5. ANALITYKA W OBSZARZE ZAOPATRZENIA I ZAKUPÓW

W rozdziale omówiono obszar zaopatrzenia i strategii zakupów. Jednym z najważniejszych wyzwań tego obszaru jest ocena i wybór właściwych dostawców. Do najważniejszych poruszanych zagadnień tego rozdziału zaliczono:

- rolę i znaczenie zaopatrzenia i zakupów,
- podział strategii zaopatrzenia i zakupów,
- wybrane metody oceny i wyboru dostawców.

5.1. Wprowadzenie

Zaopatrzenie (logistyka zaopatrzenia) przyporządkowane jest zarówno do funkcji podstawowych, jak i pomocniczych. Przyczynia się do uzyskania przewagi konkurencyjnej poprzez, m. in. wybór dostawców, którzy:

- oferują wysokiej jakości surowce przy zachowaniu możliwie najniższej ceny przyczyniając się do zwiększenia zadowolenia klientów,
- gwarantują innowacyjne technologie, co przekłada się na wprowadzanie nowych rozwiązań i produktów na rynek,
- stosują zrównoważone praktyki, które wpływają na ograniczanie marnotrawstwa i poprawę wizerunku przedsiębiorstwa.

Zaopatrzenie pozwala na pozyskiwanie wyposażenia, materiałów i komponentów niezbędnych do produkcji własnego wyrobu gotowego lub sprzedaży towaru kolejnym ogniwom w łańcuchu dostaw. Logistyka zaopatrzenia łączy również uczestników łańcucha dostaw i zapewnia pożądaną jakość tworzoną przez dostawców w tym łańcuchu (Coyle i in., 2002).

Zaopatrzenie obejmuje dodatkowo działania związane z analizą zapasu dysponowanego (bieżącego) materiałów i komponentów, które znajdują się w dyspozycji przedsiębiorstwa. Równie ważnym działaniem wykonywanym w obszarze logistyki zaopatrzenia jest planowanie

potrzeb materiałowych na bazie planów produkcji lub zamówień od klientów oraz na bazie struktury (specyfikacji) wyrobu wytwarzanego przez przedsiębiorstwo. Zaopatrzenie obejmuje również nadzorowanie i reagowanie na zmiany warunków dostawy (zmiana terminu, asortymentu, jego ilości, itp.). Oznacza więc pozyskanie czegoś w zaplanowany sposób.

Zakupy natomiast są jednym z etapów logistyki zaopatrzenia. Oznaczają nabywanie dóbr i usług. Jest to jednak dość wąskie postrzeganie zakupów, które traktuje zakupy w sposób oderwany od innych realizowanych w przedsiębiorstwie funkcji. Pojęcie zakupy należy rozumieć jako transakcja wymiany, która rozpoczyna się w momencie, kiedy znane są potrzeby materiałowe (Kowalska, 2005). Są poprzedzone wyborem źródła zaopatrzenia (dostawcy lub podwykonawcy) oraz działaniami polegającymi na negocjowaniu cen i terminu realizacji zlecenia. Zakupy są to transakcje, w wyniku których klient nabywa towar lub usługę, dostawca zaś otrzymuje za nie zapłatę. Obejmuje więc cztery etapy: (1) sprecyzowanie typu zakupu; (2) określenie niezbędnego poziomu nakładów; (3) realizacja właściwego procesu zakupu; (4) ocena efektywności zrealizowanego procesu zakupu.

Pojęcia zakupy, zaopatrzenie i zakupy zaopatrzeniowe są często traktowane jako określenia bliskoznaczne. Pamiętać jednak należy, że określenia te różnią się między sobą – ich zakres jest odmienny. Zakupy są pojęciem węższym od zaopatrzenia. Zakupy zaopatrzeniowe dotyczą zaś pozyskania dóbr i usług potrzebnych do procesu produkcyjnego.

Rola i znaczenie zakupów i zaopatrzenia w przedsiębiorstwie w dużym stopniu zależy od dostępności dóbr przemysłowych i handlowych. Im większy problem i trudność w uzyskaniu i zakupieniu dóbr (np. niestabilny rynek podlegający cyklom sezonowym, brakom i niestabilności cenowej), tym zaopatrzenie i zakup stają się bardziej strategiczne. Natomiast im bardziej standardowy typ dóbr i ogólnie wysoki poziom dostępności na rynku, tym znaczenie zaopatrzenia i zakupu maleją. Rola ta jest również inna jeśli przedsiębiorstwo znaczną część kapitału ma zamrożoną w dobrach materiałowych. Związany z tym koszt oznacza, że bardziej skuteczne zarządzanie zaopatrzeniem i zakupami wpłynie na lepsze zarządzanie kapitałem przedsiębiorstwa i większe oszczędności. Oznacza to więc, że rola zaopatrzenia i zakupów będzie wzrastać w przedsiębiorstwach, w których stopień kapitałochłonności (udziału kosztów dóbr materiałowych i związanych z nimi operacji w wyrobie gotowym) tego procesu jest duży.

5.2. Strategie zaopatrzenia i zakupów – podział pod względem źródeł zaopatrzenia

Ze względu na możliwe źródła zaopatrzenia można wyróżnić kilka odmiennych strategii zaopatrzenia i zakupów. Można różnicować je pod względem liczby źródeł zaopatrzenia. W takiej sytuacji można wskazać na strategie (Grzybowska, 2011):

- pojedynczego źródła zaopatrzenia (jednego dostawcy); (single sourcing) oznacza, że na podstawie ustalonych kryteriów zostaje wyselekcjonowany jeden dostawca, który jest odpowiedzialny za dostawy określonej pozycji asortymentowej lub grupy asortymentowej. Rozwiązanie to zapewnia utrzymanie ścisłych kontaktów pomiędzy odbiorcą a jednym, wybranym i preferowanym przez przedsiębiorstwo dostawcą. Pozwala na budowanie trwałych związków i relacji pomiędzy partnerami biznesowymi, często na zasadach długotrwałego partnerstwa i umowy. Trwałe relacje, stabilność współdziałania i współpracy oraz ujednolicona jakość dostarczanych dóbr lub wykonywanych usług są niewątpliwą zaletą tego rozwiązania. Wadą stosowanej strategii jest ryzyko związane z posiadaniem tylko jednego dostawcy. To przede wszystkim ryzyko, że dojdzie do utraty ciągłości dostaw, które mogą być spowodowane przez zakłócenia w łańcuchu dostaw oraz ryzyko uzależnienia się nabywcy od jednego dostawcy. Szczególnie ma to miejsce, gdy dostawca jest monopolistą. W szczególnych przypadkach może dojść do monopolu dostawcy, kiedy na rynku nie ma alternatywnych źródeł zaopatrzenia.
- dwóch źródeł zaopatrzenia (dwóch dostawców); (dual sourcing) co oznacza zaopatrywanie się u dwóch równorzędnych dostawców, którzy dostarczają ten sam rodzaj asortymentu lub grupę asortymentów. Współpraca pomiędzy nabywcą a dwoma dostawcami oparta jest na zasadzie 50-50 – podział zleceń i dokonywanych zakupów jest równo rozłożony pomiędzy nimi. Strategia podwójnego zakupu może przybierać również formę nierównomiernego podziału i różnicowania współpracy między dwoma wybranymi dostawcami. Jest to strategia huśtawki (see-saw sourcing). Jak nazwa wskazuje strategia ta stosuje zasadę huśtawki rozdziału zleceń. Podział zakupów jest nierównomierny (np. 70% jeden dostawca, 30% drugi dostawca). Proporcje przypadających na

