

Izabela JONEK-KOWALSKA, Jarosław ZIEMSKI

Politechnika Śląska

Wydział Organizacji i Zarządzania

WSPÓŁCZESNE KIERUNKI DOSKONALENIA ZARZĄDZANIA RYZYKIEM Z PERSPEKTYWY CYKLU ŻYCIA PRODUKTU

Streszczenie. W warunkach wzrastającej konkurencji i zmienności otoczenia zarządzanie ryzykiem jest jednym z kluczowych zadań realizowanych w przedsiębiorstwie. Z uwagi na pogłębiającą się specjalizację i złożoność procesów produkcyjnych zarządzanie ryzykiem coraz częściej analizuje się w kontekście branżowym. Nie zawsze jest to jednak podejście wystarczająco szczegółowe, dlatego też głównym celem niniejszego artykułu jest przedstawienie współczesnych trendów w zakresie zarządzania ryzykiem z perspektywy cyklu życia produktu. Takie ujęcie umożliwia tworzenie indywidualnych charakterystyk ryzyka dla danego produktu i dostosowanie adekwatnych narzędzi zarządczych do tak zidentyfikowanych źródeł ryzyka. Artykuł opracowano na podstawie krajowych i zagranicznych studiów literaturowych, obejmujących lata 2013-2016.

Słowa kluczowe: zarządzanie ryzykiem, cykl życia produktu, zarządzanie ryzykiem w cyklu życia produktu.

CONTEMPORARY DIRECTIONS OF RISK MANAGEMENT DEVELOPMENT FROM THE PERSPECTIVE OF PRODUCT LIFECYCLE

Summary. In the conditions of increasing competition and changing environment, risk management is one of key activities carried out in a company. Due to increasing specialization and complexity of production processes risk management is more often considered in a context of the industry. However, this approach is not always detailed enough, therefore, the main objective of the paper is to present the contemporary trends concerning risk management from the perspective of product lifecycle. Such depiction allows creating the individual risk characteristics for the particular product and adjust the adequate management instruments for risk sources identified in this way. The paper was developed on the basis of domestic and foreign literature review encompassing the years 2013-2016.

Keywords: risk management, product lifecycle, risk management in product lifecycle.

1. Wprowadzenie

Za prekursorów współczesnych badań nad istotą ryzyka uważa się A. Willetta oraz F.H. Knighta. A. Willett prowadził szczegółowe badania w tym zakresie na początku XX wieku. Zajmował się ryzykiem głównie w aspekcie działalności ubezpieczeniowej. Prezentował podejście charakterystyczne dla ekonomii, w której ryzyko postrzega się jako przyczynę realnych zdarzeń czy też faktów społeczno-ekonomicznych. Zgodnie z jego teorią, ma ono zdecydowanie obiektywny charakter i jest obiektywnie współzależne od subiektywnej niepewności. Willett uznał ryzyko za stan otoczenia. Stwierdził także, że należy je odnosić do stopnia niepewności, co do zaistnienia określonego skutku, a nie prawdopodobieństwa jego wystąpienia. Dodawał również, że samo ryzyko, które jest pojęciem obiektywnym, może być różnie odczuwane przez poszczególne osoby – w zależności od posiadanej przez nie wiedzy. A. Willett postulował także to, aby rozpatrując to zjawisko mieć na uwadze jego subiektywne odczuwanie, wywołane niepewnością jako stanem umysłu [38, s. 24-28; 18, s. 7].

Niespełna 20 lat później pojęcia ryzyka i niepewności zdefiniował F.H. Knight, wykorzystując przy tym teorię prawdopodobieństwa. Stał on na stanowisku, że występowanie niepewności wynika ze specyficznego charakteru procesów ekonomicznych, których efekty będą znane dopiero w przyszłości, często bardzo odległej. W ujęciu F.H. Knighta ryzyko jest formą niepewności, która daje się kwantyfikować. To jej szczególny rodzaj, który może być wyrażony liczbowo. Stąd też niezmiernie ważne staje się rozróżnienie niepewności mierzalnej i niemierzalnej. F.H. Knight przyjmował, że niepewność mierzalna to ryzyko, niepewność niemierzalna zaś jest niepewnością sensu stricte [54, s. 445-455; 55, s. 341-351], przy czym tak zdefiniowane ryzyko jest możliwe do określenia za pomocą jednego z następujących prawdopodobieństw:

- *a priori*, występującego wówczas, gdy znamy cały zbiór prawdopodobnych zdarzeń i możliwość ich wystąpienia jest identyczna, nie ma też potrzeby przeprowadzania badań empirycznych w celu określenia ich prawdopodobieństwa, ponieważ można je ustalić dzięki logicznemu rozumowaniu,
- statystycznego, odnoszącego się do tych zdarzeń, których prawdopodobieństwa nie można ustalić bez badań empirycznych,
- szacunkowego (estymacyjnego), występującego wówczas, gdy w odniesieniu do możliwych zdarzeń nie można ustalić prawdopodobieństwa ich wystąpienia ani w sposób logiczny, ani empiryczny [44, s. 10-19; 31, s. 38].

