

# Internetowy kurs algebry z geometrią analityczną z automatycznym systemem zaliczeń

Agnieszka Herczak-Ciara  
Przemysław Kajetanowicz  
Jędrzej Wierzejewski

## Wstęp

Niniejszy artykuł zawiera opis internetowego kursu algebry z geometrią analityczną umożliwiającego pełną automatyzację procesu kontroli postępów w nauce. Zawartość merytoryczna kursu została zaprojektowana i wykonana przez dwóch ostatnich autorów. Również dwaj ostatni autorzy wdrażali kurs w ciągu pięciu pierwszych semestrów od jego powstania w roku 2005. Pierwszy autor prowadził prace przy wdrażaniu najnowszej wersji systemu zaliczeń w semestrze zimowym 2007/08.

W 2004 r. dwaj ostatni autorzy przeprowadzili eksperyment polegający na zaprojektowaniu i wykonaniu wyposażonej w obszerny zestaw interaktywnych testów internetowej lekcji na temat funkcji kwadratowej [3]. W centrum zainteresowania autorów znalazły się zagadnienia związane z zastosowaniem technologii komputerowych do automatyzacji najistotniejszego, a jednocześnie najbardziej czasochłonnego elementu w procesie studiowania matematyki - samodzielnego rozwiązywania zadań przez ucznia. Autorzy przeprowadzili dodatkowo studia na temat istniejących rozwiązań w dziedzinie automatycznej kontroli postępów (m.in. komercyjny system ALEKS [1]).

Zdobyte doświadczenia zostały następnie wykorzystane do zaprojektowania, wykonania i wdrożenia kompletnego e-kursu algebry z geometrią analityczną wg programu realizowanego na Politechnice Wrocławskiej. Pierwsza realizacja kursu (dla grupy 55 studentów) miała miejsce w semestrze letnim 2004/2005. W kolejnych semestrach kurs był sukcesywnie rozwijany i ulepszany, obejmując jednocześnie coraz liczniejsze grupy studentów (do tej pory w kursie uczestniczyło ponad 1500 osób). W grudniu 2005 kurs otrzymał główną nagrodę na konferencji 6th International Conference Virtual University w Bratysławie.

W dalszej części artykułu przedstawione są założenia koncepcyjne e-kursu, jego rozwiązania funkcjonalne, oraz efekty jego stosowania na Politechnice Wrocławskiej w okresie od semestru letniego 2004/2005 do semestru zimowego 2007/2008 łącznie.

Ponieważ szczegółowe rozwiązania dotyczące funkcjonalności kursu zawarte są w [4], więc w niniejszym artykule są one przedstawione skrótowo.

## **Założenia koncepcyjne**

Przedmioty matematyczne wykładane są w uczelniach technicznych z myślą o przygotowaniu przyszłych absolwentów do stosowania pojęć i metod matematycznych w innych dziedzinach niż sama matematyka. W szczególności oznacza to, że z jednej strony student musi wykształcić rozumienie pojęć i relacji między pojęciami, z drugiej zaś zdobyć sprawność w stosowaniu standardowych metod używanych do rozwiązywania konkretnych typów zadań.

W klasycznym systemie nauczania matematyki duża część zajęć ze studentami musi być przeznaczona na standardowe, a jednocześnie czasochłonne ćwiczenia rachunkowe (na przykład rozwiązywanie układów równań liniowych). Autorzy postanowili częściowo zautomatyzować proces uczenia, dostarczając studentowi z jednej strony wyczerpujących i przystępnych materiałów wykładowych, z drugiej zaś – bogatego zestawu interaktywnych ćwiczeń – testów, dotyczących głównie standardowych zagadnień z zakresu algebry i geometrii analitycznej. Taka automatyzacja standardowych ćwiczeń pozwala w większym stopniu wykorzystać zajęcia audytoryjne na omówienie bardziej zaawansowanych zagadnień czy zastosowań. Co więcej, ponieważ tradycyjnie kolokwia i egzaminy obejmują w zasadzie zagadnienia standardowe, więc można automatyczny system testów wykorzystać w administracyjnym procesie kontroli postępów studenta.

## **Zawartość merytoryczna i funkcjonalność e-kursu**

Z punktu widzenia zawartości merytorycznej e-kurs zawiera następujące działy objęte programem kursu algebry i geometrii analitycznej na Politechnice Wrocławskiej:

1. Liczby zespolone
2. Wielomiany i funkcje wymierne
2. Macierze i wyznaczniki
3. Układy równań liniowych
4. Geometria analityczna w przestrzeni
5. Krzywe stożkowe

## **Organizacja zasobów**

Z punktu widzenia organizacji i formy prezentacji elektroniczna zawartość e-kursu może być podzielona na materiał wykładowy, materiał ćwiczeniowy oraz sprawdziany.