dostawców zleceń mogą się zmieniać w zależności od proponowanej ceny przedmiotu zakupu oraz jego jakości. Mimo, że przedsiębiorstwa te mają takie same prawa, występuje między nimi rywalizacja o większy udział. Jest to niewątpliwie siła napędowa tej strategii.

- wielu źródeł zaopatrzenia (wielu dostawców), (multiple sourcing) oznacza korzystanie z usług wielu dostawców i podwykonawców. Ta strategia zapewnia duże bezpieczeństwo zaopatrzeniowe. Cechuje się triadą: wielu dostawców – wiele relacji – wiele strategii. Zazwyczaj dotyczy komponentów do wyrobu gotowego, które nie są strategiczne. Strategia wielu dostawców mówi, że należy wykorzystywać i współpracować ze stosunkowo dużą liczbę dostawców, z którymi przedsiębiorstwo tworzy różnego rodzaju relacje, poziomy współpracy i odmienne transakcje. Strategia gwarantuje ciągłość i niezawodność dostaw. Pozwala również nie uzależnić się od jednego dostawcy. Istniejąca między dostawcami konkurencja zapewnia także nieustanne podnoszenie wymagań i oczekiwań nabywcy. Problemy występować mogą z utrzymaniem wyrównanego poziomu jakości i parametrów technicznych zarówno nabywanych dóbr, jak i realizowanych usług. Niemożliwe jest prowadzenie wspólnych prac badawczo-rozwojowych z tak dużą liczbą alternatywnych dostawców.

Innym przykładem strategii zaopatrzenia i zakupów jest podział ze względu na przedmiot zakupu. Wyróżnić można strategie (Grzybowska, 2011):

- zakupów pojedynczych elementów (unit sourcing), która kierowana jest do przedsiębiorstw produkcyjnych, które nabywają przedmiot zakupu w postaci mało skomplikowanych komponentów (elementów prostych: części, detale, itp.), z których następnie wytwarzają wyrób gotowy. W rozwiązaniu tym stopień wydzielenia działalności produkcyjnej na zewnątrz (outsourcing) jest niewielki. Zakłada wysoki stopień integracji pionowej produkcji. Istnieje bardzo duże prawdopodobieństwo, że przedsiębiorstwo produkcyjne (nabywca) będzie skupiało wokół siebie wielu lub bardzo wielu dostawców różnych dóbr materiałowych, z których wytwarzany jest wyrób gotowy.
- zakupów modułowych (modular sourcing), co oznacza odejście od pozyskiwania pojedynczych elementów na rzecz gotowych modułów montażowych lub złożonych komponentów, które są montowane w finalny produkt.

5.3. Metody oceny i wyboru dostawców

Ocena kandydatów na dostawców opiera się na kryteriach ustalonych dla wyboru dostawców. Eksperci przeprowadzają te oceny przy użyciu różnych metod podejmowania decyzji. Wybór dostawcy jest jednym z najbardziej krytycznych działań związanych z zarządzaniem zakupami w łańcuchu dostaw (Amid i in., 2006). Wybór dostawców stanowi podstawę długoterminowego partnerstwa z dostawcami, które może w znacznym stopniu przyczynić się do sukcesu lub porażki firmy (Ali i in., 2023). Na proces podejmowania decyzji w sprawie oceny i wyboru dostawców mają wpływ następujące elementy: (1) stosowana metoda oceny, (2) minimalna wielkość zamówienia; (3) strategia zaopatrzenia; (4) potencjał produkcyjny dostawcy; (5) rodzaj produktu; (6) rodzaj oceny dostawcy; (7) preferencje lokalizacji dostawców; (8) kryteria wyboru dostawcy; (9) strategia produkcji oraz (10) potencjał produkcyjny dostawcy (Nowakowski i Werbińska-Wojciechowska, 2012; de Boer, i in. 2001).

Znany jest szereg metod i technik oceny i wyboru dostawców. Poniżej zaprezentowano niektóre podziały (Benyoucef i in., 2003):

- metody eliminacyjne (elimination metods), które pomagają przedsiębiorstwom w procesie selekcji dostawców poprzez stopniowe eliminowanie tych, którzy nie spełniają określonych kryteriów. Jedną z metod eliminacyjnych jest metoda punktowa, w której każdy dostawca jest oceniany na podstawie zestawu kryteriów, takich jak cena, jakość, terminowość dostaw, itp. Dostawcy, którzy nie osiągną minimalnej liczby punktów, są eliminowani. Podkategorią w tej grupie jest metoda oceny ważonej dostawców.
- metody optymalizacyjne (optimization metods), które pomagają przedsiębiorstwom w podejmowaniu decyzji dotyczących wyboru najlepszych dostawców na podstawie różnych kryteriów. Jedną bardziej popularnych metod optymalizacyjnych jest metoda wielokryterialna (Analytic Hierarchy Process, AHP), która polega na hierarchicznym porządkowaniu kryteriów i ocenie dostawców na podstawie tych kryteriów. AHP pozwala na uwzględnienie zarówno kryteriów ilościowych, jak i jakościowych.
- metody probabilistyczne (probabilistic metods), które uwzględniają niepewność i zmienność danych w procesie podejmowania decyzji. Jedną z metod tej grupy jest metoda TOPSIS z informacją probabilistyczną.

Wiele uwagi poświęca się obecnie problemom związanym z wyborem dostawców i alokacją dostawców, które wraz z upływem czasu stają się coraz trudniejsze do rozwiązania (Khazaei i in., 2023). Wybór dostawcy na dzisiejszym konkurencyjnym rynku jest najważniejszą funkcją dla sukcesu ogólnej wydajności cyklu i organizacji łańcucha dostaw (Dweiri i in., 2016).

