

PIOTR DĘBIEC

Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki  
Politechnika Łódzka

## Budowa i rozwój uczelnianego systemu informatycznego

### 1. Wstęp

W ostatnich kilkunastu latach obserwujemy przekształcanie się polskich uniwersytetów z ośrodków, w których pracownicy realizują swoje naukowe i dydaktyczne pasje, w skomplikowane, konkurujące ze sobą przedsiębiorstwa, które szybko reagują na zmieniające się potrzeby społeczne i gospodarcze. Wyraźnie też wzrosła świadomość środowiska akademickiego dotycząca tego, że zarządzanie uczelnią jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o jej pozycji i wizerunku. Aby móc szybko podejmować właściwe decyzje, kadra menadżerska, oprócz wiedzy i doświadczenia, musi mieć szybki dostęp do aktualnych informacji dotyczących funkcjonowania uczelni. Zapewnić to może tylko wydajny, zintegrowany system informatyczny, przetwarzający spójne dane pochodzące ze wszystkich jednostek organizacyjnych.

Informatyzacja uczelni może odbywać się z wykorzystaniem własnych zasobów lub przez zakup gotowego systemu<sup>1</sup>. Zaletami pierwszego rozwiązania są m.in. oszczędności finansowe, dostęp do kodu źródłowego i wsparcie techniczne na miejscu. O ile samo wykonanie systemu leży w zakresie kompetencji i możliwości wielu uczelni, o tyle jego wdrożenie napotyka poważne problemy. Ważną zaletą drugiego rozwiązania jest obarczenie wykonawcy odpowiedzialnością za wdrożenie produktu zgodnego ze specyfikacją. Okazuje się jednak, że wiele

---

<sup>1</sup> J. Olejniczak, *Standardy w systemach informatycznych dla uczelni wyższych*, w: *Materiały VI konferencji „Informatyczne wspomaganie zarządzania uczelnią”*, CPI, Warszawa 2007, s. 51–66.

dostępnych na rynku gotowych systemów ERP nie wspiera w wystarczający sposób istotnych dla szkolnictwa wyższego sfer działalności, takich jak ewidencja wyników badań naukowych, organizacja i rozliczanie zajęć dydaktycznych czy też wsparcie przy wewnętrznym podziale środków z dotacji pomiędzy poszczególne jednostki uczelni. Moduły takie, jeśli w ogóle istnieją, wymagają kosztownego i dość długiego procesu dostosowywania do potrzeb danej uczelni, realizowanego często już po wdrożeniu systemu. Dlatego też interesujące wydaje się podejście hybrydowe, w którym zespół pracowników uczelni wykonuje moduły specjalizowane, integrujące się z głównym systemem ERP przez odpowiednio zaprojektowane i zbudowane interfejsy. Firma zewnętrzna dostarcza moduły typowe (Kadry i płace, Finanse i księgowość, Ewidencja środków trwałych itp.) i zajmuje się wdrożeniem całego systemu. Niezależnie od przyjętej strategii część wprowadzonych na polskich uczelniach systemów informatycznych z różnych powodów nie przetrwała próby czasu i została lub niedługo będzie zastąpiona innymi rozwiązaniami.

Zintegrowany system ERP Politechniki Łódzkiej został zbudowany w latach 1998–2000 z własnych środków uczelni i jest rozwijany do chwili obecnej przez dwa zespoły funkcjonujące na poziomie uczelnianym (rektorskim) i wydziałowym. Znaczną część artykułu poświęcono podsystemowi wydziałowemu, nazywanemu ze względów historycznych Elektroniczną Kartą Studenta (EKS), który został zbudowany na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej pod kierownictwem A. Materki<sup>2</sup>. Szczególną uwagę zwrócono na genezę systemu, główne fazy i metodologię jego rozwoju oraz czynniki mające, zdaniem autora, istotny wpływ na sukces prezentowanego przedsięwzięcia. Celem artykułu jest podzielenie się doświadczeniami z innymi uczelniami wdrażającymi podobne systemy w swoich kampusach. Ze względu na złożoność i specyfikę procesu projektowania, konstrukcji i wdrażania systemów ERP w środowisku akademickim taka wymiana doświadczeń jest niezbędnym elementem funkcjonowania uczelni. Idea ta jest szeroko wspierana w całej Europie, gdzie dąży się do opracowania standardów wymiany danych między uczelniami, mając przy tym na uwadze różnorodność tradycji europejskiego szkolnictwa wyższego.

---

<sup>2</sup> S. Hausman, P. Dębiec, *Smart Card-Based Faculty Information Management System at Technical University of Lodz*, European Campus Card Association 6th Annual Conference, ECCA, Łódź 2008; A. Materka, M. Strzelecki, P. Dębiec, *Student's Electronic Card: A Secure Internet Database System for University Management Support*, „Advances in Intelligent and Soft Computing” 2009, R. 64, s. 59–72.

