopień wpływu na ogólną ocenę ryzyka. Metoda ta umożliwia zatem dokonanie oceny wewnątrz firmy, nie zdradzając jej tajemnic, a jednocześnie skorzystać nie pośrednio z wiedzy i doświadczenia szerszego gremium doradczego.

Schemat blokowy algorytmu oceny zaprezentowano na rysunku 3.

W ocenie ryzyka innowacji wykorzystano także autorską aplikację ułatwiającą zebranie niezbędnych danych oraz przeliczenie ocen.

3. Ocena ryzyka przykładowej innowacji produktowej

Ocenie poddano 3 alternatywne scenariusze wdrożenia innowacji produktowej. Warianty różniły się m.in. czasem realizacji, kosztami czy dostawcami materiałów. W artykule zaprezentowano projekt ostatecznie przedłożony do realizacji. Analizowane rozwiązanie dotyczyło produkcji zaworów o zwiększonym współczynnikiem odzyskiwania ciśnienia (por. [8]). Realizacja innowacji zakładała wprowadzenie całkowicie innowacyjnego wyrobu, który będzie jedynym w swoim rodzaju produktem na rynku. Zgodnie z projektem produkcja miała odbywać się w oparciu o nowoczesny proces produkcji, który umożliwi wykonanie wyrobów najwyższej jakości, dzięki wykorzystaniu innowacyjnych rozwiązań opracowanych we współpracy z jednostkami B+R. W wyniku realizacji innowacji zakupiono urządzenie, które należało do najnowocześniejszych w branży. Umożliwiło to produkcję najwyższej jakości armatury, przy wykorzystaniu nowatorskich rozwiązań. Nowy proces produkcyjny z założenia był bardziej wydajny, co wpłynęło na zwiększenie mocy produkcyjnych przedsiębiorstwa. W analizie tej innowacji wykorzystano drugi przypadek oceny.



Rys. 3. Schemat blokowy – przypadek drugi

3.1. Charakterystyka badanej innowacji

Charakterystyka kryteriów ogólnych przedstawiona została na rysunku 4.

W wyniku oceny uzyskano informacje, iż projekt cechuje się niskim ryzykiem (rys. 5). Wynika to w dużej mierze z doświadczenia firmy, skali innowacji oraz dość dobrze rozpoznanej technologii, która została zastosowana w projekcie. Dodatkowo, okres realizacji mieści się w przedziale roku czasu, co w sposób oczywisty ułatwia realizację i wpływa na obniżenie ryzyka.

W związku z tym, iż przedsiębiorstwo posiada doświadczenie we wdrażaniu innowacyjnych rozwiązań, zaplanowane zostało ono z dużym stopniem szczegółowości oraz wysoką precyzją w zakresie badań doświadczalnych i prototypowych, co znacząco obniżyło ryzyko realizacji projektu. Widoczne to jest także na poziomie zdefiniowania czynników ryzyka, które zostały określone z dużym stopniem szczegółowości. Ich liczba wyniosła łącznie 58. Czynniki ryzyka określone w świetle poszczególnych kryteriów odzwierciedlają 8 głównych aspektów analizy innowacji, tj.: ochrony środowiska, regulacji prawnych, celów firmy, zaplecza jednostki, strategii badania rynku, strategii zarządzania innowacjami, produkcji oraz satysfakcji klienta. Warto podkreślić, iż w analizowanym przedsiębiorstwie liczba zagrożeń związanych z produkcją wyniosła 29. Najważniejsze zagrożenia związane z tym aspektem analizy to (po kropce podano nr czynnika ryzyka, następnie jego nazwę oraz ocenę cząstkową):

- 41. Nieprawidłowo oszacowane koszty materiałów: 19,88175824.
- 25. Nieprawidłowo określona ilość zużytego materiału, tzw. normatyw materiałowy: 19,32948718.
- 36. Nieprawidłowo sporządzony wykaz warunków kontroli międzyoperacyjnej: 16,56813187.
- 42. Inne (kryterium 11): 13,04740385.

