

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

KONCEPCJA SYSTEMU WYBORU DOSTAWCY Z WYKORZYSTANIEM METODY WNIOSKOWANIA NA BAZIE PRZYPADKÓW

Streszczenie. Przemysł maszynowy charakteryzuje się bardzo szeroką grupą dostawców pochodzących z różnych branż, stąd problem oceny dostawcy, jego wybór ma istotny wkład w końcowy efekt realizacji przyjętego zamówienia. W artykule przedstawiono strukturę systemu wyboru dostawcy z wykorzystaniem metody wnioskowania na bazie przypadków oraz systemu ekspertowego. Implementacja zaproponowanego systemu może wspierać działania konstruktorów, inżynierów, pracowników działu zakupów, pracowników przygotowujących oferty dla klientów.

CONCEPT OF THE SUPPLIER SELECTION USING CASE BASED REASONING METHOD

Summary. The paper presents the structure of the system supplier selection using case based reasoning method and expert system. Implementation of the proposed system can support designers, engineers, purchasing department, employees are preparing offers for customers.

1. Charakterystyka procesów produkcji w przemyśle maszynowym

Z punktu widzenia różnicy między miejscem, gdzie wytwarzany jest produkt a miejscem, do którego trafiają zlecenia klientów, środowiska produkcyjne można podzielić na cztery kategorie: engineering-to-order (ETO) (konstrukcja na zamówienie), make-to-order (MTO) (produkcja na zamówienie), assemble-to-order (ATO) (montaż na zamówienie), make-to-

stock (MTS) (produkcja na magazyn)¹. W literaturze rozróżnia się różne kategorie ETO. Każdy z nich jest związany z innym poziomem dostosowania produktu do wymagań klienta. W przemyśle budowy maszyn produkcja o cechach ETO jest dominująca w tej branży, co potwierdzają również liczne badania literaturowe. Bozarth i Chapman zaobserwowali, że produkty wytwarzane w ETO mogą różnić się liczbą ujednoliconych i projektowanych, ze względu na wymagania klienta, podzespołów/gotowych produktów². Stopień ich wykorzystania w konstrukcji produktu zmienia się z zamówienia na zamówienie. Z tego względu Wikner i Rudberg w środowisku ETO wyróżnili tzw. engineering-to-stock (ETS), gdzie projekt nowego produktu jest już gotowy przed złożeniem zamówienia³. Różnica pomiędzy ETO i ETS polega na różnym stopniu modyfikacji istniejących projektów produktów.

W zakresie działań operacyjnych (tabela 1) i projektowych (tabela 2) można wyróżnić cechy charakterystyczne dla środowiska ETO.

Tabela 1

Charakterystyczne cechy środowiska produkcyjnego ETO w zakresie działań operacyjnych

Kryteria	ETO
Wielkość produkcji	Niski wolumen, pojedyncze egzemplarze
Interakcje pomiędzy klientem a producentem	Intensywne
Struktura organizacyjna	Zespoły, struktura macierzowa
Kompetencje techniczne	Kluczowe dla wszystkich członków zespołów projektowych
Kontrola kosztów	Podczas projektowania
Wymagania klientów	Bardzo specyficzne
Montaż	Zwykle ręczny, mało zmechanizowany czy zautomatyzowany
Elastyczność pracy	Wysoka
Zapasy	Małe poziomy zapasów
Rodzaj maszyn/urządzeń	Ogólnego przeznaczenia
Rodzaj klientów	Klienci instytucjonalni
Seria próbna	Brak
Planowanie produkcji	Dynamiczne, czasami chaotyczne
Główne działania produkcyjne	Montaż
Siła przetargowa klientów w zakresie warunków cenowych, dostaw, czasu	Wysoka
Rodzaj kontroli jakości	100%

Źródło: Matussek M.: Rozwój nowego produktu w przedsiębiorstwach środowiska produkcyjnego – konstrukcja na zamówienie. Zeszyty Naukowe, s. „Organizacja i Zarządzanie”, z. 63. Politechnika Śląska, Gliwice 2013.

¹ Fechner I.: Zarządzanie łańcuchem dostaw. Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007.

² Bozarth C., Chapman S.: A contingency view of time-based competition for manufacturers. „International Journal of Operations & Production Management”, Vol. 16, No. 6, 1996, p. 56-67.

