

Monika PIRÓG-MAZUR, Galina SETLAK

Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna, Instytut Inżynierii Technicznej

MODELOWANIE DANYCH I PROCESÓW DLA POTRZEB BUDOWY SYSTEMU WSPOMAGANIA DECYZJI W HUCIE SZKŁA

Streszczenie. W pracy omówiono zagadnienie modelowania danych na poziomie konceptualnym, które ma kluczowe znaczenie dla użyteczności i jakości projektowanej bazy danych. Przykład modelowania danych na poziomie konceptualnym jest ilustracją problemów, jakie występują w procesie technologicznym przy produkcji opakowań szklanych. Przedstawiony model bazy danych wykorzystany zostanie przy budowie Inteligentnego Systemu Wspomagania Decyzji, opracowywanego dla potrzeb przedsiębiorstwa produkcyjnego w przemyśle szklarskim. System ten będzie służył do klasyfikacji wad produktu (opakowań szklanych) oraz doboru odpowiedniej metody eliminacji wad powstających w trakcie procesu produkcji.

Słowa kluczowe: baza danych, modelowanie danych, inteligentne systemy wspomaganie decyzji, proces technologiczny

DATA MODELING AND PROCESSES FOR THE CONSTRUCTION OF DECISION SUPPORT SYSTEM IN GLASSWORKS

Summary. The paper discusses the problem of data modeling on the conceptual level, which is crucial to the usefulness and quality of the proposed database. The example of data modeling is a conceptual illustration of the problems that occur in the technological process in the production of glass packaging. The database model will be used in the construction of an Intelligent Decision Support System developed for the needs of manufacturing companies in the glass industry. This system will be used for classification of product defects (glass containers), as well as choosing the appropriate method of elimination of defects generated during the manufacturing process.

Keywords: database, data modeling, intelligent decision support systems, process technology

1. Wstęp

W przedsiębiorstwie produkcyjnym podejmowanie decyzji w zakresie procesów przygotowania produkcji stanowi zasadniczy i kluczowy element całego procesu wytwarzania.

Projektowanie procesu technologicznego odbywa się z wykorzystaniem informacji pochodzących z różnych źródeł. Na informacje mają wpływ różnorodne ograniczenia: informacje o wyrobie, ograniczenia związane z możliwościami technologicznymi zakładu produkcyjnego oraz wielkością produkcji, wymagania dotyczące wykonania produktu, kompetencje technologa (doświadczenie zawodowe, kreatywność itp.), metody i środki użyte w planowaniu technologicznym oraz dane zgromadzone wcześniej (technologiczne bazy danych i bazy wiedzy)[1].

Projektowanie procesu technologicznego utraciło tradycyjny (manualny) charakter wraz z możliwością zastosowania technik komputerowych. Na przestrzeni lat zmianie ulegały podejścia do projektowania procesu technologicznego. Powszechne stało się wykorzystanie baz danych gotowych procesów technologicznych (przeszukiwanie wcześniejszych rozwiązań, zastosowanie wariantowości rozwiązań, modelowanie oraz symulacje procesów)[1].

Baza danych jest jednym z najważniejszych źródeł informacji decyzyjnej dla bazy wiedzy Inteligentnego Systemu Wspomagania Decyzji. Stanowi ona podstawę przy tworzeniu bazy wiedzy ISWD dla przedsiębiorstwa produkcyjnego w celu wspomaganie procesu technologicznego, w tym procesu kontroli jakości.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie zagadnień dotyczących modelowania danych na poziomie konceptualnym, które ma kluczowe znaczenie dla użyteczności i jakości projektowanej bazy danych. Zwrócono również uwagę na możliwości pojawiania się problemów związanych z tworzeniem bazy danych.

2. Wyjaśnienie koncepcji modelowania biznesowego

Opracowanie modelu biznesowego ma istotne znaczenie dla projektowanej bazy danych. Model reprezentuje obiekt, który ma służyć do przewidywania reakcji obiektu na różne bodźce.

Model biznesowy stanowi ogólny obraz firmy, na który składają się dane i procesy wykorzystywane przez osoby. Pozwala poznać zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa oraz procesów zachodzących w przedsiębiorstwie. W początkowej fazie jest on bardzo prosty, a później zostaje wzbogacony o szczegóły i staje się podstawą do przełożenia koncepcji biznesowych na system informatyczny. Modelowanie biznesowe jest zatem sposobem dokumentowania procesów biznesowych realizowanych przez przedsiębiorstwo.

