

e-mentor

DWUMIESIĘCZNIK SZKOŁY GŁÓWNEJ HANDLOWEJ W WARSZAWIE
WSPÓŁWYDAWCA: FUNDACJA PROMOCJI I AKREDYTACJ KIERUNKÓW EKONOMICZNYCH

2016, nr 2 (64)



L. Walaszczyk, *Metodyka zarządzania ryzykiem wdrożeniowym innowacyjnych produktów technicznych*, „e-mentor” 2016, nr 2(64), s. 34–43, <http://dx.doi.org/10.15219/em64.1237>.



Metodyka zarządzania ryzykiem wdrożeniowym innowacyjnych produktów technicznych

Ludmiła Walaszczyk

Z punktu widzenia budowy gospodarki opartej na wiedzy istotne znaczenie ma opracowanie innowacyjnych produktów wpływających na podniesienie poziomu innowacyjności oraz konkurencyjności gospodarki kraju, jak również na zwiększenie współpracy pomiędzy sektorem nauki a przemysłem. Między innymi z tego względu perspektywa finansowa UE 2014–2020 podkreśla konieczność realizacji przez przedsiębiorstwa przedsięwzięć przy współpracy jednostek naukowych. Głównym celem podejmowanych przez przedsiębiorstwa działań jest realne wdrożenie opracowanych produktów do gospodarki. Aby produkty mogły zostać wdrożone, niezbędna jest szczegółowa analiza czynników przesądzających o ich sukcesie lub porażce, m.in. poziomu ryzyka wdrożeniowego. W praktyce jednak często czynniki te nie podlegają ocenie, a opracowane produkty okazują się nieatrakcyjne dla klienta. Artykuł przedstawia metodykę zarządzania ryzykiem wdrożeniowym produktów technicznych możliwą do zastosowania na różnych etapach rozwoju produktu. W opracowaniu zamieszczono opis poszczególnych etapów konstruowania metodyki oraz przedstawiono wyniki weryfikacji przeprowadzonej w odniesieniu do zrealizowanego programu badawczego.

W celu podniesienia innowacyjności oraz konkurencyjności gospodarki kraju podejmowane są działania przyczyniające się do rozwoju technologicznego i innowacji. Działania te wynikają m.in. ze strategii innowacji poszczególnych regionów kraju. Pojęcie innowacji zostało już wielokrotnie zdefiniowane, m.in. podręcznik Oslo wyróżnia cztery typy innowacji¹: w obrębie produktów, w obrębie procesów, marketingowe oraz organizacyjne. W niniejszym artykule skupiono się na innowacji produktowej, pojmowanej jako znaczące udoskonalenie produktu pod względem specyfikacji technicznych, komponentów i materiałów, wbudowanego oprogramowania, łatwości obsługi lub innych cech funkcjonalnych, oraz innowacji procesowej, polegającej na wdrożeniu nowej lub znacząco

udoskonalonej metody produkcji lub dostawy. Do tej kategorii zalicza się znaczące zmiany w zakresie technologii, urządzeń oraz oprogramowania. Zaproponowana autorska definicja innowacyjnego produktu technicznego nawiązuje do obu typów innowacji – innowacyjne produkty techniczne obejmują nowe lub znacząco ulepszone bądź zmienione produkty: urządzenia, technologie, systemy, materiały, które mogą zostać wdrożone przez organizację.

Jednym z aspektów, który nie może zostać pominięty w trakcie prac nad innowacyjnym produktem technicznym, jest ryzyko. Proces zarządzania ryzykiem przyczynia się bowiem do zminimalizowania lub wyeliminowania niepożądanych zdarzeń bądź ich akceptacji przy jednoczesnej możliwości wprowadzenia modyfikacji w produkcie. Pominięcie aspektu ryzyka w pracach skutkuje m.in. opracowaniem produktu niezgodnego z przepisami prawa czy takiego, który nie cieszy się zainteresowaniem rynku. To z kolei prowadzi do sytuacji, w której podmiot opracowujący produkt ponosi stratę, głównie finansową, związaną z prowadzonymi pracami.

W literaturze występuje wiele definicji ryzyka, m.in.:

- prawdopodobieństwo, że coś się nie uda; przedsięwzięcie, którego wynik jest niepewny²;
- zobiektywizowana niepewność wystąpienia niepożądanego zdarzenia³;
- możliwość odchylenia od wartości oczekiwanej⁴;
- niepewne zdarzenie lub grupa zdarzeń, które – jeśli zaistnieją – mogą mieć wpływ na osiągnięcie celów (metodyka M_o_R).

W literaturze zdefiniowano również pojęcie ryzyka wdrożeniowego, postrzeganego jako ryzyko, że dany proces lub technologia nie osiągnie oczekiwań klienta w zakresie możliwości, ekonomii, operacyjności, dostępności, użyteczności lub bezpieczeństwa środowiskowego⁵.

¹ Oslo Manual Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition, OECD, Eurostat, 2005, s. 47–52.

² S. Dubisz (red.), Słownik języka polskiego, PWN, Warszawa 2006, s. 1108.

³ T. Kaczmarek, Ryzyko i zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne, Difin, Warszawa 2005, s. 49.

⁴ M. Trocki, B. Grucza (red.), Zarządzanie projektem europejskim, PWE, Warszawa 2007, s. 217.

⁵ S. Uhlig, Federal construction contracting made easy, Management Concepts Press, 2012.

Metodyka zarządzania ryzykiem wdrożeniowym...

W publikacjach nie występuje jednak homogeniczne podejście do aspektu ryzyka, a autorzy⁶ wskazują na złożoność tego pojęcia, definiując je jako:

- prawdopodobieństwo;
- brak pewności (niepewność);
- zagrożenie;
- niebezpieczeństwo.

Największe rozbieżności występują w zakresie rozpatrywania ryzyka w kategorii braku pewności (niepewności). F. Knight odróżnił ryzyko od niepewności, przyjmując że *niepewność jest pojęciem szerszym od ryzyka. Niepewność jest definiowana jako sytuacja, w której można zidentyfikować źródła potencjalnego niepowodzenia, ale nie da się ściśle określić prawdopodobieństwa ich materializacji. Niepewność nie jest mierzalna, a ryzyko to niepewność, którą można wyrazić za pomocą liczb*⁷.

Proces zarządzania ryzykiem składa się z trzech podstawowych etapów⁸:

- identyfikacji ryzyka,
- analizy ryzyka,
- postępowania wobec ryzyka.

