

Agnieszka WYCIŚLIK-KUPICHA
Główny Instytut Górnictwa
Śląskie Środowiskowe Studium Doktoranckie
agnieszka.wycislik-kupicha@wp.pl

Kazimierz LEBECKI
Wyższa Szkoła Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach

Dariusz NOWAK
Główny Instytut Górnictwa
Zakład Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza

EKOEFEKTYWNE ZARZĄDZANIE RYZYKIEM

Streszczenie. W artykule przedstawiono metodę wspierającą zarządzanie ryzykiem, w której istotnym aspektem jest uwzględnianie zasad zrównoważonego rozwoju. Przedstawione podejście łączy dwa wskaźniki: ekoefektywność i wskaźnik poziomu ryzyka. Autorzy dokonali dekompozycji wskaźnika ekoefektywności na składowe (środowiskową i ekonomiczną) i zestawili je z poziomem ryzyka. W efekcie taki zabieg uniezależnił otrzymane rezultaty od metod, jakimi wyznaczono poszczególne wskaźniki.

Słowa kluczowe: ekoefektywność, ryzyko, zarządzanie ryzykiem, wspomaganie decyzji, FMEA.

ECO-EFFECTIVENESS RISK MANAGEMENT

Summary. This paper presents a method that support risk management, in which the important aspect is the inclusion of sustainable development. The approach combines two eco-effectiveness indicator and indicator of the level of risk. The authors have made decomposition of eco-efficiency indicator components (economic and environmental), and grouped them with the level of risk. This manipulation became independent methods of determining the results of these indicators.

Keywords: eco-effectiveness, risk, risk management, decision support, FMEA.

1. Wprowadzenie

Przy obecnym stanie prawnym, obowiązującym na terenie między innymi Unii Europejskiej, wszelka działalność człowieka musi opierać się na zasadach zrównoważonego rozwoju. Wymóg ten jest zapisany również w Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej w Artykule 5 [1], który określa, że:

„Rzeczpospolita Polska strzeże niepodległości i nienaruszalności swego terytorium, zapewnia wolności i prawa człowieka i obywatela oraz bezpieczeństwo obywateli, strzeże dziedzictwa narodowego oraz zapewnia ochronę środowiska, kierując się **zasadą zrównoważonego rozwoju**”.

Samo pojęcie zrównoważonego rozwoju lub równowagi przyrodniczej pojawiło się już w Ustawie o ochronie i kształtowaniu środowiska z dnia 31 stycznia 1980 roku [2]. W artykule 3 stwierdza się, że: „Ilekroć w ustawie jest mowa o: [...] Kształtowaniu środowiska – rozumie się przez to oddziaływanie na środowisko, mające na celu uzyskanie zamierzonych efektów społecznych lub gospodarczych, z **równoczesnym zachowaniem równowagi przyrodniczej**, a zwłaszcza warunków do odnawiania się zasobów”.

Same zaś zasady zrównoważonego rozwoju przyjęto w Deklaracji w sprawie Środowiska i Rozwoju na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro w czerwcu 1992 roku.

Taki stan prawny pociągnął za sobą poszukiwanie narzędzi, zmierzających do odpowiedniego konstruowania procesów decyzyjnych, tak by podejmowane decyzje prowadziły w efekcie do obniżenia negatywnego oddziaływania organizacji na środowisko, przy zachowaniu odpowiedniego poziomu zysków.

Artykuł ma zaproponować narzędzie, które ma wspomóc zarządzanie, szczególnie zarządzanie ryzykiem, opierając się na zasadach zrównoważonego rozwoju.

2. Metody pomiaru

2.1. Miernik zrównoważonego rozwoju – ekoefektywność

Ekoefektywność jest połączeniem dwóch słów – ekonomii i ekologii, połączenia wartości produktu z wpływem na środowisko. Po raz pierwszy pojęcie ekoefektywności zostało użyte przez Sturma oraz Shalteggera w 1989 r., którzy stwierdzili, że „celem zarządzania środowiskowego jest zwiększanie ekoefektywności poprzez zmniejszanie negatywnego wpływu na środowisko, przy jednoczesnym zwiększaniu wartości przedsiębiorstwa” [13, 14]. Od tego czasu pojęcie to ewoluowało, dlatego można spotkać inne definicje ekoefektywności [8]:

1. Dostarczanie wyrobów i usług w konkurencyjnej cenie, które spełniają potrzeby człowieka i podnoszą jego jakość życia, ograniczając wpływ na środowisko i zużycie zasobów w całym cyklu życia – stworzone przez Światową Radę Biznesu do Spraw Zrównoważonego Rozwoju (WBCSD – the World Business Council for Sustainable Development) w 1991 roku.
2. Utrzymanie wzrostu gospodarczego przy minimalnym wpływie na środowisko, stosowanie ograniczonej ilości nieodnawialnych zasobów, ograniczenie ilości odpadów, tworząc zdrowe środowisko do życia dla całej ludzkości – znajduje się w Raporcie „US President’s Council on Sustainable Development”.
3. Powiązanie efektywności ekonomicznej z efektywnością środowiskową, które ma wykazać stosunek wartości dla użytkownika do wskaźników środowiskowych – autorstwa Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development).

Obecnie ekoefektywność jest kluczową koncepcją zarządzania przedsiębiorstwem w celu dążenia do zrównoważonego rozwoju. Koncepcję tę można znaleźć w wytycznych Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska (EEA – European Environment Agency) [9].

Ogólnie ekoefektywność jest wskaźnikiem wydajności firm; pokazuje, jak postęp gospodarczy wpływa na ekologię. Tym samym ukazuje, jak efektywnie wykorzystywane są zasoby środowiskowe, ekologiczne i ludzkie.

Podstawowym celem ekoefektywności jest zwiększenie wartości netto firmy, produktu, procesu przy minimalnym wpływie na środowisko. Wyznaczenie poziomu ekoefektywności w zarządzaniu organizacją, przedsiębiorstwem może być uznawane za strategiczne narzędzie, które wiąże główny cel przedsiębiorstwa – zysk i ekonomikę, np. produkcji – z podejściem środowiskowym.

Standardowa analiza ekoefektywności integruje dwa spośród trzech elementów zrównoważonego rozwoju – ekonomiczny i środowiskowy. Przyjmuje się, że należy uwzględniać następujące kryteria:

- produkcja (minimalne zużycie materiałów i energii, maksymalizacja zużycia zasobów odnawialnych),
- środowisko (toksyczność, stopień recyklingu, trwałość produktu),
- opłacalność (wzrostu wartości produktu lub usługi) [1, 2].

Do wyznaczania poziomu ekoefektywności można przyjąć ogólną koncepcję (1) [8].

$$EE = f(Ekon, Ekol), \quad (1)$$

gdzie:

EE – Ekoefektywność,

f – funkcja połączenia,

Ekon – wskaźniki ekonomiczne (np. 1/cena jednostkowa),

Ekol – wskaźniki środowiskowe (np. 1/emisja CO₂ na jednostkę produktu).

Użyteczna forma tej ogólnej koncepcji wyrażona jest związkiem (2) [11]:

$$EE = \frac{1}{E_{kol}} * \frac{1}{E_{kon}} \quad (2)$$

Usystematyzowanie problematyki efektywności nie jest jednak zadaniem łatwym z uwagi na elastyczność i pewną dowolność w definiowaniu wskaźnika efektywności, który w praktyce oblicza się, jako stosunek wskaźnika środowiskowego i wskaźnika ekonomicznego. Wskaźniki ekonomiczne wyrażone są wskaźnikiem kosztowym, wartością produkcji lub ceną jednostkową. Wskaźniki środowiskowe wyznacza się w wyniku korzystania z takich metod jak (z reguły są to metody pośrednie):

- Metoda Ecoindicator 99 – obliczanie emisji gazów cieplarnianych. Wynik obliczeń przedstawiany jest w punktach ekowskaźnika.
- Metoda IPCC 2007 GWP 100a – kompleksowa ocena szkód w środowisku z podziałem na: zdrowie ludzkie, różnorodność gatunkową ekosystemów i zasoby surowców nieodnawialnych. Wynik obliczeń wyrażony w ekwiwalencie emisji CO₂.

2.2. Wyznaczanie poziomu ryzyka

Zgodnie z obowiązującą definicją **ryzyko** [3,4] to wpływ **niepewności** na cele, zaś niepewność to stan również częściowego braku informacji związanej ze zrozumieniem lub wiedzą na temat zdarzenia, jego następstw lub prawdopodobieństwa tego zdarzenia.