5.4. Kryteria oceny dostawców

Wyznaczenie właściwych kryteriów oceny dostawców umożliwia późniejsze dokonanie najlepszego z możliwych wyboru. Kryteria te wpływają i decydują o ocenie ofert podwykonawców. Na uwagę zasługują szczegółowe kryteria oceny dostawców (rys. 5.1) oraz rozwinięcie ich o istotne parametry (tab. 5.1-5.4). Na przykład Ha i Krishnan (2008) wspomnieli, że cena, jakość i dostawa to trzy najczęściej używane atrybuty. Podobnie Koul i Verma (2012) również uznali cenę, jakość, koszt i obsługę za główne kryteria wyboru dostawcy.

Rysunek 5.1. Wybrane kryteria oceny dostawców

Źródło: (Midor i Biały, 2019)

Jednym z kluczowych kryteriów oceny dostawców jest cena (koszty) oraz warunki płatności (tab. 5.1). Cena i koszty dostawy bezpośrednio wpływają na całkowity koszt produkcji. Od nich zależy również poziom marży zysku. Warto także pamiętać, że warunki płatności, takie jak terminy płatności i możliwość kredytowania, wpływają na płynność finansową przedsiębiorstwa. Tak więc elastyczne warunki płatności mogą pomóc w zarządzaniu przepływem gotówki i uniknięciu problemów z płynnością.

Jednak cena nie jest jedynym kryterium oceny dostawców. Równie istotnym kryterium są warunki dostawy (tab. 5.2). Zdolność dostawcy do terminowych dostaw, regularnych lub elastycznych są niezbędne, aby uniknąć przestojów w produkcji i zapewnić ciągłość operacji.

Tabela 5.1. Rozwinięcie kryteriów oceny dostawców – Cena/koszty i warunki płatności

Kryterium oceny	Charakterystyczne parametry
Cena/koszty i warunki płatności	▪ konkurencyjność ceny ▪ stabilność lub zmienność ceny w dłuższym czasie ▪ terminy płatności ▪ możliwość kredytowania dostawy ▪ zakres udzielanych rabatów przy większych zamówieniach ▪ zakres udzielanych rabatów przy długotrwałej współpracy ▪ gotowość do negocjacji cenowych ▪ koszty dostawy ▪ koszty transportu ▪ koszty ukryte (dodatkowe) bezpośrednio niewidoczne w ofercie cenowej ▪ koszty związane z jakością (z reklamacją, zwrotem, naprawą)

Źródło: opracowanie własne

Tabela 5.2. Rozwinięcie kryteriów oceny dostawców – Dostawy

Kryterium oceny	Charakterystyczne parametry
Dostawy	▪ terminowość dostaw ▪ regularność dostaw ▪ częstotliwość dostaw ▪ kompletność dostaw ▪ dokładność/ zgodność asortymentowa dostaw ▪ sposób pakowania i zabezpieczenia towaru ▪ elastyczność ilościowa dostaw i terminowa dostaw ▪ dogodność składania zamówień ▪ możliwość zarządzania przez dostawcę logistyką dostaw (np. transportem, magazynowaniem) ▪ niezawodność dostaw

Źródło: opracowanie własne

Tabela 5.3. Rozwinięcie kryteriów oceny dostawców – Jakość towaru

Kryterium oceny	Charakterystyczne parametry
Jakość towaru	▪ jakość techniczna towaru ▪ gwarancje jakościowe ▪ niezawodność towaru ▪ serwis techniczny ▪ zgodność towaru z normami i standardami ▪ funkcjonalność towaru ▪ trwałość towaru ▪ system kontroli jakości ▪ bezpieczeństwo towaru ▪ łatwość naprawy lub konserwacji towaru ▪ wpływ towaru na środowisko naturalne (ekologiczność)

Źródło: opracowanie własne

Tabela 5.4. Rozwinięcie kryteriów oceny dostawców – Potencjał dostawcy

Kryterium oceny	Charakterystyczne parametry
Potencjał dostawcy	▪ zdolności produkcyjne ▪ dostępność technologiczna ▪ dostępność zasobów technicznych, ludzkich, materiałowych ▪ potencjał innowacyjny ▪ wydajność logistyczna i operacyjna ▪ doświadczenie dostawcy ▪ zdolności zarządcze i organizacyjne ▪ pozycja rynkowa dostawcy (udział w rynku; reputacja) ▪ możliwości wprowadzania nowych technologii, produktów lub procesów

Źródło: opracowanie własne

Kolejnym ważnym kryterium oceny dostawców jest jakość dostarczanego towaru (tab. 5.3). Wysoka jakość towarów (surowców, materiałów, komponentów) wpływa na jakość wytwarzanego produktu, a w efekcie prowadzi do zadowolenia klientów. To zaś zwiększa

lojalność i powtarzalność dokonywanych zakupów oraz wpływa na reputację przedsiębiorstwa, które dokonuje zakupu.

Podczas oceny i wyboru dostawcy można również zwrócić uwagę na potencjał dostawcy do dalszego rozwoju (tab. 5.4). Kryterium to odnosi się do parametrów, które pomagają ustalić, czy dostawca w bliższej/dalszej perspektywie czasu będzie w stanie sprostać przyszłym wyzwaniom i wymaganiom rynku.

5.5. Metoda oceny ważonej dostawców (Weighted Point Method)

Najczęściej stosowanymi metodą ilościową oceny dostawców jest metoda oceny, która bazuje na ocenie ważonej (Burdzik, 2017). W metodzie tej w pierwszej kolejności ustala się kolejność wybranych kryteriów oceny dostawców i przypisuje się im współczynnik ważony (wagę). Współczynnik ważony odnosi się do istotności wybranego kryterium oceny.

Przedsiębiorstwa często korzystają z systemu punktów ważonych, ponieważ jest on wysoce niezawodny, a koszty jego wdrożenia są umiarkowane. Ponadto łączy jakościowe i ilościowe czynniki wydajności we wspólny system. Ponieważ decydenci mogą zmieniać współczynniki ważone przypisane do każdego kryterium lub samodzielnie zmieniać je w zależności od strategicznych priorytetów firmy. Tak więc system jest elastyczny (Arsan i Shank, 2011; Maláková, i in., 2020).

Ocenę dostawcy uzyskuje się mnożąc każdą ocenę kryterium przez z góry określony współczynnik ważony. Następnie sumuje się otrzymane wartości.

Wynik preferencji (W_P) oznacza ocenę dostawcy.

Powyższe przedstawia formalny model:

$$W_P = \sum_{y=1}^{n} (O_i \bullet \varpi_i)$$

w którym

W_P – wynik preferencji

O – ocena kryterium

ϖ – współczynnik ważony.

Współczynnik ważony powinien:

- Mieścić się w przedziale $< 0{,}1 >$,
- Każdy kolejny zastosowany współczynnik ważony jest mniejszy od swojego poprzednika $\varpi_i > \varpi_{i+1} > \varpi_{i+2}$,
- Suma wszystkich współczynników ważonych musi być równa 1: $\sum_1^n \varpi_i = 1$,
- Liczba współczynników ważonych zależy od liczby analizowanych kryteriów.