## 2. Geneza systemu

Na początku lat 90. Politechnika Łódzka prowadziła dokumentację elektroniczną przebiegu studiów z użyciem oprogramowania HMS firmy Kalasoft, który z powodów technicznych był dostępny tylko dla pracowników dziekanatu. Czterokrotny wzrost liczby studentów w ciągu kolejnych kilku lat spowodował paraliż w procesie rejestracji studentów – przepisywanie ocen z indeksów do systemu trwało około 3 miesięcy od zakończenia semestru. Pierwszym wdrożonym pilotażowo rozwiązaniem tego problemu było wprowadzenie elektronicznych indeksów w postaci plastikowych kart mikroprocesorowych z obszarem pamięci mogącym pomieścić oceny z wszystkich przedmiotów toku studiów (w tym czasie nie było jeszcze elektronicznych legitymacji). Opracowane zostało specjalne oprogramowanie umożliwiające nauczycielom wprowadzanie ocen do pamięci karty i zabezpieczające kryptograficznie dane przed nieautoryzowanymi zmianami. Pod koniec semestru oceny były odczytywane z kart i automatycznie wprowadzane do systemu HMS z wykorzystaniem dedykowanego interfejsu opracowanego we współpracy z firmą Kalasoft. Pomimo sukcesu, który zakończył wprowadzenie pilotażowe, rozwiązanie zostało odrzucone ze względu na zbyt wysokie koszty jego wdrożenia na uczelni. W związku z tym została zmodyfikowana główna koncepcja systemu – zamiast za pośrednictwem indeksów elektronicznych oceny miały być wprowadzane przez nauczycieli bezpośrednio do sieciowej bazy danych. Karty elektroniczne przechowujące zestaw kluczy kryptograficznych miały być wydane tylko nauczycielom i pracownikom administracji w celu ich identyfikacji w systemie, szyfrowania transmisji danych oraz podpisu elektronicznego ocen. Koncepcja ta wymagała rezygnacji z dalszego używania systemu HMS i spowodowała konieczność budowy własnego systemu dziekanatowego. Jednocześnie taka sama decyzja zapadła na poziomie uczelnianym ze względu na fakt, że system HMS nie był zgodny z zasadami bolońskimi, które musiały być wdrożone na uczelni w odpowiednim czasie.

## 3. Budowa i wdrożenie pierwszej wersji systemu

Ze względu na brak specyfikacji funkcjonalnej budowa od podstaw systemu dziekanatowego była dużym wyzwaniem. Sprzyjającą okolicznością był wybór kierownika zespołu na stanowisko dziekana wydziału. Pozwoliło to nadać

projektowi odpowiedni priorytet, a także określić precyzyjnie, które dane i funkcjonalności są niezbędne do efektywnego zarządzania wydziałem. Do zespołu projektowo-deweloperskiego dołączyła grupa pracowników dziekanatu, która wsparła zespół w zakresie precyzowania wymagań i testowania. Ważną cechą tej grupy był wysoki stopień zaangażowania, wynikający z chęci usprawnienia swojej pracy. Na zebraniach obie grupy omawiały postęp w pracach i ustalały niezbędne funkcjonalności, które muszą zostać zaimplementowane w systemie, aby można było rozpocząć fazę wdrożenia.

Główne założenia, które przyjęto w toku dyskusji, były następujące:

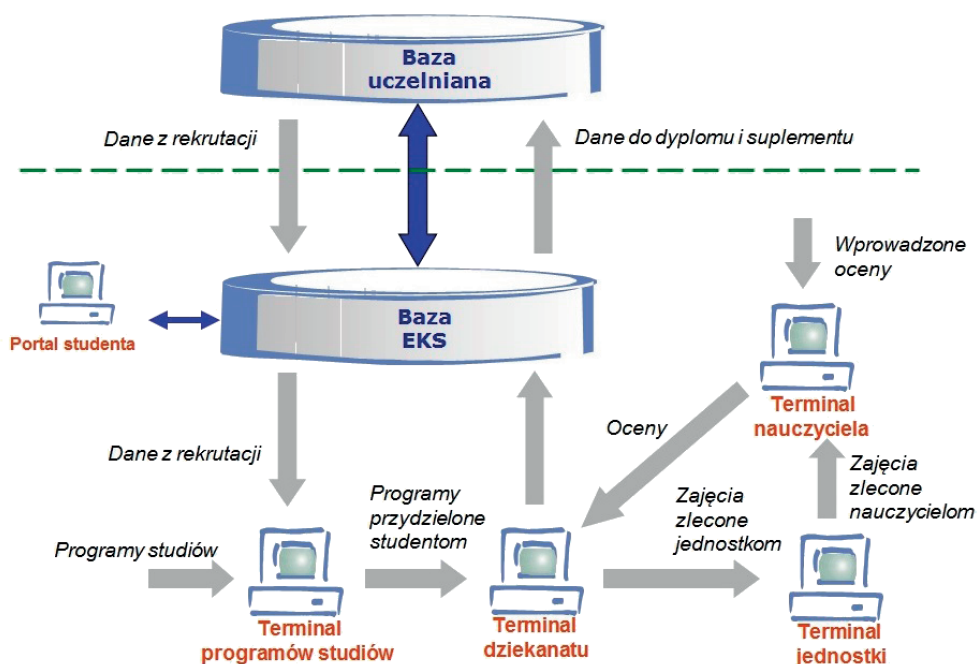
- Dane do systemu będą wprowadzane tam, gdzie są wypracowywane, np. zlecenie zajęć dla jednostki jest wprowadzane w dziekanacie, zlecenie dla nauczyciela wprowadza jednostka, oceny wprowadza nauczyciel.
- System powinien zapewniać wysoki stopień bezpieczeństwa danych przy wykorzystaniu otwartych standardów kryptograficznych.
- W celu zapewnienia wysokiej wydajności system dziekanatowy powinien mieć odrębną bazę danych zsynchronizowaną z bazą uczelnianą w sposób automatyczny lub półautomatyczny. Należy przy tym odpowiednio zdefiniować zakres odpowiedzialności za spójność danych na poziomie uczelnianym i wydziałowym.
- System z minimalną, akceptowalną przez dziekanat funkcjonalnością należy zbudować i wdrożyć jak najszybciej, a następnie rozbudowywać ewolucyjnie.
- Należy liczyć się z oporem nauczycieli, którzy oprócz dokumentacji papierowej mieliby dodatkowo wprowadzać te same dane do systemu.
- Do procesu wykrywania nieprawidłowości w systemie należy włączyć studentów, zapewniając im autoryzowany dostęp do szerokiego zakresu dotyczących ich danych i zachęcając do zdalnego zgłaszania uwag.

