

Mirosław MATUSEK
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania i Administracji

PROCES WYBORU DOSTAWCY WSPIERAJĄCY ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ – IDENTYFIKACJA KRYTERIÓW OCENY METODĄ AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)

Streszczenie. Celem badań była identyfikacja zbioru kryteriów szczegółowych i głównych przy ocenie i wyborze zrównoważonego dostawcy oraz uszeregowanie ich według malejącej ważności w ocenie takiego dostawcy. Ważność poszczególnych kryteriów wyznaczono, korzystając z metody AHP (Analytic Hierarchy Process). Badania przeprowadzono wśród ekspertów z międzynarodowego przedsiębiorstwa branży automatyki przemysłowej.

SUPPLIER SELECTION PROCESS SUPPORTING SUSTAINABLE DEVELOPMENT – USING AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS) TO DETERMINE PRIORITY FACTORS

Summary. The aim of the study was to identify a set of sustainable suppliers criteria and ranking them in order of decreasing importance in the supplier assessment. The validity of each criterion was determined using the method of AHP (Analytic Hierarchy Process). The study was conducted among experts from the international industrial automation company.

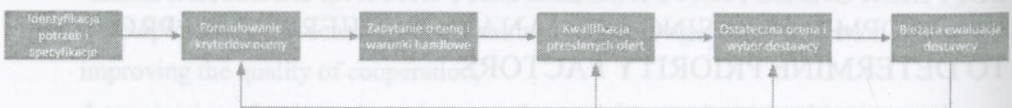
1. Wstęp

Obecnie przedsiębiorstwa w coraz większym stopniu koncentrują swoją działalność na marketingu i tworzeniu marki, zlecając produkcję podwykonawcom. Wiąże się to z koniecznością kontroli dostawców, a także wywierania wpływu na odbiorców w ramach zrównoważonego zarządzania łańcuchem dostaw. Zrównoważony łańcuch dostaw (*sustainable supply chain*) można zdefiniować jako taką sieć powiązań, w której zarządzanie

produktami i usługami od dostawców do producenta oraz od producenta do klienta i z powrotem przebiega ze szczególnym uwzględnieniem poprawy oddziaływania społecznego i środowiskowego¹.

Z kontekstu łańcucha dostaw i tworzonej w nim wartości wynika, że kupujący, przyjmując do realizacji program poprawy swoich wewnętrznych procesów w ramach oddziaływania na środowisko naturalne czy społeczeństwo, powinien szukać podobnych inicjatyw i działań także u swoich dostawców czy klientów. Wybór dostawców wspierających zrównoważony rozwój w łańcuchu dostaw nabrał rangi o strategicznym znaczeniu. W literaturze można znaleźć zestawy kryteriów, mierników oceny zrównoważonego dostawcy. Jednak badacze najczęściej koncentrują się na jednym z aspektów zrównoważonego rozwoju, tj. ekonomicznym, środowiskowym lub społecznym.

Proces wyboru dostawcy składa się z kilku zadań (rys. 1). Zazwyczaj rozpoczyna się on od określania potrzeb. Następnie kupujący wypracowują kryteria pomiaru potencjalnych dostawców; zapraszają ich do składania ofert. Potem wybiera się dostawcę na podstawie analizy zebranych informacji. Często wybór odbywa się w kilku rundach, zwłaszcza w przypadkach, gdy jest duża liczba potencjalnych dostawców. Ocena dostawcy nie kończy się z momentem jego wyboru. Obejmuje także jego bieżące monitorowanie. Informacje uzyskane z tego etapu oceny (są to zgromadzona wiedza i doświadczenia) często są gromadzone i udostępniane w procesie wyboru nowych dostawców czy do oceny już nawiązanej współpracy z dostawcą.



Rys. 1. Proces wyboru dostawcy

Fig. 1. Supplier selection process

Źródło: Opracowanie własne.

Problem wyboru dostawcy wymaga podjęcia decyzji na podstawie wielu kryteriów, stąd jest decyzją wielokryterialną. W ramach rozwiązywania problemów wielokryterialnych można znaleźć w literaturze wiele różnych metod. Do najbardziej znanych zalicza się m.in.: programowanie wielokryterialne, ELECTRE (ELimination and Choice Expressing REality) I i II, III, IV, PROMETHEE I i II, MAPPACC, PRAGMA, sztuczne sieci neuronowe, DEA (Data Envelopment Analysis), metodę eliminacji, łańcuchy Markowa,

¹ Business Guide to a Sustainable Supply Chain. A Practical Guide, New Zealand Business Council for Sustainable Development, 2003, www.bsr.org/reports/BSR_UNGC_SupplyChainReport.pdf.

Case-based Reasoning CBR, AHP (Analytic Hierarchy Process), ANP (Analytic Network Process)². Każda z wymienionych metod ma swoje zalety, ale także pewne ograniczenia.

Budując system wyboru dostawcę, należy przyjąć podstawowe założenia³:

1. Jakie atrybuty przyjąć do opisu problemu?
2. Jaki przyjąć system wag dla wybranych atrybutów na etapie wyszukiwania?
3. Jak w efektywny sposób znaleźć dostawców najlepiej dopasowanych do określonych wymagań?

Odpowiedzi na pierwsze dwa pytania zostaną udzielone w niniejszym artykule. Odpowiedzią na trzecie pytanie będzie koncepcja systemu wyboru dostawcy opartego na wnioskowaniu na bazie przypadków.