³ Abdullah Rahman Abdul Rahim, Mohamad Shariff Nabi Baksh: The need for a new product development framework for engineer-to-order products. „European Journal of Innovation Management”, Vol. 6, Iss. 3, 2003, p. 182-196.

Tabela 2

Cechy charakterystyczne środowiska produkcyjnego ETO w zakresie projektowania

Kryteria	ETO
Projektowanie	Zwykle specjalny projekt dla konkretnego klienta
Częstotliwość działań projektowych	Bardzo często
Natężenie prac projektowych i kosztów na produkt	Wysokie
Ograniczenia w projektowaniu	Dostępne komponenty/części
Projektowanie na bazie podobnego produktu	Często
Zaangażowanie pracowników z produkcji w projektowanie	Zawsze
Budowa prototypu	Brak
Zatwierdzanie projektu przez klienta	Tak
Wiedza techniczna klienta o produkcie	Wysoka
Pewność wymagań klienta	Wysoka
Złożoność produktu	Wysoka
Rozmiar produktu	Przeważnie duży
Badania rynkowe	Minimalne
Wprowadzenie produktu na rynek	Nie
Strategia rynku	Pull
Cykl życia produktu	Długi

Źródło: Matuszek M.: Rozwój..., op.cit.

Wielkość produkcji przedsiębiorstw ETO charakteryzuje się niskim stopniem powtarzalności, gdzie partia produkcyjna dla jednego zamówienia złożonego przez klienta waha się od jednej do kilku sztuk tego samego produktu. W trakcie realizacji zamówienia (zwłaszcza na etapie projektowania) występują liczne interakcje pomiędzy klientem a zespołem projektowym. Wymiana informacji rozpoczyna się już od zapytania przez klienta o produkt. Precyzowanie specyfikacji, uzgodnienie szczegółów koncepcji i projektu technicznego są niezbędne w realizacji wymagań produktu. Klienci zatwierdzają każdą zmianę konstrukcyjną jeszcze przed produkcją. Na etapie projektowania zwraca się szczególną uwagę na kontrolę kosztów (w porównaniu do MTS, w których nacisk kładzie się na redukcję kosztów podczas produkcji). Wymagania klientów są bardzo specyficzne i mają charakter techniczny. Prace montażowe mają głównie charakter pracy o niskim poziomie mechanizacji i automatyzacji. Znaczną część czasu realizacji zamówienia zajmują zmiany w konstrukcji wyrobu. Kilka produktów opracowywanych jest jednocześnie, gdzie każdy z nich jest na różnym etapie projektowania i montażu. Elastyczność produkcji jest kluczem do sukcesu w działalności ETO. Częstotliwość prac projektowych w przedsiębiorstwach ETO jest wysoka, każdy zamówiony produkt wymaga własnego projektu. Procedury projektowe i standardy są ściśle przestrzegane, zwłaszcza w zakresie tych, które zapewniają bezpieczeństwo i niezawodność. Ograniczenia dla konstruktorów wynikają z dostępności komponentów/podzespołów.

Co prawda nowy projekt często bazuje na „produkcje wzorcowym”, jednak zdarzają się zamówienia na zupełnie nowe konstrukcje. W rzeczywistości firmy ETO faktycznie specjalizują się w jednym konkretnym produkcie lub bardzo pokrewnych.

Typowy proces realizacji zamówienia w ETO składa się z sześciu faz:

1. Złożenie zamówienia.
2. Precyzowanie potrzeb i wymagań klienta – podpisanie umowy.
3. Prace projektowe.
4. Produkcja.
5. Montaż urządzenia.
6. Serwis urządzenia.

W ETO realizacja zamówień klientów wymaga szczególnej synergii sfer: społecznej, ekonomicznej i technicznej. Wynika z tego wiele problemów, z którymi należy się zmierzyć. Wśród nich należy wymienić:

- trudności w oszacowaniu czasu realizacji projektu, terminów dostaw,
- koszty przeróbek z powodu błędów na etapie projektowania czy produkcji,
- koszty odpadów.

Znaczącym problemem jest trudność w dotrzymaniu terminu realizacji zamówienia⁴. Wydłużenie czasu realizacji może być spowodowane przez wiele czynników. Jednym z nich jest słaba koordynacja działań, niewystarczająca wymiana informacji między członkami zespołu projektowego czy między nimi a klientem.