Powyższe wyjaśnia formuła stosowana w Excelu dla średniej ważonej z pięcioma wybranymi kryteriami oceny dostawcy:

wynik preferencji$_{(dostawca\ 1)}$ = (ocena$_{(kryterium\ 1)}$ * ω$_{(1)}$) + (ocena$_{(kryterium\ 2)}$ * ω$_{(2)}$) + (ocena$_{(kryterium\ 3)}$ * ω$_{(3)}$) + (ocena$_{(kryterium\ 4)}$ * ω$_{(4)}$) + (ocena$_{(kryterium\ 5)}$ * ω$_{(5)}$)

Zaproponowana procedura i opis przebiegu obliczeń został przedstawiony poniżej.

Treść zadania

Dokonaj oceny dostawców dla wybranej pozycji asortymentowej.

[1] Przygotowanie arkusza z danymi; Wypisanie kryteriów i przydzielenie współczynników ważonych;

[2] Ustalenie skali ocen poszczególnych kryteriów; Ustalenie zbioru dostawców podlegających ocenie;

[3] Przypisanie ocen poszczególnym kryteriom i dostawcom

[4] Obliczenie średniej ważonej dla każdego dostawcy podlegającego ocenie

[5] Narysowanie wykresu zawierającego kryteria i ich ocenę spełniania przez dostawców

[6] Wykonanie analizy i na jej podstawie wybranie najlepszego dostawcy; ustalenie, który dostawca otrzyma najlepszą ocenę

Wybrane kryteria to:

- Jakość części rowerowej (części się nie psują, są wytrzymałe, bez reklamacji),
- Cena części rowerowej (im niższa tym lepsza),
- Terminowość dostaw (dostawy są dostarczane w terminie),
- Niezawodność dostaw (produkty docierają całe, bez zniszczeń),
- Zgodność towaru z oczekiwaniami (towar przyjeżdża dokładnie taki, jaki został zamówiony),
- Procedura zamawiania (proste i intuicyjne złożenie zamówienia).

Przypisane współczynniki ważone są następujące:

- Jakość części rowerowej – 30%,
- Cena części rowerowej – 25%,
- Terminowość dostaw – 15%,
- Niezawodność dostaw – 10%,
- Zgodność towaru z oczekiwaniami – 10%,
- Procedura zamawiania – 10%.

Wskazano, że ocena poszczególnych kryteriów będzie dokonywana na podstawie oceny 10-stopniowej (1-10), gdzie:

- 10 – Bardzo dobrze (idealne spełnienie kryterium),
- 7–9 – Dobrze (niewielkie problemy),
- 4–6 – Średnio (częściowe spełnienie, kilka problemów),
- 2–3 – Słabo (liczne problemy),
- 1 – Bardzo źle (brak spełnienia kryterium).

Wskazano, że do oceny dostawców dobrano pięć przedsiębiorstw dostarczających części rowerowe. Są to przedsiębiorstwa zakodowane: A1, B2, C3, D4, E5.

Przykład w Excel:

[1] Przygotuj arkusz z danymi; wypisz kryteria i przydziel współczynniki ważone.

		ocena dostawcy				
kryterium oceny	współczynnik ważony	A1	B2	C3	D4	E5
jakość	30%					
cena	25%					
terminowość	15%					
niezawodność	10%					
zgodność	10%					
procedura zamawiania	10%					

[2] Ustal skalę ocen poszczególnych kryteriów według ustalonej skali i przydziel do każdego dosatwcy, którzy podlegają ocenie.

		ocena dostawcy				
kryterium oceny	współczynnik ważony	A1	B2	C3	D4	E5
jakość	30%	9	4	6	10	8
cena	25%	7	9	6	9	7
terminowość	15%	8	9	7	8	8
niezawodność	10%	9	8	4	9	9
zgodność	10%	10	8	7	10	5
procedura zama	10%	8	7	6	10	8
Wynik preferencji						

[3] Oblicz średnie ważone dla każdego dostawcy podlegającego ocenie; Formuła pozwalająca policzyć średnią ważoną dla jednego dostawcy pokazana jest poniżej.

Dla każdego dostawcy należy policzyć średnią ważoną, która uwzględnia przyznane oceny oraz wagi dla danego kryterium. W tym celu należy policzyć dla każdego dostawcy sumę iloczynów oceny i wagi dla każdego kryterium.

D21 =D15*C15+D16*C16+D17*C17+D18*C18+D19*C19+D20*C20

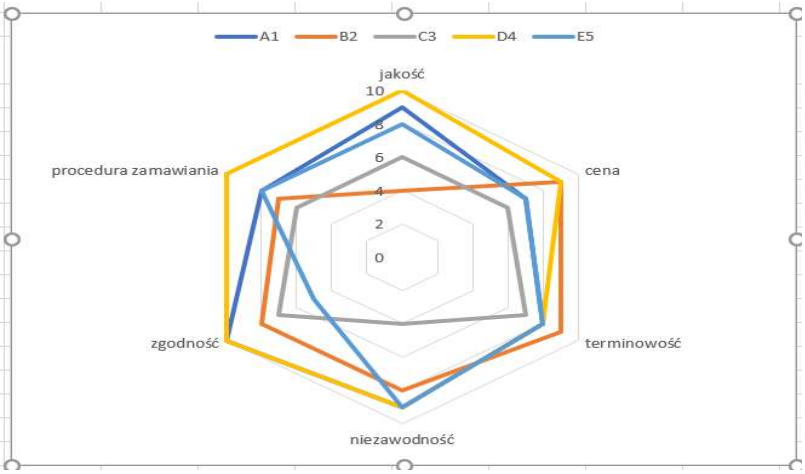
	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2				ocena dostawcy				
3		kryterium oceny	współczynnik ważony	A1	B2	C3	D4	E5
4		jakość	30%	9	4	6	10	8
5		cena	25%	7	9	6	9	7
6		terminowość	15%	8	9	7	8	8
7		niezawodność	10%	9	8	4	9	9
8		zgodność	10%	10	8	7	10	5
9		procedura zamawiania	10%	8	7	6	10	8
10			Wynik preferencji	8,35				

Skopiuj formułę z adresami bezwzględnymi dla pozostałych dostawców;

W celu skopiowania formuły warto zastosować adresy bezwzględne dla komórek, w których znajduje się waga danego kryterium.

[4] Narysuj wykres zawierający kryteria i ich ocenę spełniania przez dostawców;

Dla zobrazowania wyniku warto wykonać wykres radarowy, który pokaże ocenę każdego kryterium (osie wykresu) ze względu na dostawcę (kolorowe linie).



