

Jarosław Olejniczak\*  
Bernard Kubiak\*

## Zastosowanie podejścia budżetowego do diagnostyki przedsiębiorstwa w systemach Business Intelligence (BI)

### Wstęp

Jednym z ciekawszych kierunków zastosowania metod ekspertyz i sztucznej inteligencji jest ich wykorzystanie w diagnozowaniu działania różnego rodzaju systemów i kontroli przebiegu procesów. Kierunek tych zastosowań, z uwagi na oczywiste predyspozycje, rozwija się szczególnie intensywnie w diagnostyce medycznej. Powszechnie znane jest efektywne wykorzystanie sztucznej inteligencji w diagnostyce medycznej. Przykładem takich zastosowań może być system do generowania ostrzeżeń dla różnych sytuacji klinicznych, w tym w kontekście doboru właściwych leków i zapobiegania zdarzeniom dostarczania niepożądanych leków [Charles, 1998], czy Zautomatyzowany System Wspomagania Decyzji Klinicznych [Edwards, 2005]. Znanym obszarem skutecznych zastosowań tej dziedziny informatyki jest także ich wykorzystanie do budowy i kontroli automatycznych systemów sterowania procesami [Surma, 2009]. Z uwagi na ostatnie, trudne do zdiagnozowania i opanowania, nakładające się globalne i lokalne komplikacje gospodarcze, przeciągającą się recesję a także ryzyka trudniejsze do przewidzenia w warunkach narastającego tempa zmian relacji rynkowych, coraz większe oczekiwania związane są z wykorzystaniem omawianych technik dla celów ekonomicznych.

Szansę na powszechniejsze wykorzystanie metod sztucznej inteligencji w ocenie i modelowaniu procesów ekonomicznych niesie rozwój systemów BI (Business Intelligence). W ujęciu technicznym systemy BI stanowią zintegrowany zestaw narzędzi, technologii oraz produktów programowych do zbierania heterogenicznych danych z różnych roz-

---

\* Dr, Instytut Systemów Informatycznych, Wydział Cybernetyki, Wojskowa Akademia Techniczna, Jaroslaw.Olejniczak@wat.edu.pl, ul. Gen. Sylwestra Kaliskiego 2, 00-908 Warszawa

\* Prof. zw. dr hab., Katedra Informatyki Ekonomicznej, Wydział Zarządzania, Uniwersytet Gdański, ekobk@univ.gda.pl, ul. Piaskowa 9, 81-824 Sopot

proszonych źródeł, ich integrowania, analizowania i udostępniania [Kubiak, 2003], [Olszak, 2007]. Ich podstawową cechą jest przede wszystkim zastosowanie hurtowni danych, narzędzi OLAP (OnLine Analytical Processing) oraz technik eksploracji danych. Hurtownia danych odpowiada za integrowanie różnorodnych danych, narzędzia OLAP umożliwiają wielowymiarową analizę danych, a techniki eksploracji danych służą wykrywaniu nieznanych dotąd korelacji i związków pomiędzy danymi. Z funkcjonalnego punktu widzenia systemy BI są widziane jako kombinacja danych, informacji, procesów, narzędzi i technologii, służących wydobywaniu danych oraz ich wielowymiarowemu analizowaniu.

