

## Lidia OGIELA<sup>1</sup>, Dorota SREBRNY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

<sup>2</sup>FIRMA „SILVERNET”, ul. Akademii Umiejętności 65/5, Bielsko-Biała

# Kognitywne aplikacje dla znaczeniowej analizy danych

### Dr Lidia OGIELA

Informatyk, matematyk, ekonomista. W roku 2005 uzyskała tytuł doktora nauk technicznych w dyscyplinie informatyka. Jest pracownikiem Akademii Górniczo-Hutniczej od roku 2000, gdzie zajmuje się zagadnieniami informatyki kognitywnej. Jest autorką ponad dziewięćdziesięciu prac naukowych o zasięgu międzynarodowym w tym trzech książek z zakresu informatyki kognitywnej. Członek międzynarodowych towarzystw SIAM oraz SPIE.



e-mail: logiela@agh.edu.pl

### Mgr inż. Dorota SREBRNY

Informatyk, specjalista zarządzania finansami. W 2010 roku uzyskała tytuł magistra informatyki na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, a w 2011 roku uzyskała tytuł magistra na Wydziale Zarządzania AGH. Zajmuje się lingwistyką matematyczną i jej zastosowaniami do zadań znaczeniowej analizy danych. Interesuje się zagadnieniami analizy kognitywnej i możliwościami ich aplikacji w grupie inteligentnych systemów informacyjnych.



e-mail: papciak.dorota@gmail.com

### Streszczenie

W pracy przedstawione zostaną kognitywne systemy informacyjne dedykowane zagadnieniom analizy i interpretacji danych ekonomicznych. Prezentowane w niniejszej pracy systemy znaczeniowej analizy danych są przykładem systemów klasy UBMSS (*Understanding Based Management Support Systems*). Systemy UBMSS zostaną przedstawione na przykładzie dwu aplikacji odnoszących się do oceny płynności przedsiębiorstwa oraz do analizy przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie.

**Słowa kluczowe:** systemy UBMSS (*Understanding Based Management Support Systems*), informatyka kognitywna, inteligencja obliczeniowa, inteligentne systemy informatyczne, systemy kognitywnej kategoryzacji.

## Cognitive applications for semantic data analysis

### Abstract

This paper presents cognitive information systems for analysis and interpretation of economical data. The semantic data analysis systems are examples of UBMSS (*Understanding Based Management Support Systems*) systems presented in this publication on two examples - for estimation of the enterprise liquidity and analysis of the financial-cash flow. One of the UBMSS systems is dedicated to analysis of solvency (very good solvency, good solvency, poor or very poor solvency) of the enterprise ratio. The second one of the analyzed systems is used for assessing the cash flow structure - favourable or unfavourable structure of financial flow and risky structure of cash flow. UBMSS systems for cognitive analysis and semantic interpretation of the analyzed economical and financial data are also dedicated to analysis of other kinds of economical data, for example cash to current liabilities ratio, balance of payment, etc.

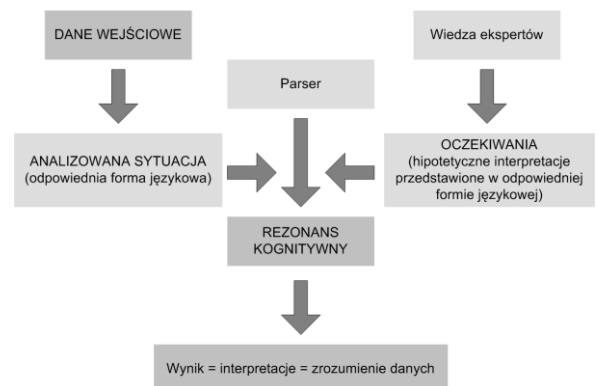
**Keywords:** UBMSS systems (*Understanding Based Management Support Systems*), cognitive informatics, computational intelligence, intelligent IT systems, cognitive categorization systems.

