

# OD SYSTEMU INFORMATYCZNEGO DO SYSTEMU INFORMACYJNEGO, CZYLI O EWOLUCJI ŚWIADOMOŚCI NA PRZYKŁADZIE DOŚWIADCZEŃ UNIWERSYTETU ŁÓDZKIEGO W LATACH 2002-2009

Jacek KALINOWSKI, Ścibór SOBIESKI

*Nie ma nic trudniejszego do wykonania,  
ani bardziej wątpliwego, że się powiedzie,  
ani bardziej niebezpiecznego do pokierowania  
niż zapoczątkowanie nowego ładu.*

Niccolo Macchiavelli

**Streszczenie:** W artykule autorzy opisali doświadczenia wynikające z tworzenia i wdrażania systemów informatycznych wspomagających pracę administracji centralnej uczelni wyższej. Wskazano, że sam system informatyczny to zbyt mało, każda firma musi ewaluować w stronę zintegrowanego systemu zarządczego wspomagającego podejmowanie decyzji biznesowych. Opisana została koncepcja Kompleksowego Systemu Informacyjnego do Zarządzania UŁ, stworzonego w oparciu o koncepcję rachunkowości zarządczej.

**Słowa kluczowe:** zintegrowany system informatyczny, zintegrowany system informacyjny, rachunkowość zarządcza.

## 1. Wprowadzenie

### 1.1 Geneza potrzeb

Uniwersytet Łódzki powstał 24 maja 1945 roku i obecnie jest jednym z największych polskich uniwersytetów posiadającym 11 wydziałów. W roku akademickim 2008/2009 studiowało w nim ponad 41.000 osób. Uczelnia zatrudnia ponad 2.200 pracowników naukowych (w tym ponad 200 profesorów tytularnych, 305 doktorów habilitowanych, 891 doktorów). Ze względu na swoje rozmiary oraz uwarunkowania historyczne Uniwersytet Łódzki charakteryzuje się rozbudowaną strukturą administracyjną, różnorodnością form finansowania, liczną grupą pracowników własnych oraz obcych. Jako jednostka tej wielkości i 65 letniej historii posiada własny charakter zarządczy, będący często oczywistą naleciałością przeszłości. Uniwersytet Łódzki nie jest w tym względzie odmienny od wielu innych dużych uczelni państwowych, ale jako jeden z ostatnich posiada ściśle scentralizowane zarządzanie (23.11.2009 Senat UŁ podjął decyzję, że od roku 2010 rozpoczyna proces decentralizacji zarządzania). Jednocześnie jest to uczelnia, która dość wcześnie użytkowała komputery wspomagające różne procesy biznesowe. Jednak to właśnie to ta długa historia użytkowania komputerów stała się niejako obciążeniem, gdyż według zasady „lepsze znane zło od nieznanego”, nikt nie miał ochoty wymieniać użytkowanych już systemów informatycznych na lepsze, dopóki wszystko działało (choćby ich działanie było ułomne, czy po prostu nieprzystające do zmieniających się warunków).

W 2002 roku Rektorzy UŁ postawili sobie za cel reorganizację wielu sfer administracji uczelni oraz dostarczenie narzędzi informatycznych wspomagających pracę wielu sfer administracyjnych. Jak zaznaczono wcześniej, UŁ posiadał już doświadczenie w użytkowaniu różnego rodzaju systemów czy programów wspomagających pracę poszczególnych działów administracji. Pierwsze próby stosowania komputerów przy naliczaniu płac podjęto 30 lat wcześniej. W latach 80-tych ubiegłego wieku stosowano już kilka różnych programów komputerowych. W chwili podjęcia decyzji o kompleksowej modernizacji funkcjonowało w UŁ około 30 programów wspomagający pracę poszczególnych działów, gdzie do najważniejszych można zaliczyć systemy obsługi studentów, kadr, płac, działu socjalnego, finansowego, rozliczania grantów.