Poglądy reprezentowane przez F.H. Knighta zostały rozwinięte i uzupełnione przez S. Schackle'a. Na bazie wymienionych powyżej rodzajów prawdopodobieństwa stworzył on koncepcję eksperymentu, który ma charakter powtarzalny i porównywalny do innych zdarzeń. Ponadto można go podzielić na części składowe, stanowiące zbiór analogicznych decyzji lub działań. Eksperymentowi podzielnemu przeciwstawił eksperyment niepodzielny o charakterze

unikalnym i/lub izolowanym, którego nie można rozłożyć na elementy składowe. Następnie skonstatował, że ryzyko związane jest z eksperymentem podzielny, a niepewność z eksperymentem niepodzielny [26, s. 30; 25, s. 11].

Przytoczone powyżej podstawy koncepcyjne badań nad ryzykiem i niepewnością stały się przyczynkiem do wieloletnich i wielowątkowych rozważań prowadzonych na gruncie różnych nauk. Rozmyślenia na temat istoty, przyczyn i konsekwencji tych zjawisk prowadziły do ogólnej konstatacji, że ryzykiem, bez względu na jego rodzaj, przedsiębiorstwo może i powinno zarządzać. Głównym celem tego zarządzania jest redukcja negatywnych konsekwencji wystąpienia ryzyka lub wzmocnienie szans związanych z jego wystąpieniem [8, s. 40].

Należy podkreślić, że zarówno w teorii, jak i w praktyce przedsiębiorstwo koncentruje się przede wszystkim na realizacji pierwszej części ogólnego celu zarządzania ryzykiem, albowiem poszukiwanie szans wpisane jest w działalność operacyjną oraz strategiczną i stanowi naturalną konsekwencję podejmowania aktywności gospodarczej. Ochrona przed negatywnymi skutkami wystąpienia ryzyka wymaga z kolei dodatkowych decyzji i działań. Mają one uchronić przedsiębiorstwo przed negatywnymi skutkami wystąpienia ryzyka, generującymi niepożądane odchylenia od zakładanych przez nie celów.

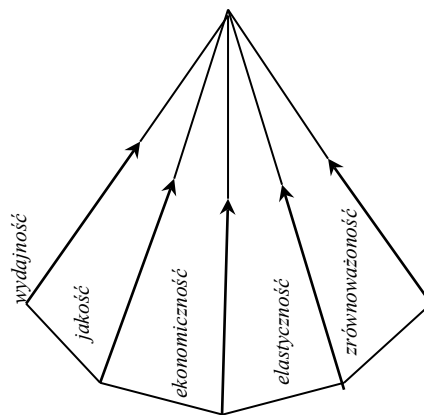
Ogólne rozważania w tym temacie były systematycznie prowadzone wraz z rozwojem ekonomii i nauk o zarządzaniu w ujęciu procesowym, odnoszącym się do poszczególnych etapów zarządzania ryzykiem, to jest: identyfikacji, oceny, działań na rzecz ograniczania ryzyka i kontroli ryzyka [51, s. 442; 23, s. 1-12].

Z czasem uniwersalne narzędzia zarządzania ryzykiem zaczęto dostosowywać do specyfiki branżowej, w związku z pogłębianiem specjalizacji przedsiębiorstw oraz intensyfikacją źródeł ryzyka w globalizującej się gospodarce. Aktualnie badania nad ryzykiem mają charakter interdyscyplinarny i najczęściej odnoszą się do bardzo wąskich obszarów działalności przedsiębiorstwa, co z jednej strony zwiększa ich dokładność, a z drugiej może przyczyniać się do zmniejszenia wartości aplikacyjnej, szczególnie w małych i średnich przedsiębiorstwach, z uwagi na silną matematyzację i informatyzację prowadzonych badań [2, s. 659-675; 10].