Stan doskonały wybranych kryteriów dostawcy będzie figurą „po okręgu", natomiast stanem niedoskonałości będzie punkt 0 „środek".

[5] Wykonaj analizę i na jej podstawie wybierz najlepszego dostawcę; ustal, który dostawca otrzymał najlepszą ocenę.

		ocena dostawcy				
kryterium oceny	współczynnik ważony	A1	B2	C3	D4	E5
jakość	30%	9	4	6	10	8
cena	25%	7	9	6	9	7
terminowość	15%	8	9	7	8	8
niezawodność	10%	9	8	4	9	9
zgodność	10%	10	8	7	10	5
procedura zamawiania	10%	8	7	6	10	8
	Wynik preferencji	8,35	7,1	6,05	9,35	7,55

W celu ustalenia dostawcy spełniającego najlepiej kryteria przyjęte podczas analizy wybiera się tego dostawcę, dla którego wynik preferencji jest największy.

Po wykonaniu analizy można wskazać, który z dostawców w największym stopniu spełnia kryteria wskazane w przedsiębiorstwie. Z tym dostawcą powinno się podjąć współpracę. W przypadku, gdy strategia zakupowa wskazuje, że powinno być dwóch dostawców dla danej pozycji zakupowej, należy wybrać kolejnego dostawcę z najwyższym wynikiem preferencji.

Wyniki otrzymanej analizy oceny dostawcy z wykorzystaniem metody średniej ważonej w przejrzysty sposób można zaprezentować na wykresie. Najwyższy wynik preferencji oznacza jednocześnie najwyższą sumę ocen ważonych wybranych kryteriów.

5.6. Metoda wielokryterialna

Metoda analizy wielkokryterialna (Analytic Hierarchy Process, AHP) jest często stosowaną procedurą do rozwiązywania problemów związanych z decyzjami strategicznymi, również do oceny i wyboru dostawców (Ossadnik i Lange, 1999). AHP jest powszechną wielokryterialną metodą podejmowania decyzji. Została opracowana, aby pomóc w rozwiązywaniu złożonych problemów decyzyjnych. Uwzględnia zarówno subiektywne, jak i obiektywne miary oceny (Dweiri i in., 2016).

AHP wykorzystuje porównanie parami kryteriów oceny w odniesieniu do celu. To porównanie parami pozwala określić względną wagę kryteriów w odniesieniu do głównego celu. Jeśli dostępne są dane ilościowe, porównania można łatwo przeprowadzić w oparciu o zdefiniowaną skalę. To sprawia, że wynik analizy gwarantuje doskonałą ocenę. Metoda AHP jest intuicyjną metodą formułowania i analizowania decyzji. Bazuje na metodologii subiektywnej. Składa się z trzech głównych zasad: (1) struktury hierarchicznej, (2) analizy priorytetów i (3) weryfikacji spójności (Cheng i in., 2007).

Zaproponowana procedura i opis przebiegu obliczeń został przedstawiony poniżej.

Treść zadania

Dokonaj oceny dostawców dla wybranej pozycji asortymentowej.

[1] Przygotowanie arkusza z danymi; Wypisanie kryteriów.
[2] Porównaj kryteria parami (skala 1, 3, 5).
[3] Zliczenie sumy dla każdego kryterium.
[4] Zliczenie udziału każdej komórki w sumie dla każdego kryterium.
[5] Obliczenie preferencji globalnych dla każdego kryterium.
[6] Przedstawienie preferencji globalnych dla każdego kryterium.
[7] Wskaż dostawców (A1, B2, C3, D4).
[8] Obliczenie preferencji lokalnych dla każdego kryterium i dostawcy.
[9] Policzenie udziału każdej komórki w sumie dla każdego kryterium i dostawcy.
[10] Obliczenie preferencji lokalnych dla każdego kryterium i dostawcy.
[11] Przedstawienie preferencji lokalnych dla każdego dostawcy względem danego kryterium.
[12] Ustalenie rankingu dostawców.
[13] Wybór dostawcy.

Wybrane kryteria to:

- Jakość części rowerowej (części się nie psują, są wytrzymałe, bez reklamacji),
- Cena części rowerowej (im niższa tym lepsza),
- Terminowość dostaw (dostawy są dostarczane w terminie),
- Niezawodność dostaw (produkty docierają całe, bez zniszczeń).

Wybrano skalę porównania kryteriów:

- 1 – tak samo dobre / ważne,
- 2 – trochę lepsze / ważniejsze,
- 3 – zdecydowanie lepsze / ważniejsze,
- 4 – znacznie lepsze / ważniejsze,
- 5 – krańcowo lepsze / ważniejsze.

Wskazano, że do oceny dostawców dobrano pięć przedsiębiorstw dostarczających części rowerowe. Są to przedsiębiorstwa zakodowane: A1, B2, C3, D4.

Przykład w Excel:

[1] Przygotuj arkusz z danymi; wypisz kryteria.

[2] Porównaj kryteria parami (skala 1, 3, 5).

Porównanie kryteriów parami pozwala na określenie, które z nich jest ważniejsze. Porównanie wykonuje się wg przyjętej skali.

Przykładowo: jakość jest krańcowo ważniejsza od ceny, co oznacza wybór oceny 5. Dla porównania kryteriów w kolejności cena a jakość bierze się odwrotność oceny wcześniejszej, czyli 1/5.

	Jakość	Cena	Terminowość	Niezawodność
Jakość	1	5	3	2
Cena	1/5	1	3	1
Terminowość	1/3	1/3	1	1/5
Niezawodność	1/2	1	5	1

[3] Policz sumę dla każdego kryterium w kolumnie.

Następnie sumuj w kolumnach przyznane oceny z porównania kryteriów parami.

	Jakość	Cena	Terminowość	Niezawodność
Jakość	1,00	5,00	3,00	2,00
Cena	0,20	1,00	3,00	1,00
Terminowość	0,33	0,33	1,00	0,20
Niezawodność	0,50	1,00	5,00	1,00
Suma:	2,03	7,33	12,00	4,20

[4] Oblicz udział każdej komórki w sumie dla każdego kryterium.

Następnie należy policzyć udział danego kryterium w sumie dla tego kryterium. W przykładzie pokazano w pasku formuły właściwe komórki, na wartościach wygląda to następująco dla kryterium jakość: 1:2,03=0,49;

0,20:2,03=0,10; 0,33:2,03=0,16; 0,50:2,03=0,25. Suma udziałów musi wynosić 1.

C21 =C12/C16

	Jakość	Cena	Terminowość	Niezawodność
Jakość	1,00	5,00	3,00	2,00
Cena	0,20	1,00	3,00	1,00
Terminowość	0,33	0,33	1,00	0,20
Niezawodność	0,50	1,00	5,00	1,00
Suma:	2,03	7,33	12,00	4,20

	Jakość	Cena	Terminowość	Niezawodność
Jakość	0,49	0,68	0,25	0,48
Cena	0,10	0,14	0,25	0,24
Terminowość	0,16	0,05	0,08	0,05
Niezawodność	0,25	0,14	0,42	0,24
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00

[5] Oblicz preferencje globalne dla każdego kryterium.

