

PODEJMOWANIE DECYZJI W PRZEDSIĘWZIĘCIACH HANDLOWYCH WSPIERANE SYSTEMEM OPARTYM NA WIEDZY

Zbigniew BUCHALSKI, Robert BUCHALSKI

Streszczenie: W artykule przedstawiono pewną koncepcję systemu ekspertowego o nazwie POLIURETANEX jako narzędzia wspomagającego proces technologiczny produkcji pian poliuretanowych i wspomagającego podejmowanie decyzji przez klienta przy wyborze dopasowanego do jego potrzeb rodzaju piany poliuretanowej. Podano strukturę i założenia budowy tego systemu oraz scharakteryzowano mechanizm nabywania wiedzy do bazy wiedzy systemu POLIURETANEX. Zaprezentowano strukturę bazy wiedzy oraz przebieg procesu wnioskowania na elementach bazy wiedzy systemu ekspertowego. Przedstawiono implementację komputerową systemu POLIURETANEX.

Słowa kluczowe: systemy doradczo-decyzyjne, sztuczna inteligencja, zarządzanie wiedzą.

1. Wstęp

W sytuacji dużej konkurencji na rynku staje się oczywistym fakt, że sukces mogą odnieść wyłącznie te firmy czy instytucje, które potrafią lepiej i sprawniej niż inne podjąć w porę odpowiednie decyzje. Ostatnie lata przyniosły gwałtowny rozwój systemów wykorzystujących tanią i szeroko dostępną technikę komputerową do rozwiązywania złożonych problemów decyzyjnych.

Dzięki komputerom stał się możliwy burzliwy rozwój nowoczesnej dziedziny wiedzy, jaką jest sztuczna inteligencja. Jednym z najbardziej użytecznych zastosowań komputerów w obszarze sztucznej inteligencji są systemy ekspertowe, które do rozwiązywania problemów wykorzystują wiedzę, czyli w uproszczeniu zbiór wiadomości z określonej dziedziny [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Rozwój techniki mikroprocesorowej doprowadził do tworzenia systemów ekspertowych na relatywnie tanim i ogólnie dostępnym sprzęcie komputerowym, dzięki czemu możliwy jest gwałtowny wzrost wykorzystania systemów ekspertowych w praktyce. Są one z powodzeniem stosowane w roli systemów diagnostycznych, doradczych, prognozujących, klasyfikujących i monitorujących [7, 8, 9, 10, 11].

W niniejszym rozdziale zaprezentowano pewną koncepcję systemu ekspertowego o nazwie POLIURETANEX jako narzędzia wspomagającego proces technologiczny produkcji pian poliuretanowych i wspomagającego podejmowanie decyzji przez klienta przy wyborze dopasowanego do jego potrzeb rodzaju piany poliuretanowej. System POLIURETANEX skierowany został zarówno do firm produkcyjnych w celu wspomagania procesu produkcyjnego, jak i do indywidualnych nabywców pian poliuretanowych.

Użytkownik systemu poprzez dokonywanie wyboru rodzaju pian zgodnie ze swoimi preferencjami udziela wszelkich potrzebnych informacji systemowi POLIURETANEX w celu wskazania przez system wyboru najodpowiedniejszego dla jego potrzeb rodzaju piany.

Jeżeli producent posiada jasną informację jakie jest zapotrzebowanie, na jakie rodzaje pian i w jakim okresie czasu, to może umiejętnie pokierować planem produkcji w celu optymalizacji cyklu technologicznego. Kolejnym pozytywnym aspektem płynącym z wykorzystania systemu ekspertowego POLIURETANEX jest możliwość eliminacji błędnie złożonych zamówień.

Podstawowym celem budowy systemu POLIURETANEX było wspomaganie procesu produkcyjnego w firmie zajmującej się wytwarzaniem pian poliuretanowych. System ma na celu wspomaganie procesu produkcyjnego poprzez pomoc w umiejętnym zaplanowaniu produkcji. Jest to dziedzina szczególnie specyficzna w przypadku branży chemicznej. Odpowiednie ułożenie planu produkcji z uwzględnieniem sekwencji bazujących na składnikach zastosowanych w recepturach wsadów i zachodzących między nimi reakcjami pozwala na znaczne zmniejszenie strat, a co za tym idzie kosztów związanych z cyklem produkcyjnym.