W niniejszym artykule rozważania na temat zarządzania ryzykiem zawężono do analizy tego procesu w cyklu życia produktu. Jest to spojrzenie pozwalające analizować je zarówno w ujęciu branżowym i zindywidualizowanym, jak i długoterminowym, uwzględniającym zmiany uwarunkowań wewnętrznych oraz zewnętrznych. Głównym celem prowadzonych rozważań jest przedstawienie współczesnych trendów w zakresie zarządzania ryzykiem z perspektywy cyklu życia produktu. By tak postawiony cel zrealizować, w pierwszej części odniesiono się do rozwoju koncepcji cyklu życia produktu. W drugiej części rozważania ograniczono do oceny kierunków badań w zakresie zarządzania ryzykiem w cyklu życia produktu. W podsumowaniu podjęto próbę określenia kierunków doskonalenia prezentowanej koncepcji i prowadzenia dalszych badań.

2. Rozwój koncepcji cyklu życia produktu

Koncepcja cyklu życia produktu oraz zarządzania w tym cyklu (*Product Lifecycle Management – PLM*) została wykreowana w latach osiemdziesiątych dwudziestego wieku i była bezpośrednią odpowiedzią przedsiębiorstw na wzrastające wymagania rynkowe odbiorców oraz zmieniające się warunki otoczenia. Jej pierwotna wersja powstała w Stanach Zjednoczonych w branży motoryzacyjnej w American Motors Corporation. Ideą PLM jest holistyczne zarządzanie całym cyklem życia produktu, począwszy od idei jego powstania, przez wykonanie, dystrybucję i serwis, na recydingu kończąc [33, s. 24-33; 50, s. 919-920]. Takie spojrzenie pozwala zintegrować wszystkie zasoby, procesy oraz dane w przedsiębiorstwie, równocześnie umożliwiając realizację współczesnych priorytetów produkcyjnych przedstawianych w postaci piramidy systemów produkcyjnych (rys. 1) i obejmujących: wydajność, jakość, ekonomiczność, elastyczność i zrównoważoność.



Rys. 1. Piramida systemów produkcyjnych

Fig. 1. Pyramid of Production Systems

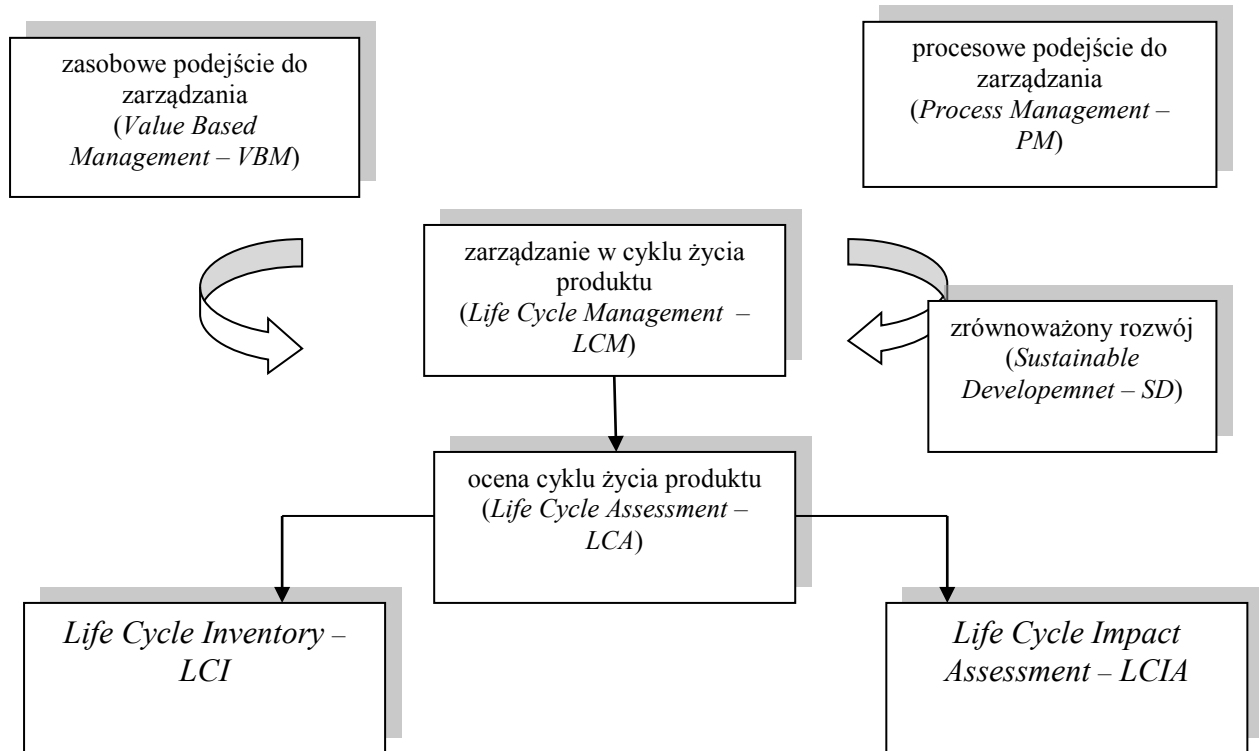
Źródło: [36; 20].