Na szczeblu taktycznym systemy BI dostarczają podstaw do podejmowania decyzji w zakresie marketingu, sprzedaży, finansów, zarządzania kapitałem [Surma, 2009]. Pozwalają one optymalizować przyszłe działania i odpowiednio modyfikować aspekty organizacyjne, finansowe czy technologiczne funkcjonowania przedsiębiorstwa tak, aby skuteczniej realizowało ono wyznaczone cele strategiczne. Na poziomie operacyjnym systemy BI służą analizom wykonywanym ad hoc, odpowiadają na pytania związane z bieżącymi operacjami, aktualnym stanem finansów, sprzedażą, stanem współpracy z dostawcami, odbiorcami, klientami itp. Istniejące rozwiązania informatyczne stosowane w systemach Business Intelligence wykorzystują zwykle analizę danych, pobieranych z systemów transakcyjnych z wykorzystaniem metod eksploracji danych i formułowaniu na tej podstawie uogólnionych wniosków dla kadry zarządzającej. Takie rozwiązanie można nazwać „od szczegółu do uogólnień”. Zaproponowane w artykule podejście pokazuje możliwości analizy w drugą stronę, tzn. od syntetycznego obrazu organizacji w postaci budżetu do szukania przyczyn nieprawidłowości w szczegółowych danych czyli „od uogólnienia do szczegółu”.

## **1. Problem diagnozowania w oparciu o budżet i jego wykonanie**

W obszarze zastosowań ekonomicznych kwestią, która pozostaje obiecującym kierunkiem wykorzystania technologii BI jest diagnostyka. Diagnozowanie procesów gospodarczych, rozumiane jako wykrywanie odchyłeń od przyjętych parametrów ich przebiegu, oraz przyczyn i niepożądanych skutków, jakie te odchylenia mogą spowodować, zwiększa bowiem prawdopodobieństwo osiągnięcia zakładanych celów i umożliwia unikanie poważnych strat. Jest więc konieczne zarówno na poziomie realizacji celów makroekonomicznych, jak mikroekonomicznych. W

obydwu przypadkach może dotyczyć poszczególnych, odrębnych zadań (np. konkretnych inwestycji), jak i realizacji kompleksowych programów działania całych struktur. Oczywiście, im większa złożoność zagadnienia, tym większa celowość użycia skomplikowanych narzędzi, jakimi są systemy BI. Zarówno na poziomie państwa, jak i na poziomie przedsiębiorstwa, takim najpoważniejszym przedsięwzięciem jest **tworzenie i wykonywanie budżetu**. Diagnostowanie sytuacji poprzez kontrolę przyczyn odchyleń od przyjętych w nim wielkości daje, ze względu na kompleksowość tego dokumentu, możliwość oceny zarówno przyczyn, jak i skali zagrożeń. Mimo znacznego rozwoju bazy teoretycznej i modelowych narzędzi informatycznych z zakresu sztucznej inteligencji i produktów programowych w tej dziedzinie, w obydwu przypadkach, wciąż dominuje arytmetyczne podejście wskaźnikowe [Nahotko, 2000]. Obecnie stosowane metody pozwalają wyjaśnić tylko pewne obszary zagrożeń. Aby je właściwie zinterpretować trzeba dysponować dużym doświadczeniem i wiedzą ekspertową. W większości wykorzystywane są zależności wskaźnikowe występujące w poszczególnych okresach albo pomiędzy wielkościami poszczególnych pozycji budżetu, zarówno w przypadku państwa, jak i przedsiębiorstw.

Wspólną przyczyną małego zainteresowania badaniami nad nowoczesnymi technologiami obliczeniowymi w tej dziedzinie jest obawa przed trudnościami okresu przejściowego w systemie obliczeń. Istnieją także inne, bardziej zróżnicowane bariery. W przypadku budżetu państwa dominuje obawa przed umniejszeniem politycznych uprawnień decyzyjnych na rzecz pragmatycznych racji generowanych przez określony system. Natomiast w przypadku przedsiębiorstw decydują obawy przed udostępnianiem danych finansowych osobom nie będącym członkami zarządu, projektującym i testującym system. Poziom złożoności i komplikacji wynikających z uwarunkowań budżetu jest znacznie wyższy w przypadku państwa niż przedsiębiorstwa. Dlatego w pierwszej kolejności zainteresowanie ośrodków akademickich badaniami nad zastosowaniem technologii BI w dziedzinie diagnostyki ekonomicznej, koncentruje się na diagnostyce przedsiębiorstw [Gołuchowski, 1997]. Narastające kłopoty firm związane z postępującą recesją są także istotnym czynnikiem mobilizującym.