Przy budowie systemu przyjęto metodę programowania zwinnego (ang. *agile*)<sup>3</sup> – po opracowaniu zasadniczej funkcjonalności modułu oddawano go do testowania i w sposób iteracyjny rozbudowywano. Ze względu na brak modelu obsługi toku studiów oraz fakt ścisłej współpracy z użytkownikami końcowymi było to optymalne rozwiązanie. W ciągu 2 lat pracy zespołu tworzonego przez ludzi z pasją zaangażowanych w projekt udało się zbudować i wdrożyć pierwszą wersję systemu EKS, która składała się z pięciu głównych modułów: Dziekanat, Programy studiów, Jednostka dydaktyczna, Nauczyciel i Portal studenta. W każdej

---

<sup>3</sup> R.C. Martin, *Agile Software Development, Principles, Patterns, and Practices*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ 2002.

jednostce wydziału zainstalowano po kilka terminali, tzn. komputerów wyposażonych w czytniki kart inteligentnych, pracujących pod nadzorem systemu operacyjnego Windows, na których zainstalowano odpowiednie oprogramowanie. System współpracował z centralną bazą uczelni z wykorzystaniem odpowiednich interfejsów wymiany danych. Ogólny schemat systemu, przedstawiony na rysunku 1, pozostał niezmienny do dnia dzisiejszego. Dane z rekrutacji są pobierane z systemu uczelnianego, a obsługa procesu dydaktycznego odbywa się w systemie wydziałowym. Wydział wprowadza programy studiów i przydziela je studentom. Następnie zajęcia dydaktyczne są zlecane jednostkom wydziału, które z kolei zlecają je swoim pracownikom dydaktycznym i naukowo-dydaktycznym. W tym momencie nauczyciele zyskują dostęp do danych studentów mających prawo i obowiązek uczestniczenia w zajęciach przez nich prowadzonych. Pod koniec kolejnych semestrów nauczyciele wprowadzają oceny z poszczególnych przedmiotów. Proces ten trwa do momentu obrony pracy dyplomowej przez danego studenta. Po obronie odpowiednie dane są przekazywane zwrótnie do systemu centralnego w celu wygenerowania dyplomu i suplementu.



Rysunek 1. Trzon architektury systemu i przepływ danych związanych z obsługą zajęć dydaktycznych

Źródło: opracowanie własne.

Oprogramowanie terminali zostało w całości napisane przez zespół doświadczonych naukowców i inżynierów oprogramowania w językach Object Pascal i C++. W systemie zastosowano karty mikroprocesorowe Gemalto MPCOS-EMV R5 8000 (8kB)<sup>4</sup> oraz silne algorytmy kryptograficzne (TDEA, SHA-1, DSA)<sup>5</sup> do szyfrowania, zapewnienia integralności oraz elektronicznego podpisywania danych. Do celów gromadzenia i zarządzania danymi wykorzystano systemy Oracle. Aplikacja webowa Portal studenta została napisana w języku PHP i uruchomiona pod kontrolą serwera Apache. Początkowym mankamentem portalu było pobieranie danych z buforowej bazy Postgres, synchronizowanej tylko raz na dobę z bazą wydziałową. Późniejsze wersje aplikacji pobierały dane z baz produkcyjnych w czasie rzeczywistym.