Identyfikacja ryzyka przeprowadzona jest przez osoby zatrudnione w organizacji lub ekspertów zewnętrznych. Na tym etapie wskazywane jest potencjalne ryzyko, które może negatywnie wpływać na realizowane przedsięwzięcie lub funkcjonowanie organizacji. Analiza ryzyka jest procesem umożliwiającym ocenę ryzyka związanego z indywidualną czynnością lub zadaniem. Ponadto w procesie analizy niezbędne jest oszacowanie prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyka w danym, konkretnym przypadku. Postępowanie wobec ryzyka obejmuje jego akceptację, eliminację bądź zmniejszenie poprzez podjęcie odpowiednich działań. Działania podejmowane w ramach zarządzania ryzykiem powinny być

dokumentowane, tak aby możliwe było porównanie ryzyka występującego w różnych okresach.

Metodyki zarządzania ryzykiem w projekcie badawczym

W literaturze zidentyfikowano wiele metodyk zarządzania ryzykiem (tabela 1). Metodyki te są opracowane często w formie standardów, np. ISO/IEC 31010:2009, ISO 31000, BS 31100: 2011, IRM/Alarm/AIRMIC 2002, COSO 2004. Ponadto autorka zidentyfikowała metodyki opracowane przez organizację, często na własne potrzeby, które zostały następnie zaimplementowane przez wiele instytucji, m.in. RAMP (Institution of Civil Engineers and the Institute and Faculty of Actuaries), M_o_R (British Cabinet Office) czy Risk Management Methodology (European Union Agency for Network and Information Security).

Analiza wykazała, że metodyki zarządzania ryzykiem mogą mieć zastosowanie na różnych poziomach organizacji – strategicznym, taktycznym lub operacyjnym. Ponadto mogą być stosowane do zarządzania ryzykiem w odniesieniu do programów, projektów, produktów lub strategii – długoterminowych, średnioterminowych bądź krótkoterminowych. Zidentyfikowano jednak tylko jedną metodykę, w której wyraźnie zaznaczono, że jest możliwa do wykorzystania w celu zarządzania ryzykiem produktu – ISO 31000 Risk Management – Principles and Guidelines on Implementation. Standard nie wskazuje jednakże rodzaju produktów, w odniesieniu do których może mieć zastosowanie, wobec czego można przyjąć, że jest możliwe jego wykorzystanie do każdego rodzaju produktu.

Zidentyfikowane przez autorkę metodyki wyznaczają rodzaje ryzyka, które powinny zostać uwzględnione w procesie zarządzania ryzykiem (tabela 2).

Tabela 1. Metodyki zarządzania ryzykiem

Rodzaj metodyki	
ISO/IEC 31010:2009 – International Organization for Standardization ^a	Standard dotyczący zarządzania ryzykiem – głównie oceny ryzyka. Opisane techniki oceny ryzyka wspomagają podejmowanie decyzji przez podmiot decyzyjny oraz pomagają zrozumieć, w jaki sposób ryzyko może wpłynąć na osiągnięcie rezultatów, jak również podkreślają konieczność systematycznej kontroli przedsięwzięcia.
ISO 31000 Risk Management – Principles and Guidelines on Implementation – International Organization for Standardization ^b	ISO 31000 zawiera podstawowe wskazówki na temat zarządzania ryzykiem. Standard może znajdować zastosowanie w przedsiębiorstwach różnego typu (prywatnych lub publicznych), zarówno w zadaniach grupowych, jak i indywidualnych. Nie dotyczy określonego sektora lub gałęzi przemysłu. Może być stosowany do różnego rodzaju zadań, włączając w to strategię, decyzje, operacje, projekty, produkty lub usługi.

⁶ I. Pfeffer, *Insurance and Economic Theory*, Illinois 1956; W. Szumski, *Ryzyko i świadomość ryzyka*, [w:] L. Zacher, A. Kiepas (red.), *Spółczesność a ryzyko*, Fundacja Edukacyjna Transformacje w Warszawie, Centrum Studiów nad Człowiekiem i Środowiskiem Uniwersytetu Śląskiego, Warszawa–Katowice 1994; S. Nahotko, *Ryzyko ekonomiczne w działalności gospodarczej*, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 2001; W. Tarczyński, M. Mojsiewicz, *Zarządzanie ryzykiem. Podstawowe zagadnienia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001; T. Kaczmarek, dz.cyt.

⁷ Cyt. za: J. Kisielnicki, *Zarządzanie projektami badawczo-rozwojowymi*, Wolters Kluwer Business, Warszawa 2013, s. 86.

⁸ *The Orange Book, Management of Risk – Principles and Concepts*, HM Treasury, 2004.

tabela 1 – cd.