Większość czynników mających wpływ na czas realizacji zamówień związanych jest bezpośrednio lub pośrednio z fazą projektowania. Wśród tych przyczyn można wymienić: brak pełnego dostępu do danych, brak stałości założeń projektowych, częste zmiany konstruktorskie wynikające z braku wiedzy, częste zmiany z powodu błędów projektowych, złożoność prac wymagająca dużej liczby różnych specjalistów.

Wymienione czynniki nie wyczerpują listy przyczyn długiego czasu realizacji zamówienia w środowisku ETO. Jednak można stwierdzić, że wszystkie one mają swoje korzenie częściowo w złej koordynacji i słabej komunikacji wynikającej z rozproszenia środowiska projektowego oraz konieczności angażowania wielu różnych specjalistów. Wydaje się, że rozwiązaniem tego typu problemów jest bardziej efektywne wykorzystanie systemów wspierających zarządzanie wiedzą.

Kluczem do szybkiego i efektywnego rozwoju produktu jest sprawność w uczeniu się i dostosowywanie struktur zespołów projektowych do zmiennego otoczenia. Zespoły projektowe, by nauczyć się, muszą dzielić się wiedzą, która istnieje między jego członkami – nowo powstała wiedza staje się bazą do rozwoju nowego produktu.

⁴ Rocha H., Delamaro M.: Project/product development process critical success factors: a literature compilation. „Research in Logistics & Production”, Vol. 2, No. 3, p. 273-293.

Zintegrowany proces realizacji zamówienia w ETO odzwierciedla wszechstronną sieć w postaci etapów, zadań, aktywności i występujących współzależności między nimi. Takie współzależności między poszczególnymi etapami wynikają ze współzależności zadań oraz wymaganej wiedzy na każdym z tych etapów. W każdym etapie członkowie zespołu projektowego biorą aktywny udział w rozwiązywaniu problemów i podejmowaniu decyzji. Indywidualni członkowie zespołów są przydzielani do projektu z powodu ich formalnej wiedzy, umiejętności i doświadczenia, które są odpowiednie do realizacji zadań w projekcie. Stąd osoby w międzywydziałowym zespole projektowym polegają na dostępnej informacji i wiedzy innych członków zespołu. Zintegrowany proces musi być budowany i tak realizowany, aby wykorzystać indywidualną wiedzę poprzez przekształcenie jej w wiedzę zbiorową całego zespołu. Stąd w środowisku zintegrowanego projektu ważnym aspektem jest system dzielenia się wiedzą.

Ponieważ partia produkcyjna jest bardzo mała, więc przedsiębiorstwa nie mają okazji i czasu do budowy prototypu. Planowanie produkcji w przedsiębiorstwach ETO odbywa się z wykorzystaniem metod i technik zarządzania projektami; od prostych narzędzi, takich jak wykres Gantta do bardziej złożonych systemów informatycznych, dedykowanych do zarządzania projektami. Planowanie projektu w ETO jest procesem bardzo dynamicznym, zwłaszcza, jeśli realizowanych jest równoległe kilka, mało podobnych do siebie projektów. Z kolei planowanie zapotrzebowania materiałowego i ewentualnie inne oprogramowanie są często wykorzystywane w planowaniu produkcji w firmach MTS, gdzie produkcja jest bardziej ustabilizowana i przewidywalna.

2. Proces zaopatrzenia w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego

Istnieje wiele problemów badawczych związanych z procesem zaopatrzenia w przedsiębiorstwach przemysłu budowy maszyn. Pierwszą, istotną kwestią w obszarze zaopatrzenia jest sposób prowadzenia analizy zapytania ofertowego. Procedura odpowiedzi na zapytanie klienta jest w zasadzie wieloetapowym procesem decyzyjnym⁵. W tego rodzaju strukturze decyzyjnej, już na etapie początkowym, jest konieczność ustalenia, czy przyjąć do realizacji zgłoszone zamówienie. Kolejną decyzją jest określenie, w przygotowywanej ofercie dla klienta, trzech podstawowych elementów, tj. czasu 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.

⁵ Szatkowski K.: Przygotowanie produkcji. PWN, Warszawa 2008, s. 250-252.

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.⁶ 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 autorów wywiadów, zasadnicze znaczenie w wyborze źródła dostaw odgrywa doświadczenie pracownika działu zaopatrzenia. 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 wymagania⁷.