Zarządzanie w cyklu życia produktu jest wypadkową podejść zasobowego oraz procesowego. Pozwala bowiem analizować i oceniać życie produktu w kontekście zasobów wykorzystanych do jego powstania oraz w kontekście kolejnych faz, w których będzie uczestniczył. Pierwsze z podejść ma charakter statyczny, drugie dynamiczny. Wśród praktycznych korzyści związanych z powstaniem i wdrożeniem PLM wymienia się między innymi: skrócenie okresu wejścia produktu na rynek, możliwość redukcji kosztów, poprawę jakości produktu oraz jego lepsze dostosowanie do wymagań odbiorców, zmniejszenie wielkości odpadów produkcyjnych, skuteczne dopasowanie wielkości produkcji do zmian sezonowych oraz maksymalizację korzyści współpracy w łańcuchu tworzenia wartości produktu [47, s. 89-96; 43, s. 118-123; 6, s. 240-250; 12, s. 431-441].

Dalszy rozwój koncepcji PLM związany jest przede wszystkim z ewolucją koncepcji zrównoważonego rozwoju (*Sustainable Development – SD*), zgodnie z którą przedsiębiorstwo powinno, poza celami ekonomicznymi, realizować także zadania społeczne i ekologiczne. Na podstawie założeń tych dwóch idei rozwinęła się koncepcja *Life Cycle Assessment (LCA)* [37, s. 337-351; 11, s. 61-72; 40, s. 21-37], pozwalająca badać i oceniać skutki oddziaływania każdej z faz życia produktu na środowisko. W ramach LCA identyfikuje

się przepływy zasobów na linii produkt – środowisko (*Life Cycle Inventory – LCI*) [7; 33; 55] oraz oddziaływanie tych przepływów na stan ekosystemów (*Life Cycle Impact Assessment – LCIA*) [32, s. 174-182; 19, s.1-6; 41, s. 646-656].

Syntetycznie etapy rozwoju koncepcji cyklu życia produktu zaprezentowano na rysunku 2.



Rys. 2. Rozwój koncepcji Product Lifecycle Management (PLM)

Fig. 2. Development of Product Lifecycle Management (PLM)

Źródło: Opracowanie własne.

3. Zarządzanie ryzykiem w cyklu życia produktu

Zindywidualizowanie podejścia do zarządzania produktem przez uszczegółowienie prowadzonych w tym zakresie rozważań do poszczególnych faz cyklu życia spowodowało konieczność zdynamizowania również zasad i narzędzi zarządzania ryzykiem. W niniejszym rozdziale autorzy artykułu dokonują przeglądu dotychczasowych osiągnięć w tym zakresie, próbując odpowiedzieć na następujące pytania:

- W jakich branżach są prowadzone badania z zakresu zarządzania ryzykiem w cyklu życia produktu?
- Jakie przedsiębiorstwa najczęściej implikują zarządzanie ryzykiem w cyklu życia produktu?
- Która z faz cyklu życia produktu jest najczęściej analizowana w kontekście zarządzania ryzykiem?
- Jaki etap zarządzania ryzykiem jest badany w kontekście cyklu życia produktem?

- Jakie metody badawcze są wykorzystywane w obszarze zarządzania ryzykiem w cyklu życia produktu?
- Jakie są główne wnioski i doświadczenia w zakresie zarządzania ryzykiem z perspektywy cyklu życia produktu?
- Jakie kierunki dalszych badań eksponuje się w literaturze przedmiotu?