Rodzaj metodyki	
BS 31100: 2011 Code of Practice for Risk Management – British Standard Institution	Standard podkreślający konieczność zarządzania ryzykiem w celu wspomagania procesu zarządzania ryzykiem zidentyfikowanym oddzielnie dla poszczególnych części zadania. Standard wskazuje, że proces zarządzania ryzykiem powinien umożliwić wybór efektywnych i skutecznych sposobów, dzięki którym zarządzanie ryzykiem może być prowadzone na różnych szczeblach organizacji.
A Risk Management Standard – IRM/Alarm/AIRMIC 2002 – The Institute of Risk Management ^c	Standard obejmuje następujące sekcje: zdefiniowanie ryzyka, zarządzanie ryzykiem, ocena ryzyka, analiza ryzyka, ewaluacja ryzyka, podejmowanie działań w celu minimalizacji lub likwidacji ryzyka, monitoring procesu zarządzania ryzykiem.
COSO 2004 – Enterprise Risk Management – Integrated Framework – Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission ^d	Standard umożliwia zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie i obejmuje następujące aspekty: powiązanie ryzyka ze strategią, ustalenie odpowiednich celów i opracowanie mechanizmów zarządzania wybranym ryzykiem; podejmowanie decyzji z uwzględnieniem ryzyka. Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie wymusza identyfikację oraz wybór ryzyka, które najbardziej może wpłynąć na podejmowanie decyzji. Końcowym etapem zarządzania ryzykiem, zgodnie ze standardem, jest podjęcie decyzji związanej z ryzykiem – uniknięcie, zmniejszenie lub akceptacja ryzyka.
RAMP (Risk Analysis and Management of Projects) – Institution of Civil Engineers and the Institute and Faculty of Actuaries ^e	W ramach metodyki RAMP analiza ryzyka przebiega w czterech etapach: uruchomienie procedury RAMP, identyfikacja ryzyka, zarządzanie ryzykiem, faza końcowa. Szczególnie istotne są fazy 2. i 3. W fazie 2. ma miejsce identyfikacja i ocena ryzyka oraz zastosowanie metod umożliwiających złagodzenie lub eliminację ryzyka, a w fazie 3. – kontrola ryzyka oraz obserwacja wszelkich zmian.
PRAM (Project Risk Analysis and Management) – The Association of Project Managers ^f	Metodyka umożliwia analizę ryzyka powiązanego z projektem i zarządzanie tym ryzykiem. Poprawnie zastosowana powoduje wzrost prawdopodobieństwa zakończenia projektu z sukcesem. Proces w ramach metodyki składa się z dwóch etapów: analizy ryzyka i zarządzania ryzykiem.
PMBOK (Kompedium Wiedzy o Zarządzaniu Projektami) – Project Management Institute ^g	Metodyka PMBOK® przedstawia sposób organizacji pracy w postaci procesów, który umożliwia skuteczne zarządzanie projektami. Zarządzanie ryzykiem jest jednym z obszarów metodyki. Może mieć ono szerokie zastosowanie, począwszy od zarządzania ryzykiem w edukacji do np. zarządzania ryzykiem w budownictwie, informatyce czy obszarze związanym z obronnością.
M_o_R (Management of Risk) – British Cabinet Office ^h	Metodyka, którą można stosować na różnych poziomach organizacji – strategicznym, programu, projektu lub poziomie operacyjnym. Celem metodyki jest identyfikacja polityki zarządzania ryzykiem oraz odpowiednich strategii i planów dla programów i projektów, a następnie systematyczna identyfikacja i analiza ryzyka oraz zarządzanie nim.
Risk Management Methodology – European Union Agency for Network and Information Security ⁱ	Metodyka zarządzania ryzykiem możliwa do wykorzystania w perspektywie długoterminowej, średnioterminowej lub krótkoterminowej. Ukierunkowana jest na zdefiniowanie zakresu i ram zarządzania ryzykiem, ocenę ryzyka, likwidację lub minimalizację ryzyka oraz budowanie świadomości kadry w zakresie możliwości wystąpienia ryzyka i jego skutków.
Hierarchical Holographic Modelling – Centre for Risk Management of Engineering Systems at the University of Virginia ^j	Metodyka ukierunkowana jest na badanie różnych charakterystyk z wykorzystaniem różnych kryteriów. Poprzez analizę systemu z wykorzystaniem modeli funkcjonalnych, czasowych, geograficznych, politycznych można opracować listy ryzyka w odniesieniu do różnych części systemu. Zalety metodyki to m.in.: wskazanie ryzyka wewnętrznego i zewnętrznego, określenie ryzyka związanego z całym systemem lub poszczególnymi podsystemami; możliwość rozwiązywania niewielkich problemów różnych podsystemów.
Hierarchical Overlapping Coordination ^k	Metodyka uwzględnia dekompozycję oraz koordynację problemów złożonych systemów, które składają się z jednej struktury bądź większej liczby nakładających się na siebie struktur. Hierarchiczna kontrola ryzyka wskazuje na ryzyko całego systemu oraz jego oddziaływanie na pozostałe podsystemy.

^aRisk management – Risk assessment techniques, ISO/IEC 31010:2009; ^bRisk management – a practical guide for SMEs, ISO 31000;

^cA risk management standard, Institute of Risk Management, 2002; ^dR.M. Steinberg, et al., *Enterprise Risk Management – integrated framework. Executive summary*, Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, 2004; ^e*Risk Analysis and Management for Projects (RAMP), 2nd edition*, Institution of Civil Engineers, 2005; ^f*Project Risk Analysis and Management Guide 2nd Edition*, APM Risk Management Specific Interest Group, 2010; ^g*A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 5th Edition*, Project Management Institute, 2012; ^h*M_o_R 2010 – Management of Risk: Guidance for Practitioners*, 2010; ⁱEuropean Union Agency for Network and Information Security, <https://www.enisa.europa.eu/activities/risk-management/current-risk/risk-management-inventory/rm-process>; ^jY.Y. Haimes, *Risk modelling, assessment, and management*, John Wiley, New York 1998; ^kY.Y. Haimes, *Hierarchical holographic modelling*, „IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics” 1981, Vol. 11, No. 9, s. 606–617, <http://dx.doi.org/10.1109/TSMC.1981.4308759>.

Źródło: opracowanie własne.

Metodyka zarządzania ryzykiem wdrożeniowym...

Tabela 2. Rodzaje ryzyka w ramach zidentyfikowanych metodyk zarządzania ryzykiem

Rodzaje ryzyka	
ISO/IEC 31010:2009	Komercyjne, ekonomiczne, kulturowe, polityczne, społeczne
ISO 31000 Risk Management – Principles and Guidelines on Implementation	Ekonomiczne, zawodowe, społeczne
BS 31100: 2011 Code of Practice for Risk Management	Ekonomiczne, zawodowe, społeczne (bazuje na ISO 31000)
A Risk Management Standard – IRM/ Alarm/AIRMIC 2002	Prawne, społeczne, polityczne, kulturowe
COSO 2004 – Enterprise Risk Management – Integrated Framework	Ekonomiczne, środowiskowe, polityczne, społeczne, technologiczne
RAMP	Polityczne, społeczne, ekonomiczne, projektowe, naturalne, finansowe
PRAM	Techniczne, ekonomiczne, polityczne, menedżerskie, społeczne
PMBOK	Produktu, technologii, klienta, zasobów ludzkich, dostawców
M_o_R (Management of Risk)	Ekonomiczne, polityczne, społeczne, technologiczne, prawne, środowiskowe
Risk Management Methodology	Społeczne, finansowe, polityczne, prawne, kulturowe, komercyjne
Hierarchical Holographic Modelling	Ekonomiczne, zdrowotne, techniczne, polityczne, społeczne i inne
Hierarchical Overlapping Coordination	Ekonomiczne, zdrowotne, techniczne, polityczne, społeczne i inne

Źródło: opracowanie własne.

Informacje zawarte w tabeli 2 wskazują, że najczęściej pojawiające się w ramach metodyk rodzaje ryzyka obejmują aspekty polityczne, społeczne, ekonomiczne, techniczne oraz środowiskowe.

Po przeprowadzeniu analizy metodyk zarządzania ryzykiem autorka nie zidentyfikowała metodyki, która miałaby zastosowanie w szczególności do zarządzania

ryzykiem innowacyjnych produktów technicznych. W literaturze można wskazać metody umożliwiające ocenę ryzyka produktu technicznego – z zastrzeżeniem, że nie są to metody dedykowane, a jedynie metody standardowe, możliwe do wykorzystania również w innych procesach zarządzania produktem (tabela 3).

