

MIROŚLAW MATUSEK
Politechnika Śląska

**PROBLEM WYBORU DOSTAWCY NA ETAPIE ANALIZY ZAMÓWIENIA
W ŚRODOWISKU PRODUKCJI NA ZAMÓWIENIE**

Wprowadzenie

Z punktu widzenia różnicy między miejscem, gdzie wytwarzany jest produkt, a miejscem, do którego trafiają zlecenia klientów, środowiska produkcyjne można podzielić na produkcję na magazyn (*make-to-stock* – MTS) i produkcję na zamówienie (*make to order* – MTO)¹. W przypadku środowiska MTS wyroby finalne lub półprodukty produkowane są na magazyn na podstawie prognoz. W środowisku MTO produkcja realizowana jest na podstawie składanych zamówień. Zlecenia klientów przychodzą losowo w czasie. Przedsiębiorstwo może zrealizować tylko niektóre z napływających zleceń ze względu na różne ograniczenia, pozostałe musi odrzucić.

Przedsiębiorstwa funkcjonujące w środowisku MTO muszą szukać optymalnej kombinacji przychodzących zleceń, aby wzrastały ich zyski i udziały w konkurencyjnym rynku. Głównymi kryteriami wyboru są krótkie terminy realizacji oraz wysoka jakość. Próba znalezienia rozwiązania dającego maksymalizację jakości przy minimalizacji czasu często kończy się niepowodzeniem. Wytwarzanie produktów o wysokiej jakości, zwłaszcza w środowisku MTO, zazwyczaj mocno podnosi cenę wyrobu i wydłuża termin realizacji. Realizacja zamówień w krótkim czasie wymaga dodatkowych zasobów, często o wyższych kosztach.

¹ I. Fechner, *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007, s. 67–69.

Przychodzące zamówienia zwykle wymagają różnych zmian konstrukcyjnych, technologicznych, jakościowych i materiałowych w wytwarzanym produkcie². Wymaga to m.in. poszukiwania nowych dostawców materiałów, komponentów, podzespołów oraz podwykonawców. Pozyskiwanie zasobów można podzielić na trzy zasadnicze kwestie: gromadzenie informacji niezbędnych do pozyskiwania zasobów, formułowanie strategii i taktyk pozyskiwania zasobów, podejmowanie decyzji dotyczących pozyskiwanych zasobów³.

Artykuł jest prezentacją efektów realizowanych zadań w ramach projektu budowy narzędzia informatycznego mającego za zadanie wspomaganie działań w zakresie zarządzania wiedzą w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego⁴. Projekt realizowany jest na Wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej. Na bazie wywiadów i obserwacji w badanych przedsiębiorstwach określono działania wykonywane w ramach procesu realizacji zamówienia, które wymagają wsparcia w zakresie wiedzy⁵. Zaproponowano dalsze prace w ramach takich obszarów, jak: wiedza o kontrakcie, wiedza o procesach, wiedza o dobrych praktykach, wiedza o stanie realizacji kontraktu, wiedza o zasobach i źródłach wiedzy, wiedza klientów i o klientach, wiedza o ekspertach, wiedza o dostawcach/kontrahentach. W kolejnych etapach prac dokonywana jest głębsza analiza zidentyfikowanych obszarów. W niniejszym artykule przedstawiono problem wyboru dostawcy z podstawowymi założeniami do budowy systemu wyboru dostawcy z wykorzystaniem techniki wnioskowania na podstawie przypadków (*Case-Based Reasoning* – CBR). Podejmowanie tego typu decyzji, szczególnie w środowisku MTO, często ma miejsce już na etapie przygotowywania oferty dla klienta.

1. Proces analizy zapytania ofertowego

Istnieje wiele problemów badawczych związanych z procesem analizy zapytania ofertowego. Pierwszą istotną kwestią jest sposób prowadzenia analizy. Procedura odpowiedzi na zapytanie klienta jest w zasadzie wieloetapowym procesem decyzyjnym⁶. W małych i średnich przedsiębiorstwach działania te są skomasowane co stwarza warunki do elastycznego i szybkiego reagowania na zmieniające się potrzeby klientów. W tego rodzaju strukturze decyzyjnej już na etapie początkowym jest ustalenie, czy przyjąć zamówienie. Kolejną decyzją jest określenie

² K. Szatkowski, *Przygotowanie produkcji*, PWN, Warszawa 2008, s. 253–25.