Badania nad zarządzaniem ryzykiem w cyklu życia produktu prowadzone są przede wszystkim w dużych przedsiębiorstwach. To one wdrożyły już ten system oraz znają i wykorzystują w szerokim zakresie instrumenty zarządzania ryzykiem. W tym przypadku implementacja zarządzania ryzykiem z perspektywy cyklu życia produktu jest jedynie kwestią integracji obu systemów. Ponadto duże przedsiębiorstwa w swoich strukturach organizacyjnych mają komórki odpowiedzialne za oba procesy, co gwarantuje, że wdrożenie będzie przebiegało sprawnie i będzie miało zabezpieczone zaplecze w postaci kompetentnych zasobów ludzkich oraz niezbędnych zasobów informatycznych. Niemniej jednak rozwój komputerowego wspomaganie zarządzania oraz upowszechnienie oprogramowania w cyklu życia produktu sprzyja coraz szerszemu wdrażaniu zarządzania ryzykiem, także w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw [45, s. 240-244].

W ujęciu branżowym ten proces bardzo często jest analizowany w sektorze budowlanym, w kontekście ekologicznych budowli [52, s. 92-105], co stanowi bezpośrednie nawiązanie do *Life Cycle Impact Assessment*. Wiele uwagi poświęca się także produktom z dziedzin o wysokim poziomie innowacyjności, takim jak branża informatyczna [34, s. 333-227] i energetyczna. Badania prowadzone są także w sektorze samochodowym, gdzie łączy się analizę zagadnień technologiczno-efektywnościowych z opisem oddziaływań środowiskowych [14, s. 126-138].

W branżach tych badania koncentrują się na pierwszym etapie cyklu życia produktu, w którym dochodzi do sprzężenia branżowych oraz innowacyjnych źródeł ryzyka. Ponadto są to sektory charakteryzujące się wysokim poziomem zaawansowania technologicznego i dynamicznym tempem rozwoju, co zwiększa prawdopodobieństwo pojawienia się ryzyka.

Jak już wspomniano, etapem, który jest bada się najczęściej w kontekście zarządzania ryzykiem w cyklu życia produktu, jest faza koncepcyjna, która z uwagi na pionierski i innowacyjny charakter jest kojarzy się z najszerszym i najintensywniejszym spektrum ryzyka [9, s. 495-500]. Równie często rozpatrywany jest także pełen cykl, w tym zmiany kluczowych parametrów produktu w tym cyklu [16; 26, s. 41-48]. W literaturze przedmiotu można także odnaleźć badania odnoszące się do fazy schyłkowej, w ramach których poszukuje się przede wszystkim odpowiedzi na pytanie, jak przedłużyć życie produktu przez powrót do fazy dojrzałości lub dzięki recyklingowi. Zagadnienia związane z tymi fazami nie są przedmiotem zainteresowania, ponieważ w tych fazach produkt nie stanowi dla przedsiębiorstwa kluczowego źródła przychodów, zaś recykling bardzo często zleca się firmom zewnętrznym. Z punktu widzenia konieczności zarządzania cyklami wielu produktów równocześnie, zaniebywanie tej problematyki jest jednak niedopatrzeniem, ponieważ zmiany efektywności w końcowych fazach także oddziałują na efektywność całego przedsiębiorstwa [1, s. 320-325; 28, s. 19-33].

Z kolei z punktu widzenia procesu zarządzania ryzykiem najczęściej opisywanymi etapami są identyfikacja i ocena ryzyka [15, s. 161-171; 4, s. 40-50]. Zdecydowanie mniej miejsca poświęca się instrumentom zarządzania ryzykiem oraz ocenie ich skuteczności i efektywności. Takie podejście może częściowo wynikać z pozornej łatwości przeprowadzania identyfikacji oraz oceny ryzyka za pomocą badań ankietowych szeroko wykorzystywanych i opisywanych w publikacjach naukowych, podczas gdy, ocena skuteczności i efektywności instrumentów zarządzania ryzykiem wydaje się zadaniem trudniejszym, a także bardziej złożonym z uwagi na konieczność opracowania metodyki pomiaru tych parametrów i odniesienia się do dokumentacji wewnętrznej przedsiębiorstwa [5, s. 21-37]. Niemniej jednak badania w tym obszarze należy uznać za niezwykle cenne z punktu widzenia doskonalenia instrumentarium zarządzania ryzykiem w warunkach rosnącej zmienności otoczenia i komplikacji procesów wewnętrznych.

Jak już zasygnalizowano powyżej, wśród metod badawczych w literaturze z zakresu zarządzania ryzykiem w cyklu życia produktu najczęściej pojawiają się badania ankietowe [17, s. 166-177], wykorzystywane w aspekcie identyfikacji i oceny ryzyka. Jedynie pewna część artykułów ma charakter koncepcyjny, odnosi się do uskuteczniania oraz udoskonalania [3, s. 20-33] technik zarządzania ryzykiem w cyklu życia produktu, w tym rozwoju metod gromadzenia i przetwarzania danych na potrzeby tych technik [20, s. 86-97; 29, s. 82-98; 35, s. 335-346].