Artykuł ma na celu identyfikację kryteriów ekonomicznych, środowiskowych i społecznych, które należy rozważyć przy decyzji o podjęciu współpracy z dostawcą. Takie zintegrowane podejście pozwoliło, oprócz identyfikacji kryteriów, zauważyć zależność pomiędzy grupą kryteriów ekonomicznych, społecznych i środowiskowych. Ponadto kryteria te zostaną wykorzystane przy budowie informatycznego systemu wspomagającego wybór dostawcy na podstawie wnioskowania na bazie przypadków (case-based reasoning, CBR).

2. Kryteria oceny dostawcy wspierającego zrównoważony rozwój

Dostawca wspierający zrównoważony rozwój to jeden z warunków zarządzania zrównoważonym łańcuchem dostaw (Responsible Supply Chain Management, RSCM). RSCM można zdefiniować jako zarządzanie ekonomicznym, społecznym i środowiskowym wpływem na procesy dostaw⁴. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska definiuje zrównoważony rozwój jako rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń⁵. Zrównoważony rozwój to długotrwały proces, w wyniku którego następuje trwała poprawa jakości życia obecnych i przyszłych pokoleń, osiągnięta drogą równoważenia trzech rodzajów

² Adamus W., Gręda A.: Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich. Badania Operacyjne i Decyzje, nr 2, Politechnika Wroclawska, Wrocław 2005.

³ Matuszek M.: Koncepcja systemu wyboru dostawcy z wykorzystaniem metody wnioskowania na bazie przypadków, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 70, Politechnika Śląska, Gliwice 2014, s. 273-286.

⁴ Supply Chain Sustainability. A Practical Guide for Continuous Improvement, www.bsr.org/reports/BSR_UNGC_SupplyChainReport.pdf. 12.06.2014.

⁵ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.

kapitału: ekonomicznego, ludzkiego i naturalnego⁶. W ten sposób mówi się o zapewnieniu sprawiedliwości międzypokoleniowej przez uwzględnienie polepszenia jakości życia wszystkich pokoleń. Zrównoważony rozwój można analizować na poziomie makroekonomicznym oraz na poziomie mikroekonomicznym, tj. przedsiębiorstwa⁷. Operacjonalizacja zrównoważonego rozwoju na poziomie przedsiębiorstwa wiąże się ze spadkiem energochłonności, materiałochłonności, wzrostem produktywności zasobów środowiska, zmniejszeniem poziomu zanieczyszczeń, redukcją emisji szkodliwych związków, zmniejszeniem zużycia niebezpiecznych materiałów, zmniejszeniem częstości wypadków, a wszystko to przy jednoczesnym spełnianiu oczekiwań grup interesów. Dostawca wspierający zrównoważony rozwój to taki, który planuje i realizuje działania w celu zmniejszenia szkodliwego oddziaływania na środowiska: naturalne i społeczne, przy jednoczesnym braku pogorszenia wyników ekonomicznych⁸.

Jeżeli przyjąć, że celem RSCM jest tworzenie, ochrona i rozwój wartości ekonomicznej, społecznej i środowiskowej dla wszystkich interesariuszy zaangażowanych w procesie dostaw, to ostatecznie kryteria oceny dostawców wspierających zrównoważony rozwój powinny mieścić się w jednej z trzech kategorii, tj. 1) ekonomiczne, 2) środowiskowe, 3) społeczne.

2.1. Kryteria ekonomiczne

Dział zakupów odgrywa ważną rolę w redukcji kosztów, stąd wybór dostawcy jest istotnym zadaniem w procesie zarządzania zakupami. W wielu wcześniejszych publikacjach krajowych i zagranicznych można znaleźć uwzględnianie kosztów w ogólnej ocenie dostawców^{9, 10}. Jako najistotniejsze wymienia się cenę produktu, koszty logistyczne czy warunki płatności¹¹.

Warunkiem koniecznym do spełnienia w wysoko konkurencyjnym otoczeniu jest dostarczanie produktów i usług o wymaganej jakości. Jakość, podobnie jak cena, jest jednym z najczęściej wykorzystywanych kryteriów do oceny dostawców^{12, 13}.

⁶ Grudzewski W.M., Hejduk I.K., Sankowska A., Wańtuchowicz M.: Sustainability w biznesie, czyli przedsiębiorstwo przyszłości. Zmiany paradygmatów i koncepcji zarządzania. Poltext, Warszawa 2010, s. 303.

⁷ Ibidem, s. 302.

⁸ Rajesh R., Ravi V.: Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis approach. "Journal of Cleaner Production", No. 86, 2015, p. 343-359.

⁹ Nogalski B., Niewiadomski P.: Koncepcja oceny dostawcy w elastycznym zakładzie wytwórczym – strategiczna perspektywa sukcesu. Prace i Materiały Wydziału Zarządzania, nr 4/2, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2013, s. 277-292.

¹⁰ Rajesh R., Ravi V.: op.cit., s. 345.

¹¹ Bendkowski J., Radziejowska G.: Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie. Politechnika Śląska, Gliwice 2005.

¹² Nogalski B.: op.cit., s. 278.

¹³ Bendkowski J.: op.cit.

Jedna z często pojawiających się kategorii obejmuje ocenę funkcjonowania logistyki, w tym wszystkie krytyczne działania od momentu złożenia zamówienia do momentu fizycznego złożenia produktu w miejscu wymaganym przez klienta. W tej kategorii pojawiają się takie atrybuty, jak czas dostawy, terminowość dostaw czy czas wprowadzenia nowych produktów na rynek.