#### 4. Dalszy rozwój systemu i stan obecny

Ze względu na trudności związane z migracją danych z systemu HMS do systemu EKS zdecydowano się na wdrożenie ewolucyjne – rozpoczęty wcześniej tok studiów obsługiwał nadal system HMS, a tok nowo rekrutowanych studentów był obsługiwany w nowym systemie. W trakcie tego procesu, który zakończył się w 2006 r., uwidoczniły się korzyści z używania systemu, wynikające z szybkiego dostępu do różnych kategorii informacji, zestawień i raportów wspomagających podejmowanie kluczowych dla wydziału i uczelni decyzji. Pozytywne oceny sformułowane przez użytkowników systemu zdecydowały o jego dalszym rozwoju, wykraczającym poza przydziały zajęć i wystawianie ocen. W 2004 r. powstał moduł Badania naukowe, który gromadzi i przetwarza dane dotyczące projektów, publikacji, dysertacji, patentów i wdrożeń. Został on zintegrowany z następującymi bazami danych:

- Journal Citation Reports, skąd m.in. zaimportowano wartości Impact Factor;
- listami czasopism A, B i C Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego;
- systemem Ankieta jednostki OPI.

W związku z tym wszystkie aktualne i historyczne dane dotyczące czasopism nie muszą być wprowadzane przez użytkowników. Moduł ten jest używany

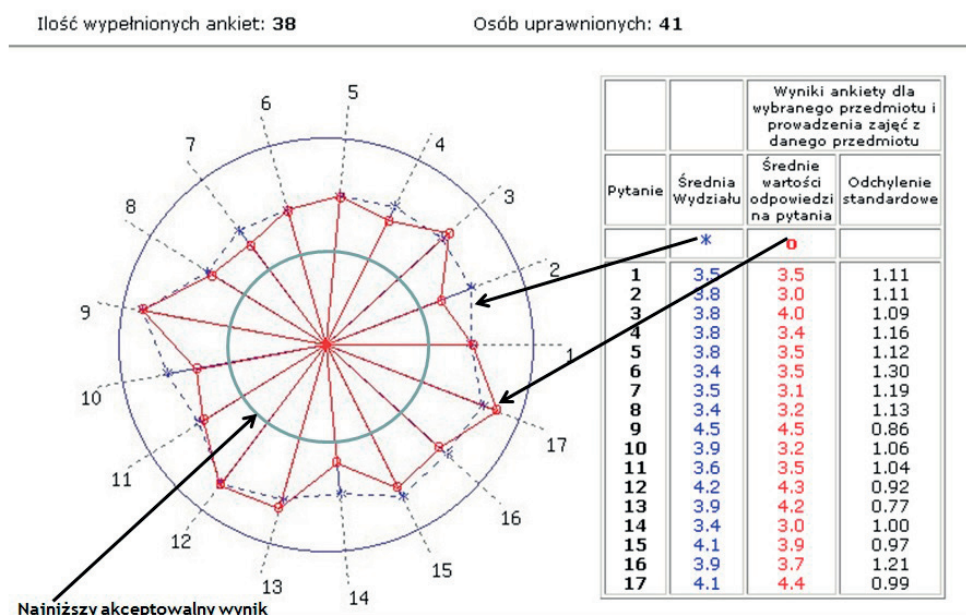
---

<sup>4</sup> [http://www.gemalto.com/products/mpcos\\_easy](http://www.gemalto.com/products/mpcos_easy).

<sup>5</sup> T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, *Introduction to algorithms*, MIT Press, Cambridge, MA 1990.

m.in. do generacji ankiety oceny parametrycznej jednostki, różnego rodzaju raportów i wyliczania procentowych udziałów katedr i instytutów w działalności badawczej wydziału.

Dążenie władz uczelni do podniesienia poziomu kształcenia i docenienie roli studentów w tym procesie zdecydowały o budowie i wdrożeniu modułu Ankiety. Ocenie podlegają zajęcia i nauczyciele wybierani rotacyjnie przez dziekana, a 17 pytań zawartych w ankiecie dotyczy m.in.: sposobu organizacji zajęć, przejrzystości prezentacji tematu, postawy nauczyciela i jego dostępności dla studentów. Wynik oceny jest prezentowany m.in. w przejrzystej formie graficznej na tle uśrednionych wyników wszystkich ankiet na wydziale oraz minimalnego akceptowalnego poziomu odniesienia (rysunek 2). Szczegółowe wyniki ankiety po ich skontrolowaniu przez dziekana są przekazywane zainteresowanemu nauczycielowi.



Rysunek 2. Przykładowy wynik ankiety dotyczącej jakości prowadzenia zajęć dydaktycznych

Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym wdrożonym modułem był terminal Analiza kosztów, który wylicza poszczególne składniki kosztów wydziału (pensje pracowników, koszty godzin ponadwymiarowych itp.) i porównuje je z dochodami (dotacje ministerstwa,

wpłaty studenckie itp.). Na podstawie tych danych system może wyznaczyć np. średni koszt godziny dydaktycznej dla poszczególnych przedmiotów, kierunków i rodzajów studiów lub też efektywność wykorzystania środków finansowych w poszczególnych jednostkach wydziału (rysunek 3). Moduł ten skutecznie wspiera podejmowanie kluczowych decyzji przez dziekana.