W przypadku modelowania ważne jest precyzyjne wyjaśnienie definicji i pojęć. Jest to niezbędne w sytuacji odwzorowania koncepcji biznesowych w postaci skomplikowanych obiektów. Koncepcje te opierają się na informacjach pochodzących z wywiadów przeprowadzanych w fazie pozyskiwania informacji. Duże znaczenie ma tutaj wiedza eksperta. Zarówno wiedza technologiczna, zapisana w bazach danych, jak i wiedza dziedzinowa, stanowiąca doświadczenie technologów, wykorzystywane są bezpośrednio w projektowaniu procesów technologicznych.

Informacje dotyczące wszystkich procesów realizowanych w systemie produkcyjnym, potrzebne do modelowania i projektowania, zebrano: w przedsiębiorstwie produkcyjnym branży przemysłu szklarskiego – Hucie Szkła, skonsultowano z kierownikiem Zakładu oraz specjalistami z różnych faz procesu technologicznego.

Pozyskane informacje służą do konstruowania bazy danych. W pierwszej kolejności należy je zinterpretować tak, aby można było zbudować modele elementów danych i procesów. Tę część procesu projektowania traktuje się ciągle jako analizę. Jest to uzasadnione o tyle, że na tym etapie projektant próbuje zinterpretować ogromną ilość informacji [4, 9].

Oczekuje się, by dane przechowywane w bazie danych były w pełni zgodne z faktami wy-cinka rzeczywistości, a system zarządzania bazą danych był w stanie kontrolować poprawność przechowywanych danych. Zatem, chcąc zaprojektować bazę danych spełniającą oczekiwania potencjalnych użytkowników zasobów bazodanowych, należy przede wszystkim zrozumieć modelowaną dziedzinę oraz ustalić, na podstawie potrzeb użytkowników, wymagania zarówno funkcjonalne, jak i niefunkcjonalne w stosunku do tworzonego systemu bazodanowego [5].

Procesy biznesowe to działania organizacji, które zazwyczaj skupiają się na realizacji jak najlepiej, w jak najkrótszym czasie i w możliwie najbardziej powtarzalny (proceduralny) sposób strategii firmy. Proces jest nadrzędny w stosunku do struktury organizacyjnej, co oznacza, że ważniejsza staje się realizacja celów procesu niż prawidłowe wykonanie procedur przez jednostkę organizacyjną. Współczesne organizacje coraz częściej chcą definiować, mierzyć i kontrolować procesy biznesowe, a nie procedury ich wykonania. Architekci procesów biznesowych w firmie zmieniają wtedy coś więcej niż tylko modele – bezpośrednio i natychmiastowo zmieniają sposób pracy pracowników [5].

3. Opisywanie procesów biznesowych

Worklow Reference Model definiuje proces biznesowy jako formę procesu występującego w ramach struktury organizacyjnej i podporządkowanego osiągnięciu celów biznesowych. Opis procesów biznesowych ma szczególne znaczenie w przypadku tworzenia systemów informatycznych dla skomplikowanych dziedzin biznesowych. W celu sprawdzenia jakości,

opis ten powinien być zaprezentowany nie tylko informatykom, lecz również reprezentantom klienta i przyszłym użytkownikom systemu. Tak więc ważne jest, aby notacja była czytelna dla szerokiego grona odbiorców.

Istnieją dwa najważniejsze podejścia opisywania procesów biznesowych: diagramy oraz tekst. Jeśli chodzi o notacje tekstowe, to z punktu widzenia opisu procesów biznesowych, najważniejsze wydają się przypadki użycia. Najpopularniejszą formą opisu przypadków użycia jest sekwencja kroków wykonywanych przez aktorów.

Procesy biznesowe, podobnie jak przypadki użycia, możemy opisywać językiem naturalnym. Najczęściej jest to interakcja pomiędzy systemem a jego użytkownikami. Najprostsza forma to pojedyncze zdania opisujące jedynie cel użycia przypadku. Jednak przypadek użycia może być w pełni ustrukturyzowany, opisujący nie tylko zachowanie, lecz również cel, zakres, warunki wstępne, dane wejściowe/wyjściowe.