Przedsiębiorstwo ma własne specyficzne zasoby technologiczne w postaci patentów, personelu technicznego czy przechowywanej wiedzy technicznej, których wartość strategiczna jest zróżnicowana, a przez to zróżnicowana jest też wartość potencjału strategicznego przedsiębiorstwa¹⁴. Ich wykorzystanie wymaga zdolności technologicznej, która opiera się na wiedzy wynikającej z doświadczenia i wcześniejszego uczenia się. Potencjalne atrybuty w tej kategorii to systemy komunikacyjne i informatyczne, umiejętności w B+R czy zdolności i umiejętności wytwórcze¹⁵.

Jednym z częstych kryteriów przy ocenie dostawcy są umiejętności zarządcze i organizacyjne, wdrożone systemy zarządzania. Czynniki te wskazują na zdolność dostawcy do zapewnienia wymaganej jakości i ilości materiałów we właściwym czasie.

Sytuacja finansowa to oprócz ceny kolejne kryterium pojawiające się w literaturze przy ocenie dostawcy. W przypadku dostawcy o niestabilnej sytuacji finansowej istnieje niebezpieczeństwo zakłóceń w regularnej długoterminowej obsłudze. Finansowy upadek dostawcy staje się głównym problemem i źródłem zakłóceń w działalności łańcucha dostaw.

2.2. Kryteria społeczne

Z powodu presji społecznej np. różnych organizacji pozarządowych, zakupy stały się procesem bardziej złożonym¹⁶. W osiągnięciu zrównoważonego rozwoju wybór dostawcy, ocena, wybór, kontrola i audyt stają się o wiele ważniejsze niż np. integracja z dostawcą¹⁷. Podkreśla się rolę organizacji międzynarodowych, mających dużą siłę przetargową w łańcuchu dostaw przez kontrolowanie popytu i warunków tego, co, gdzie i jak powinno być tworzone. Ze względu na ich rolę w łańcuchu dostaw mają one możliwość i moralny obowiązek nie tylko kontroli daty i czasu dostaw, lecz także wpływania na wzrost ochrony środowiska i poprawę warunków społecznych w pozostałych ogniwach zarządzanego łańcucha dostaw.

¹⁴ Stabryła A.: Agregatowa zdolność rozwojowa jako miernik wartości potencjału strategicznego przedsiębiorstwa, [w:] Systemowe uwarunkowania sukcesu organizacji. Prace i Materiały Wydziału Zarządzania, nr 2/2, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2009, s. 594-604.

¹⁵ Tseng Ming-Lang: op.cit.

¹⁶ Mani V, Rajat A., Sharma V.: Supplier selection using social sustainability: AHP based approach in India. "International Strategic Management Review", No. 2, 2014, p. 98-112.

¹⁷ Ibidem, p. 100.

W literaturze zidentyfikowano wiele wskaźników wspierających społecznie zrównoważony rozwój. Ich zestawy różnią się w zależności od badanego kraju, obowiązujących wzorców zachowań społecznych, obowiązujących norm społecznych. Carter i Jennings zidentyfikowali takie kryteria jak bezpieczeństwo, przestrzeganie praw człowieka¹⁸. Gupta przez swoje studia przypadków w indyjskich firmach wskazał na osiągnięte sukcesy tych przedsiębiorstw dzięki wdrażaniu zrównoważonego rozwoju społecznego przez przestrzeganie praw człowieka i poprawę standardów pracy¹⁹. Na podstawie badań przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii, Szwecji i Chinach zidentyfikowano takie czynniki, jak etyka, środowisko, pracownicy, filantropia, zatrudnianie nieletnich, praca niewolnicza²⁰.

2.3. Kryteria środowiskowe

W literaturze wymienia się wiele kryteriów środowiskowych, ale ich klasyfikacja jest odmienna w różnych badaniach. Badacze wprowadzają własne klasyfikacje, przedstawiając różne kryteria środowiskowe. Lloyd dzieli kryteria środowiskowe na dwie główne grupy: kryteria ekologiczne odnoszące się do produktów i kryteria ekologiczne związane z dostawcą²¹. Humphreys dzieli kryteria na ilościowe i jakościowe, a dodatkowo wymienia kryteria związane z produktem i związane z organizacją²². Kryteria dotyczące organizacji to zazwyczaj te związane z posiadanymi certyfikatami systemów zarządzania środowiskiem, polityką ochrony środowiska. Typowe kryteria dotyczące produktów obejmują ograniczenia stosowanych substancji toksycznych w produkcji, recykling czy recykling opakowań. Jeśli chodzi o kryteria środowiskowe analizowane w badaniach, a odnoszące się do organizacji, to wymienia się przede wszystkim szkolenia pracowników mające zwiększyć świadomość potrzeby i sposobów ochrony środowiska. Z kolei wykorzystanie ekologicznych technologii i ograniczenie zużycia zasobów to kryteria, które łączy się z produktem.

¹⁸ Carter C.R., Jennings M.M.: The role of purchasing in corporate social responsibility: a structural equation analysis. "Journal of Business Logistics", No. 251, 2004, p. 145-186.

¹⁹ Gupta A.D.: Social responsibility in India towards global compact approach. "International Journal of Social Economics", 2007, p. 637-663.

²⁰ Yakovleva N., Sarkis J., Sloan T.: Sustainable benchmarking of supply chains: the case of the food industry. "International Journal of Production Research", 2012, p. 1297-1317.