Umiejętne skoordynowanie planu produkcyjnego pozwala także na zminimalizowanie czasu wymaganego do realizacji zamówień na poszczególne wsady pian poliuretanowych. Przy realizacji zleceń na różne wsady pian (o różnych bazach recepturowych) na jednym węźle produkcyjnym odpowiednie harmonogramowanie produkcji zaoszczędza zarówno czas, jak i energię wpływając na minimalizację kosztów produkcji.

System ekspertowy POLIURETANEX dzięki pomocy w prawidłowym wyborze piany poliuretanowej pod potrzeby indywidualnego klienta wpływa równocześnie na prawidłowość zapotrzebowań składanych bezpośrednio do firmy produkcyjnej. Jest to atut, który korzystnie wpływa na wszelkie działania firmy związane z realizacją zamówienia danego klienta.

2. Zastosowanie i parametry techniczne pian poliuretanowych

Ze względu na szerokie zastosowanie pian poliuretanowych należało przeprowadzić analizę produktu pod kątem podstawowych parametrów technicznych charakteryzujących pianę.

Podstawowe parametry techniczne charakteryzujące piany poliuretanowe są następujące:

- lepkość,
- palność,
- chłonność wody,
- twardość spoiny,
- odporność na niskie temperatury,
- elastyczność spoiny,
- typ piany (montażowe, pistoletowe),
- temperatura aplikacji (letnia, zimowa),
- liczba komponentów (jednokomponentowe, dwukomponentowe),
- czas utwardzania (szybki, normalny, długi),
- temperatura przechowywania,
- temperatura polimeryzacji.

Możemy wyróżnić następujące grupy funkcjonalności pian:

- piany stosowane zimą (latem),
- piany o wysokiej wydajności,
- piany o dużej wytrzymałości spoiny,
- piany o zmniejszonej palności,

- piany o szybszym schnięciu,
- piany odporne na wilgoć,
- piany tanie, standardowe.

Piany poliuretanowe mają dobrą przyczepność do większości materiałów budowlanych w tym do stali, drewna lub betonu. Małą przyczepność mają natomiast do polietylenu, polipropylenu, teflonu i wosku. Im komórki są większe, tym mniejsza przyczepność piany, ponieważ mniej jest punktów styku. Im gęstsza i bardziej zwarta struktura, tym lepsza jest przyczepność. Piany są odporne na wilgoć, ale po zanurzeniu chłoną minimalnie wodę.

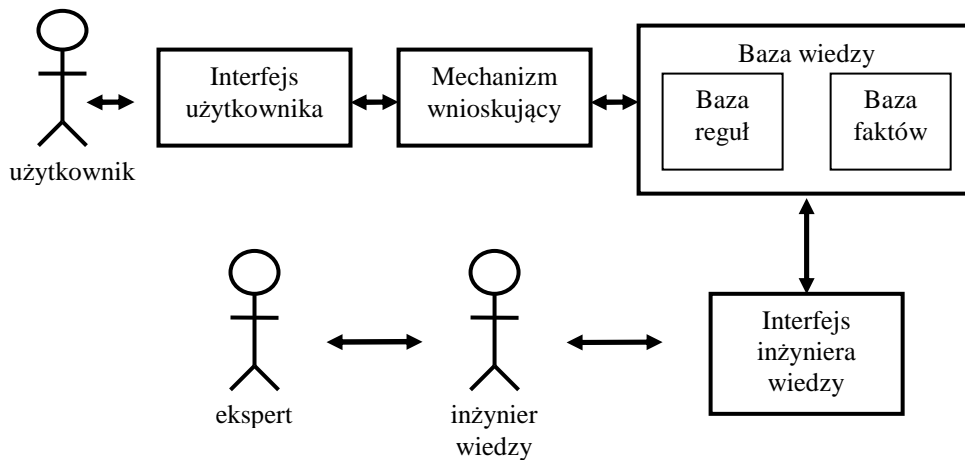
Przepuszczalność pary wodnej zależy od struktury pian - im bardziej zwarta, tym mniej pary wodnej przepuszcza. Można je stosować zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynków. Utwardzona piana jest odporna na krótkotrwały wpływ prawie wszystkich chemikaliów, lakierów, rozpuszczalników i gnicie.