Tabela 3. Metody oceny ryzyka produktów

Rodzaj metody	
Metody jakościowe	Burza mózgów ^a , metoda porównania analogii ^b , scenariusze ryzyka ^c , panel ekspertów ^d , mapowanie ryzyka ^e , metoda drzewa decyzyjnego ^f , metoda FMEA (<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>) ^g , metoda FTA (<i>Fault Tree Analysis</i>) ^h .
Metody ilościowe	Metody probabilistyczno-statystyczne (metoda Monte Carlo ⁱ , rozkład normalny ^j), metoda PERT ^k , wartość zagrożona ryzykiem ^l .
Metody semiilościowe	Wieloatrybutowa teoria użyteczności MAUT (<i>Multi-Attribute Utility Theory</i>) ^m , metoda MCDA (<i>Multiple-Criteria Decision Analysis</i>) ⁿ , metoda CRA (<i>Comparative Risk Assessment</i>) ^o .

^aC. Wilson, *Brainstorming and beyond. A user-centered design method*, Elsevier 2013; ^bPortal Innowacji, *Zarządzanie ryzykiem w projektach innowacyjnych*, http://www.pi.gov.pl/PARP/chapter_86197.asp?soid=0CA59D0084174201BA6A9E770D6BE5AB; ^cR. Ziarkowski, *Opcje rzeczowe oraz ich zastosowanie w formułowaniu i ocenie projektów inwestycyjnych*, Wydawnictwo WAE, Katowice 2004, s. 24; ^dE. Ziglio, *Gazing into the oracle: the Delphi method and its application to social policy and public health*, Jessica Kingsley Publishers Ltd., London 1996; ^eZarządzanie ryzykiem w sektorze publicznym. *Podręcznik wdrożenia systemu zarządzania ryzykiem w administracji publicznej w Polsce*, Ministerstwo Finansów, Warszawa 2004; ^fEncyklopedia Zarządzania, http://mfiles.pl/pl/index.php/Drzewo_decyzyjne; ^gB. Soliński, *Metody zarządzania jakością FMEA. Analiza przyczyn wadliwości i krytyczności wad*, Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwem, <http://www.zarz.agh.edu.pl/bsolinsk/FMEA.html>; ^hA. Wardziński, *Analiza drzew błędów systemów komputerowych związanych z bezpieczeństwem*, Politechnika Gdańska, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki (rozprawa doktorska), Gdańsk 1996, s. 22; ⁱB. Bieda, *Metoda Monte Carlo w ocenie niepewności w stochastycznej analizie procesów wytwórczych i ekologii*, Wydawnictwo AGH, Kraków 2010; ^jJ. Wawrzynek, *Metody opisu i wnioskowania statystycznego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 62; ^kD. Hulett, *Practical schedule risk analysis*, Gower Publishing Company, 2009, s. 208; ^lK. Juselius, *The cointegrated VaR model: methodology and applications*, Oxford University Press, 2006; ^mJ. Becker, *Analiza funkcjonalna metod ilościowych na potrzeby systemu wspomagania decyzji (część I)*, „Metody ilościowe w Badaniach Ekonomicznych” 2011, t. XII, nr 2, s. 21–36; ⁿS. Greco (ed.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, „International Series in Operations Research & Management Science” 2016; ^oH. Schutz (ed.), *Comparative Risk Assessment: Concepts, Problems and Applications*, Wiley – VCH, 2006.

Źródło: opracowanie własne.

Zidentyfikowane w literaturze metody oceny poziomu ryzyka produktów są metodami niezawierającymi jednolitego zbioru kryteriów oceny ryzyka, które można byłoby zastosować na różnych etapach oceny produktu, począwszy od oceny *ex-ante*, a skończywszy na ocenie *ex-post*. Wydaje się przy tym, że najważniejszym momentem oceny poziomu ryzyka jest etap *ex-ante*, czyli przed uruchomieniem prac nad produktem, oraz wczesne etapy oceny *on-going*, tak aby w miarę wczesnie zdiagnozować ewentualne zagrożenia związane z realizacją prac nad produktem i podjąć decyzję o ich kontynuacji bądź zaprzestaniu.

Metodyka i organizacja badań

W ramach zrealizowanych badań autorka opracowała metodykę zarządzania ryzykiem wdrożeniowym innowacyjnych produktów technicznych. Cel ten został osiągnięty poprzez zaproponowanie narzędzia możliwego do zastosowania na różnych etapach oceny produktu (*ex-ante*, *on-going*, *ex-post*). Metodyka zarządzania ryzykiem wyróżnia rodzaje ryzyka (techniczne, ekonomiczne, społeczne, polityczne), które powinny zostać uwzględnione podczas oceny poziomu ryzyka produktów technicznych. Rodzaje ryzyka oraz zaproponowane w ich ramach zdarzenia zostały wyselekcjonowane z wykorzystaniem meto-

dy AHP – poszczególne zbiory zostały opracowane z wykorzystaniem metody eksperckiej.

Poprawność metodyki została zweryfikowana na 108 innowacyjnych produktach technicznych opracowanych w ramach Programu Strategicznego *Innowacyjne Systemy Wspomagania Technicznego Zrównoważonego Rozwoju Gospodarki*, realizowanego w Instytucie Technologii Eksploatacji – Państwowym Instytucie Badawczym (ITeE-PIB) w Radomiu w latach 2010–2015.