## 2. Przydatność narzędzi BI w rozwiązywaniu problemów diagnozy budżetu przedsiębiorstwa

Skutecznym narzędziem diagnozy sytuacji przedsiębiorstwa w oparciu kontrolę realizacji zapisów przyjętych w jego budżecie, ze względu na kompleksowość podejścia, jest **technologia BI oparta na hurtowni danych** - w których dane pochodzą z bardzo wielu systemów transakcyjnych (finanse, rachunkowość, marketing, kadry itd.), a także zintegrowanych systemów informatycznych typu ERP, CRM, SCM itp. Atutem takiego rozwiązania jest możliwość prowadzenia wieloprzekrojowych analiz dotyczących całej organizacji. Wielość danych, które powinna zawierać hurtownia danych wymaga znajomości potrzeb informacyjnych różnych szczebli decyzyjnych (użytkowników końcowych), zbadania dostępności poszczególnych źródeł danych, budowy rozmaitych procedur ekstrakcji danych oraz stosowania złożonych technik optymalizacji zapytań.

Jeśli jednak diagnozowanie w tym przypadku (jak wcześniej zapisano) ma polegać nie tylko na wykrywaniu odchyień od przyjętych parametrów, ale także na wskazywaniu przyczyn i ocenie niepożądanych skutków, jakie te odchylenia mogą spowodować, proponowany wcześniej system BI warto rozbudować o **analitikę prognostyczną (z ang. Predictive Analysis)** - umożliwiającą śledzenie również alternatywnych scenariuszy. W takim przypadku uzyskamy mechanizmy autokontroli, które na podstawie napływających danych rzeczywistych z innych systemów, stanowiących otoczenie ekonomiczne przedsiębiorstwa, będą mogły porównać je z przyjętą prognozą. W rozwiązaniach z rozbudowaną analitiką prognostyczną wykorzystuje się między innymi sieci neuronowe, drzewa decyzyjne, analizy koszyka, testowanie hipotez, analizę decyzji, drażnienie tekstu itd. Przewaga tego typu systemów, nad tradycyjnymi BI przejawia się w tym, że sugerują one nie tylko, jakie środki muszą być przedsięwzięte, aby osiągnąć postawione cele gospodarcze, ale także proponują czas i sposób realizacji alternatywnych scenariuszy działań.

W stosunku do klasycznej formy budżetu, jeśli ma on stać się podstawą bieżącej diagnozy sytuacji przedsiębiorstwa, konieczne będzie jednak spełnienie kilku dodatkowych wymagań, a mianowicie:

1. jeśli przedsiębiorstwo wytwarza więcej niż jeden produkt, to jego budżet powinien być sumą niezależnie sporządzonych budżetów częściowych dla tych produktów oraz wyodrębnionych kosztów: ogólnozakładowych, wspólnej sprzedaży i wspólnej infrastruktury;