³ K. Lysons, *Zakupy zaopatrzeniowe*, PWE, Warszawa 2004, s. 261–262.

⁴ Projekt badawczy rozwojowy nr 03-0112-10/2010 z dnia 9.12.2010 r.

⁵ Wyniki zaprezentowano m.in. na XV Konferencji Logistyki Stosowanej „Total Logistic Management”, Zakopane 2011 oraz na VI Konferencji Naukowej „Information Systems in Management, Systemy Informatyczne w Zarządzaniu” Warszawa 2011 (materiały w druku).

⁶ K. Szatkowski, *op. cit.*, s. 250–252.

w przygotowywanej ofercie dla klienta trzech podstawowych elementów, tj. czas realizacji (dostawy), ilości i ceny. Zdarzają się przypadki, kiedy klient narzuca termin realizacji, wtedy ramy czasowe uważane są za stałe. Następnym etapem jest ustalenie, czy są wystarczające zasoby: surowce, komponenty i zdolności produkcyjne, tzn. czy są dostępne lub mogą być dostarczone w terminie, pozwalając tym samym zakończyć realizację zamówienia zgodnie z przyjętym terminem.

Można wyróżnić trzy fazy w procesie przetwarzania zamówienia na etapie ofertowego zapytania klienta. W fazie pierwszej dokonywana jest jego wstępna analiza. Analizowana jest specyfikacja produktu w kontekście wykonalności przez przedsiębiorstwo, dokonywane są szacunki terminu realizacji, szacuje się cenę. Celem tej fazy jest odrzucenie tych zapytań, które pozornie nadają się do realizacji. W fazie drugiej wyselekcjonowane zapytania są oceniane pod kątem ograniczeń (tzw. wąskich gardeł) w zakresie zasobów. Na tym etapie bierze się pod uwagę przede wszystkim dwa podstawowe rodzaje zasobów, które mogą stanowić ograniczenie w realizacji zamówienia, tj. dostępność materiałów i możliwości produkcyjne. Zbilansowanie wymagań z potrzebami można wykonać poprzez zaangażowanie dodatkowych zdolności (nadgodziny, zaangażowanie podwykonawców), jak również poprzez modyfikacje planu produkcji i dostaw materiałów. W fazie trzeciej następuje analiza możliwości wykonania zlecenia w przyjętym terminie, wyznaczenie ostatecznej ceny. Zakończeniem fazy trzeciej jest akceptacja przygotowanej oferty przez uprawnionych do tego pracowników.

Przy takim przebiegu procesu analizy ofertowego zapytania klienta w środowisku produkcji na zamówienie często występuje konieczność wyboru dostawców materiałów, podzespołów i podwykonawców usług. Przeprowadzone wywiady z pracownikami przedsiębiorstw przemysłu maszynowego odpowiedzialnymi za przygotowanie ofert potwierdziły konieczność częstego wyboru dostawcy, a jako przyczyny najczęściej wymieniano⁷:

- zgłoszone zapytanie przez klienta wskazuje na konieczność realizacji niewykonywanych do tej pory operacji technologicznych (brak odpowiedniego parku maszynowego, brak umiejętności, brak uprawnień, konieczność zastosowania nowych materiałów, komponentów itp.),
- dotychczasowy dostawca ogłosił upadłość,
- niekorzystne terminy i warunki płatności zaproponowane przez stałego dostawcę,
- niekorzystny termin realizacji dostaw zaproponowany przez stałego dostawcę,
- niezadowalająca dotychczasowa współpraca z dostawcą,

⁷ Przeprowadzone wywiady miały miejsce w trakcie prowadzonych badań realizowanych w ramach projektu badawczego rozwojowego nr 03-0112-10 /2010 z dnia 9.12.2010 r.

- specyficzne (nietypowe) wymagania klienta w zakresie jakości (konieczność zapewnienia wyższych niż zwykle norm jakościowych podzespołów),
- konieczność posiadania koncesji, zezwoleń, uprawnień (np. przy zamówieniach składanych przez Ministerstwo Obrony Narodowej),
- brak kontaktu lub zły kontakt w trakcie realizacji wcześniejszych zleceń,
- po analizie *make or buy* stwierdzono, że przy analizowanym zapytaniu zadanie realizowane do tej pory we własnym zakresie należy zlecić na zewnątrz.