Uwzględniając bagaż uczelni w postaci 65 lat funkcjonowania administracji, jak i wielu lat użytkowania, często zupełnie różnych systemów komputerowych, zdano sobie wtedy sprawę, że nie ma na rynku systemów informatycznych gotowego rozwiązania, które wypełniałoby wszystkie potrzeby państwowej uczelni wyższej w Polsce. Ze względu na wymienione czynniki ogromnie trudno było znaleźć na rynku system informatyczny spełniający oczekiwania władz uczelni. Chciano, by system taki pozwoliłby na usprawnienie procesu kontroli, nadzoru i zarządzania tak rozbudowaną jednostką, a Uniwersytet Łódzki stałby się uczelnią konkurencyjną dla zalewających polski rynek uczelni prywatnych nie tylko pod względem jakości uczenia czy oferty pozaedukacyjnej, ale także nowoczesnej struktury organizacyjnej.

## 1.2 Wstępny plan działania

Władze UŁ podjęły strategiczną decyzję o konieczności kompleksowej informatyzacji. Jej nadzór nad dalszymi pracami powierzyły jednemu z prorektorów, który wraz ze współpracownikami przeprowadził dokładną inwentaryzację posiadanych zasobów informatycznych oraz zasobów ludzkich mogących pomóc w dalszych pracach. Kolejnym etapem była analiza rynku w zakresie systemów informatycznych, które w pewnym zakresie można by było wykorzystać. Sporządzono wstępny plan działania, który w pierwszej fazie składał się z trzech zasadniczych nurtów:

- **Wdrożenia systemu USOS** – wybranego do obsługi dziekanatu, a powstałego na początku jako projekt realizowany w ramach grantu TEMPUS, następnie przekazanego konsorcjum uczelni wyższych w Polsce (MUCI). Procesem wdrożenia zajęli się pracownicy UŁ (został on szczegółowo opisany w pracy [4]). Krótki zarys jego wdrożenia wraz z napotkanymi problemami opiszemy dalej.
- **Zaprojektowania i stworzenia Systemu Rektorat** – a dokładniej niektórych modułów systemu dla potrzeb administracji, takiej jak: kadry, płace, bhp, socjalny, finanse i wiele innych. W tym celu powołano zespół pracowniczo-studencki, któremu powierzono wspomniane zadania. Finansowanie postanowiono w pierwszym etapie pokryć własnymi zasobami. Szerzej o samej koncepcji takiego systemu pisano w pracy [3], natomiast niniejszej artykule objaśniono jedynie pewną chronologię wydarzeń oraz doświadczenia z tego płynące.
- **Opracowania koncepcji zintegrowanego procesu zarządzania uczelnią** - dość szybko zrozumiano, że wypełnienie potrzeb jedynie na poziomie systemów informatycznych to za mało i należy spojrzeć na zagadnienie zarządzania znacznie szerzej.

## 2. Realizacja celów

W niniejszym punkcie przedstawiono wdrożenie USOS, tworzenie i wdrożenie kolejnych modułów Systemu Rektorat, oraz plany dotyczące zintegrowanego systemu zarządczego w ujęciu chronologicznym. Ograniczono się tu do przedstawienia najważniejszych, naszym zdaniem, wydarzeń.

### 2.1. USOS

- **Wrzesień 2002** – władze rektorskie podejmują decyzję o wdrażaniu systemu USOS.
- **Rok akademicki 2002/2003** – w pierwszym kroku zostaje opracowany schemat organizacyjny całej uczelni i zakodowane zostają wszystkie jednostki dydaktyczne. Następnym krokiem było wprowadzenie do bazy wszystkich kierunków, specjalności i uzyskiwanych certyfikatów, niezależnie od decyzji, które wydziały w pierwszej kolejności będą wdrażane. Zaprojektowano indywidualne sposoby kodowania dla każdego wydziału, rodzaju zajęć, typu punktów za przedmioty, programów studiów i ich etapy. W drodze konsultacji zostały wybrane cztery wydziały, od których rozpoczęto wdrożenie. Jednocześnie przygotowywano słowniki programów studiów dla studentów, którzy od następnego roku mieli być obsługiwani w USOS-ie. Na wydziałach zostały zainstalowane wersje testowe USOS-a. Instalacja oprogramowania ujawniła potrzeby wymiany sprzętu komputerowego w dziekanatach – stary nie był wystarczająco wydajny. Od stycznia prowadzone były szkolenia z obsługi systemu dla osób pracujących w dziekanatach. Jednocześnie przeszkolona została grupa studentów informatyki do pomocy przy wprowadzaniu danych. Studenci zostali zobowiązani do wspomagania pracy w dziekanatach do końca roku 2003.
- **Rok akademicki 03/04** – do wdrożenia przygotowywane zostały pozostałe wydziały. Wyznaczono terminy zakodowania symboli poszczególnych wydziałów i zdefiniowania dla nich programów studiów. Na wszystkich wydziałach znalazły się stanowiska z bazą produkcyjną i testową. Przez cały czas prowadzone były szkolenia pracowników dziekanatów. Tu również skorzystano z pomocy studentów do zakodowania symboli studentów uczęszczających na zajęciach na wszystkich latach studiów.
- **Rok akademicki 04/05** – system USOS działa na całej uczelni, wdrożono podsystem opłat za studia - wiązało się to z procedurą generowania konta bankowego dla każdego studenta uczelni, informacje o wpłatach były codziennie pobierane z banku do bazy.
- **Rok akademicki 05/06** – za pomocą systemu USOS zaczęto przyznawać stypendia socjalne i motywacyjne, polecenia wypłaty stypendiów były generowane za pośrednictwem systemu.
- **Rok akademicki 06/07** – powszechnie zastosowano zapisy na przedmioty, obsługę akademików oraz drukowanie legitymacji elektronicznej studenta.
- **Rok akademicki 07/08** – KIOD – rozliczanie kart obciążeń dydaktycznych, wysyłanie korespondencji do grup studenckich w dziekanacie.
- **Rok akademicki 08/09** – wdrożono modułu praktyk studenckich oraz rozpoczęto pracę z modułem BWZ.