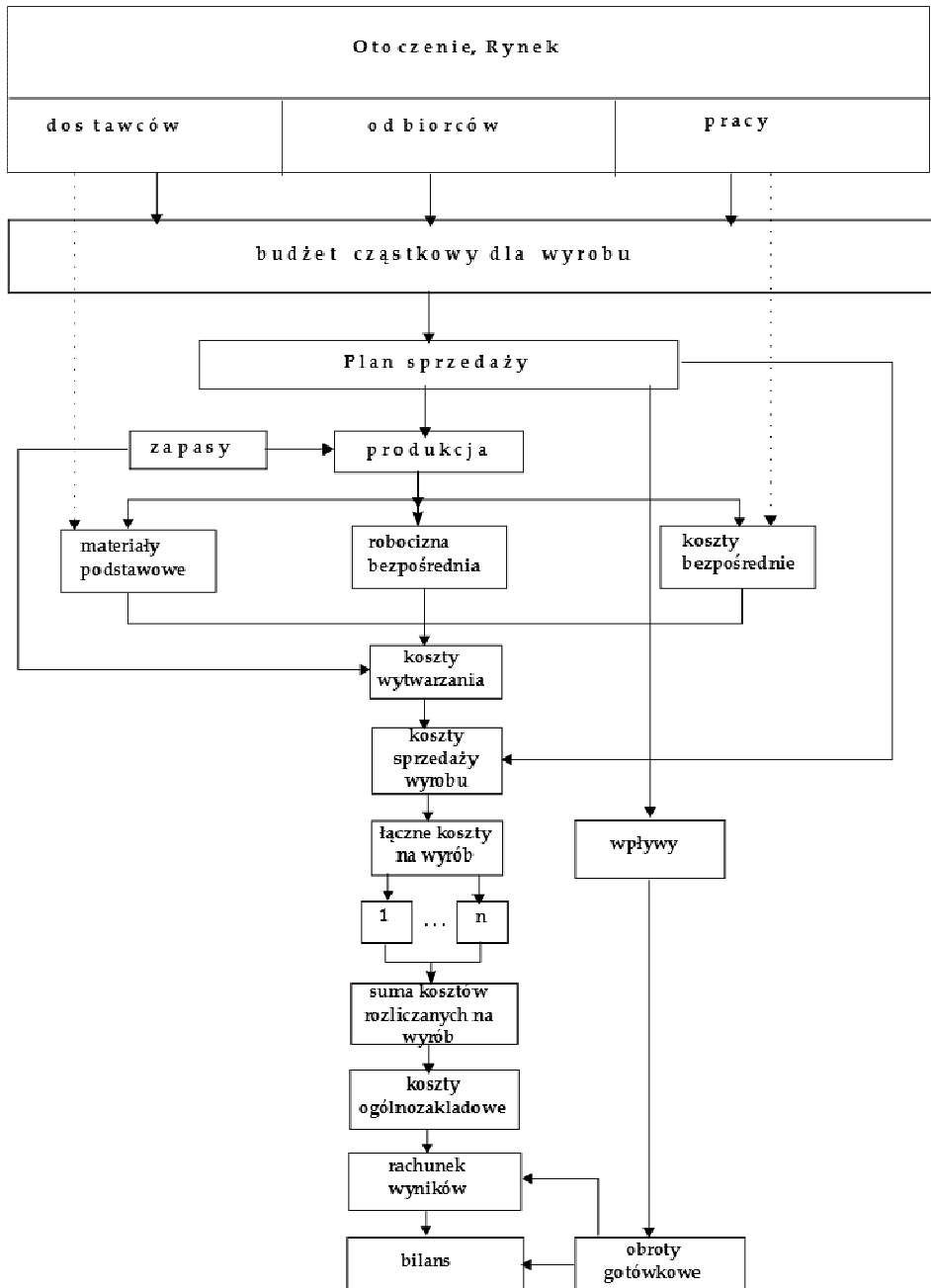
2. powinien być uzupełniony o wyjściowe i prognozowane informacje o otoczeniu ekonomicznym przedsiębiorstwa, obejmujące podstawowe parametry dotyczące: rynku dostawców, rynku odbiorców, rynku pracy, na którym angażowana jest załoga;
3. budżet na rok następny (**budżet bazowy**) powinien być sporządzany z podziałem na poszczególne miesiące roku, którego dotyczy;
4. po zakończeniu każdego miesiąca powinny być zestawiane wielkości wykonane (**wykonanie budżetu**) w układzie identycznym, jak budżet bazowy, a następnie **miesięczny budżet skorygowany**;
5. diagnozowanie powinno polegać na wskazaniu przyczyn odchyień poszczególnych pozycji **wykonania budżetu** w stosunku do **budżetu bazowego i budżetu skorygowanego** z uwzględnieniem poziomu parametrów otoczenia ekonomicznego;
6. struktura relacji pomiędzy czynnikami kształtującymi budżet z uwzględnieniem warunków, o których mowa w pkt. 1, została przedstawiona na rysunku 1.