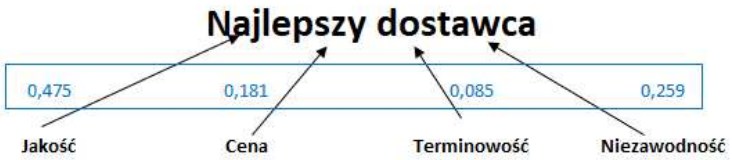
Obliczenie preferencji globalnych dla każdego kryterium to policzenie w wierszach średnich udziałów dla każdego kryterium. To obliczenie pozwala na ustalenie globalnego udziału tego kryterium w całej ocenie, której zostaną poddani dostawcy.

=ŚREDNIA(C21:F21)

	Jakość	Cena	Terminowość	Niezawodność	W (średnia)
Jakość	0,49	0,68	0,25	0,48	0,475
Cena	0,10	0,14	0,25	0,24	0,181
Terminowość	0,16	0,05	0,08	0,05	0,085
Niezawodność	0,25	0,14	0,42	0,24	0,259
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

[6] Przedstaw preferencje globalne dla każdego kryterium.

Forma graficzna pozwala na lepsze przedstawienie preferencji danego kryterium w odniesieniu do wyboru dostawcy.



[7] Wskaż dostawców (A1, B2, C3, D4).

[8] Porównaj dostawców parami ze względu na każde kryterium (skala 1-7)

Porównanie dostawców parami pozwala na określenie, który z nich spełnia dane kryterium lepiej. Porównanie wykonuje się wg przyjętej skali. W przyjęto skalę porównania dostawców 1-7, gdzie 1 oznacza, że dostawcy są tak samo dobrzy, 7 – dostawca jest krańcowo lepszy, pozostałe wartości są pomiędzy.

Porównanie dostawców wykonuje się dla każdego kryterium osobno.

Przykładowo: dla kryterium jakość dostawca A1 jest tak samo dobry jak dostawca B2 (ocena 1), dostawca A1 jest trochę lepszy od dostawców C3 i D4 (ocena 3). Dla porównania dostawców w odwrotnej kolejności (B2 a A1, C3 a A1, D4 a C3) bierze się odwrotność oceny wcześniejszej (czyli odpowiednio: 1/1, 1/3, 1/3).

Następnie sumuje się w kolumnach przyznane oceny z porównania dostawców parami.

Jakość	A1	B2	C3	D4
A1	1,00	1,00	3,00	3,00
B2	1,00	1,00	0,20	3,00
C3	0,33	5,00	1,00	0,33
D4	0,33	0,33	3,00	1,00
Suma:	2,66	7,33	7,20	7,33

Terminowość	A1	B2	C3	D4
A1	1,00	3,00	0,33	3,00
B2	0,33	1,00	0,20	3,00
C3	3,00	5,00	1,00	5,00
D4	0,33	0,33	0,20	1,00
Suma:	4,66	9,33	1,73	12,00

Cena	A1	B2	C3	D4
A1	1,00	5,00	7,00	4,00
B2	0,20	1,00	3,00	1,00
C3	0,14	0,33	1,00	0,33
D4	0,25	1,00	3,00	1,00
Suma:	1,59	7,33	14,00	6,33

Niezawodność	A1	B2	C3	D4
A1	1,00	0,20	3,00	5,00
B2	5,00	1,00	5,00	5,00
C3	0,33	0,20	1,00	0,33
D4	0,20	0,20	3,00	1,00
Suma:	6,53	1,60	12,00	11,33

[9] Policz udział każdej komórki w sumie dla każdego kryterium i dostawcy.

Należy policzyć udział danego dostawcy w sumie dla tego dostawcy ze względu na każde kryterium.

W przykładzie w pierwszej tabeli dla kryterium jakość pokazano w pasku formuły właściwe komórki, na wartościach wygląda to następująco dla

dostawcy A1: 1:2,66=0,38; 1:2,66=0,38; 0,33:2,66=0,12; 0,33:2,66=0,12. Suma udziałów musi wynosić 1.

J3 =C3/C7

Jakość	A1	B2	C3	D4
A1	1,00	1,00	3,00	3,00
B2	1,00	1,00	0,20	3,00
C3	0,33	5,00	1,00	0,33
D4	0,33	0,33	3,00	1,00
Suma:	2,66	7,33	7,20	7,33

Jakość	A1	B2	C3	D4
A1	0,38	0,14	0,42	0,41
B2	0,38	0,14	0,03	0,41
C3	0,12	0,68	0,14	0,05
D4	0,12	0,05	0,42	0,14
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00

Cena	A1	B2	C3	D4
A1	1,00	5,00	7,00	4,00
B2	0,20	1,00	3,00	1,00
C3	0,14	0,33	1,00	0,33
D4	0,25	1,00	3,00	1,00
Suma:	1,59	7,33	14,00	6,33

Cena	A1	B2	C3	D4
A1	0,63	0,68	0,50	0,63
B2	0,13	0,14	0,21	0,16
C3	0,09	0,05	0,07	0,05
D4	0,16	0,14	0,21	0,16
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00

Terminowość	A1	B2	C3	D4
A1	1,00	3,00	0,33	3,00
B2	0,33	1,00	0,20	3,00
C3	3,00	5,00	1,00	5,00
D4	0,33	0,33	0,20	1,00
Suma:	4,66	9,33	1,73	12,00

Terminowość	A1	B2	C3	D4
A1	0,21	0,32	0,19	0,25
B2	0,07	0,11	0,12	0,25
C3	0,64	0,54	0,58	0,42
D4	0,07	0,04	0,12	0,08
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00

Niezawodność	A1	B2	C3	D4
A1	1,00	0,20	3,00	5,00
B2	5,00	1,00	5,00	5,00
C3	0,33	0,20	1,00	0,33
D4	0,20	0,20	3,00	1,00
Suma:	6,53	1,60	12,00	11,33

Niezawodność	A1	B2	C3	D4
A1	0,15	0,13	0,25	0,44
B2	0,77	0,63	0,42	0,44
C3	0,05	0,13	0,08	0,03
D4	0,03	0,13	0,25	0,09
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00

[10] Oblicz preferencje lokalne dla każdego kryterium i dostawcy.

Obliczenie preferencji lokalnych dla każdego dostawcy ze względu na każde kryterium to policzenie w wierszach średnich udziałów dla każdego dostawcy. To obliczenie pozwala na ustalenie lokalnego udziału tego dostawcy ze względu na dane kryterium w ocenie.