Piany poliuretanowe służą między innymi do:

- montażu i uszczelnienia ościeżnic okiennych i drzwiowych,
- wypełniania ubytków i szczelin w systemach wentylacji, kanalizacji, instalacji elektrycznej i grzewczej,
- wygłuszenia i uszczelniania ścian działowych, wanien, brodzików, itp,
- montażu paneli izolacyjnych,
- ocieplania budynków, itp.

3. Struktura i założenia budowy systemu POLIURETANEX

Strukturę systemu POLIURETANEX przedstawia poniższy rysunek:



Rys. 1. Struktura systemu POLIURETANEX

Podstawowym elementem składowym systemu POLIURETANEX jest mechanizm wnioskujący. Odpowiada on za poprawne działanie całego systemu ekspertowego, a głównym jego zadaniem jest pobieranie informacji od użytkownika, analizowanie ich i wyciąganie wniosków z tych informacji na podstawie reguł i faktów zawartych w bazie wiedzy. Mechanizm wnioskujący stwierdza na podstawie przyjętych założeń czy na bazie

znanych mu faktów wybór odpowiedniego typu piany poliuretanowej jest właściwy, a w razie ewentualnego złego wyboru generuje stosowne komunikaty o błędzie.

Baza wiedzy systemu POLIURETANEX wykonana została w postaci bazy MySQL pod nazwą bazapian. Bazapian zawiera dwie podstawowe tabele, które pełnią odpowiednie funkcje bazy wiedzy. Pierwsza tabela o nazwie fakty pełni funkcję bazy faktów i zawarte są w niej wszystkie właściwości techniczne i skład surowcowy pian poliuretanowych. Druga tabela o nazwie reguły zawiera skład surowców oraz właściwości techniczne różnych rodzajów pian poliuretanowych.

Użytkownik za pomocą interfejsu użytkownika dokonuje wyboru odpowiednich właściwości pian poliuretanowych. Następnie mechanizm wnioskujący łączy się z bazą wiedzy pobierając własności pian, które wybrał użytkownik. Mechanizm wnioskujący porównując parametry wybranych własności użytkownika generuje własność końcową. Następnie porównuje on własność końcową z bazą istniejących pian w tabeli fakty pełniącej funkcję bazy faktów. Wynikiem tego działania jest wygenerowanie odpowiedniego typu piany, o ile w bazie faktów istnieje piana o danych właściwościach.

Zadaniem systemu ekspertowego POLIURETANEX jest wprowadzanie zmian w bazie faktów oraz dodawanie nowych elementów do tejże bazy. Wprowadzanie nowych, edycja czy usuwanie istniejących faktów odbywa się za pomocą specjalnie skonstruowanego interfejsu inżyniera wiedzy. Zmiany danych można dokonać jedynie po uprzednim podaniu przez inżyniera wiedzy znanego tylko jemu hasła i loginu.

Interfejs użytkownika wykonany jest w postaci dynamicznej strony WWW wykonanej w technologii PHP. Do opisanego niniejszego interfejsu systemu POLIURETANEX wykorzystano przeglądarkę internetową Opera w wersji 8.5. Podstawowym celem interfejsu użytkownika jest właściwa komunikacja między programem wykonującym złożone zadania a użytkownikiem. Interfejs w wyniku odpowiednich ruchów użytkownika ma za zadanie osiągnąć określony cel. W systemie POLIURETANEX funkcjonuje jeden interfejs z nastawieniem na dwóch użytkowników.

Mechanizm wnioskujący wykonany został w technologii PHP z wykorzystaniem Elementów języka HTML. Po uruchomieniu systemu ekspertowego POLIURETANEX interfejs użytkownika oczekuje na określoną reakcję użytkownika. Klient dokonując zakupu pianki poliuretanowej żąda, aby produkt spełniał jego wymagania. Precyzuje swoje oczekiwania, wybierając dostępne właściwości. Własność piany określa w jakich warunkach będzie ona stosowana. Złe określenie własności piany poliuretanowej powoduje, że mechanizm wnioskujący nie pozwala na dalsze precyzowanie wyboru rodzaju piany. W przypadku poprawnego wyboru mechanizm wnioskujący zapamiętuje co zostało wybrane i udostępnia następnym możliwości wyboru typu piany.