Przykład przypadku użycia został zaprezentowany w tabeli 1.

Tabela 1

Proces biznesowy: PB/001 identyfikacja wady

PB/001: Identyfikacja WADY	
Cel	Określenie jakości wady (która grupa), wykrzycie zakresu oraz przyczyn powstania
Warunki wstępne	Dane z punktów pomiarowych PIC (Product Information System)
Scenariusz podstawowy	Tryb rutynowy: 1. Rozpoznanie liczby występowania wady 2. Przypisanie wady do odpowiedniej grupy 3. Rozpoznanie licznosci wady na innych punktach pomiarowych tej samej linii 4. Rozpoznanie przyczyny występowania wady (termiczne, operacyjne i mechaniczne, formy)
Dane wejściowe	Dane liczbowe informujące o występowaniu wady na punktach pomiarowych, dane informacyjne wady (karta wady)
Dane wyjściowe	Licznosc występowania wady na punktach pomiarowych
Uczestnicy procesu	Kierownik linii produkcji, operator linii produkcji, AKP – operator aparatury kontrolno-pomiarowej

Nazwa tego przypadku użycia to: identyfikacja wady. Scenariusz podstawowy składa się z 4 kroków. Warunki wstępne to dane pomiarowe z 4 punktów kontrolnych umiejscowionych na linii produkcyjnej. Przypadek użycia składa się ze zbioru scenariuszy posiadających wspólny cel biznesowy. Przypadki użycia w formie przedstawionej w tabeli 1 są półformalne. Mają postać sekwencji kroków, dzięki czemu można je automatycznie animować; są wyrażone językiem naturalnym, przez co stają się bardziej zrozumiałe dla ludzi niebędących ekspertami w informatyce.

4. Modelowanie koncepcyjne i logiczne

Modelowanie koncepcyjne i logiczne jest wykorzystywane w celu określania reguł danych w ramach działań biznesowych. Nacisk kładzie się na sposoby wykorzystania danych w środowisku biznesowym. Modelowanie koncepcyjne i logiczne skupia się na dokumentowaniu tego, co naprawdę dzieje się z danymi, jak są używane oraz do czego mają służyć w przyszłości.

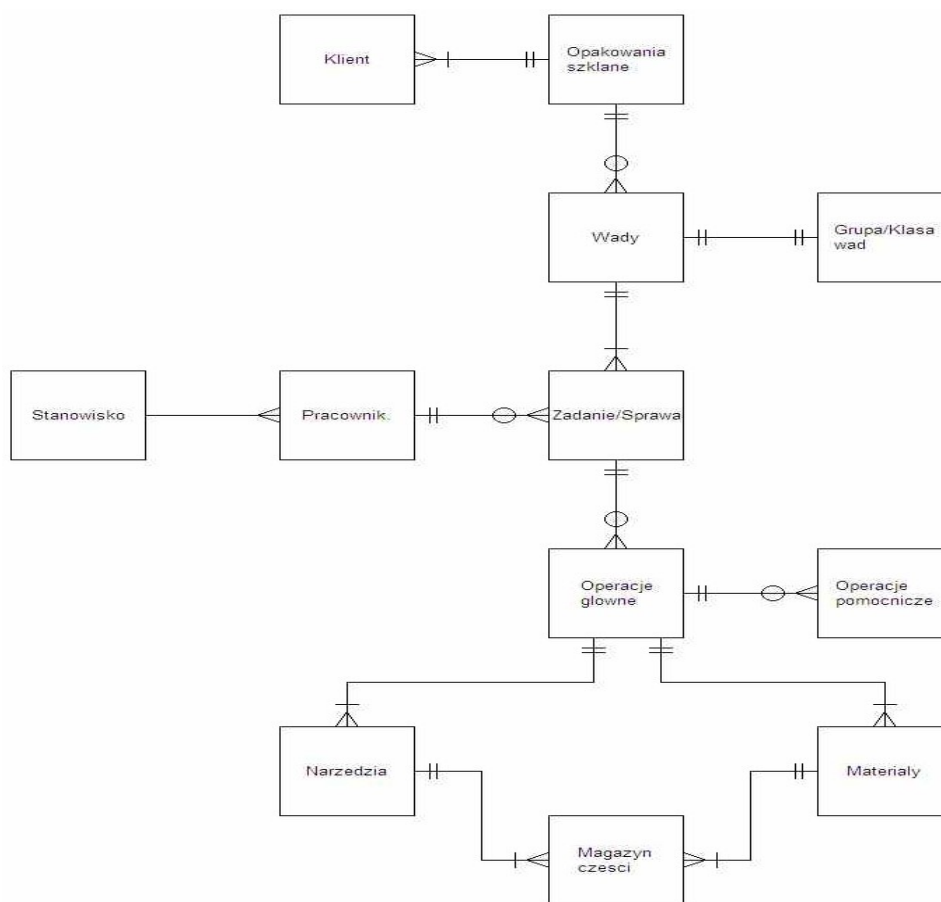
Na podstawie takiej analizy można wówczas utworzyć narzędzia, które zapewniają łatwość i poprawność użycia danych w ramach danego rozwiązania biznesowego. Projekt bazy danych będzie posiadał reguły wbudowane w faktyczną strukturę, która promuje jakość, łatwość zarządzania danymi oraz wzrost. Zdobycie wiedzy o tym, jakie reguły rządzą danymi w określonym biznesie, stanowi pierwszy krok w zakresie zaprojektowania odpowiedniej struktury tabel w bazie danych [5].