Przeprowadzone wywiady z pracownikami przedsiębiorstw przemysłu maszynowego odpowiedzialnymi za przygotowanie ofert potwierdziły konieczność częstego wyboru dostawcy, czego przyczyną najczęściej było:

- 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,
- 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 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.

Przedsiębiorstwa w swoich wewnętrznych procedurach definiują rozbudowane kryteria ewaluacji dla przyszłych oraz istniejących dostawców⁸. W przypadku przyszłych dostawców porównując zgłoszone oferty bierze się pod uwagę dwie grupy czynników. Pierwsza grupa to

⁶ Matussek M.: Wiedza klientów, dostawców i konkurencji w procesie rozwoju nowego produktu. Zeszyty Naukowe, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 53. Politechnika Śląska, Gliwice 2010, s. 177-189.

⁷ Lysons K.: Zakupy zaopatrzeniowe. PWE, Warszawa 2004, s. 272.

⁸ Bendkowski J., Radziejowska G.: Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie. Politechnika Śląska, Gliwice 2005, s. 145-150.

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 oceny⁹.

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.

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 specjalistycznym¹⁰. Kategoryzacja dostawców, kryteria oceny dostawcy oraz pomiar osiąganych wyników przez dostawców jest istotną wiedzą pomocną pracownikom działów zaopatrzenia oraz osobom przygotowującym oferty dla swoich klientów.

3. Struktura hybrydowego systemu CBR i systemu ekspertowego

Wnioskowanie na podstawie przypadków wykorzystuje wiedzę specyficzną zawartą w doświadczeniach w przeszłości sytuacjach, zwanych przypadkami (ang. case). Metoda CBR wykorzystywana jest do rozwiązywania nowych problemów przez adaptację rezultatów, które były wykorzystane podczas rozwiązywania poprzednio napotkanych problemów. Nowy problem jest rozwiązywany przez odnalezienie w zbiorze podobnego do niego przypadku i zastosowaniu do niego rozwiązania skojarzonego z odnalezionym przypadkiem. Istotną cechą CBR jest zdolność do uczenia się przez gromadzenie rozwiązań przeszłych problemów i udostępnianie ich do rozwiązywania nowych problemów w przyszłości¹¹.

⁹ Wieteska G.: Kryteria oceny źródeł zaopatrzenia bezpośrednich dostawców, jako element doskonalenia procesów logistycznych. „Logistyka”, nr 6, 2011.

¹⁰ Lysons K.: op.cit., s. 280.

¹¹ Witkowski T.: Decyzje w zarządzaniu przedsiębiorstwem. WNT, Warszawa 2000.

Cykl działania systemu opartego na metodzie CBR opisuje się za pomocą czterech głównych procesów (tzw. „cztery R”, pochodzące od pierwszych liter wyrazów w języku angielskim)¹²:

1. Wyszukanie (ang. Retrieve) najbardziej podobnego przypadku lub zbioru przypadków.
2. Wykorzystanie (ang. Reuse) wiedzy zawartej w wyszukanym przypadku do rozwiązania problemu – w wielu przypadkach wystąpi konieczność modyfikacji zaproponowanych przez system rozwiązań. Nowe rozwiązanie generuje nowy przypadek w bazie przypadków.
3. Ocena przydatności (ang. Revise) zaproponowanego rozwiązania.
4. Zapamiętanie (ang. Retain) doświadczenia w celu późniejszego wykorzystania podczas rozwiązywania nowych problemów.

Głównym zadaniem metody CBR jest wyszukanie w bazie przypadków najbardziej podobnych przypadków do zdefiniowanego przez użytkownika problemu. W wielu praktycznych zastosowaniach, nowy problem skodyfikowany jest w postaci kwerendy, której postać zależna jest od konkretnego rozwiązania. Kwerenda może mieć postać tekstu, par typu pytanie – odpowiedź, kwerend bazodanowych. Często nie znajduje się jednego, najbardziej pasującego przypadku do problemu. Stąd w następnym kroku algorytmu znalezione rozwiązanie musi być adaptowane do bieżącej sytuacji. Zwykle wypracowane nowe rozwiązanie zapisywane jest w bazie przypadków, które można będzie wykorzystać w przyszłości.