Na podstawie wyboru dokonanego przez użytkownika w systemie POLIURETANEX zostaje zbudowany wirtualny obraz produktu, jakiego poszukuje klient. Pozostaje tylko znaleźć odpowiedni rodzaj pianki w bazie danych pian (bazie faktów).

Aby w bazie pian odnaleźć produkt posiadający określone właściwości potrzebny jest translator, który przełoży własności wybrane przez użytkownika na parametry techniczne i recepturę. W tym celu istnieje właśnie baza reguł, która definiuje wszystkie istotne parametry techniczne oraz skład surowcowy określając daną własność piany poliuretanowej.

Przykładowo, w tabeli o nazwie reguły podane jest, że aby otrzymać piankę odporną na wilgoć musi ona spełnić poniższe warunki techniczne i surowcowe:

- ChlonnWody = 1 (jest to chłonność wody),
- ONNTemp = 1 (jest to odporność na niskie temperatury),

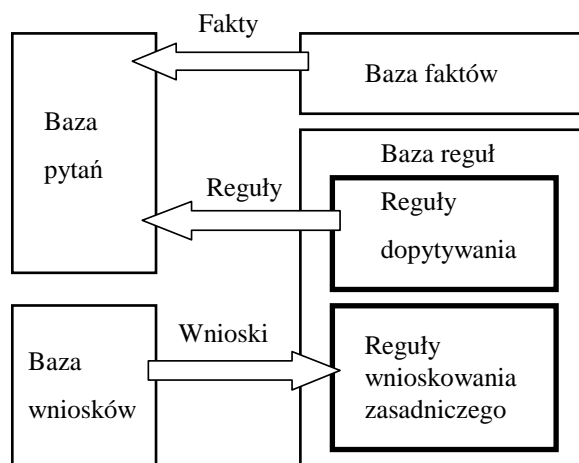
- TypPianyPIST/MONT = 1 (jest to typ piany: pistoletowa lub montażowa),
- CzasMiedzyOper = min 6 sekund, max 11 sekund (jest to czas międzyoperacyjny),
- TempPolimer = min. 5 °C, max 20 °C (jest to temperatura polimeryzacji),
- gaz1 = min. 23%, max 44% (jest to procentowa zawartość gazu),
- surowiec1 = min 5%, max 10% (jest to procentowa zawartość surowca).

Pozostałe parametry i skład surowcowy może być dowolny. W bazie reguł tą dowolność oznaczają pola wypełnione wartościami 999. Analogicznie do przedstawionego przykładu zdefiniowane są pozostałe warunki.

4. Nabywanie wiedzy do bazy wiedzy systemu POLIURETANEX

Wiedza zawarta w bazie wiedzy systemu POLIURETANEX ma charakter deterministyczny. Dla określonego zbioru faktów potwierdzonych czy zaprzeczonych przez użytkownika wyniki konsultacji są określone jednoznacznie. Wiąże się to z charakterem rozwiązywanych przez system POLIURETANEX problemów. Producent pianki poliuretannowej, mimo że uwzględnia w produkcji wymagania użytkownika i inne specyficzne dla danego produktu czynniki to jednak porusza się po ograniczonej, z góry zadanej przestrzeni rozwiązań. Przestrzeń tą tworzą dostępne w danej chwili rozwiązania technologiczne implementujące określone standardy produkcji piany poliuretannowej.

Strukturę bazy wiedzy systemu POLIURETANEX ilustruje poniższy rysunek:



Rys. 2. Struktura bazy wiedzy systemu ekspertowego POLIURETANEX

W bazie faktów przechowywane są wszystkie fakty uwzględniane w czasie przeprowadzania konsultacji z użytkownikiem. Baza faktów zawiera nazwy, podstawowe ilości surowców chemicznych oraz parametry techniczne pian poliuretannowych opracowane przez technologów. Dla każdej pojedynczej piany baza faktów zawiera następujące elementy:

- numer i nazwę piany poliuretannowej,
- skład dziesięciu surowców chemicznych piany poliuretannowej,
- skład szesnastu głównych parametrów technicznych piany poliuretannowej.