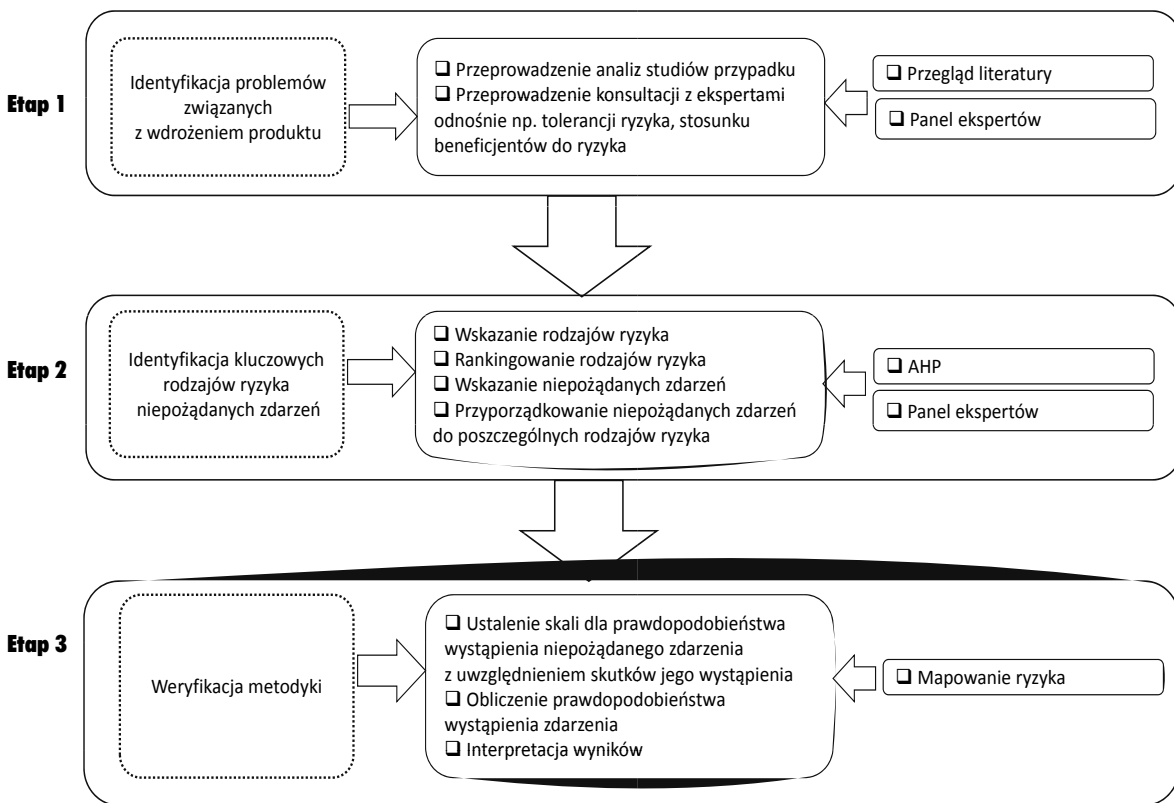
Metodyka zarządzania ryzykiem wdrożeniowym produktom technicznym

Opracowana przez autorkę metodyka zarządzania ryzykiem wdrożeniowym produktom technicznym ma w szczególności zastosowanie w ramach ewaluacji *ex-ante* (przed uruchomieniem realizacji programu strategicznego lub przed uruchomieniem realizacji konkretnego zadania badawczego) oraz w ramach ewaluacji *on-going* (w trakcie realizacji programu, zazwyczaj w pierwszej połowie jego realizacji).

Opracowanie metodyki objęło etapy zaprezentowane na rysunku 1.

Pierwszym etapem budowy metodyki było wskazanie czynników mogących negatywnie wpłynąć na możliwość wdrożenia produktu do gospodarki. W tym celu interdyscyplinarny zespół ekspertów przeprowadził analizę typowych sytuacji obar-

Rysunek 1. Etapy budowy metodyki zarządzania ryzykiem wdrożeniowym innowacyjnych produktom technicznym



Źródło: opracowanie własne.

Metodyka zarządzania ryzykiem wdrożeniowym...

czonych ryzykiem, które miały miejsce w różnych projektach lub programach. Badanie miało na celu wskazanie najczęściej występujących zagrożeń, które należy uwzględnić w procesie opracowania produktu technicznego. W drugim etapie badania eksperci przeprowadzili konsultacje z beneficjentami – potencjalnymi odbiorcami produktów, którzy wskazali czynniki w największym stopniu uniemożliwiające transfer produktów do gospodarki.

Drugim etapem budowy metodyki było wskazanie najczęściej występujących rodzajów ryzyka oraz niepożądanych zdarzeń wpływających na wdrożenie. Po przeprowadzeniu przeglądu literatury pod względem najczęściej występujących rodzajów ryzyka (tab. 2) wskazano na następujące rodzaje: ekonomiczne, polityczne oraz społeczne. Uwzględniono też ryzyko technologiczne, jako że ma ono kluczowe znaczenie dla produktów technicznych. Ponadto połączono aspekty polityczne z aspektami prawnymi, jako że zmiany w przepisach prawa, wywołane chociaż pośrednio zmianami politycznymi, mogą znacząco wpłynąć na możliwość rozwoju produktu. W celu stworzenia hierarchii rodzajów ryzyka mających istotne znaczenie dla oceny ryzyka produktu technicznego wykorzystano metodę AHP. Panel ekspertów środowiska naukowego i środowiska przemysłu przeprowadził proces porównań parami w odniesieniu

do wskazanych rodzajów ryzyka. Matrycę porównań zamieszczono w tabeli 4.

Po przeprowadzeniu procesu porównań parami stwierdzono, że największe znaczenie dla oceny ryzyka wdrożeniowego ma ryzyko polityczno-prawne i społeczne.

Kolejnym krokiem w opracowaniu metodyki była identyfikacja niepożądanych zdarzeń w ramach każdego ze zidentyfikowanych rodzajów ryzyka. Zadaniem ekspertów było stworzenie rankingu zdarzeń z uwzględnieniem wagi danego zdarzenia i jego znaczenia w odniesieniu do możliwości nieukończenia prac nad produktem, jeżeli takie zdarzenie zaistnieje⁹. Matryce porównań parami dla zdarzeń w poszczególnych rodzajach ryzyka zamieszczono w tabelach 5–8.

Zastosowanie metody AHP do hierarchizacji zdarzeń umożliwiło wskazanie zdarzeń o bardzo niskich wagach. Skłania to do podjęcia decyzji o usunięciu ich z listy lub zastąpieniu innymi, jeśli takowe istnieją i są istotne dla oceny innowacyjnego produktu technicznego.

W celu wyznaczenia prawdopodobieństwa wystąpienia niepożądanego zdarzenia autorka zaproponowała skorzystanie z powszechnie dostępnej metody mapowania ryzyka¹⁰ z wykorzystaniem matrycy oceny poziomemu ryzyka, która jest wygodnym

Tabela 4. Matryca porównań rodzajów ryzyka

Rodzaj ryzyka	Ekonomiczne	Polityczno-prawne	Społeczne	Technologiczne	Wektor ważności
Ekonomiczne	1	1/2	1/2	4	0,200
Polityczno-prawne	2	1	1	6	0,371
Społeczne	2	1	1	6	0,371
Technologiczne	1/4	1/6	1/6	1	0,058

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5. Matryca porównań parami niepożądanych zdarzeń w odniesieniu do rodzaju ryzyka o charakterze polityczno-prawnym

Macierz porównania roli kryterium	K1	K2	K3	K4	K5	Wektor ważności
P1: Wstrzymanie finansowania badań na szczeblu rządowym	1	2	5	3	3	0,414
P2: Wstrzymanie finansowania danego produktu na szczeblu rządowym	1/2	1	2	3	3	0,261
P3: Zależność wdrożenia od zmian w przepisach prawa	1/5	1/2	1	1	1	0,106
P4: Niedostateczna liczba rozwiązań legislacyjnych i niespójność istniejących regulacji prawnych	1/3	1/3	1	1	2	0,125
P5: Długi proces stanowienia prawa	1/3	1/3	1	1/2	1	0,094
Współczynnik spójności: $CR = 0,0298 < 0,1$.						