Prawdopodobieństwo z kolei to możliwość (szansa) wystąpienia zdarzenia, które może być zdefiniowane, mierzone lub określone obiektywnie lub subiektywnie, jakościowo lub ilościowo.

Aby skutecznie przeprowadzić ocenę ryzyka, należy zastosować odpowiednie narzędzia i techniki. W 2005 roku zostały wydane normy ISO 31000 Risk Management – Principles and guidelines oraz ISO Guid 73 Risk Management – Vocabulary i późniejsza ISO 31010 Risk Management – Risk assessment techniques. Dokumenty te określają wspólną terminologię, koncepcję oraz ogólne zasady i wytyczne do identyfikacji ryzyka we wszystkich sferach i przez każdą organizację, niezależnie od jej rodzaju, wielkości, formy, lokalizacji.

Tabela 1

Metody oceny ryzyka wg ISO 31010 Risk Management – Risk assessment techniques
A – Identyfikacja ryzyka, B – Konsekwencje, C – Prawdopodobieństwo,
D – Poziom ryzyka, E – Ocena ryzyka

Narzędzia i techniki	Proces zarządzania ryzykiem				
	A	B	C	D	E
„Burza mózgów” (Brainstorming)	MS	NZ	NZ	NZ	NZ
Wywiady strukturyzowane (Structured interviews)	MS	NZ	NZ	NZ	NZ
Metoda delficka (Delphi)	MS	NZ	NZ	NZ	NZ
Lista kontrolna (Check-list)	MS	NZ	NZ	NZ	NZ
Wstępna analiza zagrożeń (Primary hazard analysis)	MS	NZ	NZ	NZ	NZ
Badanie zagrożeń i zdolności operacyjnej (HAZOP Hazard and operability studies)	MS	MS	S	S	S
Hazard Analysis and Critical Control Points – HACCP	MS	MS	NZ	NZ	MS
Analiza toksyczności i wpływu na środowisko (Environmental risk assessment)	MS	MS	MS	MS	MS
Structure „What if?” – SWIFT	MS	MS	MS	MS	MS
Metoda scenariuszowa (Scenario analysis)	MS	MS	S	S	S
Business impact analysis	S	MS	S	S	S
Analiza przyczyn źródłowych (Root cause analysis)	NZ	MS	MS	MS	MS
Analiza skutków i przyczyn błędów (Failure mode and effect analysis – FMEA)	MS	MS	MS	MS	MS
Analiza drzewa błędów (Fault tree analysis)	S	NZ	MS	S	S
Analiza drzewa zdarzeń (Event tree analysis)	S	MS	S	S	NZ
Analiza przyczyn i skutków (Cause and consequence analysis)	S	MS	MS	S	S
Analiza „powód i skutek” (Cause-and-effect analysis)	MS	MS	NZ	NZ	NZ
Layer protection analysis – LOPA	S	MS	S	S	NZ
Drzewo decyzyjne (Decision tree)	NZ	MS	MS	S	S
Analiza niezawodności człowieka (Human reliability analysis)	MS	MS	MS	MS	S
Bow tie analysis	NZ	S	MS	MS	A
Reliability centered maintenance	MS	MS	MS	MS	MS
Sneak circuit analysis	S	NZ	NZ	NZ	NZ
Analiza Markowa (Markov analysis)	S	MS	NZ	NZ	NZ
Symulacja Monte Carlo (Monte Carlo simulation)	NZ	NZ	NZ	NZ	MS
Sieci Bayesa/Statystyka Bayesowska (Bayes Nets/Bayesian statistic)	NZ	MS	NZ	NZ	MS
FN curves	S	MS	MS	S	MS
Risk indices	S	MS	MS	S	MS

cd. tabeli 1

Consequence/probability matrix	MS	MS	MS	MS	S
Analiza kosztów i zysków (Cost/benefits analysis)	S	MS	S	S	S
Multi-criteria decision analysis – MCDA	S	MS	S	MS	S

MS – mocno stosowane

NZ – nie ma zastosowania

S – stosowane

Źródło: opracowanie własne na podstawie ISO 31010 Risk Management – Risk assessment techniques (CEI/ISO 31010:2009).