²¹ Igarashi M., Luitzen de Boer, Magerholm Fet A.: What is required for greener supplier selection? A literature review and conceptual model development. "Journal of Purchasing & Supply Management", No. 19, 2013, p. 247-263.

²² Humphreys P., McIvor R., Chan F.: Using case-based reasoning to evaluate supplier environmental management performance. "Expert Systems with Applications", No. 25, 2003, p. 141-153.

3. Cel, zakres i metoda badań

Celami badań były: identyfikacja zbioru kryteriów szczegółowych i głównych przy ocenie i wyborze dostawcy wspierającego zrównoważony rozwój, porównywanie ich parami oraz uszeregowanie według malejącej ważności w ocenie takiego dostawcy. Informacje te będą przydatne przy budowie informatycznego systemu oceny i wyboru dostawcy wspierającego zrównoważony rozwój.

Badania zostały przeprowadzone w międzynarodowej firmie produkcyjnej oferującej rozwiązania z dziedziny automatyki przemysłowej oraz specjalne rozwiązania informatyczne dla swoich produktów. Przedsiębiorstwo wdraża rozwiązania wspierające zrównoważony rozwój na wszystkich etapach procesu produkcyjnego. Firma swoim zasięgiem obejmuje cały świat, a jej działania są podzielone pomiędzy poszczególnymi regionami: Azja, kraje Pacyfiku, Ameryka Północna, Ameryka Łacińska, Europa, Bliski Wschód i Afryka. W Polsce firma ma dwa zakłady produkcyjne. Dział zakupów strategicznych w Polsce jest odpowiedzialny za obsługę dostawców dostarczających do Europy, Afryki i krajów Bliskiego Wschodu. Przedsiębiorstwo funkcjonuje głównie w środowisku produkcyjnym „konstrukcja na zamówienie” (ang. *engineered to order*), w którym od dostawców wymaga się maksymalnego poziomu elastyczności i komunikacji. Oczywiście występuje także znaczna część materiałów i półproduktów (kupowanych na tzw. rynkach komponentowych) charakteryzujących się regularnym zużyciem oraz wysokim stopniem dostępności. Dział zakupów strategicznych skupia się w takich przypadkach przede wszystkim na rynkach komponentowych. Wynika to z większej możliwości kontroli popytu, łatwości w znalezieniu alternatywnych dostawców, dużej konkurencji wśród dostawców, większej wrażliwości na czynniki rynkowe, dużego wolumenu zakupów.

Ważność poszczególnych kryteriów wyznaczano, korzystając z metody porównywania parami, tj. analizy hierarchicznej problemu (Analytic Hierarchy Process, AHP). Metoda AHP jest heurystycznym podejściem łączącym w sobie elementy matematyki i psychologii. Ułatwia ona dokonywanie optymalnych wyborów w przypadku wielokryterialnych problemów decyzyjnych przez ich redukcję do serii porównań parami, które wykonują eksperci z danej branży, co w rezultacie pozwala na określenie liczbowej miary ważności analizowanych kryteriów.

Metoda AHP składa się z dwóch głównych etapów²³:

1. stworzenie struktury hierarchicznej,
2. przeprowadzenie ocen w ramach struktury hierarchicznej.

²³ Witkowski T.: Decyzje w zarządzaniu przedsiębiorstwem. WNT, Warszawa 2000.

Celem pierwszego etapu metody AHP jest strukturyzacja problemu i przedstawienie go w postaci struktury hierarchicznej. Wychodzi się od ogólnego przedstawienia problemu, następnie stopniowo się go uszczegóławia, rozkłada na mniejsze i prostsze części składowe, stanowiące elementy oceny problemu. Etap pierwszy ma charakter analityczny. Od jakości analizy oraz poziomu jej dokładności zależy wynik końcowy. Ważne jest, aby osoba (lub zespół osób) dokonująca dekompozycji problemu miała merytoryczną wiedzę na temat analizowanego zagadnienia.

Etap drugi polega na wygenerowaniu ocen z wzajemnego porównania kryteriów wyboru (preferencji globalnych) oraz rozważanych wariantów (preferencji lokalnych). Określenie ważności kryteriów odbywa się przez porównanie ich parami. Wagi kryteriów wskazują ich wpływ na realizację celu głównego. Ocenę tę formułuje się zgodnie z dziewięć-stopniową skalą wprowadzoną przez Saaty'ego²⁴. Wynik porównania ważności dwóch kryteriów jest wyrażony w języku opisowym, któremu przyporządkowano wartości liczbowe. Wartości 1, 3, 5, 7, 9 oznaczają adekwatnie: jednakową istotność, niewielką przewagę, silną przewagę, bardzo silną przewagę, absolutną przewagę jednego kryterium nad drugim. Wartości pośrednie 2, 4, 6 i 8 przyporządkowuje się w przypadku trudności w klasyfikacji wyniku. Istotność każdego kryterium w modelu hierarchicznym wyznacza się przez przekształcenia ocen pozyskanych od decydenta z porównań parami. Na podstawie uzyskanych porównań buduje się macierz, na podstawie której, stosując schemat Hornera lub opracowaną przez Saaty'ego metodę iteracyjną, oblicza się wektor własny macierzy oraz maksymalną wartość własną macierzy²⁵. Wektor własny macierzy to waga kryterium, a maksymalna wartość własna macierzy służy do obliczenia współczynnika konsekwencji *C.R.* (*consistency ratio*). W metodzie AHP warunkiem koniecznym jest uzyskanie wymaganej zgodności ocen, którą oblicza się współczynnikiem konsekwencji *C.R.* Współczynnik ten określa, w jakim stopniu wzajemne porównania są konsekwentne. Ponieważ w czasie przeprowadzania wzajemnych porównań charakterystyk w pierwszym etapie nie jest wymagana od badacza konsekwencja sądów, współczynnik *C.R.* umożliwia ocenę konsekwencji porównań. Współczynnik ten wylicza się, korzystając z indeksu konsekwencji *C.I.* (*consistency index*), który Saaty zdefiniował następująco²⁶:

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

gdzie:

λ_{max} – maksymalna lub główna wartość własna macierzy porównań rzędu n ,

n – liczba porównywanych charakterystyk.