2. Kryteria oceny dostawców

Zapewnienie niezawodności realizacji zamówienia, stworzenie wiarygodnej, możliwej do realizacji i opłacalnej oferty staje się dziś wyzwaniem dla firm funkcjonujących w środowisku MTO. Istotnym elementem staje się koncentracja przedsiębiorstw na procesie wyboru i pozyskania dostawców.

Potrzeba dokonania oceny potencjalnego dostawcy następuje w momencie, gdy dany sprzedawca ubiega się o możliwość zaopatrywania przedsiębiorstwa lub gdy w trakcie negocjacji nabywca chce się upewnić, że dany dostawca spełni w satysfakcjonującym stopniu jego wymagania⁸.

Przedsiębiorstwa w swoich wewnętrznych procedurach definiują rozbudowane kryteria ewaluacji dla przyszłych oraz istniejących dostawców⁹. W przypadku przyszłych dostawców, porównując zgłoszone oferty, bierze się pod uwagę dwie grupy czynników. Pierwsza grupa to warunki ogólne, wynikające z polityki gospodarczej przedsiębiorstwa (np. możliwość prowadzenia wspólnych interesów). Do drugiej grupy czynników zalicza się: jakość surowców i materiałów, czas dostawy, cenę jednostkową, niezawodność. Część czynników jest niemierzalna, stąd stosuje się odpowiednio skonstruowane metody porównawcze oparte na skali ocen o ustalonej hierarchii poszczególnych kryteriów oceny¹⁰.

Ocena istniejących dostawców jest szersza. Oprócz rejestracji w okresie współpracy wyżej wymienionych czynników bierze się pod uwagę takie czynniki, jak: sposoby i łatwość komunikacji z klientem, implementacja procesów zarządzania ryzykiem, zaangażowanie w badania i rozwój, elastyczność i terminowość dostaw, posiadane rozwiązania informatyczne, zaangażowanie dostawców w kooperację, liczba posiadanych przez dostawcę odbiorców, przestrzeganie przepisów prawnych.

⁸ K. Lysons, *Zakupy zaopatrzeniowe*, PWE, Warszawa 2004, s. 272.

⁹ J. Bendkowski, G. Radziejowska, *Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005, s. 145–150.

¹⁰ G. Wieteska, *Kryteria oceny źródeł zaopatrzenia bezpośrednich dostawców jako element doskonalenia procesów logistycznych*, „Logistyka” 2011, nr 6.

Kontrahenci współpracujący z danym przedsiębiorstwem tworzą jego bazę dostawców. Zarządzanie nią jest ważnym zadaniem odbiorcy. Bazę dostawców przedsiębiorstwa można opisać na wiele sposobów: w ujęciu szerokim lub wąskim, krajowym lub międzynarodowym, zdywersyfikowanym lub specjalistycznym¹¹. Kategoryzacja dostawców, kryteria oceny dostawcy oraz pomiar osiągniętych wyników przez dostawców to istotna wiedza przydatna pracownikom działów zaopatrzenia oraz osobom przygotowującym oferty dla swoich klientów.

3. Założenia do budowanego systemu wyboru dostawcy

Wybór dostawców oraz ich podział na odpowiednie kategorie są uważane za jedne z głównych zadań w procesie dostaw. Jak podkreśla się w literaturze i co wynika z przeprowadzonych przez autora wywiadów, zasadnicze znaczenie w wyborze źródła dostaw ma doświadczenie pracownika działu zaopatrzenia¹². Metodą mogącą wspomóc tego typu prace jest wnioskowanie na podstawie przypadków (*Case-Based Reasoning* – CBR). CBR jest akceptowanym podejściem wykorzystywanym we wdrażanych systemach zarządzania wiedzą w zakresie: zarządzania portfelem projektów¹³, wykorzystania wiedzy o przypadkach zachowanej w postaci dokumentów tekstowych (analiza e-maili)¹⁴, wyboru dostawców¹⁵ i inne.