Modelowanie danych rozpoczyna się od zorganizowania, w ramach abstrakcji koncepcyjnej, zbiorów odpowiednich danych. Następnie projektujemy fizyczne struktury, tj. tabele, w celu przechowywania danych i odpowiedniego zarządzania nimi.

5. ERD – Diagram Związków Encji

Jak wspomniano powyżej, zadaniem modelu konceptualnego jest odzwierciedlenie obiektów świata rzeczywistego w inne abstrakcyjne obiekty, które w dalszym etapie da się reprezentować w systemie informatycznym. Najpopularniejszym konceptualnym modelem danych jest tzw. Model Związków Encji (ERM – Entity Relationship Model), którego graficznym odpowiednikiem jest Diagram Związków Encji (ERD – Entity Relationship Diagram). Diagram ten spotyka się w różnych notacjach, do których zaliczamy m.in. notacje Chena, Martina, Bachmana, IDEF1X.

Modele danych można opracowywać na różnych poziomach szczegółowości, wykorzystując technikę Diagramu Związków Encji. Projekt jest najczęściej wyrażony w formie graficznej oraz uzupełniony o opis słowny, w którym informacje zawarte w projekcie graficznym są szczegółowo scharakteryzowane. Na diagramie encje są oznaczane zwykle w postaci prostokątów, a związki między nimi są oznaczone liniami łączącymi prostokąty oraz symbolami umieszczonych obok tych linii, opisującymi typ związku. Na rys. 1 przedstawiono fragment Diagramu Związków Encji, jaki został wykonany dla potrzeb przedsiębiorstwa produkcyjnego.



Rys. 1. Diagram Związków Encji
Fig. 1. Entity Relationship Diagram

Jednym z pierwszych etapów projektowania baz danych jest opracowanie konceptualnego modelu danych, który ma kluczowe znaczenie dla użyteczności i jakości projektowanej bazy danych. Tworzony jest niezależnie od rozwiązań charakterystycznych dla jakiegokolwiek modelu logicznego i systemów zarządzania bazami danych. Model konceptualny pozwoli na ujęcie opisanego powyżej procesu technologicznego w sposób sformalizowany. Głównym celem konceptualnego modelowania bazy danych jest stworzenie projektu odzwierciedlającego analizowany fragment rzeczywistości, wolnego od szczegółów, które umiejscawiałyby go wśród modeli określonej klasy (obiektowych, relacyjnych lub innych), oraz niezależnego od platformy programowej. Efektem końcowym procesu projektowania konceptualnego jest identyfikacja zbioru faktów w analizowanym przedsiębiorstwie (obiekty), własności tych elementów (atrybuty) oraz powiązań między tymi elementami (związki).

W procesie tym uczestniczy zarówno projektant, jak i przyszły użytkownik systemu. W przedsiębiorstwie produkcyjnym przyszłymi użytkownikami są zarówno kierownik linii produkcji, jak i operator linii produkcji.