## 2.2. System Rektorat

- **Wrzesień 2002** – władze rektorskie podejmują decyzję o konieczności stworzenia lub kupienia zintegrowanego systemu informatycznego. Po dyskusjach w gronie specjalistów zapada decyzja o tworzenie takiego systemu we własnym zakresie. Miał być on tworzony etapowo poczynając od modułu kadrowo - płacowego.
- **Luty 2003** – powstaje 4 osobowa grupa złożona z pracowników ówczesnego Wydziału Matematyki, której zadaniem jest wstępne rozpoznanie zakresu prac i wybór technologii tworzenia.
- **Wrzesień 2003** – grupa rozszerza się do 6 osób i rozpoczynają się prace programistyczne.
- **Czerwiec 2004** – moduł Kadry zostaje utworzony, wdrożony i przekazany do użytkowania, jednocześnie rozpoczynają się prace nad modułem Płace. Grupa liczy już 8 pracowników.
- **Styczeń 2005** – wdrożona zostaje podstawowa funkcjonalność modułu Płace. Rozpoczynają się dalsze prace nad rozszerzeniem modułu oraz tworzenie modułu Elektronicznej Rekrutacji. Grupa liczy kilkanaście osób i mniej więcej w tej liczności pozostaje do dziś.
- **Czerwiec 2005** – rekrutacja na UŁ zostaje rozszerzona o formę elektroniczną, która spotkała się z bardzo dobrym przyjęciem u kandydatów na studia.
- **Styczeń 2006** – moduł Płace zostaje rozszerzony o Podatki i Umowy. Moduł Rekrutacja zostaje poszerzony o nową funkcjonalność, przez co władze podejmują decyzję o całkowitej rezygnacji z rekrutacji papierowej. Rozpoczynają się prace nad modułem KIOD – służącym do rozliczania godzin dydaktycznych prowadzonych przez nauczycieli. Moduł ten czerpie dane o przepracowanych godzinach z wdrożonego już w tym czasie systemu USOS.
- **Czerwiec 2006** – rozpoczynają się prace nad modułem Socjalny oraz BHP. Rozpoczynają się prace nad portalem informacyjnym dla pracowników, na którym będzie można zobaczyć swoje informacje kadrowe i płacowe.
- **Styczeń 2007** – rozpoczynają się prace nad nowym portalem informacyjnym UŁ (portal UNI) oraz portalem dla studentów. Rozpoczynają się prace nad automatyczną synchronizacją systemów: Rektorat i USOS.
- **Rok 2008** – wdrożone i użytkowane są następujące moduły: Kadry, Płace, Rachunki, Podatki, BHP, Rekrutacja, Portal UNI. Stworzony zostaje portal do obsługi zapisów na Przynależność Obronne, tymczasowy portal dla BWZ (wymiana studencka w ramach programów międzynarodowych).
- **Rok 2009** – trwają prace nad nowoczesnym portalem uczelni, następuje wstępna integracja, na poziomie baz, użytkowanych systemów. Powstają systemy: Giełda Pracowników Niedopensowanych, Portal Badań Naukowych, Biuro Karier Zawodowych.