Wykorzystanie metody CBR niesie ze sobą wiele korzyści:

- krótki czas dostarczenia rozwiązania postawionego problemu,
- brak wymogu dokładnego zrozumienia dziedziny, w której szuka się rozwiązania,
- pozwala na wyszukiwanie rozwiązania problemu, w którym występuje wiele czynników nieprecyzyjnie zdefiniowanych i określonych,
- przyrost zgromadzonych przypadków zwiększa efektywność sugerowanych rozwiązań (ciągłe uczenie się),
- duża zrozumiałość i akceptacja przez użytkowników.

Metoda ma także i wady:

- możliwy brak pokrycia przez przypadki danej dziedziny wiedzy ze względu na niewielką ich liczbę w bazie przypadków,
- pomimo wyszukania przypadków najbardziej pasujących do bieżącego problemu, prawie zawsze występuje konieczność adaptacji i weryfikacji znalezionych przypadków,

¹² Aamodt A., Plaza E.: Case-based reasoning: foundational issues, methodological variations, and system approaches. „AICom – Artificial Intelligence Communications”, No. 7(1), 1994, p. 39-59.

- brak rozwiązań optymalnych, system zazwyczaj podaje rozwiązania dobre lub racjonalne,
- przypadki zgromadzone w bazie tworzone są przez użytkownika (brak automatyzacji w ich tworzeniu).

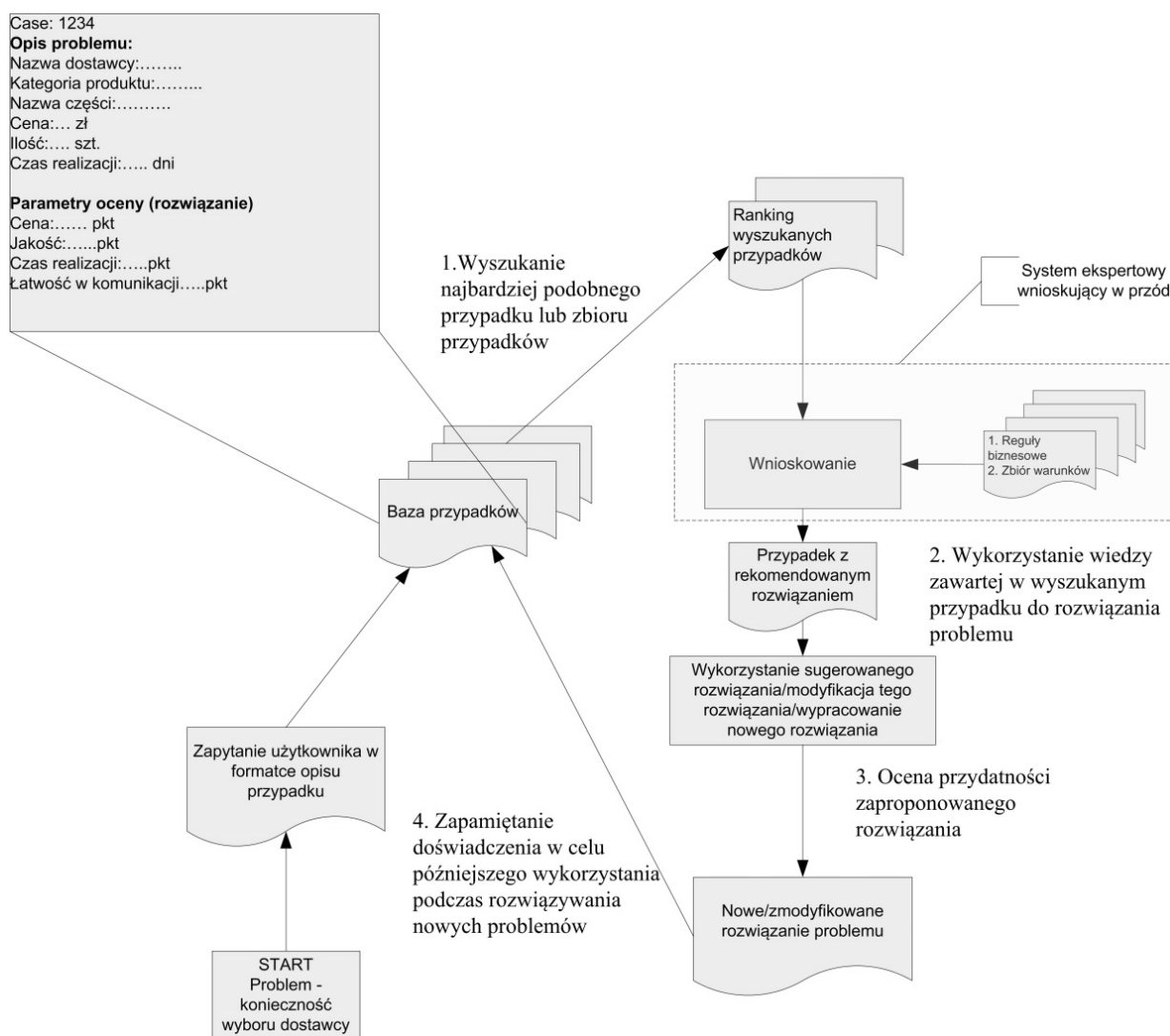
Budując system wnioskowania na bazie przypadków, należy przyjąć podstawowe założenia w zakresie:

1. Jakie atrybuty przyjąć do opisu problemu?
2. Jaki przyjąć system wag dla wybranych atrybutów na etapie wyszukiwania?
3. Jak znaleźć, w sposób efektywny, najlepiej dopasowane przypadki do problemu?

Tworzony system (rys. 1) wspiera proces wyboru dostawcy w przypadkach: konieczności zmiany dostawcy materiału/usługi, konieczności outsourcingu pewnych działań do odpowiednich dostawców celem umożliwienia realizacji złożonego zamówienia przez klienta, na etapie projektowania doboru przez konstruktorów komponentów i podzespołów.

Wykorzystano hybrydę systemu wnioskowania na bazie przypadków oraz systemu ekspertowego. System ekspertowy wspomaga CBR na etapie adaptacji znalezionych przypadków. Regułowy system ekspertowy RSE przeznaczony jest do współpracy z niewielkimi modułami wiedzy, które można integrować, tworząc większą bazę wiedzy. Wiedza w systemie RSE ma postać standardowych reguł Horna¹³.

¹³ Matusek M., Zoleński W.: Modele wiedzy w rozpoznawaniu szans i zagrożeń. Zeszyty Naukowe, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 79. Politechnika Śląska, Gliwice 2012.



Rys. 1. Proces wyboru dostawcy z wykorzystaniem technik wnioskowania na podstawie przypadków oraz systemu ekspertowego

Fig. 1. Supplier selection process using techniques based on case reasoning (CBR) and expert system
 Źródło: opracowanie własne.

Proces wyboru dostawcy odbywa się w następujących kolejno etapach:

1. Zdefiniowanie wymagań poszukiwanego dostawcy. Wymagania wyrażane są w postaci wartości każdego z atrybutu charakteryzującego komponent, dla którego poszukiwany jest dostawca (kategoria produktu, nazwa komponentu, czas dostawy, cena, wielkość dostawy itp.).
2. Wyfiltrowanie ze zbioru przypadków, tzw. potencjalnej grupy przypadków. System korzystając z wiedzy ogólnej (kategorie produktu, nazwa komponentu), wyszuka „potencjalne przypadki” odrzucając przypadki niepasujące do zgłoszonego problemu. Istnieje możliwość wykorzystania narzędzi filtrowania, korzystając z wcześniej

zbudowanego drzewa decyzyjnego lub przez tzw. interaktywne porównanie parami¹⁴. Jednym z zadań występujących w procesie podejmowaniu decyzji jest wartościowanie, czyli przypisanie wartości liczbowych obiektom opisanym cechami jakościowymi. Bezpośrednia ocena punktowa licznych zbiorów informacji jest trudna i obciążona dużym błędem. Trudności te można znacznie zmniejszyć, jeżeli przed przypisaniem obiektom wartości liczbowych zostaną one uporządkowane metodą porównywania parami. Porównywanie dwóch obiektów nie wymaga utrzymywania w pamięci informacji o wszystkich obiektach. Standardowa metoda porównywania parami ma jednak tę wadę, że jest bardzo pracochłonna, wymaga porównania wszystkich par. Liczbę porównań można ograniczyć przez zastosowanie metody interaktywnego porównywania parami. Polega ona na połączeniu oceny porównawczej dwóch obiektów z bieżącym sortowaniem zbioru. Dzięki temu nie porównuje się wszystkich, lecz tylko niektóre pary. Wybór par oraz kolejność porównywania wynikają z algorytmu sortowania i zależą od odpowiedzi udzielonych przez użytkownika w poprzednich porównaniach.