Uznanie faktów za prawdziwe lub fałszywe dla konkretnego przypadku wyboru rodzaju piany poliuretanowej odbywa się w pierwszej części konsultacji zwanej dopytywaniem użytkownika. Aby uczynić ten etap czytelnym dla użytkownika, każdemu rozpatrywanemu faktowi przyporządkowano pytanie. Kolejność pytań zadawanych podczas procesu dopytywania ustalana jest przez mechanizm wnioskujący na podstawie reguł przypisanych do każdego pytania. Wyznaczają one numer następnego pytania w zależności od dotychczas uzyskanych odpowiedzi użytkownika. Wszystkie te elementy powiązane są ze sobą w bazie pytań, która jest jednym ze składników bazy wiedzy systemu POLIURETANEX.

Baza reguł przechowuje treść wszystkich reguł używanych w systemie, zarówno tych kontrolujących proces dopytywania użytkownika, jak również pozwalających na sformułowanie końcowych wniosków. Zawarte są w niej informacje niezbędne dla funkcjonowania mechanizmu wnioskującego. W bazie reguł podane są informacje jakie surowce i jakie parametry techniczne powinna posiadać piana poliuretanowa, aby spełniała określoną własność. Własnością piany w tym przypadku jest np. szybkość schnięcia czy zmniejszona zapalność piany. Baza reguł dla każdego pojedynczego parametru technicznego piany poliuretanowej zawiera następujące elementy:

- numer i nazwę parametru technicznego,
- siedem podstawowych własności pian poliuretanowych takich jak:
 - wydajność,
 - wytrzymałość,
 - duży przyrost,
 - zmniejszona zapalność,
 - szybsze schnięcie,
 - odporność na wilgoć,
 - niska cena piany poliuretanowej.

Baza reguł została wykonana w systemie zarządzania relacyjnymi bazami danych MySQL.

Baza wniosków zawiera wszystkie wnioski, które wynikają z badanych w trakcie procesu wnioskowania faktów. Wnioski te są zredagowane w taki sposób, aby stanowiły wytyczne dla właściwego wyboru rodzaju piany poliuretanowej. Ostatecznym wynikiem konsultacji z systemem jest lista wniosków z uaktywnionych reguł.

5. Implementacja komputerowa systemu POLIURETANEX

System POLIURETANEX jest systemem ekspertowym wykonanym w technologii PHP i HTML z wykorzystaniem relacyjnych baz danych MySQL [12, 13]. Podstawowym środowiskiem informatycznym umożliwiającym działanie systemu POLIURETANEX oprócz poprawnie działającego systemu operacyjnego jest serwer WWW obsługujący język skryptowy PHP z obsługą baz danych MySQL oraz dowolna przeglądarka stron internetowych, jak np. Internet Explorer czy Opera. Istnieje możliwość wykorzystania systemu ekspertowego POLIURETANEX globalnie, udostępniając go wszystkim użytkownikom sieci poprzez umieszczenie go na dużym komercyjnym serwerze. Innym sposobem udostępnienia systemu jest wykorzystanie darmowych pakietów zawierających pełne niezbędne do tego środowisko informatyczne. Przykładem pakietu zawierającego tego typu środowisko jest między innymi Krasnal serwer w wersji 2.7.

PHP to język skryptowy działający po stronie serwera, Służy on przede wszystkim do tworzenia dynamicznych stron WWW z możliwością zagnieżdżenia w kodzie HTML. Programy napisane w tym języku są wykonywane przez serwer WWW.

W systemie ekspertowym POLIURETANEX wykorzystana została również technologia HTML która dzięki swoim możliwościom w łatwy sposób przyczyniła się do prezentacji danych zawartych w bazie wiedzy dzięki prostym w obsłudze tabelom oraz do pobierania danych od użytkownika dzięki łatwym w obsłudze formularzom.

Wprowadzanie zmian w systemie POLIURETANEX i korzystanie z niego może odbywać się na dwa sposoby. Pierwszy z nich udostępnia możliwość korzystania z systemu każdemu użytkownikowi sieci Internet. Kod źródłowy całego programu, oraz powiązaną z nim bazę danych, na zlecenie odpowiedniej instytucji można umieścić na dużych komercyjnych serwerach. Wiąże się to z dodatkową opłatą za świadczoną w ten sposób usługę. Drugi znacznie tańszy i wygodniejszy sposób na testowanie, korzystanie czy wprowadzanie zmian w systemie POLIURETANEX polega na zdobyciu darmowego pakietu, w którym zawarte jest całe środowisko umożliwiające darmowe korzystanie bez ograniczeń z systemu POLIURETANEX i zainstalowanie jego składników na komputerze działającym pod kontrolą określonego systemu operacyjnego. Przykładowym tego typu pakietem jest pakiet KRASNAL serwer. Nie wymaga to konieczności posiadania konta na komercyjnym serwerze ani połączenia z Internetem. Jediną koniecznością wynikającą z potrzeby połączenia internetowego w tym przypadku jest pobranie pakietu KRASNAL serwer.