## 2.3. Zintegrowany system zarządczy

- **Kwiecień 2004** – rozpoczynają się rozmowy z różnymi naukowcami z Wydziałów Ekonomii i Zarządzania, nad możliwością powołania grupy, której celem byłoby stworzenie dokumentacji do zintegrowanego systemu do zarządzania uczelnią.

- **Jesień 2004** – powstają dwa zespoły, których celem jest stworzenie dokumentacji na potrzeby rachunkowości zarządczej oraz projektu informatycznego zintegrowanego systemu zarządczego.
- **Lata 2004/2006** – zespół tworzący założenia do systemu rachunkowości zarządczej prowadzi wywiady z różnymi działami chcąc pozyskać jak najdokładniejszy obraz planowanego systemu informacyjnego.
- **Październik 2006** – władze UŁ otrzymują pełny projekt zintegrowanego systemu opartego na rachunkowości zarządczej, stworzonego pod kierownictwem prof. Ireny Sobańskiej - kierownika Katedry Rachunkowości Wydziału Zarządzania UŁ.
- **Lata 2006/2007** – podejmowane są rozmowy z różnymi firmami, które posiadają systemy finansowo-księgowo stworzone pod kontem rachunkowości zarządczej. Celem UŁ jest integracja posiadanych modułów z takim systemem.
- **Lata 2008/2009** – ze względu na okres wyborów nowych władz UŁ oraz niemożność znalezienia systemu informatycznego odpowiadającego dokładnie postawionym wymaganiom nadal trwają rozmowy i dalsze poszukiwania.

### 3. System informacyjny do zarządzania UŁ

Zintegrowany system informatyczny nigdy nie będzie istniał bez informacji, których źródłem jest system rachunkowości finansowej i rachunkowości zarządczej. Dlatego też rachunkowość jest niezbędnym i niezwykle istotnym elementem kompleksowego systemu informacyjnego firmy. Jednak, choć nie sposób nie docenić roli tej dziedziny zarządzania, nie można zapominać o innych jego elementach. Korzystając ze zgromadzonych i właściwie przetworzonych danych, pozostałe obszary zarządzania dają menadżerom efektywne i skuteczne narzędzia do kierowania przedsiębiorstwem [1]. Dlatego też system informatyczny to tylko narzędzie. Aby dobrze funkcjonowało, potrzebuje odpowiednich procedur, czyli logicznie ułożonych algorytmów ukierunkowanych na potrzeby użytkowników. Mówiąc inaczej – system informatyczny to narzędzie do obsługi systemu informacyjnego. Dla spełnienia wymagań, które są stawiane na świecie, przed nowoczesnym i efektywnym procesem kształcenia, jak pisano wcześniej, w 2006 roku z inicjatywy władz Uniwersytetu Łódzkiego opracowano projekt Kompleksowego Systemu Informacyjnego do Zarządzania UŁ zorientowanego na procesy zarządzania uczelnią wyższą. Projekt ten został opracowany w latach 2006 – 2007 przez około trzydziesto osobowy zespół pracowników naukowo – dydaktycznych UŁ pod kierownictwem prof. dr hab. Ireny Sobańskiej – kierownika Katedry Rachunkowości Wydziału Zarządzania UŁ.

Opracowany projekt Kompleksowego Systemu Informacyjnego do Zarządzania UŁ jest unikatowy na skalę europejską i niesie ze sobą innowacyjne rozwiązania w zakresie pomiaru kosztów, przychodów i wyników zarówno Uniwersytetu Łódzkiego jako całości jak i poszczególnych jego jednostek, procesów oraz jego produktów (usług). Należy zauważyć, że publiczne uczelnie wyższe, do których należy UŁ, działają obecnie w warunkach silnej konkurencji i komercyjnego rynku, co zmusza je do restrukturyzacji i zmiany dotychczasowych procesów zarządzania.