3. Obliczenie wartości funkcji podobieństwa. Każda wartość cechy zdefiniowanego przypadku (cechy komponentów, dla którego poszukiwany jest dostawca) porównywana jest z odpowiadającymi im wartościami cech wcześniej wyszukanych potencjalnych przypadków. Stopień podobieństwa dla każdej pary jest obliczany przy użyciu funkcji dopasowania. Na podstawie wagi przypisanej do każdej cechy obliczana jest łączna wartość podobieństwa¹⁵ (1) i (2).

$$\frac{\sum_{i=1}^n [w_i \times \text{sim}(f_i^I, f_i^R)]}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (1)$$

gdzie:

w_i – waga i -tej cechy,

sim – funkcja podobieństwa,

(f_i^I, f_i^R) – wartość cechy i -tej, odpowiednio dla: I – wyfiltrowanych przypadków,

R – szukanego przypadku.

Wartość funkcji podobieństwa oblicza się korzystając ze wzoru:

$$\text{sim} \frac{100 - |f_i^I - f_i^R|}{100} \times 100\% \quad (2)$$

¹⁴ Zoleński W.: Wybrane modele interaktywnych systemów wspomaganie decyzji. Gospodarka elektroniczna. Wyzwania rozwojowe. „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 87/(702), 2012.

¹⁵ 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”, No. 18, 2005, p. 1-17.

Następnie wyfiltrowane przypadki są uszeregowane w kolejności malejącej według ich wartości podobieństwa.

Case: 1234	
Nazwa dostawcy: Plasticon sp. z o.o.	
Kategoria produktu: Wałki	Cena: 60 pkt.
Nazwa części: Wałek ZX89789	Jakość: 80 pkt.
Cena: 250,00 zł	Czas realizacji: 70 pkt.
Liczba: 100 szt.	Łatwość w komunikacji: 80 pkt.
Czas realizacji: 5 dni	
Wnioski	
1. Wskaźnik podobieństwa: 78% – najlepszy wynik wśród zgromadzonych przypadków.	
2. Dostawca ma status „brak nowego biznesu” – może dostarczać tylko te komponenty, które są już zakontraktowane.	
3. Wielkość zamówienia przekracza 100 szt. – wymagane zatwierdzenie przez kierownika.	
4. Wielkość zamówienia na komponent przekracza 30 000 zł i wartość punktowa ceny mniejsza niż 80 pkt. – wymagane zatwierdzenie przez kierownika.	

Rys. 2. Przykład wyniku przeszukania bazy przypadków z wykorzystaniem CBR i SE

Fig. 2. Example result of the search base case using CBR and SE

Źródło: opracowanie własne.

4. Wskazanie rozwiązania. Praktyka wykazuje, że rzadko występuje sytuacja, w której znaleziony przypadek podobny jest w 100% ze zgłoszonym problemem (zmienia się otoczenie, warunki działania, cele i reguły biznesowe). W tym celu, w proponowanym systemie wykorzystany zostanie regułowy system ekspertowy. Dla trzech pierwszych przypadków z otrzymanej listy w kroku poprzednim, stanowiących propozycję rozwiązania problemu (tj. wskazanie dostawcy), system ekspertowy uzupełni rozwiązanie o wskazania wynikające z aktualnej sytuacji. Decydentowi zostaną przedstawione przesłanki i wnioski, jakie z nich wypływają. Moduł wnioskujący porówna ze sobą:
 - wartości szukane (przypadek w postaci pytania),
 - wartości ze znalezionej przypadek (przypadek najbliższy postawionemu problemowi),
 - zapamiętane w bazie danych aktualnie obowiązujące w przedsiębiorstwie reguły biznesowe i zdefiniowane warunki,
 Na tej podstawie, wnioskując wpród, ostatecznie decydent otrzymuje nie tylko podobne rozwiązanie z przeszłych przypadków, ale także adaptację tego rozwiązania do aktualnych warunków (rys. 2).

5. Akceptacja/odrzućenie/modyfikacja rozwiązanania. W przypadku odrzućenia powrót do punktu pierwszego przy zmianie parametrów szukanych ewentualnie wag lub koniec wyszukiwania. W przypadku modyfikacji rozwiązanania przejście do kroku szóstego.
6. Zapisanie nowego przypadku.