²⁴ Ibidem.

²⁵ Witkowski T.: op.cit.

²⁶ Sangjae Lee, Wanki Kim, Young Min Kim, Kyong Joo Oh: Using AHP to determine intangible priority factors for technology transfer adoption. "Expert Systems with Applications", No. 39, 2012, p. 6388-6395.

Współczynnik konsekwencji $C.R.$ jest wyliczany jako procentowy iloraz indeksu konsekwencji $C.I.$ oraz losowego indeksu $R.I.$:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (2)$$

Indeks losowy $R.I.$ jest średnim $C.I.$ dla dużej liczby losowo wygenerowanych porównań z macierzy o wymiarach $n \times n$, a jego wartości są wielkościami stabilizowanymi.

Jeżeli wartość współczynnika konsekwencji $C.R.$ jest mniejsza lub równa 0,1, to przyjmuje się, że współczynnik ten jest akceptowany. Oznacza to, że porównania charakterystyk są konsekwentne. Wartość $C.R.$ większa niż 0,1 oznacza, że występują znaczne niekonsekwencje porównań. Wtedy należy ponownie przeprowadzić porównania tych charakterystyk, które w największym stopniu przyczyniły się do powstania niekonsekwencji. W przypadku pełnej zgodności sądów wykonanych parami porównań otrzymuje się $\lambda_{max} = n$, $C.I. = 0$ oraz $C.R. = 0$. Współczynnik konsekwencji $C.R.$ w literaturze jest również nazywany indeksem zgodności lub wskaźnikiem niezgodności²⁷.

Model AHP powstał na podstawie analizy literatury oraz przy udziale pięciu ekspertów pracujących w Dziale Zakupów Strategicznych i Dziale Zaopatrzenia. Dwóch ekspertów zajmowało kierownicze stanowiska, dwóch z nich to średni szczebel zarządzania, jeden był pracownikiem operacyjnym. Każdy z nich miał co najmniej pięcioletnie doświadczenie praktyczne w ocenie i wyborze dostawców. Z listy 89 kryteriów eksperci podczas dwóch dwugodzinnych spotkań zawężili zestaw kryteriów do 41, grupując je w główne kategorie na trzech poziomach (tabela 1).

Na tej podstawie zbudowano model AHP. Do budowy modelu wykorzystano aplikację internetową dostępną on-line²⁸ autorstwa Klausa D. Goepela. Aplikacja została już wykorzystana w wielu badaniach zarówno samego autora aplikacji, jak i innych badaczy^{29, 30}. Za pomocą programu można tworzyć model AHP, przeprowadzić porównania, zbierać on-line porównania ekspertów oraz generować podstawowe raporty. Dużym ułatwieniem dla ekspertów w trakcie porównywania parami jest obliczany na bieżąco współczynnik konsekwencji $C.R.$ Pozwala to ekspertowi na zorientowanie się już w trakcie przeprowadzania swojej oceny w jej spójności, a przez to umożliwia eliminację kolejnych rund oceny.

²⁷ Ibidem, p. 6390.

²⁸ <http://bpmg.com/academic/ahp.php>.

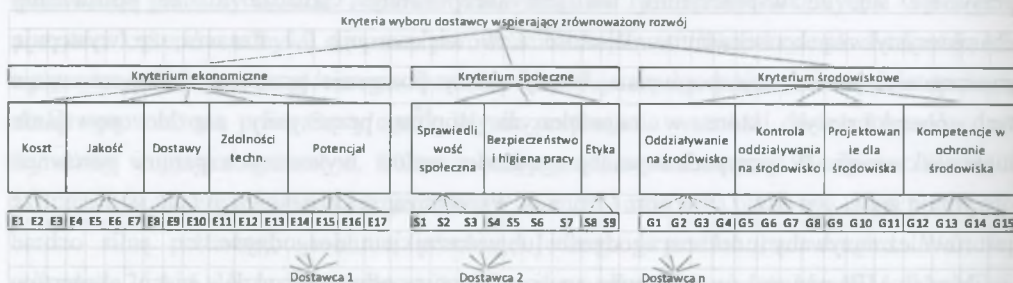
²⁹ Kiba-Janiak M.: Application of AHP Method in the field of City Logistics. Carpathian Logistics Congress, Jeseník, Czech Republic, 7-9.11.2012.

³⁰ Fei Meng: Agricultural Feasibility Analysis in China: A GIS-based Spatial Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Approach. Center for Geographic Analysis, Harvard University, July 2013.

4. Wyniki i analiza badań

Ostatecznie kryteria oceny dostawców wspierających zrównoważony rozwój przydzielono do jednej z trzech kategorii: ekonomiczne, środowiskowe i społeczne (tabela 1).