**Rysunek 3. Przykładowy raport z modułu Analiza kosztów**

Źródło: opracowanie własne.

Kamieniem milowym w rozwoju systemu było jego dostosowanie do nowego sposobu obsługi dydaktyki związanego z likwidacją papierowych indeksów na uczelni. Opracowana została nowa procedura biznesowa obejmująca generowanie i podpisywanie przez dziekanów protokołów zaliczeń przez nauczycieli i kart okresowych osiągnięć studenta. Dokumenty te zgodnie z obowiązującymi przepisami nadal muszą istnieć w formie papierowej. Dużym wyzwaniem było zapewnienie zgodności zawartości dokumentu papierowego z danymi zgromadzonymi w systemie informatycznym. Praktyka pokazuje, że nauczyciele po wygenerowaniu i podpisaniu protokołu często korygują oceny i zapominają o wygenerowaniu aktualnej wersji dokumentu. Aby móc wykryć taką sytuację, na każdym protokole jest drukowany kod kreskowy, zawierający m.in. kryptograficzną sumę kontrolną wyliczaną na podstawie wszystkich istotnych danych w nim zawartych. Fakt złożenia dokumentu jest rejestrowany w dziekanacie przez odczytanie kodu kreskowego i porównanie sumy kontrolnej dokumentu z sumą kontrolną wyliczoną w danej chwili na podstawie stanu bazy. W przypadku niezgodności dokument nie jest rejestrowany, co jest sygnalizowane operatorowi. Z systemu w dowolnej chwili można wygenerować listę brakujących protokołów wraz z danymi osób odpowiedzialnych za tę sytuację. Karta okresowych osiągnięć studenta jest drukowana w dziekanacie i oprócz ocen zawiera decyzję dotyczącą rejestracji studenta. Odczytanie kodu kreskowego z podpisanej przez dziekana



karty powoduje zatwierdzenie decyzji w systemie i uwidocznienie jej w Portalu studenta. Wdrożenie tej procedury spotkało się z bardzo dobrym przyjęciem zarówno przez nauczycieli, jak i przez studentów, mimo początkowych obaw dotyczących kwestii bezpieczeństwa danych. Dodatkowo, została wyeliminowana niezgodność dokumentów papierowych z danymi elektronicznymi.

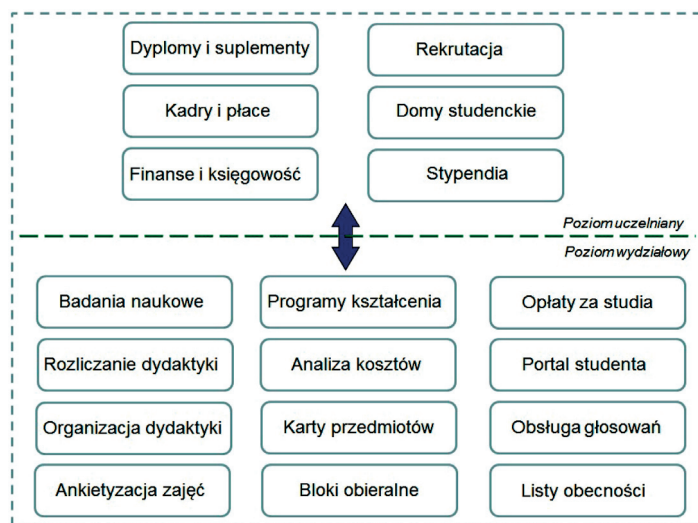
Kolejnym etapem informatyzacji uczelni było uruchomienie modułu zarządzania kartami przedmiotów. Potrzeba budowy takiego modułu wynikała z dwóch powodów. Po pierwsze, karty przedmiotów istniały poza systemem informatycznym w postaci plików w formacie MS Word, przechowywanych lokalnie w komputerach kierowników przedmiotów w różnych wersjach, nie zawsze aktualnych. Istniała pilna potrzeba uporządkowania tego dużego zbioru dokumentów. Po drugie, jako uczelnia aspirująca do uzyskania certyfikatu „ECTS Label”<sup>6</sup> musieliśmy udostępnić aktualne karty przedmiotów realizowanych na wszystkich rodzajach i kierunkach studiów. Bez wydajnego narzędzia wspomagającego proces wypełniania, zatwierdzania i udostępniania kart osiągnięcie tych celów nie byłoby możliwe. Nakładem pracy wielu osób, z użyciem nowo opracowanego narzędzia udało się metodą iteracyjną przeprowadzić proces zatwierdzania kart w kierunkowych i wydziałowych komisjach dydaktycznych i ich automatycznej prezentacji na stronie internetowej <http://programy.p.lodz.pl>. Poza uzyskaniem przez uczelnię w 2008 r. certyfikatu „ECTS Label” efektem tej operacji było przekazanie przez użytkowników wielu cennych, szczegółowych uwag, które zostały wykorzystane przez grupę deweloperów przy realizacji drugiej, ulepszonej i nieco uproszczonej wersji modułu.