Do powstania systemu POLIURETANEX wykorzystany został pakiet KRASNAL serwer w wersji 2.7 i zainstalowany pod kontrolą systemu operacyjnego Windows XP. W skład pakietu KRASNAL wchodzi następujące elementy:

- serwer WWW Apache 1.3.31,
- PHP 4.3.9,
- PHP 5.0.2,
- MySQL 3.23.58,
- ActivePerl 5.6.1.628,
- phpMyAdmin 2.6.0 pl2,
- SQLiteManager 1.0.1,
- CesarFTP 0.99g,
- WebAlizer 2.1,
- Free SMTP Server.

Pakiet ten zawiera całe niezbędne środowisko które udostępnia obsługę technologii PHP z systemem zarządzania bazami danych MySQL. Pakiet KRASNAL serwer oprócz posiadanego oprogramowania zawiera również wiele materiałów pomocniczych w tworzeniu dynamicznych stron WWW w postaci kursów PHP, HTML, PERL-a, MySQL i CSS . Zawiera również dokumentację serwera oraz opis większości funkcji wyżej wymienionych języków programowania oraz pomocne w tworzeniu stron linki innych stron internetowych. Dzięki temu możliwe było stworzenie systemu wspomagającego zarówno proces produkcyjny jak i wspomaganie użytkownika w podjęciu odpowiedniej decyzji.

Aby możliwe było korzystanie z systemu POLIURETANEX na osobistym komputerze należy pobrać darmową wersję pakietu KRASNAL serwer ze strony internetowej np.:

- <ftp://ftp.helion.pl/krasnal>,
- <http://www.zsot1.lubliniec.pl/www/pablo/KRASNAL-Serv-2.7-5Helion.exe>.

Instalacja systemu ekspertowego POLIURETANEX zaimplementowanego w technologii PHP i HTML z wykorzystaniem relacyjnych baz danych MySQL udostępnia dwie możliwości jego prezentacji. Istnieje ewentualność umieszczenia jego składników na dużym serwerze komercyjnym dla szerszego grona odbiorców lub też na indywidualnym komputerze użytkownika z wykorzystaniem odpowiedniego pakietu zawierającego właściwe środowisko. Wynikiem było powstanie systemu ekspertowego POLIURETANEX wykorzystany został sposób z zastosowaniem pakietu KRASNAL serv 2.7, którego instalacja została przeprowadzona na indywidualnym komputerze użytkownika pod kontrolą systemu operacyjnego Windows XP. Po zainstalowaniu na komputerze pakietu KRASNAL serv, i sprawdzeniu poprawności jego działania istnieje możliwość tworzenia i otwierania istniejących skryptów PHP.

System ekspertowy POLIURETANEX składa się z następujących elementów:

- 27 plików wykonanych w języku skryptowym PHP z rozszerzeniem *.php,
- 68 plików graficznych z rozszerzeniem *.jpg,
- 2 katalogi baz danych MySQL : katalog login zawiera trzy pliki bazodanowe i katalog bazapian zawiera piętnaście plików bazodanowych.

Aby możliwe było uruchomienie systemu ekspertowego POLIURETANEX i korzystanie z niego należy umieścić jego wyżej wymienione składniki w odpowiednich miejscach pakietu KRASNAL serv.

6. Uwagi końcowe

Przedstawiony w niniejszym artykule system ekspertowy POLIURETANEX jest potwierdzeniem możliwości wykorzystania metod sztucznej inteligencji do zastosowań praktycznych. Niezwykle charakterystyczna specyfika produktu jakim jest piany poliuretanowa tłumaczy wybór i skierowanie działań w kierunku budowy systemu ekspertowego wspomagającego proces produkcyjny oraz decyzyjny przy wyborze określonego produktu przez klienta. Wykorzystanie systemów wspomagających planowanie produkcji jest szczególnie istotne w zakładach chemicznych, a produkcja pian poliuretanowych w takich się właśnie odbywa. Wiąże się to z koniecznością zamówienia odpowiedniej ilości surowców chemicznych, które mają krótki okres ważności.