Na podstawie zidentyfikowanych kryteriów w aplikacji BPSMSG AHP Online System został zaimplementowany model AHP (rys. 2). Przy wykorzystaniu tej samej aplikacji zostały wykonane porównania parami, a na podstawie przeprowadzonych przez pięciu ekspertów ocen porównawczych nadano wagi każdemu z kryteriów.



Rys. 2. Model AHP wyboru dostawcy wspierającego zrównoważony rozwój

Fig. 2. AHP model of supplier selection to support sustainable development

Źródło: Opracowanie własne.

Cząstkowe (lokalne) wartości wag przedstawiono przy każdym z kryteriów w tabeli 1. W ostatniej kolumnie pokazano globalną wartość każdego z kryteriów.

Zgodność ekspertów wahała się od 90% do 70% w zależności od kategorii kryterium. Eksperti najmniej zgodni byli w ocenie kryteriów z grupy „Ekonomiczne” (zgodność na poziomie 70%). W kategoriach kryteriów środowiskowych i społecznych zgodność była na poziomie odpowiednio 86% i 84%. Globalny współczynnik konsekwencji $C.R.$ był na akceptowalnym poziomie 0,07. W przypadku gdy $C.R. < 0,1$, porównania charakterystyk są uznawane za konsekwentne. Ponadto na każdym poziomie modelu AHP wartość współczynnika $C.R.$ nie przekroczyła 0,1.

Najwyższy priorytet został przypisany kryterium E1, tj. cenie produktu 9,8%, ale niewiele mniej, bo 9,1%, otrzymało kryterium E7 – Funkcjonujące systemy zarządzania ryzykiem. Także pozostałe miejsca zajęły kryteria z grupy „Ekonomiczne”, tj. kryterium E2 Koszty logistyczne otrzymało wagę 6,0%, a Terminowość dostaw – 5,9%. Należy zauważyć stosunkowo niewielkie wartości wag kryteriów związanych z wprowadzeniem nowych produktów. Kryteria E17 (Skupienie się na innowacjach), G7 (Przeprojektowanie produktów ze względu na wymagania środowiskowe), G10 (Projektowanie dla recyklingu) czy E10 (Czas wprowadzenia nowego produktu na rynek) należy tłumaczyć brakiem współpracy

z dostawcami na poziomie projektowania podzespołów. W badanym przedsiębiorstwie dostawcy otrzymują gotowe projekty lub kupowane są komponenty handlowe. Kryteria z grupy „Ekonomiczne” otrzymały najwyższą wagę, tj. 0,6803. Na drugim miejscu znalazły się kryteria z grupy „Środowiskowe” z wagą 0,1707. Kryterium kosztowe widoczne jest także przy wysokich wartościach wag kryteriów środowiskowych. Największe wagi w tej grupie otrzymały kryteria, które mogą w bezpośredni sposób przyczynić się do obniżki kosztów produktu. Największe wartości otrzymały takie kryteria, jak G1 Zużycie energii 4,2%, G3 Odpady stałe 1,7% czy G4 Ścieki 1,2%.

Najniższą wagę, 0,1491, otrzymała kategoria kryteriów społecznych. Wśród nich najwyżej ocenione zostały kryteria związane z bezpieczeństwem, kulturą bezpieczeństwa i etyką dostawcy. Również w tym przypadku widoczne jest docenianie tych atrybutów dostawcy (poza etyką), które bezpośrednio mogą wpływać na koszty dostarczanych komponentów. Duża waga atrybutów w kategoriach społecznych i środowiskowych, które wpływają na wymiar ekonomiczny, nasuwa pytania typu: jakie w takim razie istnieją relacje pomiędzy kategoriami ekonomicznymi, społecznymi i środowiskowymi? Czy relacje te są typu trade-off czy win-win? Niska waga kryteriów z kategorii „Społeczne” w ocenie ekspertów potwierdza wyniki wcześniej prowadzonych badań. Seuring S. stwierdza, że organizacje tak naprawdę dopiero teraz rozpoczynają implementowanie w systemie oceny dostawców, czy w innych działaniach logistycznych, zintegrowanych zestawów kryteriów zrównoważonego rozwoju³¹. Pomimo że wiele międzynarodowych korporacji wypracowało już różnego rodzaju zobowiązania zrównoważonego rozwoju, przewodniki dla dostawców itp., to – jak zauważa M. Ehr Gott – wdrożenie zrównoważonego rozwoju jest trudne do osiągnięcia, bo zależy od wielu czynników, takich jak: wymagania klientów, wymagania pracowników, ekonomiczno-finansowa kondycja przedsiębiorstwa, obowiązujące regulacje prawne w danym kraju³².

³¹ Seuring S., Müller M.: From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. "Journal of Cleaner Production", 2008b, p. 1699-1710.

³² Ehr Gott M., Reimann F., Kaufmann L., Carter C.R.: Social sustainability in selecting emerging economy suppliers. "Journal of Business Ethics", 2011, p. 99-119.