Ostatnie lata przyniosły wiele zmian regulacyjnych mających na celu podniesienie jakości kształcenia na uczelniach. Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 12 lipca 2007 r. wprowadziło konieczność dostosowania programów studiów do przyjętych standardów opisanych m.in. za pomocą wskaźników określających udział przyjętych w nim treści kształcenia na poszczególnych rodzajach studiów i kierunkach. Te dość szczegółowe wymagania zostały wbudowane w nowy moduł Programy studiów, umożliwiający weryfikację zgodności ułożonych w nim programów z treścią tego rozporządzenia. Do bazy danych wprowadzono wszystkie treści kształcenia, ich zakresy i grupy. Niestety dość szybko przepisy przestały obowiązywać i obecnie w systemie funkcjonują narzędzia umożliwiające definiowanie programów kształcenia zgodnie z Krajowymi ramami kwalifikacji dla szkolnictwa wyższego.

---

<sup>6</sup> [http://eacea.ec.europa.eu/llp/support\\_measures\\_and\\_network/ects\\_dsl\\_en.php](http://eacea.ec.europa.eu/llp/support_measures_and_network/ects_dsl_en.php).

System kart elektronicznych, będący załącznikiem systemu EKS, nadal jest rozwijany. Zbudowany został moduł do głosowania dla członków rad wydziałów i senatu, w którym karta pracownika spełnia istotną rolę zwiększającą poziom zaufania użytkowników modułu. Elektroniczna legitymacja studencka jest wykorzystywana do szybkiej identyfikacji studentów w bibliotece, autoryzacji dostępu do komputerów oraz do tworzenia list obecności na zajęciach i egzaminach. Główne moduły systemu utrzymywane i rozwijane na poziomie uczelnianym i wydziałowym są przedstawione na rysunku 4.



**Rysunek 4.** Główne moduły systemu informatycznego Politechniki Łódzkiej

Źródło: opracowanie własne.

## 5. Bezpieczeństwo systemu

Już w początkowej fazie realizacji projektu sprawom bezpieczeństwa poświęcono szczególną uwagę, ponieważ zaawansowane techniki kryptograficzne i biometryczne leżały w centrum zainteresowania naukowego projektantów i wykonawców systemu EKS<sup>7</sup>. Karty elektroniczne są podstawowym elementem zapewniającym silne uwierzytelnienie i autoryzację użytkowników.

<sup>7</sup> K. Ślot, *Wybrane zagadnienia biometrii*, WKŁ, Warszawa 2008.

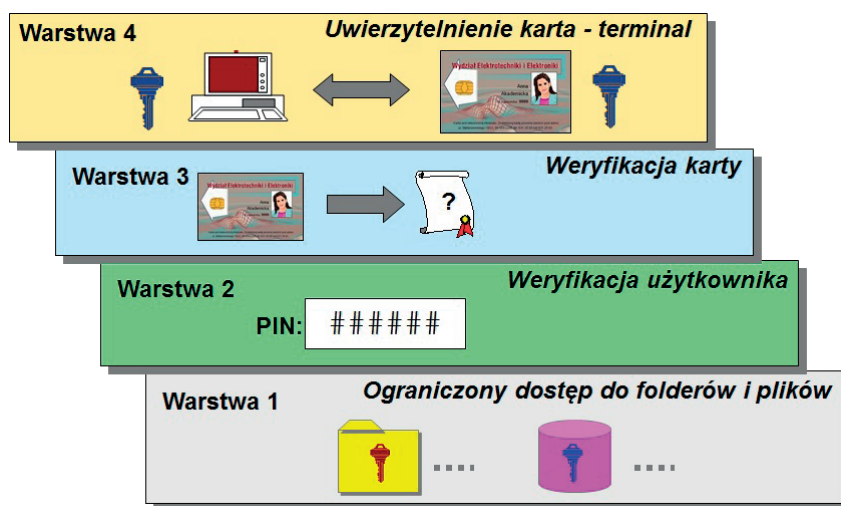
Zostały one wyposażone przez producenta w dwie warstwy zabezpieczeń (rysunek 5) – warstwę 1, która zapewnia uwierzytelnienie użytkownika, i warstwę 2, odpowiedzialną za autoryzację dostępu do poszczególnych folderów i plików karty. W celu zwiększenia poziomu bezpieczeństwa zaimplementowano dwie dodatkowe warstwy – warstwę 3, która weryfikuje autentyczność karty, oraz warstwę 4, uwierzytelniającą wzajemnie kartę i oprogramowanie, które się z nią komunikuje. Opracowany dla systemu EKS moduł wydawania kart (personalizacji graficznej i elektronicznej) implementuje te dodatkowe warstwy zabezpieczeń i wprowadza do pamięci karty odpowiedni zestaw uprawnień dla jej posiadacza (istnieje dziesięć różnych poziomów uprawnień). W ten sposób praktycznie wyeliminowano możliwość nieautoryzowanego uruchomienia modułów systemu. Nadal jednak istniała możliwość nieautoryzowanego dostępu do poufnych informacji przez podsłuch transmisji w sieci lub bezpośredni dostęp do bazy danych. Pierwszy problem wyeliminowano przez szyfrowanie danych przesyłanych w sieci z wykorzystaniem algorytmu TDES<sup>8</sup>. Klucze szyfrujące są przechowywane na karcie i w bazie danych. Rozwiązaniem drugiego problemu było zastosowanie odpowiednio złożonych haseł dostępu oraz ścian ogniowych ograniczających dostęp do serwera bazy danych. Dodatkowo zastosowano wbudowane w system zarządzania bazą danych Oracle możliwości zdefiniowania różnych poziomów dostępu do danych przez nadanie odpowiedniej roli każdej grupie użytkowników systemu.