## 1. Procesy decyzyjne a kognitywne reguły wnioskowania

Procesy analizy kognitywnej charakteryzują procesy umysłowe zachodzących w mózgu człowieka, szczególnie te, które dotyczą analizy, interpretacji, wnioskowania, przewidywania danych sytuacji, znaczeń, oraz znaczenia informacji. Przebiegi tego rodzaju procesów stają się podstawą tworzenia inteligentnych systemów informacyjnych [2-5, 13] oraz systemów kognitywnych odgrywających ogromną rolę w zagadnieniach analizy i interpretacji danych prowadzonych w obszarach informatyki kognitywnej [7, 8].

Wnioskowanie kognitywne polega na analizie i rozumieniu treści i semantyki badanych danych. Analiza semantyczna bazuje na analizie leksykalnej, która w oparciu o budowę pewnego słowa dokonuje jego opisu i znajduje znaczenie treści, jaką to słowo niesie. Podstawą przeprowadzanego rozbioru gramatycznego jest określony język, do którego należy wspomniany element, a proces rozumienia jest wynikiem porównania zarejestrowanych wcześniej oczekiwań dotyczących odpowiednich cech danych z własnościami

pochodzącymi z tekstów wejściowych. Zbiór przewidywań odnośnie spodziewanych właściwości analizowanych elementów jest wynikiem analizy wiedzy ekspertów, których oczekiwania dotyczące znaczeń poszczególnych sytuacji przedstawione są w systemowej bazie wiedzy. Z tak skonstruowanym zbiorem semantycznych hipotez jest porównywany strumień danych wejściowych, w wyniku czego dochodzi do zjawiska rezonansu kognitywnego [6-8, 10, 12]. Rezultatem tego procesu jest lista wybranych interpretacji, które zostały uznane za odpowiadające analizowanym danym wejściowym - w ten sposób dochodzi do etapu rozumienia analizowanych danych (rys. 1).



Rys. 1. Schemat procesu rozumienia kognitywnego. Źródło: opracowanie własne  
Fig. 1. The cognitive understanding schema. Source: own development

W procesie analizy i rozumienia danych niezbędne jest także określenie, jak dużą rolę odgrywa odpowiednia forma językowa, za pomocą której zapisywany jest ciąg analizowanych danych wejściowych oraz zbiór hipotez semantycznych opracowanych przez ekspertów. Najprostszymi elementami języka są pojedyncze litery czyli zdefiniowane parametry i wskaźniki, których zestawy mogą stanowić ciągi wejściowe dla analizatora składniowego. Zbiór wszystkich liter określany jest mianem alfabetu, z którego możliwe jest dalsze konstruowanie wyrazów i zdań poddawanych analizie. Wszystkie sposoby tworzenia bardziej złożonych wyrażeń z prostszych elementów określa gramatyka odpowiednia dla danego języka. To dzięki regułom w niej zawartym istnieje możliwość zapisania zarówno wiedzy ekspertów, jak również metod przekształcania elementarnych parametrów w skomplikowane opisy sytuacji oraz procesów zachodzących w określonym przedsiębiorstwie. Chociaż konstrukcje te, będące zbiorami symboli terminalnych, nie są zrozumiałe dla człowieka to jednak taki zapis pozwala parserowi na szybką, automatyczną i efektywną ich analizę i zrozumienie. Następnie możliwe jest przedstawienie uzyskanych rezultatów w sposób czytelny dla użytkownika, także dzięki zastosowanej gramatyce formalnej.

Systemy analizy znaczeniowej dedykowane wspomaganie zarządzania przedsiębiorstwem - systemy UBMSS (*Understanding*

Based Management Support Systems) - koncentrują się na prawidłowym doborze odpowiednich wskaźników ekonomicznych. Wskaźniki te odzwierciedlają w sposób dokładny działalność gospodarczą danego przedsiębiorstwa, jego stan (kondycję), a także wynik finansowy, jak również są wyrazem rejestracji i uogólniania określonych zdarzeń gospodarczych. Kryteria klasyfikacji wskaźników finansowych są różnorodne [1, 9], a najbardziej typowe (pojawiające się najczęściej w analizach wskaźnikowych) i niosące najwięcej informacji jest następujące rozróżnienie grup wskaźników [2]:

- 1) wskaźniki płynności – charakteryzują zasoby i stopień wypłacalności majątku obrotowego, który stanowi podstawę bieżącej działalności przedsiębiorstwa,
- 2) wskaźniki wspomagania finansowego (nazywane wskaźnikami zadłużenia finansowego) – wyjaśniają źródła finansowania majątku firmy, zwłaszcza stopień udziału kapitałów obcych (przez zobowiązania krótko- i długoterminowe) oraz związaną z nim efektywność nakładów czyli płaconych odsetek,
- 3) wskaźniki obrotowości – pokazują szybkość krążenia (obrotu) składników majątkowych i ich produktywność,
- 4) wskaźniki rentowności – prezentują finansową efektywność działalności gospodarczej danej jednostki poprzez powiązanie wyniku finansowego z przychodami ze sprzedaży (dóbr i usług) oraz kosztami ich uzyskania.

Poddawane analizie znaczeniowej dane ekonomiczno-finansowe w systemach UBMSS pozwalają na prawidłową interpretację danych ekonomicznych i finansowych firmy, które przekazane kierownictwu pozwalają mu podejmować słuszne decyzje strategiczne dotyczące przedsiębiorstwa.

## 2. Kognitywny system UBMSS do oceny płynności przedsiębiorstwa

Ocena płynności przedsiębiorstwa następuje przy wykorzystaniu wskaźników płynności umożliwiających ocenę stopnia wypłacalności danej jednostki gospodarczej i jej zdolności do terminowego regulowania bieżących zobowiązań. Na tej podstawie możliwa jest ocena sytuacji finansowej przedsiębiorstwa poprzez powiązanie składników majątkowych (czasem razem z rozliczeniami międzyokresowymi czynnymi) ze zobowiązaniami krótkookresowymi, czyli wymagalnymi w ciągu roku. Dodatkowo możliwe jest uzupełnienie analizy o zobowiązania bieżące np. fundusze specjalne, rozliczenia międzyokresowe oraz przychody przyszłe. Wyróżnia się następujące rodzaje wskaźników płynności [1]:

- a) wskaźnik bieżącej płynności (ang. current ratio),
- b) wskaźnik szybkiej płynności (ang. quick ratio),
- c) wskaźnik wypłacalności środkami pieniężnymi (ang. cash to current liabilities ratio),
- d) bilans płatniczy.

Do celów prowadzonej analizy w systemach UBMSS zostały wykorzystane dwa rodzaje wskaźników płynności - wskaźniki płynności bieżącej i wskaźniki płynności szybkiej jako najbardziej podstawowe sposoby oceny płynności przedsiębiorstw.

Do analizy znaczeniowej płynności przedsiębiorstwa w systemach klasy UBMSS została zdefiniowana gramatyka formalna następującej postaci [11]:

$$G_{pl} = (V_{Npl}, V_{Tpl}, SP_{pl}, STS)$$

gdzie:

$V_{Npl}$  - zbiór symboli nieterminalnych zdefiniowany następująco:

$V_{Npl} = \{WYPLACALNOŚĆ, BARDZO\_DOBRA, DOBRA, SŁABA, BARDZO\_SŁABA\}$ ,

$V_{Tpl}$  - zbiór symboli terminalnych zdefiniowany następująco:  
 $V_{Tpl} = \{a, b, c, d, e\}$ , gdzie  $a \in [0, 1)$ ,  $b \in [1, 1,2)$ ,  $c \in [1,2, 1,5)$ ,  $d \in [1,5, 2)$ ,  $e \in [2, +\infty)$

$STS \in V_{Npl}$ ,  $STS = WYPLACALNOŚĆ$

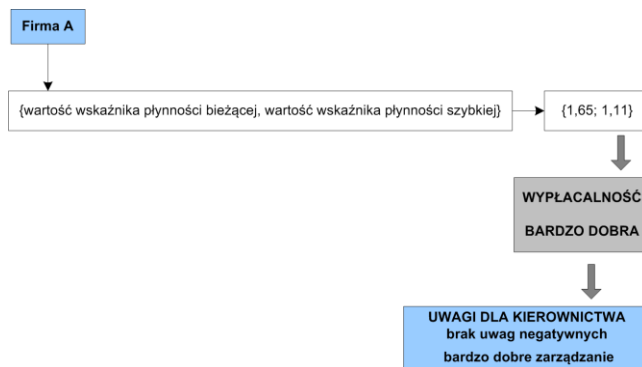
$SP_{pl}$  - zbiór produkcji zdefiniowany następująco:

1. WYPLACALNOŚĆ  $\rightarrow$  BARDZO\_DOBRA | DOBRA | SŁABA | BARDZO\_SŁABA
2. BARDZO\_DOBRA  $\rightarrow$  DB | DC | DD // płynność = bardzo dobra (optymalna)
3. DOBRA  $\rightarrow$  CB | CC | CD | DA (\*) | DE | EB (\*) | EC | ED (\*\*\*) // płynność = dobra
4. SŁABA  $\rightarrow$  BB | BC | BD (\*\*) | BE (\*\*) | CA (\*) | CE (\*\*) | EA (\*) | EE //płynność = słaba
5. BARDZO\_SŁABA  $\rightarrow$  AA | AB | AC | AD (\*\*) | AE (\*\*) | BA // płynność = bardzo słaba
6. A  $\rightarrow$  a
7. B  $\rightarrow$  b
8. C  $\rightarrow$  c
9. D  $\rightarrow$  d
10. E  $\rightarrow$  e

Oznaczenia akcji semantycznych dla niektórych sytuacji (dostarczające dodatkowych informacji):

- (\*) uwaga = bardzo duże zamrożenie środków w zapasach,  
 (\*\*) uwaga = brak zapasów i/lub zdecydowana większość środków w należnościach i na rachunkach bankowych,  
 (\*\*\*) uwaga = nadpłynność.

W wyniku analizy znaczeniowej wartości wskaźników płynności otrzymano przykładowe rezultaty (rys. 2-5).



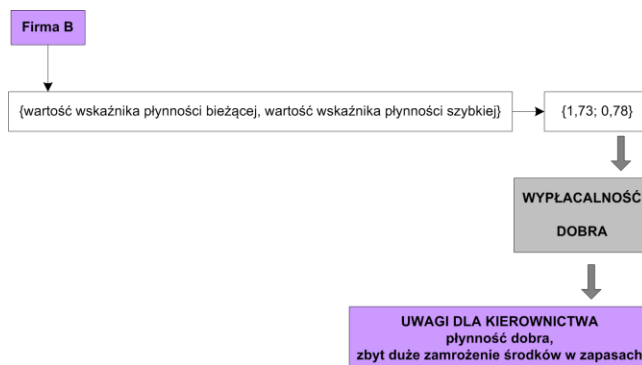
Rys. 2. Przykład systemu UBMSS - bardzo dobra wypłacalność przedsiębiorstwa.

Źródło: opracowanie własne

Fig. 2. Example UBMSS system - solvency of enterprise very good.

Source: own development

Na rysunku 2 przedstawiono przykład systemu UBMSS, który dla wartości wskaźnika płynności bieżącej (1,65) oraz dla wskaźnika płynności szybkiej (1,11) określa wypłacalność przedsiębiorstwa jako bardzo dobrą i wskazuje na bardzo dobre zarządzanie firmą.



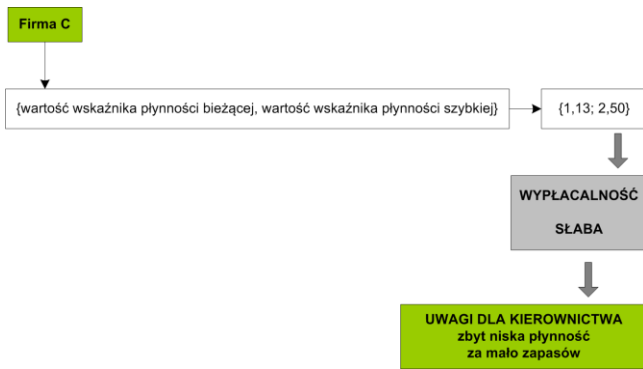
Rys. 3. Przykład systemu UBMSS - dobra wypłacalność przedsiębiorstwa.