System powinien być tak zaprojektowany, aby spełnione zostały co najmniej następujące wymagania:

1. pozycja wynikowa „stan gotówki” w każdym miesiącu budżetu bazowego i skorygowanego będzie ustalana jako co najmniej nie mniejsza niż wynosi poziom bezpieczny dla diagnozowanego przedsiębiorstwa ze względu na utrzymanie jego płynności i wypłacalności;
2. jako wielkość wyjściową do konstrukcji budżetu rocznego system będzie (na podstawie analizy otoczenia) ustalał:
  - cechy jakościowe poszczególnych wyrobów i zależną od nich cenę rynkową (przykład 1),
  - wielkość i strukturę produkcji,
  - ceny: energii, towarów zaopatrzeniowych i w ograniczonym zakresie pracy;
3. zostanie przyjęta następująca **konstrukcja diagnozy** wyjściowej (za każdy miniony okres). „Spadek (albo wzrost) poziomu gotówki został spowodowany: niekorzystnymi zmianami w następujących pozycjach budżetu (zostaną określone pozycje i ich wpływ w procentach), korzystnymi zmianami w następujących pozycjach budżetu (zostaną określone pozycje i ich wpływ w procentach)”. Zostanie także określone prawdopodobieństwo przebiegu tych zdarzeń oraz przyczyny zmian poszczególnych pozycji budżetu. System wygeneruje listę głównych zagrożeń i wskaże, które nazwane główne przy-

czynny, spośród potencjalnie wymienionych na stałej ich liście, spowodowały te zmiany;

Rysunek 1. Czynniki kształtujące budżet



Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Shim, 2001].

4. jako rezultat diagnozy, o której mowa w pkt.3, system będzie proponował korektę budżetu bazowego, tworząc **budżet skorygowany na kolejny miesiąc**;
5. w przypadku zagrożenia dopuszczalnego minimalnego poziomu gotówki system będzie proponował możliwe, lepsze warianty kontynuowania działalności przedsiębiorstwa co najmniej poprzez konieczną zmianę relacji wiążących: wartość produkcji, jej strukturę i koszty wytworzenia;
6. ze względu na ewentualną konieczność korygowania wartości produkcji, jej poziom i struktura w budżecie będzie określana zarówno z uwzględnieniem uzależnień zewnętrznych, jak i wewnętrznych.

System uwzględniający powyższe wymagania będzie tworzył własną bazę wiedzy na podstawie analizy zależności między informacjami w nim gromadzonych w kolejnych okresach (powinien samodzielnie, na podstawie zaszczości, definiować zależności między zmianą wielkości poszczególnych pozycji a zmianami stanu gotówki). W tym celu można wykorzystać jeden z algorytmów odkrywania reguł asocjacyjnych np. „A PRIORI”.

### 3. Przykład zmian cech produktu i ich wpływu na koszty

W przypadku każdej produkcji, niezależnie od ograniczeń technologicznych, pozostaje pewien manewr w zakresie zmian parametrów wyrobu, zwiększających jego atrakcyjność i umożliwiających dzięki temu polepszenie sytuacji finansowej organizacji. Wprowadzenie nowego produktu lub modelu to już zupełnie inna sprawa, która może być oceniana jedną z metod badania efektywności przedsięwzięć. W tym przykładzie chodzi jedynie o **poprawę rynkowej atrakcyjności produktu**. Problem sprowadza się więc do oceny: czy zwiększona w takim przypadku suma przychodów co najmniej zrównoważy sumę zwiększonych kosztów z tytułu wprowadzonych ulepszeń. Jeśli rezultat byłby zdecydowanie pozytywny, będzie to oznaczało, że przyczyną niekorzystnego wyniku gotówkowego jest m. in. zbyt niska atrakcyjność rynkowa naszego produktu. Pewnym problemem pozostaje wtedy obliczenie wpływu cech wyrobu na jego rentowność.