=ŚREDNIA(J3:M3)

Jakość	A1	B2	C3	D4	U(Wygoda)
A1	0,38	0,14	0,42	0,41	0,335
B2	0,38	0,14	0,03	0,41	0,237
C3	0,12	0,68	0,14	0,05	0,248
D4	0,12	0,05	0,42	0,14	0,181
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

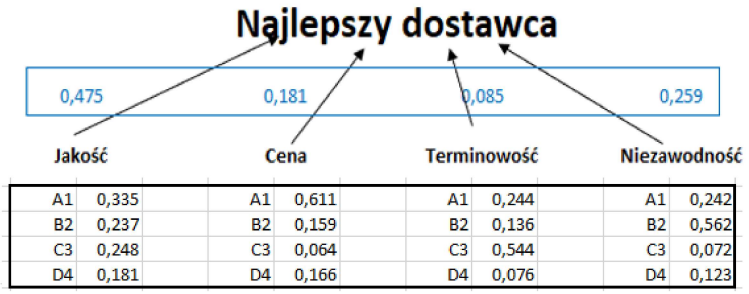
Cena	A1	B2	C3	D4	U(Niezawodnośćа)
A1	0,63	0,68	0,50	0,63	0,611
B2	0,13	0,14	0,21	0,16	0,159
C3	0,09	0,05	0,07	0,05	0,064
D4	0,16	0,14	0,21	0,16	0,166
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Terminowość	A1	B2	C3	D4	U(styl)
A1	0,21	0,32	0,19	0,25	0,244
B2	0,07	0,11	0,12	0,25	0,136
C3	0,64	0,54	0,58	0,42	0,544
D4	0,07	0,04	0,12	0,08	0,076
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Niezawodność	A1	B2	C3	D4	U(Ekonomiczność)
A1	0,15	0,13	0,25	0,44	0,242
B2	0,77	0,63	0,42	0,44	0,562
C3	0,05	0,13	0,08	0,03	0,072
D4	0,03	0,13	0,25	0,09	0,123
Suma:	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

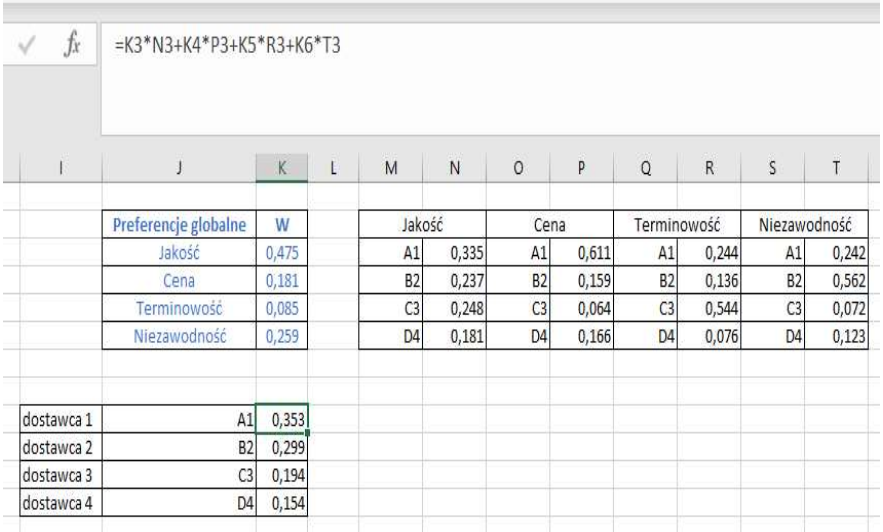
[11] Przedstaw preferencje lokalne dla każdego dostawcy względem danego kryterium.

Forma graficzna pozwala na lepsze przedstawienie preferencji danego dostawcy w odniesieniu do każdego kryterium.



[12] Ustal ranking dostawców.

Ustalenie rankingu dostawców polega na policzeniu dla każdego dostawcy sumy iloczynów wagi dla każdego kryterium i oceny dostawcy dla tego kryterium.



=K3*N3+K4*P3+K5*R3+K6*T3

Preferencje globalne	W
Jakość	0,475
Cena	0,181
Terminowość	0,085
Niezawodność	0,259

Jakość		Cena		Terminowość		Niezawodność	
A1	0,335	A1	0,611	A1	0,244	A1	0,242
B2	0,237	B2	0,159	B2	0,136	B2	0,562
C3	0,248	C3	0,064	C3	0,544	C3	0,072
D4	0,181	D4	0,166	D4	0,076	D4	0,123

dostawca 1	A1	0,353
dostawca 2	B2	0,299
dostawca 3	C3	0,194
dostawca 4	D4	0,154

[13] Wybierz dostawcę.

Otrzymane wyniki można przedstawić w formie graficznej. W analizowanym przykładzie najwyższy wynik oceny otrzymał dostawca A1.

5.7. Odporni dostawcy

Dostawcy i podwykonawcy są uważani za główne źródła ryzyka, które powodują masowe zakłócenia w łańcuchach dostaw (Pramanik i in., 2017). Ponadto wiele procesów w łańcuchu dostaw zależy od dostawcy. Dlatego wybór odpornych dostawców może znacznie obniżyć koszty zakupu, czas opóźnień oraz zwiększyć konkurencyjność firmy i zadowolenie jej klientów (Davoudabadi i in., 2020). Ocena odporności dostawców jest więc jednym z najważniejszych sposobów wejścia w świat odporności łańcucha dostaw, ponieważ dostawcy są jednym z głównych źródeł podatności w łańcuchach dostaw.

Jak podają Sheffi i Blayney Rice (2005) odporność w przedsiębiorstwach i łańcuchach dostaw można budować na trzy ogólne sposoby: (1) tworzenie nadmiarowości w całym łańcuchu dostaw (np. dodatkowe zapasy, niskie wykorzystanie mocy produkcyjnych, wielokrotne zaopatrzenie), (2) zwiększanie elastyczności łańcucha dostaw (np. elastyczne środki transportu w przypadku zakłóceń, procesy równoległe zamiast sekwencyjnych, strategie

zaopatrzenia dostosowane do dostawcy relacje) oraz (3) zmiana kultury korporacyjnej (np. ciągła komunikacja między poinformowanymi pracownikami, przygotowanie do zakłóceń).

Hosseini i inni (2019) zwrócili także uwagę, że w ocenie dostawców warto wprowadzać elementy analizy w oparciu o zdolność do odporności dostawcy, która obejmuje trzy poziomy zdolności:

- absorpcyjne (np. nadwyżka zapasów zwiększa odporność całej sieci dostaw na zakłócenia),
- adaptacyjne (np. alternatywni dostawcy rezerwowi w celu szybkiego dostosowania sieci dostaw),
- naprawcze (np. szybkie odzyskanie utraconej zdolności dostawczego dostawcy przy minimalnych kosztach).