Wnioskowanie na podstawie przypadków wykorzystuje wiedzę specyficzną zawartą w doświadczeniach w przeszłości sytuacjach, zwanych przypadkami (*case*). Metoda CBR wykorzystywana jest jako system do rozwiązywania nowych problemów przez adaptację rezultatów, które były wykorzystane podczas rozwiązywania poprzednio napotkanych problemów. Nowy problem jest rozwiązywany poprzez odnalezienie w zbiorze podobnego do niego przypadku i zastosowanie do niego rozwiązania skojarzonego z odnalezionym przypadkiem. Istotną cechą CBR jest zdolność do uczenia się poprzez gromadzenie rozwiązań przeszłych problemów i udostępnianie ich do rozwiązywania nowych problemów w przyszłości¹⁶.

¹¹ K. Lysons, *op. cit.*, s. 280.

¹² J. Bendkowski, G. Radziejowska, *op. cit.*, s. 70–71.

¹³ J. Pokojński, *Metoda case-based reasoning a model procesu projektowego i produktu w budowie maszyn*, „Przegląd Mechaniczny” 2004, nr 6.

¹⁴ A. Kempa, *Wspomaganie tworzenia odpowiedzi e-mail przy pomocy techniki wnioskowania na podstawie przypadków (CBR)*, www.swo.ae.katowice.pl/_pdf/139.pdf

¹⁵ K.L. Choy, W.B. Lee, H.C.W. Lau, L.C. Choy, *A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing*, *Knowledge-Based Systems* 2005, 18, s. 1–17.

¹⁶ T. Witkowski, *Decyzje w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, WNT, Warszawa 2000.

Cykl działania systemu opartego na metodzie CBR opisuje się za pomocą czterech głównych procesów (tzw. cztery R – pierwsze litery wyrazów w j. angielskim)¹⁷:

- Wyszukanie (*Retrieve*) najbardziej podobnego przypadku lub zbioru przypadków.
- Wykorzystanie (*Reuse*) wiedzy zawartej w wyszukiwanym przypadku do rozwiązania problemu – niejednokrotnie wystąpi konieczność modyfikacji zaproponowanych przez system rozwiązań. Nowe rozwiązanie generuje nowy przypadek w bazie przypadków.
- Ocena przydatności (*Revise*) zaproponowanego rozwiązania.
- Zapamiętanie (*Retain*) doświadczenia w celu późniejszego wykorzystania podczas rozwiązywania nowych problemów.

Zakłada się, że tworzony system (rysunek 1) powinien wspierać proces decyzyjny wyboru dostawcy w przypadkach:

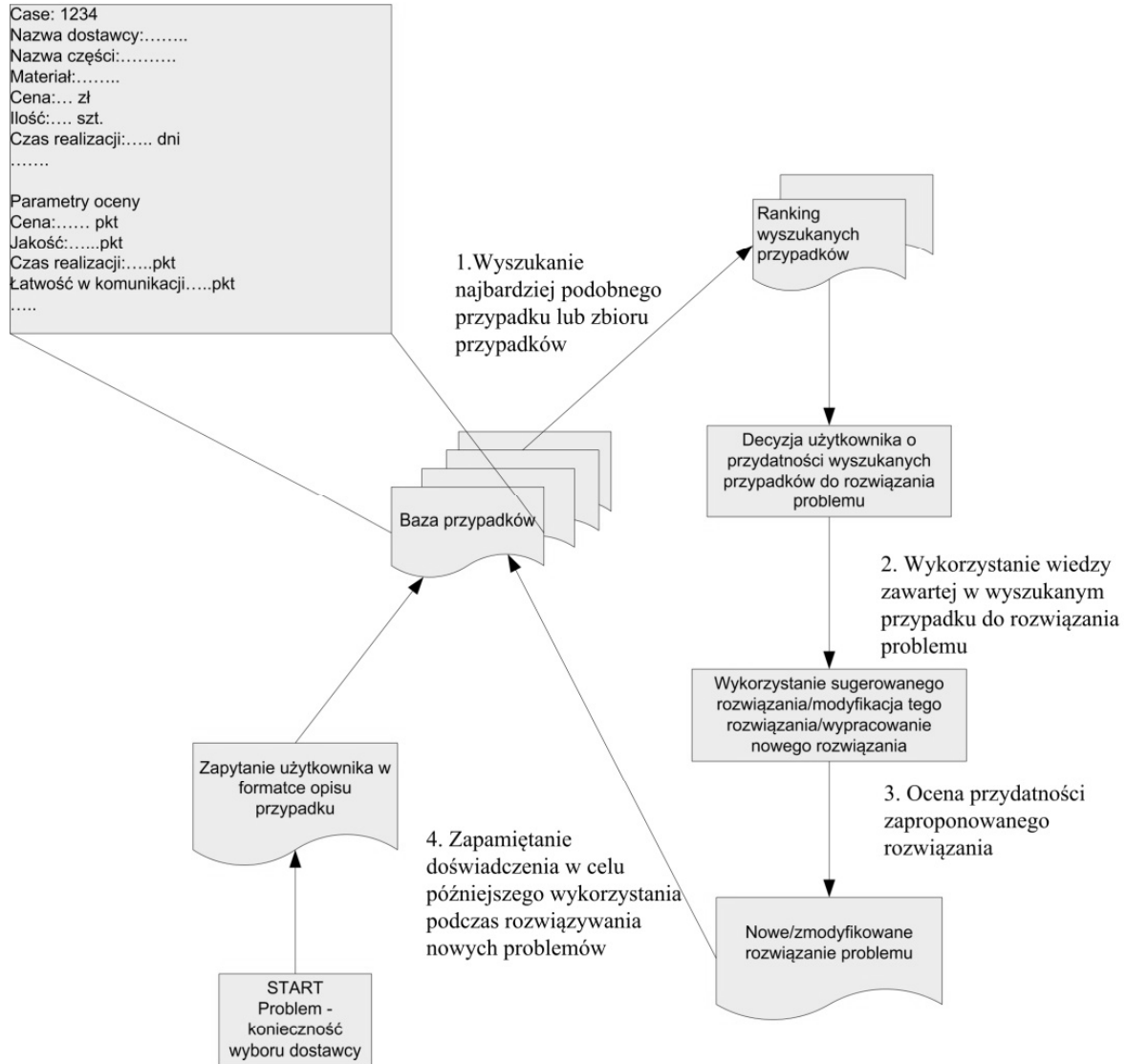
- konieczność zmiany dostawcy materiału/usługi,
- konieczność outsourcingu pewnych działań do odpowiednich dostawców celem umożliwienia realizacji złożonego zamówienia przez klienta.

Każdy przypadek powinien zawierać cechy szczególne dla budowanego systemu. Dla omawianego systemu będą to cechy opisujące dane transakcyjne, np. nazwa dostawcy, dostarczany materiał/usługa, cena, dostarczana ilość, czas dostawy itp. Druga kategoria będzie zawierała wyniki osiągnięte w przeszłości w ramach współpracy. Będą one wyliczane na podstawie przyjętej skali ocen. Ocena dokonywana będzie poza budowanym systemem (dane takie często są gromadzone w przedsiębiorstwach, które np. posiadają wdrożony system zapewnienia jakości ISO 9001). Należy podkreślić, że dobór reprezentacji przypadków będzie miał wpływ na efektywne przeszukiwanie. Celem procesu przeszukiwania nie jest tylko znalezienie danego przypadku, ale również określenie, który z nich jest podobny (lub analogiczny). Dlatego też reprezentacja wiedzy musi dawać możliwość dopasowania nie tylko dokładnego, ale również określać, które przypadki są podobne. Często przypadki reprezentowane są jako zbiór atrybutów wyrażanych w liczbach. Tak przygotowane przypadki będą zapisane w bazie danych, gdzie dostęp odbywa się z wykorzystaniem języka SQL. Stosuje się również inne sposoby zapisu informacji, takie jak grafy czy formuły logiczne.

Kolejnym problemem do rozważenia jest wybór techniki pozwalającej na wyszukiwanie podobnych przypadków. Wśród wielu metod najczęściej wymienia się metodę najbliższego sąsiada (*nearest-neighbor*) oraz wyszukiwanie indukcyjne

¹⁷ A. Aamodt, E. Plaza, *Case-based reasoning, foundational issues, methodological variations, and system approaches*, AICom–Artificial Intelligence Communications 1994, 7 (1), s. 39–59.

(*inductive retrieval*). Metoda *nearest-neighbor* próbuje znaleźć podobne przypadki, przeszukując sąsiedztwo danego problemu.



Rys. 1. Proces wyboru dostawcy z wykorzystaniem techniki wnioskowania na podstawie przypadków (CBR)

Źródło: opracowanie własne.