Główną bazą projektu Zintegrowanego Systemu Informacyjnego jest silnie rozbudowany podsystem rachunkowości zarządczej. Uniwersytet Łódzki jest pionierem takiej koncepcji w skali europejskiej. Od kilku lat część uczelni wyższych w Polsce próbuje wdrażać podobne rozwiązania, lecz w praktyce sprowadzają się one jedynie do obsługi funkcji finansowo-księgowej zorientowanej na sprawozdawczość zewnętrzną, a nie na

pomiar rentowności produktów i usług uczelni. Wynika to faktu, że istnieje pewien brak zrozumienia lub też rozróżnienia czym jest system informacyjny, a czym jest system informatyczny. Stąd też uczelnie wyższe, które nie przygotowały projektu systemu informacyjnego dostosowanego do potrzeb zarządzania, a jedynie skupiły się na wdrożeniu narzędzi informatycznych, nie osiągnęły celów, które zostały wyznaczone jako priorytetowe przez władze Uniwersytetu Łódzkiego.

Według naszej wiedzy, do tej pory żadna z uczelni w Polsce nie przeprowadziła wdrożenia systemu informatycznego zorientowanego na tworzenie analitycznych danych zarządczych niezbędnych zarówno do procesów zarządzania uczelnią wyższą, jak również do spełnienia wymagań informacyjnych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Projekt Kompleksowego Systemu Informacyjnego do Zarządzania UŁ jest unikalny nie tylko na skalę krajową, jak również na skalę europejską. Zawiera on ma około 2500 stron maszynopisu i jest ukierunkowany przede wszystkim na tworzenie wewnętrznych informacji zarządczych niezbędnych do zdecentralizowanego procesu zarządzania, a następnie na ich podstawie na prezentację i ujawnianie informacji wymaganych przez odbiorców zewnętrznych (wymogi regulacyjne Ustawy o rachunkowości, Ustawy o finansach publicznych, obecne i przyszłe wymogi informacyjne Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wymogi sprawozdawczości dla projektów unijnych itd.).

Wykorzystanie w praktyce ogromnego potencjału jaki niesie ze sobą projekt Kompleksowego Systemu Informacyjnego do Zarządzania UŁ wymaga zastosowania zintegrowanego systemu informatycznego. Programy tej klasy zaliczane są do nowoczesnych technologii informacyjnych. Są to systemy klasy MRP I i MRP II, które były wcześniej budowane lub bardziej nowoczesne zaliczane do klasy ERP. Systemy te zbudowane są na wspólnej bazie danych, która umożliwia (poprzez system zarządzania bazą danych):

- jednokrotne wprowadzenie określonej wartości danych, wykorzystywanej wielokrotnie w różnych podsystemach przez różnych użytkowników,
- szybki i łatwy dostęp do danych przez upoważnione osoby,
- obsługę stałych potrzeb informacyjnych użytkowników dzięki możliwości kierowania zapytań do bazy danych w języku SQL,
- zapewnienie elastyczności bazy danych, polegającej na prostej, w stosunku do tradycyjnej technologii, dokonywania w niej zmian (zmiany w bazie danych są niezależne od aplikacji),
- zachowanie wewnętrznej zgodności danych zawartych w bazie (integralność) [2].

Oprogramowanie Kompleksowego Systemu Informacyjnego do Zarządzania UŁ wymaga stworzenia nowego narzędzia informatycznego lub też co najmniej istotnej modyfikacji już istniejącego. Dlatego też wybór dostawcy oprogramowania i jednocześnie partnera w tworzeniu nowego rozwiązania, które będzie prekursorem w tej dziedzinie powinien być wyznaczony następującymi cechami:

- **dużym doświadczeniem ewentualnego kooperanta** we współpracy na podobnym obszarze z Uniwersytetem Łódzkim lub inną dużą publiczną uczelnią przede wszystkim w zakresie wdrażania podsystemu rachunkowości zarządczej, która jest głównym elementem Kompleksowego Systemu Informacyjnego do Zarządzania UŁ,
- **zaawansowanym modułem zarządzania projektami** ściśle powiązany z podsystemem rachunkowości zarządczej – zarządzanie projektami leży u podstaw podsystemu rachunkowości zarządczej opracowanego przez Zespół pod

kierunkiem prof. Ireny Sobańskiej, w którym założono, że większość produktów i usług uniwersytetu wykonywanych jest w formie projektów (np. każdy kierunek studiów jest odrębnym projektem w którym alokowane są wszystkie koszty indywidualne i wspólne projektu),

- **zaawansowanymi możliwościami rozliczania kosztów świadczeń wewnętrznych** -w projekcie Kompleksowego Systemu Informatycznego do Zarządzania UŁ wykorzystano koncepcję wewnętrznych cen transferowych do wyceny i rozliczeń kosztów świadczeń wewnętrznych, która będąc jednym z najbardziej efektywnych narzędzi rachunkowości zarządczej w tym obszarze wymaga jednocześnie obsługi złożonych procedur rozliczeń kosztów oraz obliczania i alokacji odchyleń kosztów rzeczywistych od cen transferowych.