Źródło: opracowanie własne.

⁹ W ramach rodzajów ryzyka uwzględnione zostało zarówno ryzyko systematyczne (ryzyko zewnętrzne, które nie podlega kontroli podmiotu opracowującego innowacyjne produkty techniczne, np. inflacja, bezrobocie, klęski żywiołowe), jak i ryzyko specyficzne (ryzyko wewnętrzne, które może być kontrolowane przez podmiot opracowujący innowacyjne produkty techniczne, np. kontrola w zakresie dostępności surowców, analiza konkurencji).

¹⁰ Zarządzanie ryzykiem w sektorze publicznym..., dz.cyt.

Tabela 6. Matryca porównań parami niepożądanych zdarzeń w odniesieniu do ryzyka o charakterze ekonomicznym

Macierz porównania roli kryterium	K1	K2	K3	K4	K5	Wektor ważności
E1: Nieatrakcyjna cena produktu	1	4	1	1/2	1/2	0,178
E2: Uzależnienie dostawy od trudności finansowych odbiorcy	1/4	1	1/3	1/4	1	0,082
E3: Spadek popytu na produkt	1	3	1	1/2	1/2	0,168
E4: Potencjalne pojawienie się konkurencji	2	4	2	1	3	0,385
E5: Opóźnienie płatności ze strony instytucji finansującej	2	1	2	1/3	1	0,188
Współczynnik spójności: $CR = 0,0996 < 0,1$.						

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Matryca porównań parami niepożądanych zdarzeń w odniesieniu do ryzyka o charakterze społecznym

Macierz porównania roli kryterium	K1	K2	K3	K4	K5	Wektor ważności
S1: Brak zainteresowania produktem	1	4	2	2	1	0,304
S2: Trudności odbiorców w dostępie do produktu	1/4	1	1/2	2	1/3	0,106
S3: Utrata zaufania do produktu	1/2	2	1	2	1/3	0,161
S4: Protesty i zastrzeżenia osób lub instytucji zewnętrznych skutkujące wstrzymaniem prac lub opóźnieniami	1/2	1/2	1/2	1	1/3	0,092
S5: Zmiana producenta przez beneficjentów	1	3	3	3	1	0,337
Współczynnik spójności: $CR = 0,043 < 0,1$.						

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 8. Matryca porównań parami niepożądanych zdarzeń w odniesieniu do ryzyka o charakterze technologicznym

Macierz porównania roli kryterium	K1	K2	K3	K4	K5	Wektor ważności
T1: Zależność od dostaw komponentów	1	1/4	1/2	2	1/3	0,096
T2: Zagrożenie ekologiczne wynikające z użytkowania produktu	4	1	4	6	1	0,392
T3: Skomplikowana obsługa produktu	2	1/4	1	2	1/3	0,126
T4: Wąski zakres użytkowania	1/2	1/6	1/2	1	1/4	0,063
T5: Nieosiągnięcie pełnych parametrów procesowych uruchamianego produktu z powodu wad ukrytych	3	1	3	4	1	0,322
Współczynnik spójności: $CR = 0,0173 < 0,1$.						

Źródło: opracowanie własne.

narzędziem pomiarowym, jednakże posiada pewne ograniczenia¹¹:

- powiązania pomiędzy poszczególnymi zdarzeniami nie są uwzględniane;
- każde zdarzenie jest nakładane na mapę ryzyka oddzielnie;
- nie ma możliwości obliczenia ryzyka całkowitego (zagregowanego);
- prawdopodobieństwo jest powiązane ze skutkiem.

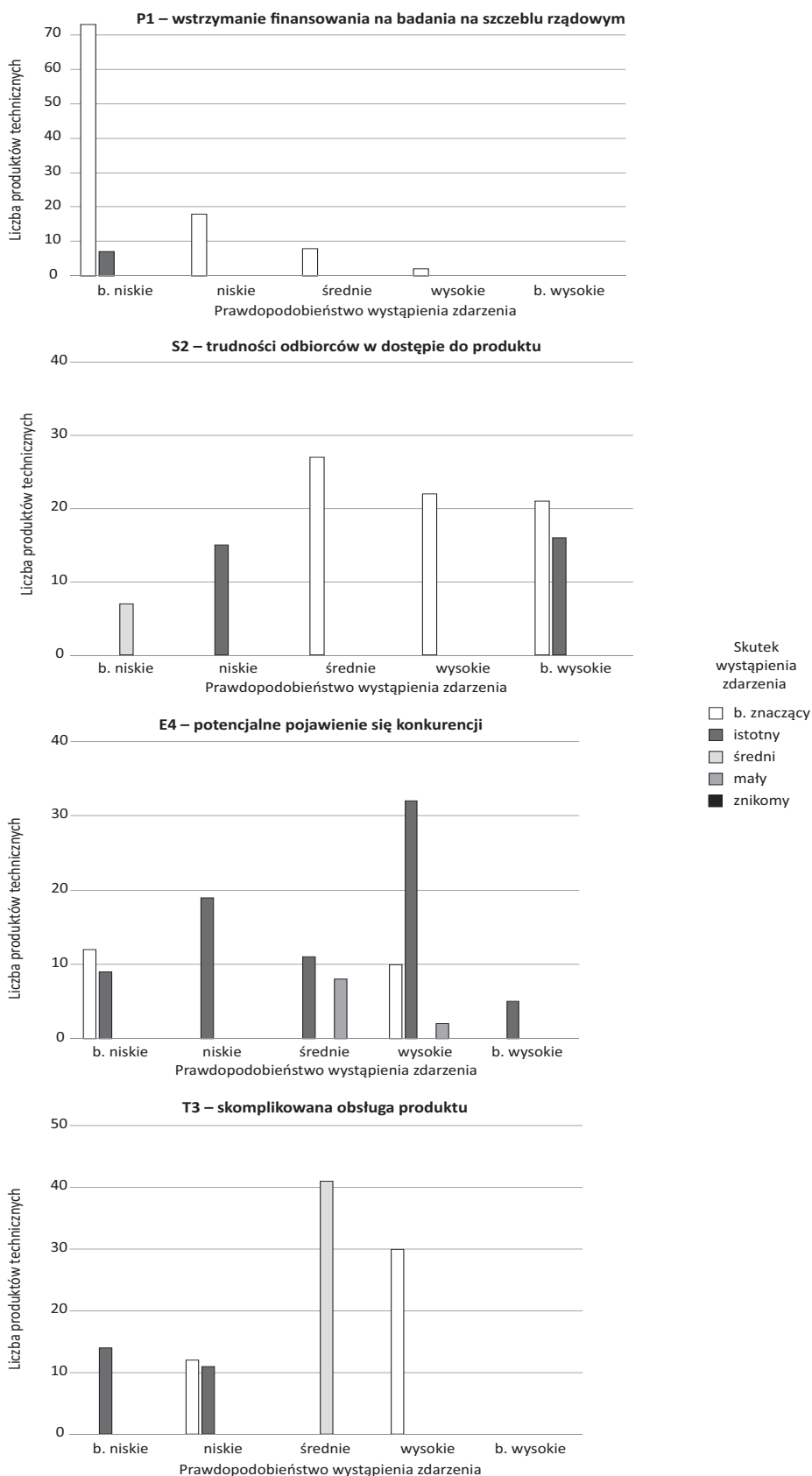
Poprawność opracowanej metodyki zweryfikowano na innowacyjnych produktach technicznych