Wyjaśnieniu tego problem może posłużyć następująca hipotetyczna sytuacja. Mamy produkt, np. samochód oraz jego cechy (A, B, C, D) oceniane w zależności od wieku technologii, jaką dla ich osiągnięcia stosuje przedsiębiorstwo, przedstawiają się jak w tablicy 1.

**Tablica 1. Punktacja w zależności od wieku rozwiązania: z roku bieżącego (r.b.), z przed roku 1.r., itd.**

Cechy	Opis cech (przykładowych)	rozwiązania z okresu					
		r. b.	1. r.	2 l.	3 l.	4 l.	5 l.
A	Sprawność energetyczna	100	80	70	50	30	10
B	Parametry kinetyczne	100	80	70	50	30	10
C	Osiągi	100	80	70	50	30	10
D	Estetyka	100	80	70	50	30	10

Źródło: Opracowanie własne.

Mając punktową ocenę produktu oraz produktów konkurencji i ich cen, łatwo oszacować spodziewany przychód, jaki można uzyskać na rynku, za nasz zmodyfikowany produkt (tablica 2).

**Tablica 2. Punktacja w przedziale 10 do 100**

Cechy	My		Produkt konkurenta 1	Produkt konkurenta 2
	produkt dotychczas.	produkt modyfikowany		
A	80	80	100	70
B	30	60	50	80
C	70	70	30	50
D	10	20	30	30
Ogółem	190	230	210	230
Cena (zł)	60 000	80 000	90 000	90 000

Źródło: Opracowanie własne.

Na podstawie punktacji w tablicy 2, stosując metody ekspertowe, można ustalić wpływ każdej z cech A, B, C, i D na cenę rynkową, a następnie dokładnie oszacować wpływ przyjętych parametrów wyrobu na budżetowane wyniki organizacji. Ponadto, jeśli w systemie zostały odpowiednio skwantyfikowane zależności między wzrostem wartości sprzedaży poszczególnych wyrobów i wielkością kosztów, to istnieje możliwość ustalenia, dla potrzeb projektowanego budżetu, spodziewanych kosztów w zależności od spodziewanych przychodów.

## Zakończenie

Atutem zaproponowanego przez autorów podejścia jest wspólna baza informacyjna, jaką jest budżet. Stwarza to możliwość jego zastosowania w różnych organizacjach takich jak: przedsiębiorstwa przemysłowe, banki, organizacje użytku publicznego czy inne organizacje pań-



stwowe. W przypadku istniejących pakietowych systemów klasy BI, które są obecnie dominującą grupą rozwiązań tego typu na rynku (Tiedrich 2003), istnieje silny związek pomiędzy samym systemem BI a systemami transakcyjnymi, będącymi jego źródłem informacji. Jednak często muszą to być systemy pochodzące od tego samego twórcy. W przypadku proponowanego przez autorów rozwiązania bazującego na budżecie, możliwe jest jego wdrożenie niezależnie od istniejących w organizacji systemów transakcyjnych i stopnia ich integracji. Zastosowanie proponowanego w artykule podejścia wymaga opracowania szczegółowych procedur drażenia danych (data mining), mających na celu szczegółową analizę zależności przyczynowo skutkowych oraz modelu bazy wiedzy na potrzeby systemu BI.