W tabeli 2 przedstawiono przykłady encji wraz z atrybutami oraz ich wystąpienia.

Tabela 2

Przykład encji wraz z atrybutami oraz wystąpienia encji

<u>Wady</u>	<u>Wady</u>
NazwaSkrócona	PwG
NazwaPełna	Pęcherz w główce
TypWady	Krytyczna
Numeracja	G101
Występowanie	Główka
TypPrzyczynyWystępowania	Termiczna, operacyjna i mechaniczna
Powiązania	Inne wady główki
SkaleczenieKonsumenta	Tak

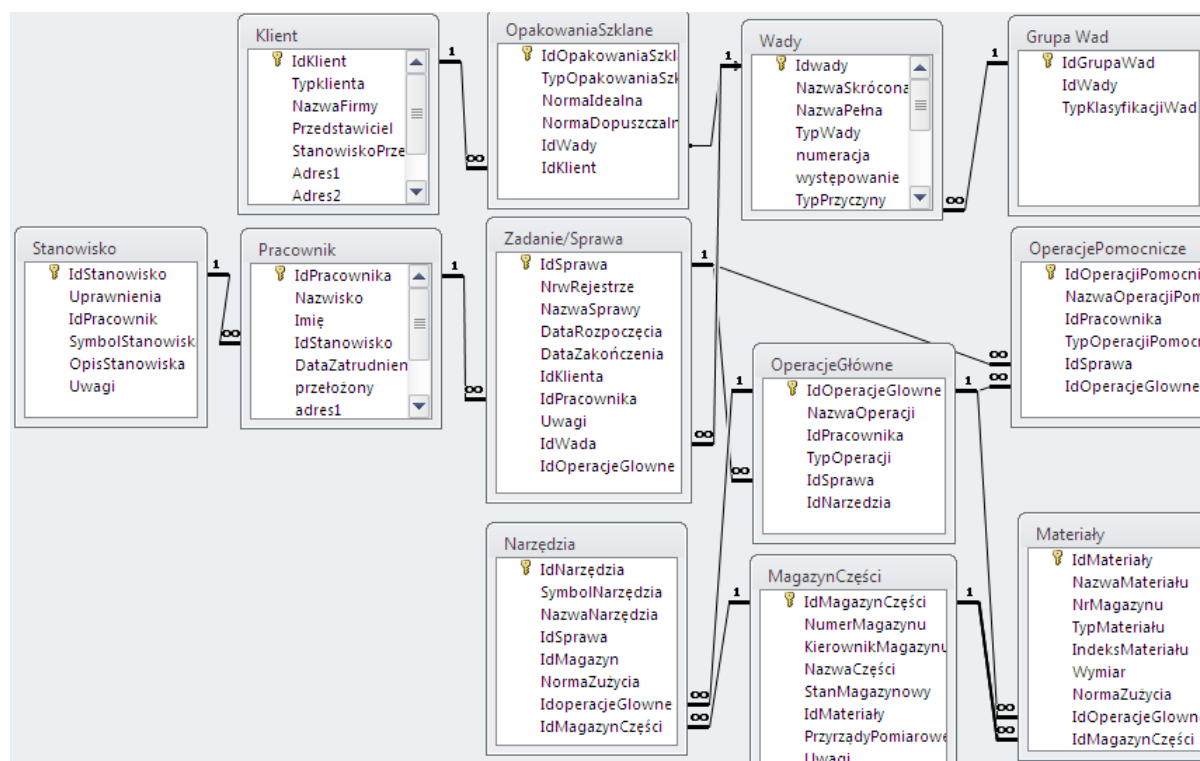
6. Relacyjny model bazy danych

Wybór modelu relacyjnego za podstawę metody przechowywania danych oznacza, iż należy przekształcić uniwersalny projekt konceptualny na projekt, w którym dane o faktach są przechowywane w tabelach, a atrybuty, zgodnie z założeniami modelu relacyjnego, są atomowe, co niekiedy oznacza konieczność utworzenia dodatkowych tabel i połączeń między nimi.