opracowanych w ramach Programu Strategicznego *Innowacyjne Systemy Wspomagania Technicznego Zrównoważonego Rozwoju Gospodarki*, realizowanego w Instytucie Technologii Eksploatacji – Państwowym Instytucie Badawczym w Radomiu w latach 2010–2015. Dla każdego produktu przeanalizowano poszczególne zdarzenia i naniesiono je na mapy ryzyka. Umożliwiło to wskazanie tych obszarów, które należy monitorować w trakcie prac nad produktami. Na rysunku 2 przedstawiono przykładowe wyniki analizy poziomu ryzyka dla wybranych zdarzeń w odniesieniu do ryzyka: polityczno-prawnego, ekonomicznego, społecznego i technologicznego.

¹¹ *Systems engineering handbook*, NASA, Washington DC, 2007, s. 145.

Metodyka zarządzania ryzykiem wdrożeniowym...

Rysunek 2. Wybrane wyniki oceny poziomu ryzyka wdrożeniowego produktów technicznych dla poszczególnych rodzajów ryzyka



Źródło: opracowanie własne.

W odniesieniu do zdarzenia P1 – wstrzymanie finansowania badań na szczeblu rządowym (ryzyko polityczno-prawne) – w większości przypadków (73) stwierdzono, że prawdopodobieństwo jego wystąpienia jest bardzo niskie, ale gdyby zdarzenie wystąpiło, to skutki byłyby bardzo znaczące (m.in. konieczność wstrzymania prac nad produktem ze względu na brak środków).

W przypadku ryzyka ekonomicznego w odniesieniu do zdarzenia E4 – potencjalne pojawienie się konkurencji – w większości przypadków (32) stwierdzono, że prawdopodobieństwo jego wystąpienia jest wysokie i skutki byłyby znaczące. W 19 przypadkach prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia oceniono jako niskie – prawdopodobnie ze względu na specyfikę opracowywanych produktów (produkty jednostkowe lub prototypy).

W odniesieniu do zdarzenia S2 (ryzyko społeczne) – trudności odbiorców w dostępie do produktu – oceny dotyczące prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia były bardzo zróżnicowane: od bardzo niskiego do bardzo wysokiego.

Biorąc pod uwagę ryzyko technologiczne w odniesieniu do zdarzenia T3 – skomplikowana obsługa produktu – prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia określono głównie jako średnie (skutek również średni).

Podsumowanie

Opracowana autorska metodyka zarządzania ryzykiem wdrożeniowym innowacyjnych produktów technicznych może stanowić instrument wspomagający prowadzenie efektywnej polityki naukowej, technicznej i innowacyjnej w skali sektora oraz organizacji. Zastosowanie metodyki umożliwia zbadanie ryzyka na etapach *ex-ante* i *on-going* opracowania innowacyjnego produktu technicznego. Metodyka posiada zarówno zalety, jak i wady.

Główne zalety metodyki obejmują:

- możliwość prowadzenia oceny w różnych odstępach czasu;
- możliwość porównywania uzyskanych wyników badań w czasie;
- stosowanie jednolitych kryteriów oceny;
- możliwość podjęcia decyzji dotyczącej sposobu realizacji prac nad produktem.

Pomimo zalet, metodyka ma pewne wady:

- z powodu zastosowania metody semiilościowej (metoda ekspercka) – brak możliwości uzyskania pełnego obiektywizmu odnośnie do uzyskanego wyniku;
- możliwość analizowania jednej wybranej grupy zdarzeń;
- brak możliwości uzyskania oceny zagregowanej.

Rezultaty uzyskane w wyniku zastosowania autorskiej metodyki mają duże znaczenie na różnych etapach opracowania produktu. Na etapie *ex-ante* metodyka umożliwia identyfikację potencjalnych

zagrożeń mogących wystąpić w trakcie prac nad planowanym do opracowania produktem. W przypadku stwierdzenia, że ryzyko jest znaczne już przed rozpoczęciem prac nad produktem, konieczne staje się podjęcie decyzji dotyczącej potrzeby rozpoczęcia prac. Na etapie *on-going*, na którym prace są już zaawansowane, metodyka umożliwia weryfikację, jakie zagrożenia występują i w jaki sposób je wyeliminować lub zminimalizować. Zastosowanie zaproponowanej metodyki umożliwi uruchamianie lub realizację inicjatyw charakteryzujących się wysokim stopniem efektywności oraz użyteczności dla potencjalnych beneficjentów. Systematyczne zarządzanie ryzykiem przyczyni się również do unikania realizacji działań, w których koszty, czas czy inne zasoby przeznaczone do opracowania innowacyjnych produktów technicznych są nieuzasadnione.