Źródło: opracowanie własne

Fig. 3. Example UBMSS system - good solvency of enterprise.

Source: own development

Na rysunku 3 przedstawiono przykład systemu UBMSS, który dla wartości wskaźnika płynności bieżącej (1,73) oraz dla wskaźnika płynności szybkiej (0,78) określa wypłacalność przedsiębiorstwa jako dobrą i wskazuje na zbyt duże zamrożenie środków w zapasach.



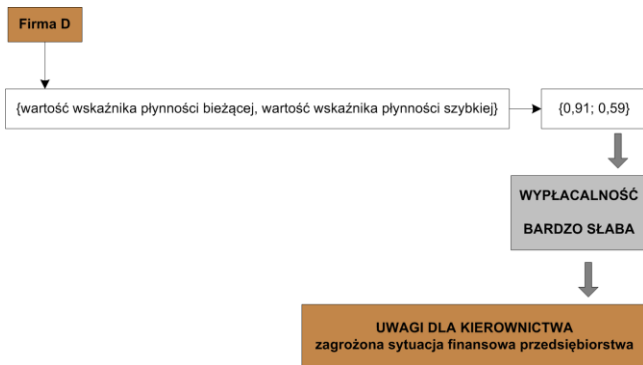
Rys. 4. Przykład systemu UBMSS - słaba wypłacalność przedsiębiorstwa.

Źródło: opracowanie własne

Fig. 4. Example UBMSS system - weak solvency of enterprise.

Source: own development

Na rysunku 4 przedstawiono przykład systemu UBMSS, który dla wartości wskaźnika płynności bieżącej (1,13) oraz dla wskaźnika płynności szybkiej (2,5) określa wypłacalność przedsiębiorstwa jako słabą i wskazuje na zbyt niską płynność firmy i zbyt małe zapasy.



Rys. 5. Przykład systemu UBMSS - bardzo słaba wypłacalność przedsiębiorstwa.

Źródło: opracowanie własne

Fig. 5. Example UBMSS system - very weak solvency of enterprise.

Source: own development

Na rysunku 5 przedstawiono przykład systemu UBMSS, który dla wartości wskaźnika płynności bieżącej (0,91) oraz dla wskaźnika płynności szybkiej (0,59) określa wypłacalność przedsiębiorstwa jako bardzo słabą i wskazuje na zagrożoną sytuację finansową firmy.

System UBMSS do oceny płynności przedsiębiorstwa pozwala nie tylko na analizę wybranych wskaźników finansowych, ale przede wszystkim wzbogacony o elementy znaczeniowej analizy danych wskazuje kierunki działalności i rozwoju dla danego przedsiębiorstwa. Na rysunkach 2-5 kierunki te zostały przedstawione w postaci uwag dla kierownictwa, po uwzględnieniu których możliwym będzie poprawa płynności finansowej danej firmy. Analiza znaczeniowa jako element wnikliwej analizy danych wzbogaconej o elementy prognostyczne wskazujące przyszłą (bardziej lub mniej odległą w czasie) sytuację (kondycję) przedsiębiorstwa, pokazuje w jakim kierunku powinna zmierzać naprawa lub polepszenie obecnej sytuacji firmy.

### 3. Kognitywny system UBMSS do oceny struktury przepływów pieniężnych

Problem dotyczący organizowania właściwych przepływów środków pieniężnych przez organizację dotyczy między innymi określenia w jakim czasie i na jaki okres ponoszone są zwiększone nakłady na inwestycje, konieczności sprzedaży majątku, określenia zobowiązań kredytowych, itp. W tym celu, po przeanalizowaniu kilku wariantów zdobycia i rozdysponowania środków pieniężnych, tworzony jest *pro forma* rachunek przepływów pieniędzy

nych, na podstawie którego dokonuje się analizy konsekwencji ekonomicznych wyliczonych wartości sald dotyczących realizowanej działalności operacyjnej, inwestycyjnej i finansowej w każdym z rozważanych przypadków.