4. Podsumowanie

Z badań nad zarządzaniem ryzykiem w cyklu życia produktu wynika, że systemowe rozwiązania w tym zakresie wykorzystywane są przede wszystkim w dużych przedsiębiorstwach w branżach zaawansowanych technologicznie. Rozważania są skoncentrowane na pierwszych fazach cyklu życia i zarządzania ryzykiem, zaś badania wykonywane są przede wszystkim przy wykorzystaniu metod ankietowych. Na podstawie wyników prowadzonych badań można stwierdzić, że wdrażane instrumenty zarządzania w cyklu życia produktu w wielu przypadkach nie przynoszą zakładanych efektów w zakresie ograniczenia ryzyka oraz poprawy efektywności lub efekty te nie są takie jak oczekiwano, zaś czas i środki poświęcone na implementację tych narzędzi są nieadekwatne do osiągniętych rezultatów.

Na podstawie dokonanego przeglądu literaturowego i powyższych wniosków można wskazać następujące kierunki dalszych badań nad zarządzaniem ryzykiem w cyklu życia produktu:

- Opracowanie rozwiązań koncepcyjnych i narzędziowych dostosowanych do potrzeb oraz możliwości małych i średnich przedsiębiorstw w zakresie zarządzania ryzykiem w poszczególnych fazach cyklu życia produktu.
- Identyfikacja i ocena źródeł ryzyka w fazach dojrzałości i schyłku produktu.

- Analiza i ewaluacja skuteczności oraz efektywności instrumentów wykorzystywanych do zarządzania ryzykiem w poszczególnych fazach cyklu życia produktu.
- Tworzenie rozwiązań zwiększających skuteczność i efektywność zarządzania ryzykiem w poszczególnych fazach cyklu życia produktu.

Bibliografia

1. Amundson J., Brown A., Grabowski M., Badurdeen F.: Life-cycle Risk Modeling: Alternate Methods Using Bayesian Belief Networks. „Procedia CIRP”, Vol. 17, 2014.
2. Arena M., Arnaboldi M., Azzone G.: The organizational dynamics of enterprise risk management. „Accounting, Organizations and Society”, Vol. 35, No. 7, 2010.
3. Asif F.M.A., Rashid A., Bianchi C., Nicolescu C.M.: System dynamics models for decision making in product multiple lifecycles. „Resources, Conservation and Recycling”, Vol. 101, 2015.
4. Barone G., Frangopol D.M.: Life-cycle maintenance of deteriorating structures by multi-objective optimization involving reliability, risk, availability, hazard and cost, „Structural Safety”, Vol. 48, 2014.
5. Barone G., Frangopol D.M.: Reliability, risk and lifetime distributions as performance indicators for life-cycle maintenance of deteriorating structures. „Reliability Engineering & System Safety”, Vol. 123, 2014.
6. Battke B., Schmidt T.S., Grosspietsch D., Hoffmann V.H.: A review and probabilistic model of lifecycle costs of stationary batteries in multiple applications. „Renewable and Sustainable Energy Reviews”, Vol. 25, 2013.
7. Bieda B.: Application of stochastic approach based on Monte Carlo (MC) simulation for life cycle inventory (LCI) to the steel process chain: Case study. „Science of The Total Environment”, Vol. 481, 2014.
8. Borda M.: Ryzyko zarządzania finansami w zakładach ubezpieczeń na życie. Oficyna Wydawnicza Branta, Bydgoszcz – Katowice 2006.
9. Botero J.D., Beler C., Noyes D.: Risk analysis in project early phase taking into account the product lifecycle: Towards a generic risk typology for bidding process. IFAC Proceedings Volumes, Vol. 46, Iss. 9, 2013.
10. Bromiley Ph., McShane M., Nair A., Rustambekov E.: Enterprise Risk Management: Review, Critique, and Research Directions. „Long Range Planning”, 2014.
11. Burchart-Korol D., Fugiel A., Czaplicka-Kolarz K., Turek M.: Model of environmental life cycle assessment for coal mining operations. „Science of The Total Environment”, Vol. 562, 2016.