Bibliografia

- A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 5th Edition*, Project Management Institute, 2012.
- A risk management standard*, Institute of Risk Management, 2002.
- Becker J., *Analiza funkcjonalna metod ilościowych na potrzeby systemu wspomaganie decyzji (część I)*, „Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych” 2011, t. XII, nr 2, s. 21–36.
- Bieda B., *Metoda Monte Carlo w ocenie niepewności w stochastycznej analizie procesów wytwórczych i ekologii*, Wydawnictwo AGH, Kraków 2010.
- European Union Agency for Network and Information Security, <https://www.enisa.europa.eu/activities/risk-management/current-risk/risk-management-inventory/rm-process>.
- Greco S. (ed.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, „International Series in Operations Research & Management Science”, 2016.
- Haimes Y.Y., *Hierarchical holographic modelling*, „IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics” 1981, Vol. 11, No. 9, s. 606–617, <http://dx.doi.org/10.1109/TSMC.1981.4308759>.
- Haimes Y.Y., *Risk modelling, assessment, and management*, John Wiley, New York 1998.
- Hulett D., *Practical schedule risk analysis*, Gower Publishing Company, 2009.
- Juselius K., *The cointegrated VaR model: methodology and applications*, Oxford University Press, 2006.
- Kaczmarek T., *Ryzyko i zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne*, Difin, Warszawa 2005.
- Kisielnicki J., *Zarządzanie projektami badawczo-rozwojowymi*, Wolters Kluwer Business, Warszawa 2013.
- M_o_R 2010 – Management of Risk: Guidance for Practitioners*, 2010.
- Nahotko S., *Ryzyko ekonomiczne w działalności gospodarczej*, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 2001.
- Oslo Manual Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*, OECD, Eurostat, 2005.
- Pfeffer I., *Insurance and Economic Theory*, Illinois 1956.
- Portal Innowacji, *Zarządzanie ryzykiem w projektach innowacyjnych*, http://www.pi.gov.pl/PARP/chapter_86197.asp?soid=0CA59D0084174201BA6A9E770D6BE5AB.

Project Risk Analysis and Management Guide 2nd Edition, APM Risk Management Specific Interest Group, 2010.

Risk Analysis and Management for Projects (RAMP), 2nd edition, Institution of Civil Engineers, 2005.

Risk management – a practical guide for SMEs, ISO 31000.

Risk management – Risk assessment techniques, ISO/IEC 31010:2009.

Schutz H. (ed.), *Comparative Risk Assessment: Concepts, Problems and Applications*, Wiley – VCH, 2006.

Soliński B., *Metody zarządzania jakością FMEA. Analiza przyczyn wadliwości i krytyczności wad*, Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania Przedsiębiorstwem, <http://www.zarz.agh.edu.pl/bsolinsk/FMEA.html>.

Steinberg R.M., et al., *Enterprise Risk Management – integrated framework. Executive summary*, Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, 2004.

Wardziński A., *Analiza drzew błędów systemów komputerowych związanych z bezpieczeństwem*, Politechnika Gdańska, Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki (rozprawa doktorska), Gdańsk 1996.

Wawrzynek J., *Metody opisu i wnioskowania statystycznego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2007.

Wilson C., *Brainstorming and beyond. A user-centered design method*, Elsevier 2013.

Zarządzanie ryzykiem w sektorze publicznym. Podręcznik wdrożenia systemu zarządzania ryzykiem w administracji publicznej w Polsce, Ministerstwo Finansów, Warszawa 2004.

Ziarkowski R., *Opcje rzeczowe oraz ich zastosowanie w formułowaniu i ocenie projektów inwestycyjnych*, Wydawnictwo WAE, Katowice 2004.

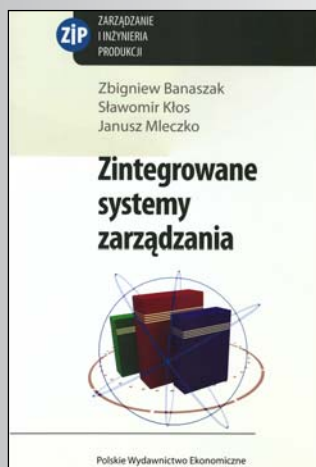
Ziglio E., *Gazing into the oracle: the Delphi method and its application to social policy and public health*, Jessica Kingsley Publishers Ltd., London 1996.

Methods of risk management in implementation of innovative technical products

In the process of developing innovative technical products it is difficult to constantly assess those products considering the factors influencing the possibility of their implementation into economy. The aim of the article is to propose the methodology to assess risk management during implementation of innovative technical products designed by both, research institutions and enterprises. The problems linked with the implementation of the products were identified. The author also identified key risk groups and undesirable situations. Moreover, the way to determine the probability of undesirable situations occurrence was indicated. The proposed methodology was verified based on more than 100 innovative technical products from Innovative Systems of Technical Support for Sustainable Development of Economy Strategic Research Programme. Strong and weak points of the methodology were identified. Among advantages, the possibility of assessing in different timeframes and applying homogeneous criteria of the assessment were pointed. The lack of possibility to obtain aggregated result and inability of full result objectivity due to the use of semi-quantitative method were recognized.

Autorka jest doktorem nauk ekonomicznych w zakresie nauk o zarządzaniu. Pracuje w Zakładzie Strategii Innowacyjnych w Instytucie Technologii Eksploatacji – Państwowym Instytucie Badawczym w Radomiu. Jej zainteresowania naukowe dotyczą ewaluacji strategicznych programów badawczych, w szczególności oceny potencjału komercyjnego oraz oceny poziomu ryzyka wdrożeniowego opracowywanych produktów.

POLECAMY



Zbigniew Banaszak, Sławomir Kłos, Janusz Mleczek
Zintegrowane systemy zarządzania
PWE, Warszawa 2016

Prezentujemy drugie, uaktualnione wydanie podręcznika akademickiego dla kierunku *zarządzanie i inżynieria produkcji*. Pozycja ta stanowi obszerne kompendium wiedzy z zakresu teorii i zastosowania zintegrowanych informatycznych systemów zarządzania (ZISZ). Każde zagadnienie szczegółowo omówiono teoretycznie, a także zilustrowano przykładami z praktyki (studiami przypadku). Wśród poruszanych zagadnień znalazły się przepływy produkcji i różnego rodzaju strategie zarządzania nimi (JIT, ERP, OPT/TOC). Przedstawiono również funkcjonujące systemy informatyczne służące do zarządzania, takie jak: CRM, PLM czy MRP, a także opisano, jak należy wdrażać ZISZ z uwzględnieniem specyfiki sektora przedsiębiorstw MSP. Z uwagi na to, że każdy rozdział wzbogacony jest zadaniami i pytaniami kontrolnymi, publikacja polecana jest przede wszystkim studentom. Zachęcamy jednak do zapoznania się z jej treścią także właścicieli przedsiębiorstw i menedżerów, którzy chcieliby wdrożyć w swoich organizacjach ZISZ.

Publikację można nabyć w księgarni internetowej wydawnictwa: <http://www.pwe.com.pl>