System UBMSS prowadzący analizę znaczeniową oceny struktury przepływów pieniężnych bazuje na wartościach sald działalności operacyjnej, inwestycyjnej i finansowej z rachunku *pro forma* przepływu środków pieniężnych.

Do analizy znaczeniowej przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie w systemach klasy UBMSS została zdefiniowana gramatyka formalna następującej postaci [11]:

$$G_{prz} = (V_{Nprz}, V_{Tprz}, SP_{prz}, STS)$$

gdzie:

$V_{Nprz}$  - zbiór symboli nieterminalnych zdefiniowany następująco:

$V_{Nprz} = \{\text{PRZEPLYWY, KORZYSTNE, NIEKORZYSTNE, RYZYKOWNE}\}$

$V_{Tprz}$  - zbiór symboli terminalnych zdefiniowany następująco:

$V_{Tprz} = \{a, b\}$ , gdzie  $a \in [0, +\infty)$ ,  $b \in (-\infty, 0)$

$STS \in V_{Nprz}$ ,  $STS = \text{PRZEPLYWY}$

$SP_{prz}$  - zbiór produkcji zdefiniowany następująco:

1. PRZEPLYWY  $\rightarrow$  KORZYSTNE | NIEKORZYSTNE | RYZYKOWNE.
2. KORZYSTNE  $\rightarrow$  AAA | ABA | BBA // przepływy = korzystne, uwagi = dobra płynność, rozwój firmy i jej wiarygodność, dobra efektywność inwestycji.
3. NIEKORZYSTNE  $\rightarrow$  BAB // przepływy = niekorzystne, uwagi = trwałe trudności finansowe, małe szanse na polepszenie kondycji.
4. RYZYKOWNE  $\rightarrow$  AAB (\*) | ABB (\*\*) | BAA (\*\*\*) | BBB (\*\*\*\*) // przepływy = ryzykowne.
5. A  $\rightarrow$  a.
6. B  $\rightarrow$  b.

Oznaczenia akcji semantycznych dla niektórych sytuacji (dostarczenie dodatkowych informacji):

(\*) uwagi = zagrożenie, gdy:

$|\text{przeplwy\_operacyjne} + \text{przeplwy\_inwestycyjne}| \leq |\text{przeplwy\_finansowe}|$ .

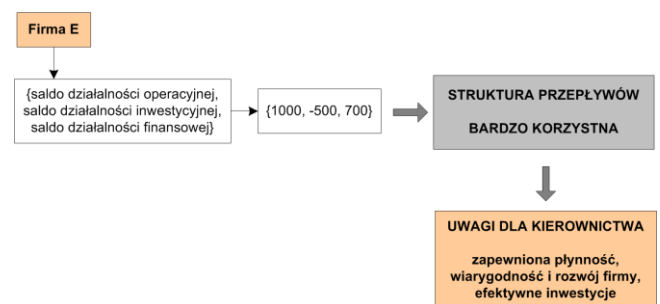
(\*\*) uwagi = zagrożenie, gdy:

$|\text{przeplwy\_operacyjne}| \leq |\text{przeplwy\_finansowe} + \text{przeplwy\_inwestycyjne}|$ .

(\*\*\*) uwagi = nie ma zagrożenia trwałej utraty płynności, ale mogą wystąpić przejściowe trudności finansowe.

(\*\*\*\*) uwagi = wykorzystywanie zgromadzonych wcześniej środków, w dłuższej perspektywie grozi bankrutem.

W wyniku analizy znaczeniowej wartości wskaźników płynności otrzymano przykładowe rezultaty (rys. 6-9).

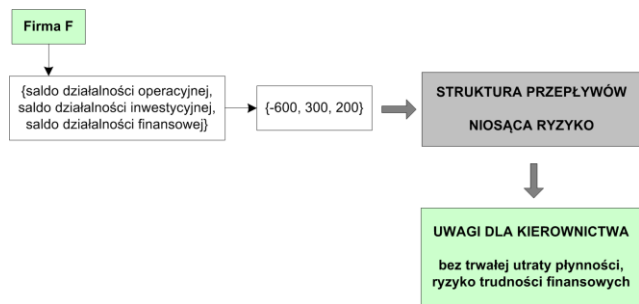


Rys. 6. Przykład systemu UBMSS - bardzo korzystna struktura przepływów pieniężnych. Źródło: opracowanie własne

Fig. 6. Example UBMSS system - very advantageous structure of financial flow.