Ze względu na złożoność i strukturę procesów i produktów w Uniwersytecie Łódzkim, powinien być oparty na zaawansowanym silniku relacyjnej bazy danych umożliwiającym integrację z posiadanymi już przez UŁ systemami, jak i możliwość łatwego tworzenia w przyszłości tzw. hurtowni danych. Uniwersytet Łódzki posiada systemy informatyczne oparte o bazy danych różnych producentów. Jeden z najważniejszych systemów – USOS, który obecnie staje się w Polsce, wśród dużych uczelni publicznych, de facto standardem systemu do obsługi toków studiów (obecnie używa go 31 uczelni wyższych w Polsce) wykorzystuje bazę ORACLE. Stąd też nowy zintegrowany system informatyczny powinien być, zdaniem autorów, oparty o tę bazę danych, aby zoptymalizować nie tylko koszty, ale również, a może przede wszystkim, aby zapewnić sprawną obsługę i niezawodność pracy w danym środowisku. Wdrożenie takiego systemu będzie wymagało wspólnego rozwiązywania problemów na przecięciu Uniwersytet Łódzki – firma wdrażająca, przez co wdrożenie to staje się trudne i obciążone znacznym ryzykiem (różna jakość zespołów wdrażających systemy klasy ERP).

#### 4. Podsumowanie

Można stwierdzić, że obecnie UŁ jest jedną z najbardziej zaawansowanych uczelni w Polsce jeśli chodzi o stopień informatyzacji pod kątem systemów informatycznych jak i infrastruktury technicznej. Co więcej, plany na najbliższe lata są wielce obiecujące – zwłaszcza możliwość wprowadzania systemu rachunkowości zarządczej jest nowym na skalę Polski pomysłem. Wszystko to było i jest możliwe dzięki ogromnemu wysiłkowi wielu osób zaangażowanych w prace, jak i przychylności władz, które nie tylko popierały taki rozwój ale również znalazły sposoby na finansowanie przedsięwzięcia.

Z pewnością nie ustrzeżono się wielu błędów i potknięć po drodze, jednak podsumowując cały – w tej chwili już 7 letni okres – można uznać, że założenia postawione w 2002 roku realizowane są z sukcesem.

#### Literatura

1. Kalinowski J.: Wdrożenie zintegrowanego systemu informatycznego do procesu dydaktycznego realizowanego na Wydziale Zarządzania Uniwersytetu Łódzkiego, Zeszyty Teoretyczne Rady Naukowej Stowarzyszenia Księgowych w Polsce, Tom 23 (79), Warszawa 2004.
2. Sobańska I.: Rachunkowość kontraktów długoterminowych w warunkach zintegrowanego systemu informatycznego, [w:] Sobańska I., Czajor P., Kalinowski J., Kontrakty długoterminowe. Koszty – Przychody – Wyniki (red. I. Sobańska), Difin,

- Warszawa 2004.
3. Sobieski Ś.: Koncepcja systemu informatycznego wspomagającego pracę państwowej uczelni wyższej oraz omówienie wybranych modułów, Bazy danych: modele, technologie, narzędzia. Analiza danych i wybrane zastosowania Tom II, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2005, 273-279.
  4. Sobieski Ś.: Ryzyko realizacji projektów informatycznych w oparciu o zespół pracowniczo-studencki - studium przypadku, Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Ryzyko Przedsięwzięć Informatycznych”, Politechnika Szczecińska, Wydział Informatyki, 2006, pp. 181-187.

Dr Ścibór SOBIESKI  
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej  
Uniwersytet Łódzki  
90-236 Łódź, ul. Pomorska 149/153  
e-mail: scibor.sobieski@uni.lodz.pl

Dr Jacek KALINOWSKI  
Wydział Zarządzania  
Uniwersytet Łódzki  
90-237 Łódź, ul. Matejki 22/26  
e-mail: jacek.kalinowski@finansus.pl