Materiał wykładowy ma postać stron WWW, na których dodatkowo osadzono aplety Java zawierające ćwiczenia związane z omawianymi w danym miejscu pojęciami i zagadnieniami.

Materiał ćwiczeniowy ma postać stron WWW z testami – ćwiczeniami o wspólnej tematyce i zróżnicowanym stopniu trudności.

Sprawdziany (zwane w dalszym ciągu e-sprawdzianami) są elektronicznym odpowiednikiem prawdziwych kolokwiów i egzaminów. Pojedynczy e-sprawdzian jest zestawem zadań, których doбором i stopniem trudności można sterować za pośrednictwem specjalnego konfiguracyjnego pliku tekstowego, bez ingerencji w kod źródłowy. E-sprawdzian może być dodatkowo wyposażony w mechanizmy identyfikacji studenta oraz automatycznego zapisu wyników do bazy danych.

### **Funkcjonowanie pojedynczego ćwiczenia**

Materiały kursu zawierają ponad 150 typów zadań oferowanych studentowi w postaci interaktywnych ćwiczeń – testów. Zadania obejmują praktycznie wszystkie typy zagadnień występujących w programie kursu algebry z geometrią analityczną. Pojedynczy test działa jako aplet Java udostępniający nieograniczoną liczbę zadań danego typu z losowo generowanymi danymi oraz dostępem do krokowej prezentacji prawidłowego rozwiązania. Każdy test można skonfigurować pod kątem rozmaitych parametrów, takich jak ograniczenie czasu przeznaczanego na rozwiązanie, stopień trudności generowanych zadań czy system punktacji [5]. Każdy test może być dodatkowo wyposażony w kalkulator obsługujący działania arytmetyczne oraz funkcje elementarne.

Praca z pojedynczym zadaniem polega na tym, że student rozwiązuje zadanie ręcznie, a następnie wprowadza wyniki do okna apletu za pośrednictwem mniej lub bardziej wyspecjalizowanych elementów interfejsu użytkownika. W przypadkach niektórych typów zadań student ma do dyspozycji dodatkowe narzędzia pozwalające uniknąć żmudnych ręcznych rachunków. Na przykład testy związane z przekształceniami elementarnymi macierzy i układów równań zostały wyposażone w elementy interfejsu użytkownika chroniące studenta przed ryzykiem błędów rachunkowych. W praktyce student projektuje konkretne przekształcenie elementarne, natomiast sama operacja arytmetyczna jest wykonywana przez oprogramowanie. Z kolei w zadaniach, których rozwiązanie polega na sporządzeniu rysunku (na przykład narysowaniu krzywej stożkowej o podanym równaniu), student używa specjalnie zaprojektowanego zestawu narzędzi graficznych, łącznie z wirtualną linijką, kątomierzem oraz gumką pozwalającą na usuwanie błędnie narysowanych obiektów.

### **Funkcjonowanie pojedynczego e-sprawdzianu**

Pojedyncze testy można łączyć w sprawdziany pozwalające na badanie stopnia opanowania przez studenta wybranego zakresu materiału. Nauczyciel ma możliwość sterowania czasem sprawdzianu, liczbą zadań, ich punktacją oraz kolejnością (w szczególności zadania mogą być losowo permutowane). Sprawdziany są ponadto wyposażone w mechanizmy dodatkowo zwiększające elastyczność ich funkcjonowania:

- Typy zadań w sprawdzianie mogą być zdeterminowane lub częściowo zrandomizowane. W szczególności można zadać prawdopodobieństwo pojawienia się w sprawdzianie zadań określonego typu.
- Sprawdzian może działać w trybie ćwiczebnym lub egzaminacyjnym. W trybie ćwiczebnym student ma możliwość wielokrotnego zdawania sprawdzianu (oczywiście

ze zmieniającymi się zadaniami). W trybie egzaminacyjnym włączone są mechanizmy weryfikacji tożsamości studenta (poprzez specjalny system haseł) oraz zapisu wyników do bazy danych.