W dalszej części artykułu wartość ryzyka wyznaczana będzie metodą FMEA (Failure Mode and Effect Analysis – Analiza skutków i przyczyn błędów). Metoda ta łączy prawdopodobieństwo wystąpienia skutku, skutek i wykrywalność [3, 4]. Związki pomiędzy składnikami wyraża równanie (3).

$$RPN = P * Z * W \quad (3)$$

gdzie:

RPN – parametr wartości ryzyka

P – prawdopodobieństwo wystąpienia skutku

Z – skutek

W – wykrywalność

3. Ekoefektywne zarządzanie ryzykiem

Celem ekoefektywnego zarządzania ryzykiem powinno być tworzenie takich warunków, przez adekwatne działanie, by organizacja osiągała swoje założone cele (np. ponadprzeciętne zyski), przy coraz niższym poziomie niepewności i oddziaływaniu na środowisko. Prowadzić to powinno do minimalizacji ryzyka, maksymalizacji pozytywnych konsekwencji w przypadku szans i zmniejszenia obciążenia dla środowiska. Zarządzanie takie powinno zapewnić stabilny wzrost wyników i stałe podnoszenie ekoefektywności procesów strategicznych i operacyjnych.

W świetle powyższych definicji i w rozumieniu zrównoważonego rozwoju gospodarczego można zbudować następującą Przestrzeń Decyzyjną (PD) zarządzania ryzykiem.

$$PD \in \{EE \times R\}, \quad (4)$$

gdzie:

PD – przestrzeń decyzyjna,

EE – ekoefektywność,

R – ryzyko.

W tak przedstawionej PD Funkcja Celu (FC) przyjmie postać:

$$FC := [\max(EE), \min(R)] \tag{5}$$

Łącząc formuły z (4) (1) i (3) otrzymujemy

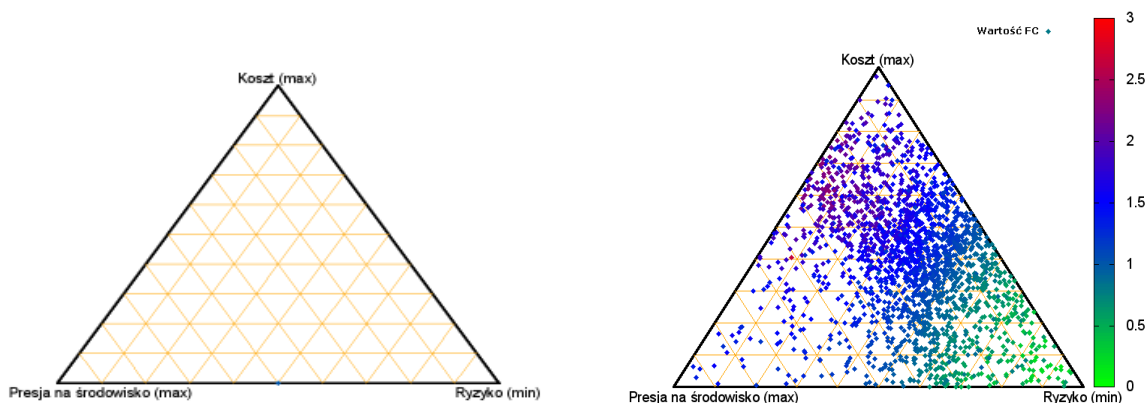
$$FC := [\max(f(Ekon, Ekol)), \min(RPN)] \tag{5a}$$

$$FC := [\max(\frac{1}{Ekol} * \frac{1}{Ekon}), \min(P * Z * W)] \tag{5b}$$

Dalej wprowadzono dodatkowe ograniczenia dla zmiennych Ekol, Ekon. Przyjęto dwa ograniczenia dla Ekon i Ekol, są to odpowiednio:

- minK – minimalny oczekiwany Koszt,
- maxK – maksymalny dopuszczalny Koszt,
- minP – minimalna oczekiwana Presja na środowisko,
- maxP – maksymalnie dopuszczalna Presja na środowisko.
- RPN w swojej metodologii ma już takie ograniczenie.

Wizualizacja tak zdefiniowanej PD została przedstawiona na rysunku 1a. Na rysunku 1b zilustrowano kilka wybranych wartości FC w tej przestrzeni.