Wyszukiwanie indukcyjne stanowi alternatywę do metody opisaną wcześniej. Metoda wykorzystywana jest w tzw. systemach uczących się oraz systemach podejmujących decyzje w oparciu o drzewa decyzyjne.

Metoda *nearest-neighbor* jest stosunkowo prostą techniką szukania podobieństwa. Ma jednak wadę w postaci szybkości przeszukiwania. Znalezienie najlepszego dopasowania wymaga porównania zapytania (w postaci przypadku) z każdym już zapisanym w bazie. Ponadto podobieństwo wyznaczone jest przez porównanie

każdego z atrybutów. W efekcie metoda ta staje się nieefektywna, gdy liczba przypadków jest bardzo duża. Z kolei metoda wyszukiwania indukcyjnego nie sprawdza się, gdy brak jest opisanych odpowiednich przypadków. Może się okazać niemożliwe zbudowanie pełnego i poprawnego drzewa decyzyjnego. Metoda *nearest-neighbor* już nie jest tak wrażliwa na niekompletność bazy przypadków.

Podsumowanie

Zasadnicze znaczenie w wyborze źródła dostaw odgrywa doświadczenie pracownika działu zaopatrzenia. Metodą mogącą wspomóc tego typu prace jest system oparty na technice wnioskowania na podstawie przypadków. Jednak istnieje wiele ograniczeń w korzystaniu z *Case-Based Reasoning*. Podczas korzystania z wcześniejszych doświadczeń w rozwiązywaniu problemów jest trudne do ustalenia, czy rozwiązania adekwatne do kontekstu z przeszłości będą skuteczne w przyszłości. Ponadto rozwój bazy przypadków poprzez dodawanie nowych może spowodować zjawisko redundancji, co utrudnia proces wyszukiwania. Chociaż przedstawione sposoby badania podobieństwa i klasyfikacji odpowiednich przypadków mogą być przeprowadzane automatycznie (lepiej lub gorzej), to należy podkreślić, że w tym przypadku zastosowanie podejścia *Case-Based Reasoning* nie polega na podejmowaniu ostatecznej decyzji, a jedynie ma na celu pomóc człowiekowi w jej podjęciu.

Publikacja sfinansowana ze środków na naukę w latach 2010–2013 jako projekt badawczy rozwojowy nr 03-0112-10 /2010 z dnia 9.12.2010 r.

Literatura

1. Aamodt A., Plaza E., *Case-based reasoning, foundational issues, methodological variations, and system approaches*, AICom–Artificial Intelligence Communications 1994, 7 (1).
2. Bendkowski J., Radziejowska G., *Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
3. Choy K.L., Lee W.B., Lau H.C.W., Choy L.C., *A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing*, Knowledge-Based Systems 2005, 18.
4. Fechner I., *Zarządzanie łańcuchem dostaw*, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007.
5. Szatkowski K., *Przygotowanie produkcji*, PWN, Warszawa 2008.

6. Kempa A., *Wspomaganie tworzenia odpowiedzi e-mail przy pomocy techniki wnioskowania na podstawie przypadków (CBR)* www.swo.ae.katowice.pl/_pdf/139.pdf
7. Lysons K., *Zakupy zaopatrzeniowe*, PWE, Warszawa 2004.
8. Pokojski J., *Metoda case-based reasoning a model procesu projektowego i produktu w budowie maszyn*, „Przegląd Mechaniczny” 2004, nr 6.
9. Wieteska G., *Kryteria oceny źródeł zaopatrzenia bezpośrednich dostawców jako element doskonalenia procesów logistycznych*, „Logistyka” 2011, nr 6.
10. Witkowski T., *Decyzje w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, WNT, Warszawa 2000.

SUPPLIER SELECTION PROBLEM AT THE CUSTOMER ENQUIRY STAGE IN MAKE TO ORDER ENVIRONMENT

Summary

The performance of an enterprise now depends much on the performance and relationship of its customer–suppliers. Good customer–supplier relationships are important for an organization to respond to dynamic and unpredictable changes. Incoming orders, in make to order environment, typically require various changes in design, technological and material in the product. This requires searching new suppliers and subcontractors. Selecting sources of supply strongly depends on a purchasing department employee experience. This article presents a selection problem with the basic assumptions for the construction of a supplier selection system using case-based reasoning (CBR).

Translated by Miroslaw Matusek