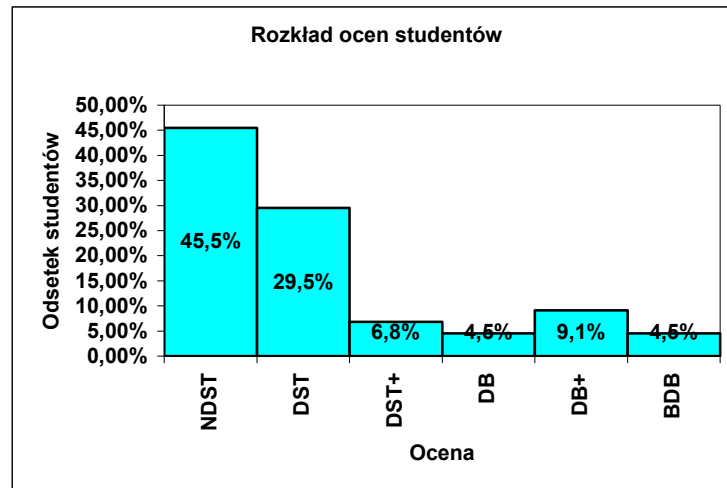
- Bezpośrednio po zakończeniu sprawdzianu student ma dostęp do prawidłowych rozwiązań.
- Bezpośrednio po przedstawieniu sprawdzianu do oceny może być kontrolowana kompletność rozwiązania każdego zadania: student, który zapomniał wpisać otrzymane wyniki w oknie apletu, jest ostrzegany przez program, że jego rozwiązanie jest niekompletne.
- Po przedstawieniu sprawdzianu do oceny może być dokonywana dodatkowo wstępna kontrola poprawności rozwiązań. Polega ona na weryfikacji rozwiązań wprowadzonych w oknie sprawdzianu, a następnie na ostrzeżeniu studenta, że dane zadanie (lub zadania) nie zostały rozwiązane poprawnie. Mechanizm ten został wprowadzony, aby pozwolić studentowi na poprawienie ewentualnych omyłek przy wpisywaniu ręcznie otrzymanych rozwiązań do okna apletu. Student otrzymuje w ten sposób jedną lub więcej „szans” na poprawienie rozwiązań.

## **Doświadczenia praktyczne**

Kurs Algebra z Geometrią Analityczną jest na Politechnice Wrocławskiej oferowany zasadniczo w semestrach zimowych (dla studentów I roku). W semestrach letnich kurs jest oferowany na zasadzie kursu powtórkowego dla studentów, którzy nie zaliczyli go w podstawowej edycji, a także dla studentów, którzy z różnych powodów nie mogli na kurs uczęszczać w semestrze zimowym. Kurs prowadzony jest standardowo w wymiarze 2 godzin wykładów i 1 lub 2 godzin ćwiczeń tygodniowo (w zależności od konkretnego zamówienia ze strony poszczególnych wydziałów).

## **Realizacje kursu z elektronicznym systemem zaliczeń (2004-2007)**

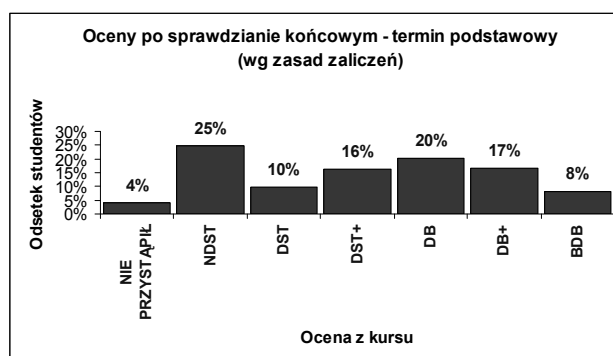
W semestrze letnim 2004/2005 autorzy przeprowadzili po raz pierwszy wspomniany kurs w trybie mieszanym dla grupy 55 studentów. (Był to kurs powtórkowy). Poza uczęszczaniem na zajęcia studenci mieli stały dostęp do kompletu opisanych powyżej elektronicznych materiałów wykładowych i ćwiczeniowych umieszczonych w Internecie. Materiały były studentom udostępniane za pośrednictwem platformy WebCT. Administracyjny system zaliczeń został oparty na przeprowadzanych w laboratorium komputerowym elektronicznych kolokwium oraz (również elektronicznie) sprawdzianie końcowym. Dodatkowo studenci byli premiowani za aktywność na zajęciach oraz za quizy internetowe zaprojektowane za pomocą odpowiedniego narzędzia WebCT. Student zdobywał zaliczenie po uzyskaniu minimum 51 ze 110 możliwych do zdobycia punktów, z czego 90 punktów student uzyskiwał w warunkach kontrolowanej samodzielności. Diagram niżej przedstawia wyniki kursu. Wyniki te są istotnie lepsze od wyników typowo uzyskiwanych na kursach powtórkowych.