- 33. Nieprawidłowo określony sposób, miejsce oraz częstotliwość kontroli: 12,4260989.
- 23. Nieprawidłowo określona liczba oraz rodzaj części i podzespołów niezbędnych do wykonania produktu: 8,698269231.
- 43. Brak łatwości w przezbrajaniu linii produkcyjnej: 6,843230769.
- 29. Nieprawidłowo sporządzony wykaz parametrów obróbki: 6,627252747.
- 32. Nieprawidłowo zdefiniowana część podlegająca kontroli: 6,627252747.
- 34. Nieprawidłowo dokonany wybór wzorców i narzędzi pomiarowych: 6,213049451.

3.2. Analiza wyników

Na podstawie przeprowadzonych analiz uzyskano ocenę ryzyka, której wartość wyniosła 280,1. Taki wynik oznacza ryzyko niskie (rys. 5). Na poziomie kryteriów ogólnych również uzyskano wynik świadczący o niskim ryzyku, którego wartość wyniosła 1,7.

Ważnym elementem metody jest sporządzenie mapy ryzyka, która na osi pionowej prezentuje ważony iloczyn P_{ij} i W_{ij} , zaś na osi poziomej znajduje się wartość skutku danego zagrożenia ij . Taki podział wprowadzono z uwagi na lepsze odwzorowanie danego czynnika w kontekście skutku, jaki wywołuje. Wnioski z analizy mapy są dołączane do tych, uzyskanych z interpretacji wartości poszczególnych czynników ryzyka.

Mapa ryzyka dla analizowanego przykładu została przedstawiona na rysunku 6. Jej analiza pozwala wydzielić, z uwagi na skutek, kilka czynników ryzyka, które powinny być objęte dodatkową kontrolą, aczkolwiek z uwagi na ich małe prawdopodobieństwo wystąpienia oraz zdolność jednostki do wykrywania, są one w raporcie głównym uznane jako mało istotne.

Ocena ryzyka innowacji technicznych - Kryteria ogólne

W części pierwszej oceniana jest ogólna zdolność przedsiębiorstwa do realizacji przedsięwzięcia innowacyjnego. Na podstawie kryteriów ogólnych wyznaczany jest wskaźnik ryzyka, informujący o względnej zdolności firmy do radzenia sobie w sytuacjach zagrożenia realizacji projektu

Wielkość przedsiębiorstwa

Mikro
 Małe
 Średnie
 Duże

Skala innowacji

Przedsiębiorstwo
 Kraj
 Świat

Okres stosowania technologii na świecie

do roku
 od 1 do 3 lat
 powyżej 3 lat

Okres realizacji projektu

do 12 miesięcy
 od 12 do 36 miesięcy
 powyżej 36 miesięcy

Udział zewnętrznego finansowania projektu

poniżej 10%
 10-20%
 20-30%
 powyżej 30%

Rys. 4. Charakterystyka kryteriów ogólnych innowacji

Kryteria ogólne	
Wprowadzone dane:	
Rozmiar przedsiębiorstwa:	średnie
Skala innowacji:	świat
Okres stosowania technologii na świecie:	powyżej 3 lat
Okres realizacji projektu:	do 12 miesięcy
Udział finansowania zewnętrznego:	powyżej 30%
Wartość ryzyka wynosi: 1,74855	
Ryzyko jest: Niskie	

- 11. Duże uzależnienie poszczególnych etapów innowacji od uruchomienia poszczególnych środków finansowania projektu z zewnątrz: 14,62879121.
- 36. Nieprawidłowo sporządzony wykaz warunków kontroli międzyoperacyjnej: 16,56813187.
- 25. Nieprawidłowo określona ilość zużytego materiału, tzw. normatyw materiałowy: 19,32948718.
- 41. Nieprawidłowo oszacowane koszty materiałów: 19,8817582.