Source: own development

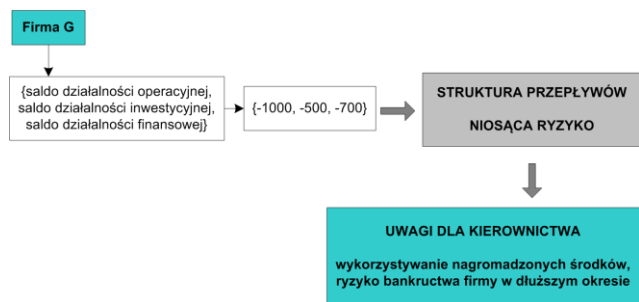
Rysunek 6 przedstawia sytuację firmy, w której na podstawie salda działalności operacyjnej wynoszącego 1000, salda działalności inwestycyjnej równego -500 oraz salda działalności finansowej przyjmującego wartość 700, struktura przepływów pieniężnych określona została jako bardzo korzystna. W tym przypadku system UBMSS określa sytuację firmy jako firmę rozwojową.



Rys. 7. Przykład systemu UBMS - struktura przepływów pieniężnych niosąca ryzyko. Źródło: opracowanie własne

Fig. 7. Example UBMS system - risky structure of financial flow. Source: own development

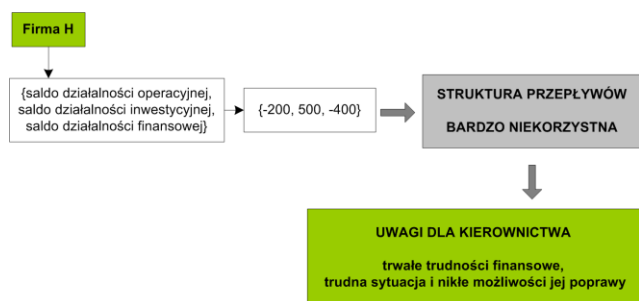
Rysunek 7 przedstawia sytuację firmy, w której na podstawie salda działalności operacyjnej wynoszącego -600, salda działalności inwestycyjnej równego 300 oraz salda działalności finansowej przyjmującego wartość 200, struktura przepływów pieniężnych określona została jako ryzykowna. W tym przypadku system UBMS wskazuje na mogące pojawić się ryzyko finansowe firmy.



Rys. 8. Przykład systemu UBMS - struktura przepływów pieniężnych niosąca ryzyko. Źródło: opracowanie własne

Fig. 8. Example UBMS system - risky structure of financial flow. Source: own development

Rysunek 8 przedstawia sytuację firmy, w której na podstawie salda działalności operacyjnej wynoszącego -1000, salda działalności inwestycyjnej równego -500 oraz salda działalności finansowej przyjmującego wartość -700, struktura przepływów pieniężnych określona została jako ryzykowna. W tym przypadku system UBMS wskazuje na mogące wystąpić w długim okresie czasu ryzyko bankructwa firmy.



Rys. 9. Przykład systemu UBMS - bardzo niekorzystna struktura przepływów pieniężnych. Źródło: opracowanie własne

Fig. 9. Example UBMS system - very adverse structure of financial flow. Source: own development

Rysunek 9 przedstawia sytuację firmy, w której na podstawie salda działalności operacyjnej wynoszącego -200, salda działalności inwestycyjnej równego 500 oraz salda działalności finansowej przyjmującego wartość -400, struktura przepływów pieniężnych określona została jako bardzo niekorzystna. W tym przypadku system UBMS wskazuje na trwałe trudności finansowe firmy.

System UBMS do oceny przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa pozwala nie tylko na analizę wybranych wskaźników finansowych, ale przede wszystkim wzbogacony o elementy

znaczeniowej analizy danych wskazuje kierunki działalności i rozwoju dla danego przedsiębiorstwa. Na rys. 6-9 kierunki te zostały przedstawione w postaci uwag dla kierownictwa.