Tabela 1

Kryteria oceny dostawcy wspierającego zrównoważony rozwój

C.R. = 0,07

	Kryterium główne	Kryteria ekonomiczne		Kod	Wektor wag
		Kryteria szczegółowe			
Kryteria ekonomiczne 0,68026	Koszt 0,2678	Cena produktu 0,5381	E1	9,8%	
		Koszty logistyczne 0,3298	E2	6,0%	
		Warunki płatności 0,1321	E3	2,4%	
	Jakość 0,3792	Warunki reklamacji i zwrotów 0,1766	E4	4,6%	
		Trwałość produktu 0,1251	E5	3,2%	
		Wydajność/efektywność produktu 0,1805	E6	4,2%	
		Funkcjonujące systemy zarządzania niepewnością i ryzykiem 0,354	E7	9,1%	
	Dostawy 0,1359	Čas dostawy 0,2281	E8	2,1%	
		Terminowość dostaw 0,6377	E9	5,9%	
		Čas wprowadzania nowych produktów na rynek 0,1341	E10	1,2%	
	Zdolności technologiczne 0,0895	Systemy komunikacyjne i informacyjne 0,1955	E11	1,2%	
		Umiejętności w B+R i rozwijaniu Innowacji 0,228	E12	1,4%	
		Zdolności i umiejętności wytwórcze 0,5765	E13	3,5%	
	Potencjal 0,1276	Sytuacja finansowa 0,2227	E14	1,9%	
		Wdrożone systemy zarządzania jakością 0,4541	E15	3,9%	
		Poziom dzielenia się Informacją 0,2041	E16	1,8%	
		Skupienie się na rozwiązaniach innowacyjnych 0,119	E17	1,0%	
Kryteria społeczne					
Kryteria społeczne 0,149083	Sprawiedliwość społeczna 0,2849	Dyskryminacja ze względu na płeć 0,2879	S1	1,2%	
		Równouprawienie 0,4464	S2	1,9%	
		Praca przymusowa 0,2657	S3	1,1%	
	Bezpieczeństwo i higiena pracy 0,5435	Śmiertelność 0,0885	S4	0,7%	
		Higiena 0,3464	S5	2,8%	
		Kształtowanie kultury bezpieczeństwa 0,2774	S6	2,2%	
	Etyka 0,1716	Bezpieczeństwo 0,2877	S7	2,3%	
		Etyka dostawcy 0,8037	S8	2,1%	
		Wyznawane normy i wartości w branży/regionie/kraju 0,1963	S9	0,5%	
Kryteria środowiskowe					
Kryteria środowiskowe 0,170657	Oddziaływanie na środowisko 0,4658	Zużycie energii 0,5289	G1	4,2%	
		Emisja szkodliwych substancji zanieczyszczających powietrze 0,1078	G2	0,9%	
		Odpady stałe, chemiczne 0,2141	G3	1,7%	
		Ścieki 0,1492	G4	1,2%	
	Kontrola oddziaływania na środowisko 0,2015	Kupowanie materiałów przyjaznych środowisku 0,501	G5	1,7%	
		Stosowanie technologii przyjaznych środowisku 0,2528	G6	0,9%	
		Przeprojektowanie produktów 0,1338	G7	0,5%	
	Projektowanie dla środowiska 0,1592	Szkolenia, podnoszenie świadomości wśród pracowników w zakresie ochrony środowiska 0,1124	G8	0,4%	
		Stosowane w produktach materiały przyjazne środowisku 0,6065	G9	1,6%	
		Projektowanie dla recyklingu 0,2482	G10	0,7%	
	Kompetencje w ochronie środowiska 0,1735	Analiza cyklu życia produktu (LCA) 0,1453	G11	0,4%	
		Zdolności i potencjał do redukcji zanieczyszczeń 0,1558	G12	0,5%	
		Dostępność do czystych technologii 0,0897	G13	0,3%	
		Kompetencje w logistyce zwrotów towarów, odpadów i surowców wtórnych 0,2383	G14	0,7%	
	Certyfikaty ochrony środowiska np. ISO 14000 0,5161	G15	1,5%		

Źródło: Opracowanie własne.

5. Podsumowanie

Wyniki badań pokazały, że zrównoważony dostawca powinien być mniej podatny na zakłócenia, z dużą świadomością możliwych, nieoczekiwanych i niepożądanych zdarzeń w procesie wytwarzania i dostarczania surowców, w tym także tych, które mogą zwiększyć zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Ponadto powinien wspierać bezpieczeństwo i higienę pracy, wypracować zasady etyki biznesu i ich przestrzegać.

Duża waga atrybutów w kategoriach społecznych i środowiskowych, które wpływają na wymiar ekonomiczny, nasuwa pytania typu: jakie w takim razie istnieją relacje pomiędzy kategoriami ekonomicznymi, społecznymi i środowiskowymi? Czy relacje te są typu trade-off czy win-win?

Chociaż narzędzia umożliwiające zarządzanie, monitorowanie, ewaluowanie w zrównoważonym łańcuchu dostaw są wciąż rozwijane i udoskonalane, to problematyka dostaw w kontekście zrównoważonego łańcucha wymaga głębszej analizy, szczególnie w odniesieniu do specyfiki firm działających w Polsce, zwłaszcza że standardy stosowane w relacjach z dostawcami i zrównoważone podejście do pozyskiwania surowców to obecnie nabierające znaczenia (także u klientów) kryteria oceny przedsiębiorstw.

Bibliografia

1. Adamus W., Gręda A.: Wspomaganie decyzji wielokryterialnych w rozwiązywaniu wybranych problemów organizacyjnych i menedżerskich. *Badania Operacyjne i Decyzje*, nr 2, Politechnika Wroclawska, Wroclaw 2005.
2. Bendkowski J., Radziejowska G.: *Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie*. Politechnika Śląska, Gliwice 2005.
3. *Business Guide to a Sustainable Supply Chain. A Practical Guide*. New Zealand Business Council for Sustainable Development, 2003, www.bsr.org/reports/BSR_UNGC_SupplyChainReport.pdf, 05.06.2014.
4. Carter C.R., Jennings M.M.: The role of purchasing in corporate social responsibility: a structural equation analysis. "Journal of Business Logistics", No. 251, 2004, p. 145-186.
5. Dohn K., Gumiński A., Matusek M., Zoleński W.: The concept of knowledge object management system as a tool reducing the knowledge deficit in the functioning of machine-building industry enterprises. *Knowledge and Information Management Conference KIM 2013, Sustainable Quality*, Meriden, UK, 4-5 June 2013. Proceedings, The Operational Research Society, 2013, p. 192-210.