4. Podsumowanie

Przemysł maszynowy charakteryzuje się bardzo szeroką grupą dostawców pochodzących z różnych branż, stąd problem oceny dostawcy, jego wyboru ma istotny wkład w końcowy efekt realizacji przyjętego zamówienia. Wykorzystanie zaproponowanego systemu pozwoli na taki wybór dostawcy danego komponentu, który zapewni wzrost poziomu dostaw na czas, utrzymanie wysokiej jakości wyrobu końcowego, zmniejszenie liczby reklamacji klientów. System może wspierać działania konstruktorów, inżynierów, pracowników działu zakupów, pracowników przygotowujących oferty dla klientów. System zabezpiecza przed utratą wiedzy w organizacji w przypadkach zwolnienia czy przejścia na emeryturę pracownika działu zaopatrzenia. Analizując poziom wykorzystania poszczególnych przypadków system, ewentualnie sam decydent, jest w stanie zaproponować nową (dokładniej odzwierciedlającą jakość współpracy) ocenę dostawców. W konsekwencji będą to cenne informacje dla działu zakupów przy negocjacjach warunków współpracy z nowymi i obecnymi dostawcami.

Bibliografia

1. Aamodt A., Plaza E.: Case-based reasoning, foundational issues, methodological variations, and system approaches. "AICom – Artificial Intelligence Communications", No. 7(1), 1994.
2. Bendkowski J., Radziejowska G.: Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie. Politechnika Śląska, 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", No. 18, 2005.
4. Dohn K., Gumiński A.: The identification of knowledge management tools in the context of the range of functionalities of computer system. "Information Systems in Management", Vol. 1(4), 2012.
5. Fechner I.: Zarządzanie łańcuchem dostaw. Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2007.
6. Gumiński A.: System informatyczny wspomagający zarządzanie wiedzą jako istotny element poprawy efektywności zarządzania zasobami ludzkimi w realizacji kontraktów

- w przedsiębiorstwie przemysłu budowy maszyn. *Zeszyty Naukowe*, z. 702, *Ekonomiczne Problemy Usług*, nr 87. Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2012.
7. Matuszek M.: Rozwój nowego produktu w przedsiębiorstwach środowiska produkcyjnego – konstrukcja na zamówienie. *Zeszyty Naukowe*, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 63. Politechnika Śląska, Gliwice 2013.
 8. Matuszek M.: Wiedza klientów, dostawców i konkurencji w procesie rozwoju nowego produktu. *Zeszyty Naukowe*, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 53. Politechnika Śląska, Gliwice 2010.
 9. Matuszek M., Bartnicki M.: Metoda porównań międzyzakładowych z wykorzystaniem metod taksonomicznych. *Zeszyty Naukowe*, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 15. Politechnika Śląska, Gliwice 2003.
 10. Matuszek M., Zoleński W.: Modele wiedzy w rozpoznawaniu szans i zagrożeń. *Zeszyty Naukowe*, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 79. Politechnika Śląska, Gliwice 2012.
 11. Szatkowski K.: Przygotowanie produkcji. PWN, Warszawa 2008.
 12. Lysons K.: Zakupy zaopatrzeniowe. PWE, Warszawa 2004.
 13. Wieteska G.: Kryteria oceny źródeł zaopatrzenia bezpośrednich dostawców jako element doskonalenia procesów logistycznych. „Logistyka”, nr 6, 2011.
 14. Witkowski T.: Decyzje w zarządzaniu przedsiębiorstwem. WNT, Warszawa 2000.
 15. Zoleński W.: Wybrane modele interaktywnych systemów wspomaganie decyzji. *Gospodarka elektroniczna. Wyzwana rozwojowe*. „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 87/(702), 2012.

Abstract

Industry has a very wide range of suppliers from various industries, hence the problem of assessing the supplier, its selection is an important contribution to the final result of the attainment of the orders. The use of the proposed system will allow for the selection of the supplier of a component that will provide an increase in on-time delivery, maintaining the quality of the final product, reducing the amount of customer complaints. The system can support the work of designers, engineers, purchasing department, employees are preparing offers for customers. The system protects against the loss of knowledge in the organization in cases of dismissal or retirement of a worker purchasing department. Analyzing the level of utilization of individual cases alone system or decision-maker is able to propose a new (more accurately reflects the quality of cooperation) assessment of suppliers. Consequently, it will be valuable information for the purchasing department in negotiating the conditions for cooperation with new and existing suppliers.