Rys. 1a. Przestrzeń Decyzyjna (P-R-K)
 Fig. 1a. Space decision-making (P-C-R)
 Źródło: opracowanie własne.

Rys. 1b. Wybrane wartości FC
 w Przestrzeń Decyzyjnej (P-R-K)
 Fig. 1b. Selected value GF
 in space decision-making (P-C-R)
 Źródło: opracowanie własne.

4. Podsumowanie

Z przeprowadzonych symulacji z zastosowaniem powyższej metody, wynika, że sprawdza się ona w poszukiwaniu efektywnego zarządzania ryzykiem. Ujawnia takie działania, które prowadzą do tego, że organizacja może osiągać swoje założone cele przy niższym ryzyku i słabszym oddziaływaniu na środowisko, z uwzględnieniem kosztów.

Przedstawiona powyżej metoda również może posłużyć do oceny Działania. Działanie, jeśli wiąże się ze zmianą wartości FC, to może być preferowane w procesie decyzyjnym. Warunkiem wyboru takiego Działania będą takie wartości FC, dla których FC przyjmuje najniższe wartości, a parametry wejściowe są w dopuszczalnych granicach. Działania, które nie zmieniają wartości FC uznawane będą za Działania Pozorne. Te zaś mogą mieć szczególnie znaczenie, kiedy parametry wejściowe są w dopuszczalnych granicach i gdy Działanie Pozorne ma wpływ na inne ważne aspekty funkcjonowania organizacji. Taka sytuacja może zaistnieć, kiedy dana organizacja uzyska bardzo wysoki poziom efektywności przy akceptowalnym ryzyku lub jeśli organizacja osiągnie stabilne optimum rozwoju.

Obecnie prace skupione są na analizowaniu przypadków, kiedy istnieje silna zależność pomiędzy efektywnością a ryzykiem i kiedy jest ona rozbieżna.

Bibliografia

1. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r., DzU 1997, nr 78, poz. 483, art. 68, art. 74.
2. Ustawa z 27 kwietnia 2001 r., Prawo Ochrony Środowiska. DzU 2001, nr 62, poz. 627.
3. IEC/ISO 31010:2009 Risk management – Risk assessment techniques. Maj 2010.
4. IEC/ISO-31000:2009 Risk management – Principles and guidelines. 2009.
5. ISO Guide 73:2009 Risk management – Vocabulary.
6. Rozporządzenie Rady Ministrów. Przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na środowisko. DzU 2010, nr 123, poz. 1397.
7. Rozporządzenia Rady Ministrów. Rozporządzenie zmieniające rozporządzenie w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko. DzU 2013, poz. 817.
8. Kleiber M. i in.: Efektywność Technologii, http://www.itee.radom.pl/aktual/eko-efektywnosc_technologii.pdf.
9. Czaplicka-Kolarz K., Kruczek M., Burchart-Korol D.: Koncepcja efektywności w zrównoważonym zarządzaniu produkcją. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 63, 2013, s. 62.
10. Hukkinen J.: Eco-efficiency as abandonment. *Ecological Economics*, 2001, p. 38.

11. Schaltegger S., Sturm A.: Ökologieinduzierte Entscheidungsprobleme des Managements: Ansatzpunkte zur Ausgestaltung von Instrumenten. WWZ-Discussion Paper, No. 8914 Basel: Wirtschaftswissenschaftliches Zentrum (WWZ) der Universität Basel, 1989.
12. Czaplicka K., Wachowicz J., Bojarska-Kraus M.: Ekowskażnik 99 jako narzędzie ekologicznego projektowania wyrobów z tworzyw sztucznych. Kompozyty (Composites), 2001.
13. Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Krawczyk P.: Metodyka analizy efektywności. *Jurnal of Ecology and Health*, nr 6 (84), listopad-grudzień 2010, s. 267.
14. Burchart-Korol D.: Znaczenie ekofektywności w zarządzaniu innowacjami na przykładzie czystych technologii węglowych. *Logistyka*, nr 2/2015, marzec-kwiecień 2015, s. 60.

Abstract

This paper presents a method that support risk management, in which the important aspect is the inclusion of sustainable development. The approach combines two eco-effectiveness indicator and indicator of the level of risk. The authors have made decomposition of eco-efficiency indicator components (economic and environmental), and grouped them with the level of risk. This manipulation became independent methods of determining the results of these indicators.