6. Downarowicz O., Krause J., Sikorski M., Stachowski W.: Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego, [w:] Downarowicz O. (red.): Wybrane metody ergonomii i nauki o eksploatacji. Politechnika Gdańska, Gdańsk 2000, s. 7-42.
7. Ehr Gott M., Reimann F., Kaufmann L., Carter C.R.: Social sustainability in selecting emerging economy suppliers. "Journal of Business Ethics", 2011, p. 99-119.
8. Fei Meng: Agricultural Feasibility Analysis in China: A GIS-based Spatial Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Approach. Center for Geographic Analysis, Harvard University, July 2013.
9. Grudzewski W.M., Hejduk I.K., Sankowska A., Wańtuchowicz M.: Sustainability w biznesie czyli przedsiębiorstwo przyszłości. Zmiany paradygmatów i koncepcji zarządzania. Poltext, Warszawa 2010, s. 303.
10. Gupta A.D.: Social responsibility in India towards global compact approach. "International Journal of Social Economics", 2007, p. 637-663.
11. <http://bpmsg.com/academic/ahp.php>.
12. Humphreys P., McIvor R., Chan F.: Using case-based reasoning to evaluate supplier environmental management performance. "Expert Systems with Applications", No. 25, 2003, p. 141-153.
13. Igarashi M., Luitzen de Boer, Magerholm Fet A.: What is required for greener supplier selection? A literature review and conceptual model development. "Journal of Purchasing & Supply Management", No. 19, 2013, p. 247-263.
14. Kiba-Janiak M.: Application of AHP Method in the field of City Logistics. Carpathian Logistics Congress. Jeseník, Czech Republic, 7-9.11.2012.
15. Kruczek M., Żebrucki Z.: Analiza łańcucha logistyki odwrotnej wybranego asortymentu produktów, [w:] Pyka J. (red.): Nowoczesność przemysłu i usług – nowe wyzwania. TNOiK Oddział w Katowicach, Katowice 2012, s. 311-322.
16. Mani V., Rajat A., Sharma V.: Supplier selection using social sustainability: AHP based approach in India. „International Strategic Management Review”, No. 2, 2014, p. 98-112.
17. Matuszek M.: Koncepcja systemu wyboru dostawcy z wykorzystaniem metody wnioskowania na bazie przypadków. Zeszyty Naukowe, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 70, Politechnika Śląska, Gliwice 2014, s. 273-286.
18. Nogalski B., Niewiadomski P.: Koncepcja oceny dostawcy w elastycznym zakładzie wytwórczym – strategiczna perspektywa sukcesu. Prace i Materiały Wydziału Zarządzania, nr 4/2, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2013, s. 277-292.
19. Rajesh R., Ravi V.: Supplier selection in resilient supply chains: a grey relational analysis Approach. "Journal of Cleaner Production", No. 86, 2015, p. 343-359.

20. Sangjae Lee, Wanki Kim, Young Min Kim, Kyong Joo Oh: Using AHP to determine intangible priority factors for technology transfer adoption. "Expert Systems with Applications", No. 39, 2012, p. 6388-6395.
21. Seuring S., Müller M.: From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. "Journal of Cleaner Production", 2008b, p. 1699-1710.
22. Stabryła A.: Agregatowa zdolność rozwojowa jako miernik wartości potencjału strategicznego przedsiębiorstwa, [w:] Systemowe uwarunkowania sukcesu organizacji. Prace i Materiały Wydziału Zarządzania, nr 2/2, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2009, s. 594-604.
23. Supply Chain Sustainability. A Practical Guide for Continuous Improvement, www.bsr.org/reports/BSR_UNGC_SupplyChainReport.pdf, 12.06.2014.
24. Tseng Ming-Lang, Jui Hsiang Chiang, Lawrence W.: Lan, Selection of optimal supplier in supply chain management strategy with analytic network process and choquet integral. "Computers & Industrial Engineering", No. 57, 2009, p. 330-340.
25. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.
26. Witkowski T.: Decyzje w zarządzaniu przedsiębiorstwem. WNT, Warszawa 2000.
27. Yakovleva N., Sarkis J., Sloan T.: Sustainable benchmarking of supply chains: the case of the food industry. "International Journal of Production Research", 2012, p. 1297-1317.

Abstract

The aim of the study was to identify a set of sustainable suppliers criteria and ranking them in order of decreasing importance in the supplier assessment. The validity of each criterion was determined using the method of AHP (Analytic Hierarchy Process). The study was conducted among experts from the international industrial automation company.

The results showed that sustainable supplier should be less susceptible to interference, with a high awareness of possible unexpected and adverse events in the manufacture and supply of raw materials, including those that can increase environmental pollution. Furthermore, it should support the health and safety at work, to develop and adhere to the principles of business ethics. Large weight attributes in social and environmental terms that affect the economic dimension raises questions such as what, then, there are relationships between categories, economic, social and environmental issues? Are these relations are of the trade-off or a win-win?