W celu zagwarantowania niezaprzeczalności informacji szczególnie ważnych dla użytkowników systemu są one podpisywane elektronicznie z wykorzystaniem algorytmu DSA<sup>9</sup>. Niezbędne do generacji podpisu klucze prywatne są przechowywane w pamięci kart operatorów wprowadzających lub modyfikujących dane. Oczywiście włamanie do systemu nie można wykluczyć. Jednym z zabezpieczeń jest codzienne wykonywanie kopii bezpieczeństwa, z której można odtworzyć stan systemu przed włamania. Podpis elektroniczny pozwala wykryć każde zdarzenie polegające na nieautoryzowanej modyfikacji danych. Jeśli jednak włamanie ma charakter bierny, tzn. następuje tylko nieautoryzowany odczyt danych, stwierdzenie tego faktu staje się niezmiernie trudne. Na przestrzeni 15 lat działania systemu nie stwierdzono naruszenia jego bezpieczeństwa.

---

<sup>8</sup> <http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips46-3/fips46-3.pdf>.

<sup>9</sup> [http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips186-3/fips\\_186-3.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips186-3/fips_186-3.pdf).



Rysunek 5. Warstwy zabezpieczeń karty systemu EKS

Źródło: opracowanie własne.

## 6. Podsumowanie i wnioski

Informatyzacja dużej uczelni jest wyzwaniem z punktu widzenia nie tylko technicznego, ale przede wszystkim organizacyjnego. Różnorodność rozwiązań stosowanych na poszczególnych wydziałach uczelni, a także w poszczególnych jednostkach danego wydziału stawia pod znakiem zapytania możliwość zbudowania jednolitego systemu informatycznego dla uczelni wyższych, który spełniałby oczekiwania jego użytkowników. Systemy informatyczne oferowane na rynku muszą mieć możliwość dostosowania do potrzeb uczelni. Proces ten, aby zakończył się sukcesem, musi się odbywać przy dużym zaangażowaniu osób doświadczonych w dydaktycznej i naukowej działalności uczelni. Trudniejszym rozwiązaniem jest budowa systemu z wykorzystaniem własnych zasobów uczelni. W tym przypadku zagrożeniem jest zatrudnianie do rozwoju i utrzymania systemu studentów i doktorantów, dla których praca ta stanowi działalność dodatkową. Niezmiernie ważną kwestią jest zaangażowanie użytkowników końcowych w proces tworzenia i testowania systemu. Poziom tego zaangażowania znacznie wzrasta, jeśli użytkownicy odczuwają praktyczne korzyści z jego wdrożenia, polegające na usprawnieniu ich pracy. Co więcej, sami zaczynają

zgłaszać postulaty dotyczące poprawy funkcjonalności systemu, widząc, że ich propozycje są brane pod uwagę i wdrażane przez zespół programistów. Zwinne programowanie modułów i funkcji zamawianych bezpośrednio przez użytkowników wydaje się najlepszym rozwiązaniem, jeśli chodzi o informatyzację uczelni, niezależnie od tego, czy prace programistyczne wykonują pracownicy uczelni, czy firma zewnętrzna.

Korzyści z wdrożenia systemu EKS są nieocenione – efektywne przetwarzanie i weryfikacja danych nie byłyby możliwe, jeśli niezbędne informacje byłyby zgromadzone tylko w formie papierowej. Znacznie też wzrosła jakość pracy, m.in. dlatego że system zdyscyplinował jego użytkowników. Wszystkie bez wyjątku sprawy obsługiwane są w systemie – wyeliminowano przetwarzanie jakichkolwiek danych poza systemem, np. z użyciem pakietu MS Office. Na bieżąco obsługiwane są potrzeby 12 dziekanatów, ok. 20 tys. studentów i 3 tys. nauczycieli.