W celu polepszenia sytuacji przedsiębiorstw prowadzona analiza znaczeniowa może obejmować różnorodne wskaźniki ekonomiczno-finansowe przedsiębiorstw, do których zaliczyć można następujące z nich: finansowanie przedsiębiorstw przy wykorzystaniu kapitału obcego, a także zwiększenie rentowności kapitału własnego.

## 4. Wnioski

Kognitywne systemy UBMS do znaczeniowej analizy danych finansowych mogą prowadzić analizę różnorodnych wskaźników finansowych. Możliwa jest kombinacja większej ilości wskaźników w celu głębszego i bardziej wnikliwego zbadania (oceny) sytuacji danego przedsiębiorstwa oraz wyznaczenia kierunków na przyszłość. Analiza znaczeniowa wspomagająca procesy decyzyjne pozwala opisać sytuację firmy i jednocześnie wyznaczyć kierunki naprawy niekorzystnej sytuacji przedsiębiorstwa. Wzbogacenie analizy danych o elementy analizy znaczeniowej pozwala ukierunkowywać procesy decyzyjne na wydobycie informacji semantycznej w celu jej wykorzystania w procesach analizy kognitywnej.

*Niniejsza praca powstała w wyniku badań prowadzonych w ramach projektu numer N N516 478940, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.*

## 5. Literatura

- [1] Bednarski L.: Analiza finansowa w przedsiębiorstwie, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 1997.
- [2] Branquinho J. (Eds.): The Foundations of Cognitive Science. Clarendon Press, Oxford, 2001.
- [3] Chomsky N.: Language and Problems of Knowledge: The Managua Lectures. MIT Press, Cambridge, MA, 1988.
- [4] Cohen H., Lefebvre C. (Eds.): Handbook of Categorization in Cognitive Science. Elsevier, The Netherlands, 2005.
- [5] Meystel A.M., Albus J.S.: Intelligent Systems – Architecture, Design, and Control. A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, Inc., Canada, 2002.
- [6] Ogiela L.: UBMS (Understanding Based Managing Support Systems) as an Example of the Application of Cognitive Analysis in Data Analysis. CISIM 2007, IEEE Proc. 6th International Conf. CISIM'07 – Computer Information Systems and Industrial Management Applications, Elk, Poland, 28-30 June 2007, pp. 77-80.
- [7] Ogiela L.: Cognitive Informatics in Automatic Pattern Understanding and Cognitive Information Systems, in: Yingxu Wang, Du Zhang, Witold Kinsner (Eds.), Advances in Cognitive Informatics and Cognitive Computing, Studies in Computational Intelligence (SCI), Vol. 323, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, pp. 209-226.
- [8] Ogiela L., Ogiela M.R.: Cognitive Techniques in Visual Data Interpretation, Studies in Computational Intelligence 228, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
- [9] Srebrny D.: Wykorzystanie kognitywnych systemów ekonomicznych w p-rocesie podejmowania decyzji finansowych w przedsiębiorstwie, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, 2011 (praca dyplomowa).
- [10] Ogiela L., Tadeusiewicz R.: Inteligencja obliczeniowa w wybranych kognitywnych systemach informatycznych, Pomiar Automatyka Kontrola vol. 57, nr. 2/2011, str. 215-219.
- [11] Srebrny D.: Wykorzystanie kognitywnych systemów ekonomicznych w procesie podejmowania decyzji finansowych w przedsiębiorstwie, AGH, Kraków, 2011 (praca dyplomowa)
- [12] Tadeusiewicz R., Ogiela L., Ogiela M.R.: Cognitive Analysis Techniques in Business Planning and Decision Support Systems. In: L. Rutkowski et al. (Ed.), ICAISC 2006, LNAI 4029, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006, pp. 1027-1039.
- [13] Zhong N., Raś Z.W., Tsumoto S., Suzuki E. (Eds.): Foundations of Intelligent Systems. 14th Int. Symp., ISMIS 2003, Maebashi City, Japan.