W modelu relacyjnym bazy danych, przedstawionym na rys. 2, dla projektowanego systemu wspomagania decyzji zawarte zostały m.in. następujące tabele:

- *OpakowaniaSzklane* – zawiera informacje dotyczące produkowanego wyrobu (karta produktu, specyfikacja produktu końcowego),
- *Materiały* – zawiera informacje na temat wykorzystywanych materiałów (półfabrykatów) do napraw,
- *Narzędzia* – zawiera informacje na temat wykorzystywanych narzędzi oraz ich przechowywania do napraw,
- *Zadanie/Sprawa* – zawiera listę zadań/spraw do wykonania w celu eliminacji powstałych wad,
- *OperacjeGłówne* – zawiera listę kolejno wykonywanych czynności (operacji technologicznych) do napraw,
- *OperacjePomocnicze* – zawiera listę dodatkowych czynności do wykonania, przeznaczonych dla specyficznych produktów (dodatkowe operacje),
- *Wady* – zawiera szczegółowe informacje dotyczące wszystkich możliwych wad – gdzie one występują, przyczynach powstawania, czy występuje możliwość skaleczenia konsumenta itp.
- *Grupa Wad* – zawiera pełną listę zaklasyfikowania wad,

- *Pracownik* – zawiera listę osób biorących udział w pracach procesu technologicznego,
- *Stanowisko* – zawiera przydział poszczególnych uprawnień, zadań do wykonania.



Rys. 2. Relacyjny model bazy danych

Fig. 2. Relational database model

7. Problemy związane z projektowaniem bazy danych

Dane pozyskane w Hucie Szkła występują w postaci ogromnych zbiorów danych, w których zapisane są licznosci występowania wad z podziałem na rodzaje, częstotliwość występowania, zbiory sumaryczne itp. Zebrano również informacje dotyczące pracowników oraz ich systemu pracy. Dane występują również w postaci tabel, norm oraz słowników.

Poniżej lista problemów które zauważono podczas projektowania bazy danych:

- redundancja (nadmiarowość) danych, np. gdy pracownik wykonuje wiele spraw, to adres oraz opis stanowiska będą się niepotrzebnie powtarzały,
- potencjalna niespójność, wynika z redundancji, np. gdy adres pracownika lub stanowisko się zmienia lub nastąpi przekłamanie (pomyłka) w jednym miejscu – anomalie przy modyfikacji,
- anomalie przy wstawianiu, np. nie można zapisać danych pracownika, który nie wykonuje żadnej sprawy, nie można dodać opisu oraz zdjęcia wady, która nie jest przypisana do odpowiedniego typu wad/klasyfikacji wad,

- anomalie przy usuwaniu, np. usunięcie danych pracownika spowoduje utratę informacji o przełożonym, usunięcie danych wady spowoduje utratę informacji o miejscu występowania,
- anomalie związane ze zmieniającymi się w czasie wartościami atrybutów,
- optymalność zależy od zdefiniowanych wskaźników jakości, np. minimalna zajętość pamięci, szybkość wyszukiwania, łatwość dostępu, łatwość modyfikacji.

8. Podsumowanie

Potrzeba utworzenia inteligentnego systemu wspomaganie podejmowania decyzji wyniknęła z praktyki oraz licznych rozmów z kierownikiem oraz operatorem linii produkcyjnej w Hucie Szkła. Zauważono brak algorytmizacji postępowania w przypadku stwierdzenia występowania wady produktu oraz doboru odpowiedniej metody (najbardziej korzystnej) eliminacji wad powstających w trakcie procesu produkcji [10, 11].

W pracy przedstawiono charakterystykę wybranego obiektu badań, sposób modelowania oraz model konceptualny danych. Opisano proces biznesowy oraz poparto go przykładem przypadku użycia – identyfikacja wady. W artykule pokazano fragment Diagramu Związków Encji, który wykonano w aplikacji EasyCase. Przedstawiony został relacyjny model bazy danych wraz z relacjami, utworzony na podstawie wcześniej opracowanego ERD. Wykazano, że podczas projektowania bazy danych pojawiły się problemy, które wyszczególniono w liście.

Na podstawie dobrze utworzonej bazy danych zostanie opracowany dodatkowy moduł służący do identyfikacji wad. Moduł ten będzie służył nauce nowo zatrudnianych pracowników, gdzie znajdą oni wizualizację wad, opis wad, specyfikację produktu, osobę odpowiedzialną za dokonywanie zmian, podpowiedzi do rozpoznawania sposobów eliminacji wad.