Kryteria szczegółowe	Wartość ryzyka wynosi: 280,1
Wprowadzone dane:	Ryzyko jest: Niskie

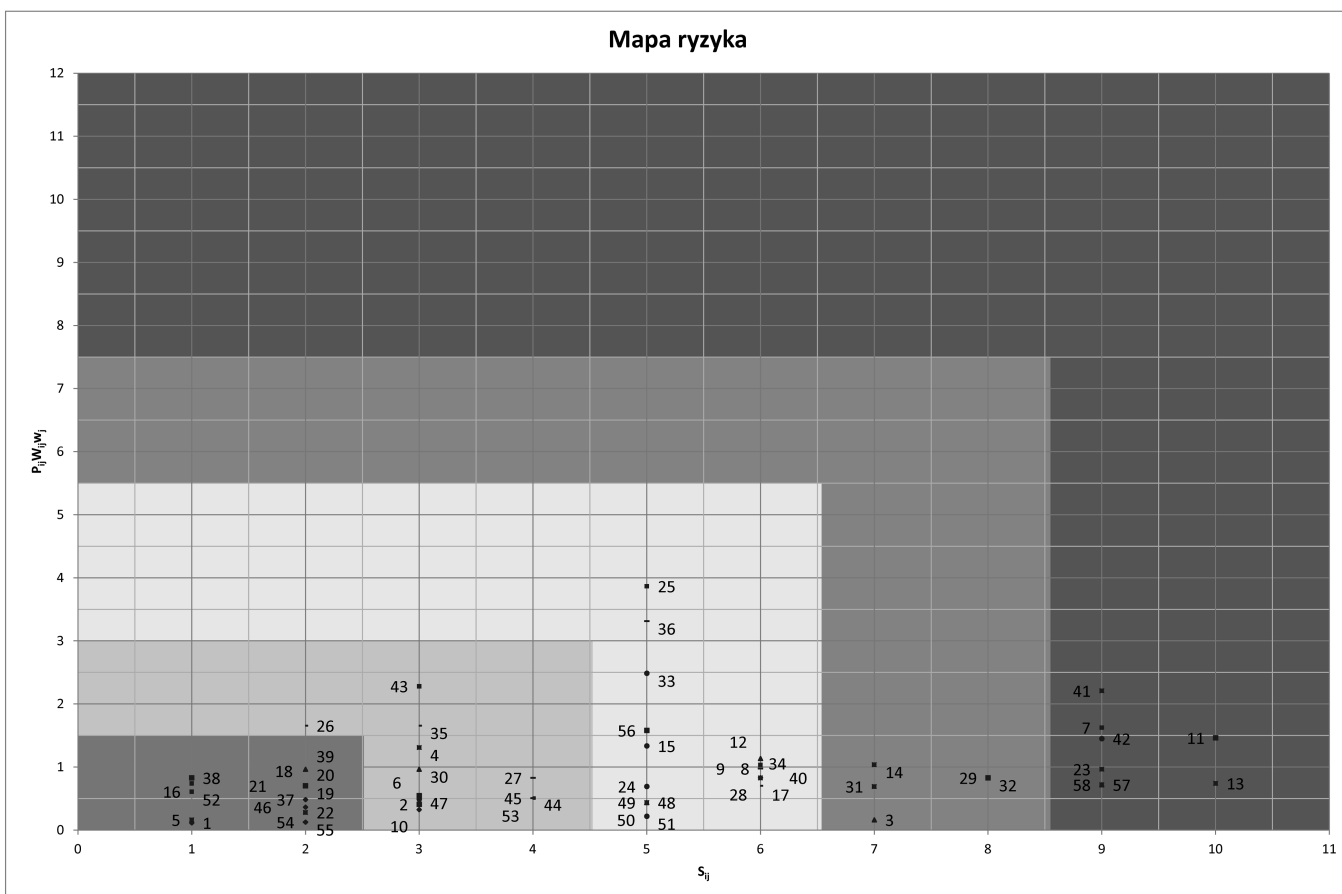
Z kolei analiza mapy ryzyka wskazała dodatkowo na czynniki, takie jak:

Rys. 5. Raport dla innowacji

W raporcie czynniki ryzyka, których wartość przekroczyła 10 to:

- 33. Nieprawidłowo określony sposób, miejsce oraz częstotliwość kontroli: 12,4260989.
- 42. Inne (nieprawidłowo oszacowany technologiczny koszt wytworzenia): 13,04740385.
- 7. Niższe niż spodziewane własności eksploatacyjne wyrobu: 14,62879121.

- 13. Sytuacja finansowa firmy – płynność finansowa: 7,418388278.
- 23. Nieprawidłowo określona liczba oraz rodzaj części i podzespołów niezbędnych do wykonania produktu: 8,698269231.
- 57. Zbyt wygórowane wymagania klienta w zakresie kosztów realizacji wyrobu: 6,479301099.
- 58. Zbyt wygórowane wymagania klienta w zakresie warunków eksploatacyjnych wyrobu: 6,479301099.
- 29. Nieprawidłowo sporządzony wykaz parametrów obróbki: 6,627252747.



$P_i W_i W_j$ - ważony iloczyn prawdopodobieństwa i wykrywalności danego zagrożenia
 S_i - skutek danego zagrożenia

- bardzo niskie ryzyko
- niskie ryzyko
- średnie ryzyko
- wysokie ryzyko
- bardzo wysokie ryzyko

Rys. 6. Mapa ryzyka innowacji

- 32. Nieprawidłowo zdefiniowana część podlegająca kontroli: 6,627252747.
- 14. Niezbędne maszyny urządzenia i inne narzędzia pracy: 7,270020513.
- 31. Nieprawidłowo zdefiniowane parametry podlegające kontroli: 4,832371795.
- 3. Brak norm branżowych i środowiskowych w danym zakresie tematycznym: 1,145674359.

Na tym przykładzie widać zaletę sporządzania mapy ryzyka, której analiza wykazała dodatkowo ważność zagrożeń, które w raporcie głównym zostały ujednoczone i potraktowane jako mało istotne. Jednocześnie można zauważyć, iż w ramach analizy raportu pojawiły się czynniki, które nie zostały wskazane na podstawie analizy mapy ryzyka (w ramach analizowanego zakresu przyjęto wartość skutku od 7 w górę), a mianowicie 25, 33 i 36, czyli odpowiednio *nieprawidłowo określona ilość zużytego materiału, tzw. normatyw materiałowy, nieprawidłowo określony sposób, miejsce oraz częstotliwość kontroli oraz nieprawidłowo sporządzony wykaz warunków kontroli międzyoperacyjnej*. Stąd też należy oba narzędzia traktować jako wzajemnie uzupełniające się, przedstawiające z innej perspektywy analizę ryzyka innowacji.

4. Podsumowanie

Ocena ryzyka projektów innowacyjnych stanowi trudne i czasochłonne zadanie. Wymaga połączenia wielu dziedzin wiedzy, dlatego też zasadne wydaje się w tym względzie zasięgnięcie wiedzy i opinii eksperta. W zaproponowanej metodologii ekspert, a tak naprawdę grupa ekspertów, odpowiedzialna jest za ustalenie ważności przyjętych kryteriów oraz końcową ocenę ryzyka innowacji. Dzięki celowemu wprowadzeniu do metodologii szacowania ryzyka grupy ekspertów, uzyskiwany wynik posiada zobiektywizowany charakter, a także może być traktowany jako w pełni miarodajny. Ponadto, w opracowanej metodologii uwzględniono problem racjonalnego podejmowania decyzji, poprzez analizę psychologicznych uwarunkowań poszczególnych ekspertów. Istotne znaczenie ma również fakt wprowadzenia kryteriów oceny, które pozwalają spojrzeć na badany problem całościowo, a nie jedynie fragmentarycznie. Dodatkowo, połączenie analizy wynikającej z raportu z zestawieniem opracowanym w ramach mapy ryzyka, pozwala na poszerzenie zakresu działań monitorujących o dodatkowe zagrożenia związane z wdrożeniem innowacji, co ostatecznie pozwala zwiększyć efektywność projektu.