12. Cheung W.M., Marsh R., Griffin P.W., Newnes L.B., Mileham A.R., Lanham J.D.: Towards cleaner production: a roadmap for predicting product end-of-life costs at early design concept. „Journal of Cleaner Production”, Vol. 87, 2015.
13. David M., Rowe F.: What does PLMS (product lifecycle management systems) manage: Data or documents? Complementarity and contingency for SMEs. „Computers in Industry, Vol. 75, 2016.
14. Ding H., He M., Deng Ch.D.: Lifecycle approach to assessing environmental friendly product project with internalizing environmental externality. „Journal of Cleaner Production”, Vol. 66, 2014.
15. Dong Y., Frangopo D.M.: Risk-informed life-cycle optimum inspection and maintenance of ship structures considering corrosion and fatigue. „Ocean Engineering”, Vol. 101, 2015.
16. Faff R., Kwok W.Ch., Podolski E.J., Wong G.: Do Corporate Policies Follow a Life-cycle? „Journal of Banking & Finance”, 2016, dostępny online: 23.04.2016.
17. Gmelin H., Seuring S.: Achieving sustainable new product development by integrating product life-cycle management capabilities. „International Journal of Production Economics”, Vol. 154, 2014.
18. Grzybowski W.: Ryzyka, innowacje i decyzje gospodarcze. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 1984.
19. Harding K.G.: A technique for reporting Life Cycle Impact Assessment (LCIA) results. „Ecological Indicators”, Vol. 34, 2013.
20. Helu M., Hedberg T. Jr: Enabling Smart Manufacturing Research and Development using a Product Lifecycle Test Bed. „Procedia Manufacturing”, Vol. 1, 2015.
21. Hoyt R.E., Liebenberg A.P.: The value of enterprise risk management. „Journal of Risk and Insurance”, Vol. 78, No. 4.
22. Jajuga K.: Zarządzanie ryzykiem na przełomie wieków – uwagi na temat metod, [w:] Jajuga K., Ronka-Chmielowiec W. (red.): Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a polski rynek, t. 1. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2001.
23. Jedynek P., Szydło S.: Zarządzanie ryzykiem. Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław-Warszawa 1997.
24. Kaczmarek T.T.: Ryzyko i zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne. Difin, Warszawa 2006.
25. Kamoun F., Alhadidi D., Maamar Z.: Weaving Risk Identification into Crowdsourcing Lifecycle. „Procedia Computer Science”, Vol. 56, 2015.
26. Karmańska A.: Neoklasyczne ramy analizy atrybutów ryzyka, [w:] Karmańska A. (red.): Ryzyko w rachunkowości. Difin, Warszawa 2008.
27. Kim J.Y., Vonortas N.S.: Managing risk in the formative years: Evidence from young Enterprises in Europe. „Technovation”, Vol. 34, 2014.

28. Koh S.K., Durand R.B., Dai L., Chang M.: Financial distress: Lifecycle and corporate restructuring. „Journal of Corporate Finance”, Vol. 33, 2015.
29. Kubler S., Främling K., Derigent W.: P2P Data synchronization for product lifecycle management. „Computers in Industry”, Vol. 66, 2015.
30. Kulwicki E.: Optymalizacja działalności gospodarczej w warunkach niepewności, Zeszyty Naukowe Politechniki Krakowskiej, nr 2, Kraków 1977.
31. Langedijk J., Whitehead Ch.J., Slijkerman D.S., Leufkens H.G.M., Schutjens M.H., Mantel-Teeuwisse A.K.: Extensions of indication throughout the drug product lifecycle: a quantitative analysis. „Drug Discovery Today”, Vol. 21, Iss. 2, 2016.
32. Lasvaux S., Achim F., Garat P., Peupartier B., Chevalier J., Habert G.: Correlations in Life Cycle Impact Assessment methods (LCIA) and indicators for construction materials: What matters? „Ecological Indicators”, Vol. 67, 2016.
33. Liao Y., Lezoche M., Panetto H., Boudjlida N., Loures E.R.: Semantic annotation for knowledge explicitation in a product lifecycle management context: A survey. „Computers in Industry”, Vol. 71, 2015.
34. Lindström J., Dagman A., Karlberg M.: The Functional Products Technical Lifecycle and its Four Sub-lifecycles. „Procedia CIRP”, Vol. 38, 2015.
35. Madenas N., Tiwari A., Turner Ch., Woodward J.: Information flow in supply chain management: A review across the product lifecycle. „CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology”, Vol. 7, Iss. 4, 2014.
36. Malakooti B.: Operations and Production Systems with Multiple Objectives. John Wiley & Sons, 2013.
37. Manda B.M.K., Bosch H., Karanam S., Beers H., Bosman H., Rietveld E., Worrell E., Patel M.K.: Value creation with life cycle assessment: an approach to contextualize the application of life cycle assessment in chemical companies to create sustainable value. „Journal of Cleaner Production”, Vol. 126, 2016.
38. Michalski T.: Filozoficzne i klasyczne podstawy definiowania ryzyka, [w:] Karmańska A. (red.): Ryzyko w rachunkowości. Warszawa 2008.
39. Mikes A.: Risk management and calculative cultures. „Management Accounting Research”, Vol. 20, No. 1, 2009.
40. Peters K.: Methodological issues in life cycle assessment for remanufactured products: a critical review of existing studies and an illustrative case study. „Journal of Cleaner Production”, Vol. 126.
41. Pizzol M., Christensen P., Schmidt J., Thomsen M.: Impacts of “metals” on human health: a comparison between nine different methodologies for Life Cycle Impact Assessment (LCIA). „Journal of Cleaner Production”, Vol. 19, 2011.
42. Qin X., Mo Y., Jing L.: Risk perceptions of the life-cycle of green buildings in China. „Journal of Cleaner Production”, 2016 (w druku).