Tabela 5.5. Kryteria odporności

Kryterium odporności	Wyjaśnienie
Inicjatywy na rzecz kontroli zanieczyszczeń	Wysiłek związany z inicjatywami minimalizacji zanieczyszczeń dotyczących odpadów stałych, marnotrawstwa wody, emisji do powietrza itp.
Inwestycja w zdolności przesyłowych	Poziom zapasów bezpieczeństwa uwzględniany w celu zminimalizowania ryzyka wyczerpania zapasów z powodu niepewności.
Szybkość reakcji	Zdolność dostawców do reagowania na potrzeby przy występowaniu wahań rynkowych w możliwie najkrótszym czasie.
Zdolność do utrzymywania strategicznych zapasów na wypadek sytuacji kryzysowych	Pokazuje zerową dostępność, straty, uzupełnianie zapasów i rotację zapasów. Zapasy strategiczne muszą być na określonym poziomie, ponieważ zawsze istnieją niepewne żądania.
Zawieranie umów z dostawcami zapasowymi	Zawieranie umów z dostawcami zapasowymi to proces, w którym firma nawiązuje współpracę z dostawcami, którzy mogą dostarczać produkty lub usługi w przypadku, gdy główni dostawcy nie są w stanie tego zrobić. Jest to strategia mająca na celu zwiększenie odporności łańcucha dostaw na zakłócenia i minimalizowanie ryzyka związanego z przerwami w dostawach.
Strategia łagodzenia skutków	Strategie łagodzenia skutków to działania podejmowane w celu zmniejszenia negatywnych konsekwencji zakłóceń w łańcuchu dostaw.
Zarezerwowane zapasy	Zarezerwowane zapasy to strategia zarządzania zapasami, w której firma utrzymuje określony poziom zapasów, które są przeznaczone do wykorzystania w sytuacjach awaryjnych lub w przypadku nagłych wzrostów popytu.

Źródło: (Davoudabadi i in., 2020; Suryadi i Rau, 2023)

Natomiast Davoudabadi i inni wskazali oraz poszerzyli kryteria wyboru dostawców o aspekty zrównoważone (przykładowo: materiały przyjazne dla środowiska; technologia oparta na technologii ekologicznej; przestrzeganie polityki ochrony środowiska; zielone projekty badawczo-rozwojowe) i odporne (tab. 5.5).

Tak więc odporni dostawcy powinni (1) posiadać zdolność do powrotu do stanu równowagi, (2) mieć siłę i posiadać pewną pojemność buforową systemu, zanim zakłócenie doprowadzi system ze stabilnych do niestabilnych warunków oraz (3) posiadać zdolność do reagowania na zaburzenie.

Pytania do rozdziału

1. Jakie kryteria oceny dostawców uważasz za najważniejsze w kontekście zarządzania płynnością finansową przedsiębiorstwa i dlaczego?
2. Jakie są główne zalety stosowania metody AHP w procesie oceny i wyboru dostawców?
3. Jakie są główne wady stosowania metody AHP w procesie oceny i wyboru dostawców?

LITERATURA

Ali M.R., Nipu S.M.A. i Khan S.A. (2023) A decision support system for classifying supplier selection criteria using machine learning and random forest approach. Decision Analytics Journal, 7, 100238.

Amid A., Ghodsypour S. H., i O'Brien C. (2006) Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. International Journal of production economics, 104(2), 394-407.

Arsan A., i Shank A. (2011) Performance measurement and metrics: An analysis of supplier evaluation.

Benyoucef L., Ding H., i Xie X. (2003) Supplier selection problem: selection criteria and methods. Rapotr de researche No. 4726, INRIA Lorraine, Nancy France.

Burdzik R. (2017) Parametryczna ważona ocena dostawców (PWOD), cz. 1–podstawowe założenia metody. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, (117).

Cheng S.C., Chen M.Y., Chang H.Y., i Chou T.C. (2007) Semantic-based facial expression recognition using analytical hierarchy process. Expert Systems with Applications, 33(1), 86-95.

Coyle J.J., Bardi E.J., i Langley C.J. Jr. (2002) Zarządzanie logistyczne, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.

Davoudabadi R., Mousavi S.M., i Sharifi E. (2020) An integrated weighting and ranking model based on entropy, DEA and PCA considering two aggregation approaches for resilient supplier selection problem. Journal of Computational Science, 40, 101074.

de Boer L., Labro E., i Morlacchi P. (2001) A review of methods supporting supplier selection. European Journal of Purchasing and Supply Management 7, 75-89.

Dweiri F., Kumar S., Khan S.A., i Jain V. (2016) Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. Expert Systems with Applications, 62, 273-283.

Grzybowska K. (2011) Strategie zakupowe. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań.

Ha S.H., i Krishnan R. (2008) A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. Expert systems with applications, 34(2), 1303-1311.

Hosseini S., Tajik N., Ivanov D., Sarder M.D., Barker K., i Al Khaled A. (2019) Resilient supplier selection and optimal order allocation under disruption risks. International Journal of Production Economics, 213, 124-137.

Khazaei M., Hajiaghaei-Keshteli M., Rajabzadeh Ghatari A., Ramezani M., Fooladvand A., i Azar A. (2023) A multi-criteria supplier evaluation and selection model without reducing the level of optimality. Soft Computing, 27(22), 17175-17188.

Kowalska K. (2005) Logistyka zaopatrzenia, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego w Katowicach, Katowice.

Maláková S., Frankovský P., Neumann V., i Kurylo P. (2020). Evaluation of suppliers' quality and significance by methods based on weighted order. Acta logistica, 7(1), 1-7.

Midor K., i Biały W. (2019) Metody oceny dostawców dla przedsiębiorstw. Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji, 8.

Nowakowski T., i Werbińska-Wojciechowska S. (2012) Przegląd metod oceny i wyboru dostawców w przedsiębiorstwie. Logistyka, (2, CD 2), 944-955.

Ossadnik W., i Lange O. (1999) AHP-based evaluation of AHP-Software. European journal of operational research, 118(3), 578-588.

Pramanik D., Mondal S.C., i Haldar A. (2020) Resilient supplier selection to mitigate uncertainty: Soft-computing approach. Journal of Modelling in Management, 15(4), 1339-1361.

Sheffi Y. i Rice Jr. J.B. (2005) A supply chain view of the resilient enterprise. MIT Sloan management review.

Suryadi A., i Rau H. (2023) Considering region risks and mitigation strategies in the supplier selection process for improving supply chain resilience. Computers & Industrial Engineering, 181, 109288.

Verma R., i Koul S. (2012) Dynamic Vendor selection: a fuzzy AHP approach. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 4(2).