Literatura:

- [1] Bolek M., Bolek C., *Komercjalizacja innowacji: Zarządzanie projektami i finansowanie*. Difin, Warszawa 2014.
- [2] Deptuła A.M., Knosala R., *Ocena ryzyka innowacji w przedsiębiorstwie produkcyjnym na wybranym przykładzie*. XVI Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Zarządzanie Przedsiębiorstwem – Teoria i praktyka”, materiały w druku.
- [3] Deptuła A.M., Knosala R., *Rola eksperta w ocenie ryzyka innowacji technicznych*, [w:] *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, red. R. Knosala. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2015.

- [4] *Innovation Handbook: A road map to disruptive growth*. The Harvard Business School Publishing, 2004.
- [5] Janasz W. (red.), *Innowacje w strategii rozwoju organizacji w unii europejskiej*. Difin, Warszawa 2009.
- [6] Kaczmarek B., Bochnia J., Gierulski W., *Ocena gotowości technologii jako element procesu komercjalizacji*, [w:] *Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, red. R. Knosala. Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole 2015.
- [7] Knosala R., Boratyńska-Sala A., Jurczyk-Bunkowska M., Moczala A., *Zarządzanie innowacjami*. PWE, Warszawa 2013.
- [8] Landwójtowicz A., Knosala R., *Czynniki ryzyka innowacji technicznej na wybranym przykładzie*. [w:] *Zarządzanie Przedsiębiorstwem: Teoria i Praktyka 2014*, red. P. Łebkowski. Wydawnictwo AGH, Kraków 2014.
- [9] Landwójtowicz A., Knosala R., *Utworzenie układu kryteriów oceny ryzyka innowacji technicznych na podstawie wybranych rozwiązań innowacyjnych*. III Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna: *Programy, Projekty, Procesy*. 26-27 maj 2014 Sopot, materiały w druku.
- [10] Perenc J., Hołub-Iwan J., *Innowacyjność w rozwijaniu konkurencyjności firm: znaczenie, wsparcie, przykłady zastosowań*. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2011.
- [11] Taran Y., *Rethinking it All: Overcoming Obstacles to Business Model Innovation*. Center for Industrial Production Aalborg University, Ph.D Thesis, 2011.
- [12] Tidd J., Bessant J., *Zarządzanie innowacjami: Integracja zmian technologicznych, rynkowych i organizacyjnych*. Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2011.

RISK ASSESSMENT MODELLING OF TECHNICAL INNOVATION

Key words:

Innovations, innovative risk, risk assessment, expert, criteria

Abstract:

Innovations constitute the main source of creating competitive advantage of a company. Effective implementation of innovations requires risk analysis of the undertaking to be made. The innovative project's risk assessment, due to a great number of variables, is difficult in realisation. This paper presents author's method of technical innovations risk assessment. The issue complexity makes it necessary to use a multi-criteria analysis.

The presented method uses the knowledge of expert to determine the weights of criteria, the probability of detection and effect. In assessment risk is developed rapport and map. Risk is described by two indicators: general and detailed. First can be defined as: low, medium or high risk. Second can be defined as: very low, low, medium, high or very high risk. The article presents also the example of use described risk of assessment.

Prof. dr hab. inż. Ryszard KNOSALA

mgr inż. Anna Małgorzata DEPTUŁA

Politechnika Opolska

Instytut Innowacyjności Procesów i Produktów

an.deptula@po.opole.pl

r.knosala@po.opole.pl