Głównym zadaniem systemu ekspertowego POLIURETANEX jest wspomaganie procesu produkcyjnego pian poliuretanowych. Jednakże dużą rolę odgrywa zadowolenie klienta, gdyż to on składa zlecenie wykonania określonej liczby puszek piany poliuretanowej. Satysfakcja klienta stanowi tu więc kluczowe znaczenie. Jeżeli klient jest w pełni usatysfakcjonowany, istnieje duże prawdopodobieństwo, że skorzysta z systemu POLIURETANEX ponownie i następnym razem zamówi większą liczbę puszek piany poliuretanowej.

Pozytywny wpływ działania systemu ekspertowego POLIURETANEX odczuje zarówno dział logistyki planujący wszelkie zakupy komponentów pod produkcję określonego wsadu, łącznie z uwzględnieniem kosztów transportu dostarczenia ich do firmy, jak i dział magazynu, który uniknie składowania niepotrzebnie zamówionych surowców czy opakowań. Należy przy tym zaznaczyć, iż surowce wykorzystywane w produkcji pian poliuretanowych ze względu na specyfikę posiadanych właściwości wymagają szczególnych warunków magazynowania, co znacznie podnosi koszty ich przechowywania.

Literatura

1. Buchalski Z.: Knowledge Management of Expert System Based on the Symbolic Representation of Natural Language Sentences. [W:] Information Systems Architecture and Technology, L. Borzemski, A. Grzech, J. Świątek, Z. Wilimowska (eds.). Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2006, pp.75-85.
2. Chromiec J., Strzemieczna E.: Sztuczna inteligencja. Metody konstrukcji i analizy systemów eksperckich. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1994.
3. Krishnamoorthy C.S., Rajeev S.: Artificial Intelligence and Expert Systems for Engineers. CRC Press, London, 1994.
4. Liebowitz J.: The Handbook of Applied Expert Systems. CRC Press, London, 1996.
5. Niederliński A.: Regułowo – modelowe systemy ekspertowe. Pracownia Komputerowa Jacka Skalmierskiego, Gliwice, 2006.
6. Rutkowski L.: Metody i techniki sztucznej inteligencji. Inteligencja obliczeniowa. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2006.
7. Buchalski Z.: Komputerowe wspomaganie podejmowania decyzji z wykorzystaniem regułowego systemu ekspertowego. W: Komputerowo zintegrowane zarządzanie, tom 1, R. Knosala (red.). WNT, Warszawa, 2004, s.156-164.
8. Buchalski Z.: Praktyczny aspekt wykorzystania wiedzy eksperckiej do efektywnego podejmowania decyzji. W: Komputerowo Zintegrowane Zarządzanie, t.1, R. Knosala (red.). Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2006, s.191-198.
9. Buchalski Z.: Zarządzanie wiedzą w podejmowaniu decyzji przy wykorzystaniu systemu ekspertowego. W: Bazy danych. Struktury, algorytmy, metody. Wydawnictwo WKiŁ, Warszawa, 2006, s.471-478.
10. Radzikowski W.: Komputerowe systemy wspomaganie decyzji. PWE, Warszawa, 1990.
11. Zieliński J.: Inteligentne systemy w zarządzaniu. Teoria i praktyka. Wyd. PWN, Warszawa, 2000.
12. Welling L.: PHP i MySQL. Tworzenie stron WWW. Vademecum profesjonalisty. Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2005.
13. Yank K.: PHP i MySQL. Witryna WWW oparta na bazie danych. Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2005.

Dr inż. Zbigniew BUCHALSKI
Instytut Informatyki, Automatyki i Robotyki
Politechnika Wrocławska
50-372 Wrocław, ul. Janiszewskiego 11/17
tel.: (0 71) 320 32 92
e-mail: zbigniew.buchalski@pwr.wroc.pl

Mgr inż. Robert BUCHALSKI
Instytut Informatyki
Politechnika Wrocławska
50-370 Wrocław, Wybrzeże Wyspiańskiego 27
tel.: 601 183415
e-mail: robert.buchalski@pwr.wroc.pl