**Rysunek 1.** Wyniki kursu w semestrze letnim 2004/2005

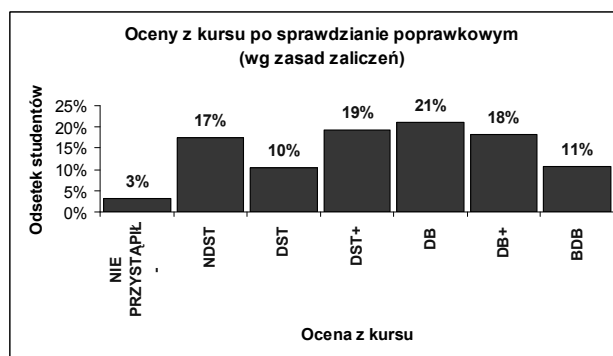
W semestrze zimowym 2005/2006 autorzy przeprowadzili kurs na znacznie większą skalę (ok. 400 studentów I roku Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej). Duża liczba studentów w oczywisty sposób uniemożliwiła oparcie systemu zaliczeń na e-sprawdzianach przeprowadzanych w warunkach kontrolowanej samodzielności. W miejsce elektronicznych kolokwium wprowadzono zatem system 6 e-sprawdzianów zdalnych, pełniących de facto rolę elektronicznych zadań domowych. Zdalne e-sprawdziany wyposażone były w opisane powyżej mechanizmy identyfikacji studenta oraz automatycznego zapisu wyników do bazy danych.

W sesji egzaminacyjnej został zorganizowany elektroniczny sprawdzian końcowy w laboratorium komputerowym (pod kontrolą prowadzących). Aby uzyskać zaliczenie, student musiał zdobyć na sprawdzianie końcowym ponad 50% maksymalnej liczby punktów. Dodatkowo student musiał wykazać się odpowiednio dobraną minimalną liczbą punktów zdobytych w ciągu semestru w trybie zdalnych e-sprawdzianów. Diagram niżej ilustruje rozkład ocen uzyskanych wg naszkicowanego systemu zaliczeń po sprawdzianie w terminie podstawowym.



**Rysunek 2.** Oceny końcowe (po terminie podstawowym)

Studenci, którzy nie uzyskali zaliczenia według opisanego powyżej systemu, zdawali e-sprawdzian poprawkowy (w warunkach kontrolowanej samodzielności). Wyniki zdalnych e-sprawdzianów nie były w tym przypadku brane pod uwagę. Diagram niżej przedstawiają rozkład ocen studentów po sprawdzianie poprawkowym.



**Rysunek 3.** Oceny końcowe (po terminie poprawkowym)

Należy podkreślić, że zilustrowane na powyższych diagramach wyniki są istotnie lepsze od wyników uzyskiwanych przez studentów uczestniczących w tradycyjnej edycji kursu Algebra z Geometrią Analityczną. W systemie kursu klasycznego odsetek studentów, którzy nie zaliczają kursu, utrzymuje się od lat na poziomie powyżej 50%.

W semestrze zimowym 2006/2007 elektronicznym systemem zaliczeń objęto ponad 850 studentów Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego oraz Wydziału Informatyki i Zarządzania. Zasady wystawiania ocen na podstawie zdalnych e-sprawdzianów i e-sprawdzianu końcowego były w zasadzie podobne do omówionych wcześniej, z wyjątkiem Wydziału Informatyki, na którym system elektronicznych zaliczeń pozwalał na uzyskanie oceny co najwyżej dobrej. Aby uzyskać ocenę wyższą, stu-

dent musiał przystąpić do dodatkowego egzaminu pisemnego. Wyniki uzyskane przez studentów nie odbiegały znacząco od wyników z semestru zimowego 2005/2006.

### **Realizacje kursu z elektronicznym systemem zaliczeń (2007/2008)**

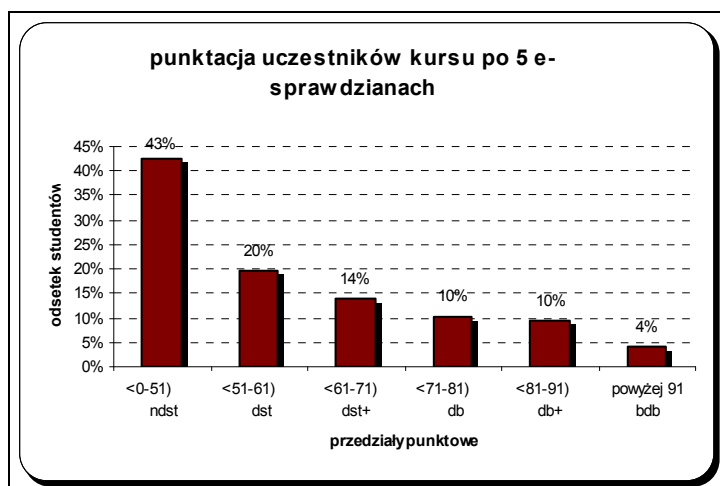
W semestrze zimowym 2007/2008 w kursie algebra liniowa z geometrią analityczną wspomaganym elektronicznie uczestniczyło ok. 1000 studentów Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego, Wydziału PPT (kierunek Inżynieria biomedyczna) oraz Studium Kształcenia Podstawowego.