43. Raza A., Ulansky V.: Minimizing Total Lifecycle Expected Costs of Digital Avionics' Maintenance. „Procedia CIRP”, Vol. 38, 2015.
44. Sarnecki W.: Ryzyko i niepewność w działalności przedsiębiorstwa przemysłowego. PWE, Warszawa 1967.
45. Soto-Acosta P., Placer-Maruri E., Perez-Gonzalez D.: A case analysis of a product lifecycle information management framework for SMEs. „International Journal of Information Management”, Vol. 36, Iss. 2, 2016.
46. Stark J.: Product lifecycle management: 21st century paradigm for product realization. Springer-Verlag, London 2005.
47. Sujová E., Čierna H., Hnilica R.: Proposal for Evaluation of Life-cycle Costs (LCC) of Rotary Cultivators' Tools. „Procedia Economics and Finance”, Vol. 34, 2015.
48. Thamhain H.: Managing risks in complex projects. „Project Management Journal”, Vol. 44, 2013.
49. Verbano C., Venturini K.: Development paths of risk management: approaches, methods and fields of application. „Journal of Risk Research”, Vol. 14, No. 5-6, 2011.
50. Walsh K.: Curriculum design: Can we learn from product lifecycle management? „Nurse Education Today”, Vol. 35, 2015.
51. Wroński P.: Kilka uwag o ryzyku prowadzenia działalności gospodarczej, [w:] (red.) Nowak E.: Rachunkowość zarządcza a ryzyko działalności gospodarczej. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2007.
52. Xu D., Qu M., Hang Y., Zhao F.: Multi-objective optimal design of a solar absorption cooling and heating system under life-cycle uncertainties. „Sustainable Energy Technologies and Assessments”, Vol. 11, 2015.
53. Yang Y.: Toward a more accurate regionalized life cycle inventory. „Journal of Cleaner Production”, Vol. 112, 2016.
54. Wawiernia A.: Taksonomia niepewności. „Zarządzanie i Finanse” – „Management and Finance Journal”, Vol. 11, No. 1, 2013.
55. Wawiernia A.: Ryzyko jako szansa i zagrożenie dla działalności przedsiębiorstwa, „Zarządzanie i Finanse” – „Management and Finance Journal”, Vol. 4, No. 4, 2013, s. 341-351.

Abstract

The research on risk management in product lifecycle shows that system solutions used for that purpose are mostly used in large enterprises in the technologically advanced industries. The considerations are focused on the beginning stages of product lifecycle and risk management, furthermore, research is mostly carried out using survey methods. On the basis of research conducted it may be stated that the management instruments in product

lifecycle implemented do not bring the effects assumed in many cases in terms of risk reduction and effectiveness improvement or the effects are not the way as they were expected to be, but the time and resources spent on implementation of these tools are inadequate comparing to the results obtained.

Based on the literature review and conclusions above, the following directions of further research on risk management in product lifecycle may be indicated.

- Development of conceptual and instrumental solutions adjusted to the needs and possibilities of small and medium enterprises concerning risk management in the particular stages of product lifecycle.
- Identification and assessment of risk sources in the stage of product maturity and decline.
- Analysis and evaluation of efficiency and effectiveness of the instruments used for risk management in the particular stages of product lifecycle.
- Development of solutions increasing efficiency and effectiveness of risk management in the particular stages of product lifecycle.