Cechą charakterystyczną przedstawionej modelowo propozycji jest między innymi fakt, że polega ona na diagnozowaniu przyczyn odchylenia każdej wykonanej pozycji budżetu w stosunku do planu, wiążąc przy tym planowanie budżetu, korektę tego planu i jego wykonanie. Takie podejście przyjęto ze względu na fakt, że bardzo często jedyną przyczyną niepowodzeń przedsiębiorstwa jest właśnie zły plan. W takiej sytuacji szukanie przyczyn błędów w odchyleniach od błędów byłoby swoistą tautologią. Proponowane podejście pozwala odpowiedzieć na pytanie - dlaczego plan był zły?

Kompleksowość podejścia wynikająca z faktu, że uwzględnia ono:

- pełny łańcuch wzajemnych zależności na etapie: planowania budżetu, korekty planu budżetu, oraz oceny wyników jego realizacji,
- skutki zmian w otoczeniu,
- ujęcie, w formie budżetu wszystkich zjawisk, jakie mają wpływ na jego kształt w poszczególnych pozycjach (rysunek 1),

powinna znacznie poprawić poziom przewidywalności zagrożeń dla działalności przedsiębiorstwa wynikających zarówno z przyczyn wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Istotna na każdym etapie, będzie także możliwość wykonywania serii symulacji dla kolejnych pozycji planu budżetu, uwzględniających skutki zmian w otoczeniu oraz wariantowe sytuacje zachowania się przedsiębiorstwa.

## Literatura

1. Knirsch C.A., Jain N. L., Pablos-Mendez A., Friedman C., Hripcsak G. (1998). *Respiratory Isolation of Tuberculosis Patients Using Clinical Guidelines and an Automated Clinical Decision Support System*. "Infection Control and Hospital Epidemiology", 19(2), s. 94–100.

2. Gołuchowski J. ( 1997), *Inteligentne systemy diagnoz ekonomicznych*, Katowice: Akademia Ekonomiczna im. Karola Adamieckiego.
3. Edwards J.S., Hall M. J., Shaw D. (2005), *Proposing a Systems Vision of Knowledge Management in Emergency Care*, The Journal of the Operational Research Society, 56(2), s. 180–192.
4. Kubiak B. F., (2003), red., *Strategia informatyzacji współczesnej organizacji. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
5. Nahotko S. ( 2000), *Podstawy kontrolingu finansowego*, Bydgoszcz: Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego.
6. Olszak C. (2007), *Tworzenie i wykorzystywanie systemów Business Intelligence na potrzeby współczesnej organizacji*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Karola Adamieckiego.
7. Shim J.K., Siegel J.G., Jurus J. (2001), *Dyrektor finansowy*, Warszawa: Oficyna Ekonomiczna : Dom Wydawniczy ABC.
8. Surma, J., (2009). *Business Intelligence - Systemy wspomaganie decyzji biznesowych*, PWN.
9. Tiedrich A.H. (2003), *Business Intelligence Tools: Perspective*, Gartner Report.

### Streszczenie

Większość istniejących na rynku rozwiązań Business Intelligence wykorzystuje metody eksploracji danych do szukania związków pomiędzy danymi pobranymi z systemów transakcyjnych i budowania na tej podstawie uogólnionych wniosków dla kadry zarządczej. Zaproponowane w pracy podejście opiera się na analizie budżetu przedsiębiorstwa i szukaniu związków pomiędzy czynnikami, które go kształtują. Takie podejście daje możliwość identyfikacji związków pomiędzy danymi finansowymi, cechami produktów i ich wartością rynkową.

### Słowa kluczowe

diagnostyka przedsiębiorstwa, budżet, eksploracja danych

### Application of budget approach for enterprise diagnosis in the Business Intelligence systems (Summary)

The majority of existing Enterprise Business Intelligence Suites use the data mining techniques to discover relationships between the data extracted from the transactional systems. This approach can be named inductive approach. Paper presents concept of Business Intelligence system basing on the budget approach. Using this method BI application could be able to find irregu-

larities between budget and financial data and discover relationship between characteristics of produced goods and their market value.

**Keywords**

diagnostic system, Business Intelligence, budgeting, data mining