W przypadku pierwszego wydziału zasady wystawiania ocen na podstawie zdalnych e-sprawdzianów i e-sprawdzianu końcowego były podobne do zasad z semestru zimowego 2006/2007. Studenci dwóch pozostałych wydziałów objęci zostali systemem regularnej kontroli wiedzy w formie pięciu 45-minutowych e-sprawdzianów w semestrze - przeprowadzanych w specjalnie przygotowanej pracowni, przeznaczonej wyłącznie do tego celu. Pracownia dysponuje 32 stanowiskami pracy w systemie terminalowym, w którym ograniczono dostęp do wszystkich zasobów systemowych i internetowych za wyjątkiem platformy edukacyjnej (na lokalnym serwerze), zawierającej elektroniczne kolokwia. Warto wspomnieć, że Studium Kształcenia Podstawowego (w skrócie: SKP) skupia studentów, którzy podejmując naukę w Politechnice nie zdecydowali się na wybór konkretnego Wydziału, lecz skorzystali z możliwości studiowania w trakcie I roku przede wszystkim przedmiotów podstawowych tj. matematyka, fizyka, informatyka na różnych poziomach zaawansowania. Po pomyślnie zakończonym roku studenci SKP dokonują wyboru dalszej drogi kształcenia. W kilku zdaniach przybliżymy wdrożenie systemu e-sprawdzianów pod kontrolą, na przykładzie SKP.

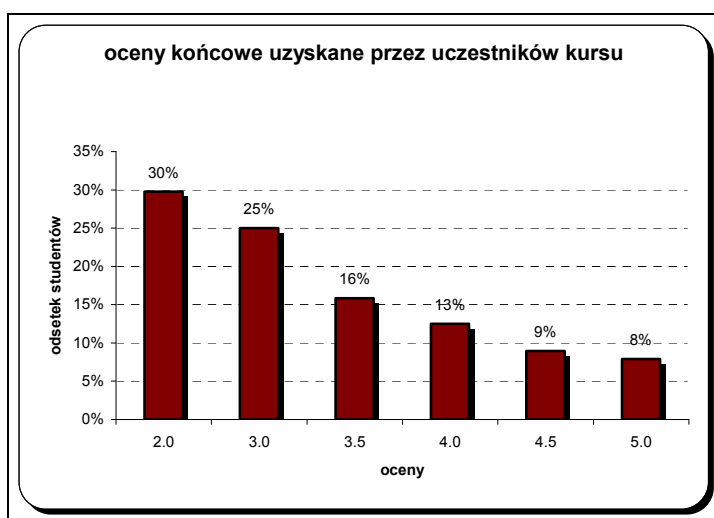
Słuchacze Studium Kształcenia Podstawowego w liczbie ok. 500 osób przystąpili w ciągu semestru do 5 e-sprawdzianów pod kontrolą specjalnie przeszkolonych pracowników Zespołu e-Nauczania. Punkty uzyskane na e-sprawdzianach (5 x 20pkt. = 100pkt.) oraz punkty uzyskane za aktywność na ćwiczeniach były podstawą do zaliczenia kursu. Zdobycie 50% punktów z e-sprawdzianów pozwalało zaliczyć wykład. Osoby, które nie uzyskały wymaganego progu, przystępowały w czasie sesji do egzaminu w formie e-sprawdzianu (100 pkt.). Część punktów uzyskanych podczas semestralnej kontroli, liczona jako  $\min(15, 30\% \text{ punktów uzyskanych w semestrze})$ , doliczana była do punktów uzyskanych podczas egzaminu i ta wspomniana suma decydowała o ocenie końcowej. Uzyskanie 50% punktów skutkowało oceną pozytywną, w przeciwnym wypadku student przystępował do egzaminu poprawkowego w formie elektronicznej, przy czym wcześniej zdobyte punkty nie miały znaczenia przy końcowej ocenie.