Zaplanowano zaprojektować system oparty na integracji wybranych narzędzi sztucznej inteligencji i bazy wiedzy, który pozwoli szybciej i skuteczniej rozwiązywać złożone problemy występujące w procesie funkcjonowania systemu produkcyjnego oraz podejmować niezbędne decyzje przy wykorzystaniu doświadczenia i intuicji menedżera jako eksperta.

BIBLIOGRAFIA

1. Rojek I.: Wspomaganie procesów podejmowania decyzji i sterowania w systemach o różnej skali złożoności z udziałem metod sztucznej inteligencji. Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz 2010.
2. Barker R.: CASE Method. Modelowanie związków encji. WNT, Warszawa 2005.

3. Fuglewicz P., Stapor K., Trojnar A.: CASE dla ludzi. Wydawnictwo Lupus, Warszawa 1995.
4. Stephens R.K., Plew R.R.: Relacyjne bazy danych. Projektowanie. Wydawnictwo Robomatic, Wrocław 2002.
5. Tuzinkiewicz L.: Modelowanie danych na poziomie konceptualnym. Bazy Danych, *Studia Informatica*, Vol. 30, No. 2A(83), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2009.
6. Wrembel R.: Modelowanie danych. Model związków-encji, źródło: <http://osilek.mimuw.edu.pl/images/c/c7/BD-2st-1.2-w03.tresc-1.1.pdf>.
7. Sharon A.: Modelowanie danych. Helion, Gliwice 2010.
8. Jaszkievicz A.: Inżynieria oprogramowania. Helion, Gliwice 1997.
9. Whitehorn M., Marklyn B.: Relacyjne bazy danych, Helion, Gliwice 2002.
10. Piróg-Mazur M., Setlak G.: Database and Knowledge Base as integral part of the Intelligent Decision Support System, created for Manufacturing Companies. 4 th International Conference on Intelligent Information and Engineering Systems, INFOS Rzeszów-Polańczyk 2010.
11. Piróg-Mazur M., Setlak G.: Budowa bazy danych oraz bazy wiedzy dla przedsiębiorstwa produkcyjnego w przemyśle szklarskim. *Studia Informatica*, Vol. 31, No. 2B (97), Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2011.

Wpłynęło do Redakcji 22 stycznia 2012 r.

Abstract

Enterprises operating on the market collect huge amount of data concerning production processes. Among all data, the information required for taking appropriate decisions in each stage of the company functioning can be found. In the decision-making process, complex integrated computer systems, which incessantly collect data, are being used, and analyze the areas of production process. Among the solutions highly recommendable are the decision support systems.

The paper discusses the business modeling, which is a transitional phase between the collection of information during the interviews and the actual design of databases. During business modeling phase collected information are used to create an enterprise model from a logical point of view (perspective). The creation of this model requires drawing different diagrams representing important, because of the need to store information, elements forming the company. These elements are mostly data and processes. Data element represents the data

which belong to the company, and its model is created by spreading the elements into entities. Entities (Table 2) are presented graphically in entity relationships diagrams (Figure 1). Processes are decomposed into process steps and data flows. Processes describe the activities performed by employees in order to fulfill their daily tasks. The need to create the database shows that most of these activities are associated with the data. For this reason, data (entities) as well as processes and relationships (Figure 2), that exist between them, must be included and shown in the model.

This paper also presents the information gathered during visits to the production company, for which the intelligent decision support system is developed. The issues connected with the creation of data were also discussed.

On the basis of a well-created database an additional module to identify defects will be developed. This module will serve the new recruited employees to learn, where they can find visualization of defects, defects description, product specification, the person responsible for making changes, and hints to identify ways to eliminate defects.

Adresy

Monika PIRÓG-MAZUR: Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna, Instytut Inżynierii Technicznej, ul. Czarnieckiego 16, 37-500 Jarosław, Polska, m_pirog@pwste.edu.pl.

Galina SETLAK: Politechnika Rzeszowska, Zakład Informatyki, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów; Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna, Instytut Inżynierii Technicznej, ul. Czarnieckiego 16, 37-500 Jarosław, Polska, gsetlak@prz.edu.pl.