Oczywiście na rynku istnieją alternatywne, profesjonalne rozwiązania, takie jak systemy ERP firm Microsoft, SAP czy Oracle, ale nie są one w pełni dostosowane do potrzeb szkolnictwa wyższego. Mniejsze firmy oferują dedykowane, zintegrowane systemy, takie jak Edukacja.CL (Sygnity), HMS Solution (KalaSoft), Egeria Edukacja (Comarch) lub Uczelnia.XP (Partners in Progress). Inne systemy zostały opracowane przez same uczelnie lub konsorcja uczelni (SUSZI, USOS). Analiza porównawcza tych systemów dotycząca ich funkcjonalności czy bezpieczeństwa jest bardzo trudnym zadaniem i jak dotychczas nie została przeprowadzona. Autor wyraża nadzieję, że przedstawiony artykuł będzie pomocny w wymianie doświadczeń między uczelniami przeprowadzającymi proces informatyzacji.

Osiągnięcia zespołu EKS zostały docenione na forum europejskim – Politechnika Łódzka została zaproszona przez organizację ECCA, jako jedna z trzech uczelni, do realizacji projektu Electronic Education Connectivity Solution (EECS)<sup>10</sup> w Siódmym programie ramowym Unii Europejskiej (FP7). W ramach projektu w latach 2009–2011 zespół wykonał, wdrożył i przetestował sieciowy system przetwarzania informacji wspomagający międzynarodową wymianę studencką. W 2012 r. projekt zdobył prestiżową nagrodę EUNIS Elite Award<sup>11</sup>, przyznaną przez europejską organizację European University Information Systems (EUNIS).

<sup>10</sup> [http://www.eecscard.eu/eeecs\\_news.php](http://www.eecscard.eu/eeecs_news.php).

<sup>11</sup> <http://www.eunis.org/wp-content/uploads/2013/11/EECS-2013-Elite-Award-Submission-1.pdf>.

## Bibliografia

1. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., *Introduction to algorithms*, MIT Press, Cambridge, MA 1990.
2. Hausman S., Dębiec P., *Smart Card-Based Faculty Information Management System at Technical University of Lodz*, European Campus Card Association 6th Annual Conference, ECCA, Łódź 2008.
3. Hendry M., *Smart card security and applications*, Artech House, Norwood, MA 1997.
4. Martin R. C., *Agile Software Development, Principles, Patterns, and Practices*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ 2002.
5. Materka A., Strzelecki M., Dębiec P., *Student's Electronic Card: A Secure Internet Database System for University Management Support*, „Advances in Intelligent and Soft Computing” 2009, R. 64.
6. Olejniczak J., *Standardy w systemach informatycznych dla uczelni wyższych*, w: *Materiały VI konferencji „Informatyczne wspomaganie zarządzania uczelniami”*, CPI, Warszawa 2007.
7. Ślot K., *Wybrane zagadnienia biometrii*, WKŁ, Warszawa 2008.

## Źródła sieciowe

1. <http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips46-3/fips46-3.pdf> (data odczytu 21.11.2013).
2. [http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips186-3/fips\\_186-3.pdf](http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips186-3/fips_186-3.pdf) (data odczytu 21.11.2013).
3. [http://eacea.ec.europa.eu/llp/support\\_measures\\_and\\_network/ects\\_dsl\\_en.php](http://eacea.ec.europa.eu/llp/support_measures_and_network/ects_dsl_en.php) (data odczytu: 21.11.2013).
4. <http://rs3g.sci.uma.es/drupal7/node/6> (data odczytu 21.11.2013).
5. <https://suszi.wszib.edu.pl> (data odczytu 21.11.2013).
6. <http://usos.edu.pl> (data odczytu 21.11.2013).
7. <http://www.comarch.pl/administracja-publiczna/produkty/oswiata-i-szkolnictwo-wyzsze/comarch-egeria-edukacja> (data odczytu 21.11.2013).
8. [http://www.eecscard.eu/eecs\\_news.php](http://www.eecscard.eu/eecs_news.php) (data odczytu 21.11.2013).
9. <http://www.eunis.org/wp-content/uploads/2013/11/EECS-2013-Elite-Award-Submission-1.pdf> (data odczytu 21.11.2013).
10. [http://www.gemalto.com/products/mpcos\\_easy](http://www.gemalto.com/products/mpcos_easy) (data odczytu 21.11.2013).
11. <http://www.kalasoft.com.pl/hms-solution> (data odczytu 21.11.2013).
12. <http://www.pip.com.pl/strona.aspx?id=55,7> (data odczytu 21.11.2013).

13. <http://www.sygnity.pl/nasza-oferta/zagadnienia-branzowe/edukacja/procesy/obsługa-uczelni/4282> (data odczytu 21.11.2013).

\* \* \*

## **Development and evolution of the academic information system**

### **Summary**

This paper presents the design concept, architecture and functionality of the information system built at Lodz University of Technology along with the design and implementation methodologies. The system was successfully implemented in 1998 and is still under development. The system facilitates all the important activities of the community of 20,000 students and 3,000 staff members. A high level of data security has been achieved thanks to the use of smart cards as trusted storage of personal tokens and cryptographic keys used for user authentication and authorisation, data encryption and electronic signature.

**Keywords:** integrated information systems, higher education, smart cards