Ostatecznie 70% studentów SKP spośród uczestników kursu zaliczyło wykład. Wśród uczestników, którzy otrzymali z przedmiotu ocenę 2.0, ponad 1/3 stanowiły osoby, które nie przystąpiły do egzaminu końcowego (terminu podstawowego i/lub poprawkowego).

Rozkład wyników przedstawiają poniższe wykresy:



**Rysunek 4.** Wyniki studentów SKP po 5 e-sprawdzianach



**Rysunek 5.** Wyniki końcowe studentów SKP

Zilustrowane na powyższych diagramach wyniki, podobnie jak miało to miejsce we wcześniejszych semestrach, są istotnie lepsze od wyników uzyskiwanych przez studentów uczestniczących w tradycyjnej edycji kursu Algebra z Geometrią Analityczną.

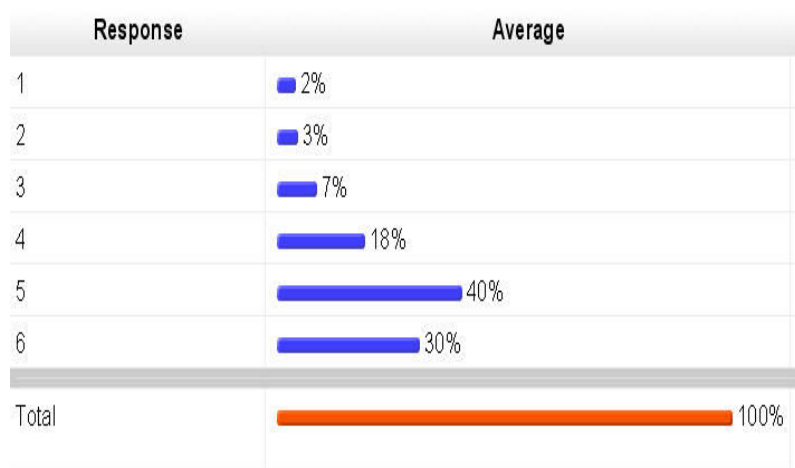


## Opinie studentów

Po każdym semestrze studenci wypełniali anonimową elektroniczną ankietę. Ankieta składała się z 4 do 6 pytań ilościowych (ocena różnych elementów kursu w skali od 1 do 6) oraz z miejsca na komentarz słowny. Wyniki ankiet zdecydowanie pokazują, że studenci bardzo pozytywnie oceniają dostępność i jakość materiałów wykładowych, jednak przede wszystkim z entuzjazmem witają możliwość nieograniczonego dostępu do ogromnej liczby ćwiczeń i sprawdzianów.

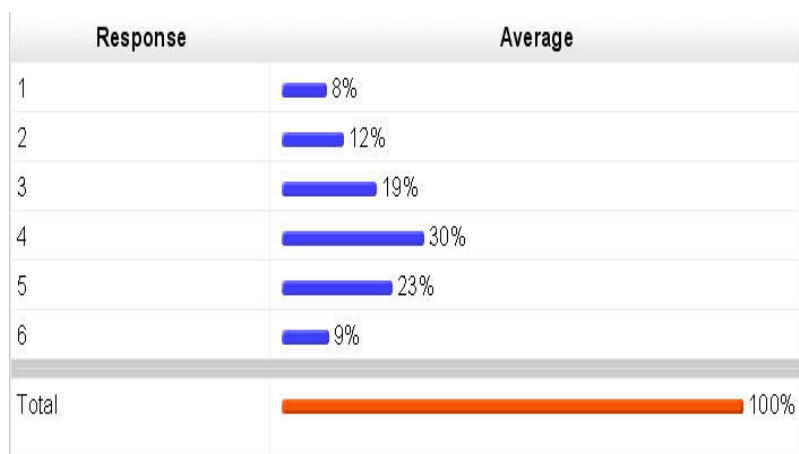
Przedstawimy dokładniej wyniki ankiety przeprowadzonej w semestrze 2007/2008 dla słuchaczy SKP.

*Pytanie 1. Czy wspomagana komputerowo forma kursu (elektroniczne materiały wykładowe, ćwiczeniowe oraz system regularnie przeprowadzanych e-sprawdzianów) pozwoliła Ci opanować materiał lepiej niż w tradycyjnym systemie nauczania. Wybierz ocenę w skali od 1 (najniższa) do 6 (najwyższa).*



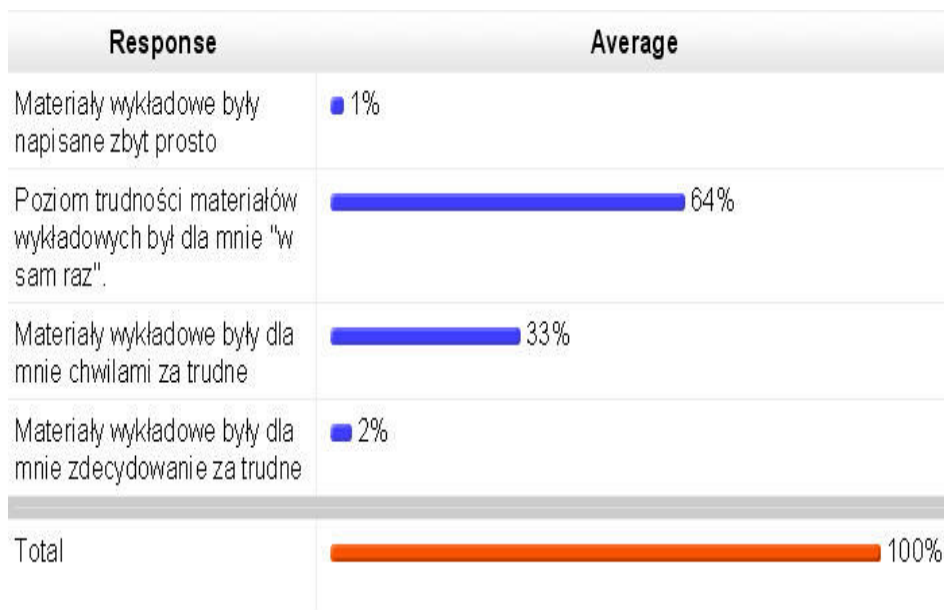
Rysunek 6. Pytanie ankiety o efektywność kursu

*Pytanie 2. Czy uważasz, że Twoje opanowanie materiału było obiektywnie ocenione przez system automatycznych e-sprawdzianów? Wybierz ocenę w skali od 1 (najniższa) do 6 (najwyższa).*



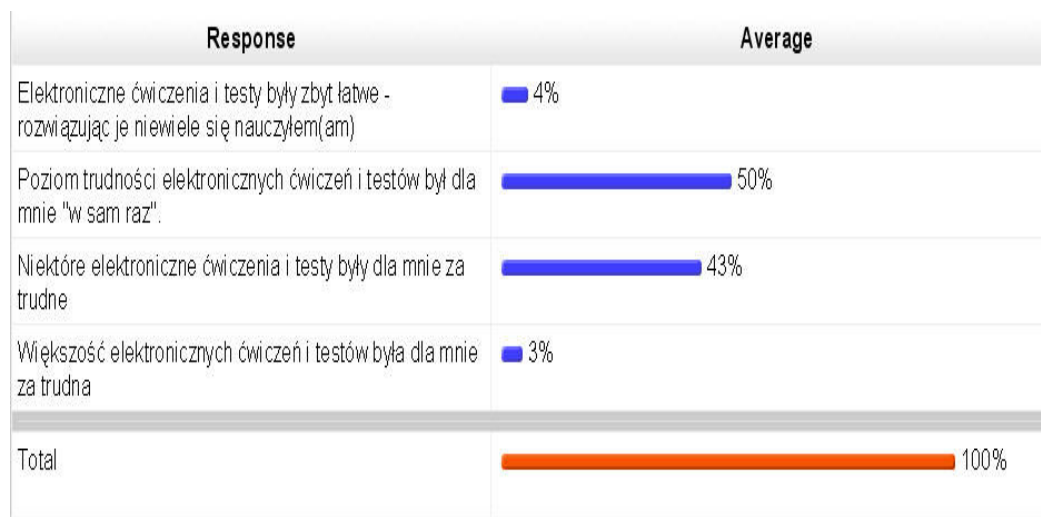
**Rysunek 7.** Pytanie ankiety o obiektywność e-sprawdzianów

*Pytanie 3. Oceń poziom materiałów wykładowych*



**Rysunek 8.** Ocena poziomu trudności materiałów wykładowych

*Pytanie 4. Oceń poziom trudności elektronicznych ćwiczeń i testów. Uwaga: nie oceniaj trudności obsługi technicznej okien z ćwiczeniami i testami lecz poziom ich trudności matematycznej*



**Rysunek 9.** Ocena trudności ćwiczeń i e-sprawdzianów

Wyniki ilościowe ankiety (pytania 1-4) wskazują na duże zadowolenie studentów z takiej formy kursu i egzaminowania. Podobne głosy przeważają w słownych komentarzach (w przypadku tej ankiety autorzy otrzymali wypowiedzi zajmujące 30 stron formatu A4). Nieliczne uwagi krytyczne, które się pojawiły, pozwoliły autorom na modyfikacje i ulepszenia systemu. Pozytywne komentarze wskazują przede wszystkim na zadowolenie z :

- regularnych, częstych sprawdzianów, zmuszających do systematycznej nauki, umożliwiających naukę mniejszej partii materiału
- większej liczby sprawdzianów (niż np. standardowe 2 kolokwia), dzięki czemu możliwe jest nadrobienie braków i zaliczenie kursu pomimo niepowodzenia na jednym ze sprawdzianów
- możliwości korzystania z materiałów w Internecie
- nieograniczonego zbioru ćwiczeń i zadań do samodzielnej pracy
- przystępnego, zrozumiałego języka materiałów dydaktycznych
- dostępności wyników bezpośrednio po e-sprawdzianie

Oto przykład wypowiedzi studentki (z zachowaniem oryginalnej pisowni):

*„Ogólnie cały e-kurs Algebra Liniowa 1 w aktualnej formie uważam za strzał w dziesiątkę, w szczególności pomoce naukowe przygotowane w bardzo wygodnej formie ćwiczeń*

*oraz teorii. Pozwilo mi to w dosyc dobrym stopniu przyswoic material, szczegolnie pomocne byly konkretne przyklady rozwiazywane krok po kroku, w taki sposob ze mogliśmy przesledzić cały tok rozumowania. Sporadycznie moze byly one rozwiazywane zbyt skrotowo, ale to w bardzo niewielu przypadkach. Ogolnie uwazam, ze w podobny sposob powinny być udostepniane pomoce naukowe do Analizy Matematycznej, sadze, ze w znacznym stopniu pomogloby to studentom w zaliczeniu. Jak juz pisalem bardzo pomocne byly nieskonczone zestawy cwiczen, ktore rozwiazowac mogliśmy "do oporu", czyli do momentu w ktorym uznamy ze opanowalismy dany zakres materialu. Jedynym minusem calego e-kursu moze być jedynie fakt, ze czasem system oceniania przez komputer był niesparwedliwy, bowiem cale zadanie moglo być zrobione dobrze, ale wynik na koncu moglbyc wpisany w złym formacie. Na szczescie jednak na e-sprawdzianach (co uwazam za BARDZO duzy plus) istnial system ostrzegania nas, ze w danym zadaniu albo nie wpisalismy danych albo sa one zle. Co prawda byla tylko 1 taka proba, lecz czesto byla ona bardzo pomocna. Osobiscie nigdy nie zostalem skrzywdzony przez komputerowy system sprawdzania, ale wiem ze czesc osob miala z tym problemy. Reasumujac, uwazam ze elektroniczne wyklady i cwiczenia, ktore mogliśmy wykonywac w zaciszu domowym byly bardzo pomocne, dla osob ktore lubia sie uczyc przy komputerze (ja do takich sie zaliczam) byla to wymarzona forma nauki. Kolejnym plusem jest niewatpliwie fakt, ze cały zakres materialu zostal podzielony na piec mniejszych, bardzo dla nas wygodnych sprawdzianow, nie musieliśmy sie uczyc z wielu dzialow na raz (jak to ma miejsce np w Analizie), oraz fakt, ze srednio co 3 tygodnie mielismy sprawdzian, zmuszal nas do systematycznej nauki)"*

## **Wnioski**

Wyniki uzyskane przez studentów we wszystkich edycjach kursu oraz oceny zawarte przez studentów w ankietach wykazują znaczną przydatność tej formy wspomagania dydaktyki. Potwierdziły się wszystkie znane zalety e-learningu:

- Ułatwienie dostępu do edukacji.
- Personalizacja procesu uczenia się — w zależności od zdolności i przygotowania studiujący uczy się tyle czasu ile potrzebuje. Pozwala to na szybkie i tanie uzupełnienie zaległości w edukacji. Studiujący uczy się w dogodnym dla siebie miejscu i czasie.
- Nauczanie zagadnień, które mogą być zalgorytmizowane i wykonywane przez komputer, staje się bardziej efektywne. Dzięki automatycznym ćwiczeniom student może sam opanować standardowe techniki, nauczyciel akademicki może na zajęciach skupić się na trudniejszych zagadnieniach
- Dobrze przygotowane e-kursy pozwalają na zautomatyzowanie procesu sprawdzania wiedzy. Rozwiązując e-sprawdzian student natychmiast po jego zakończeniu zna wyniki oraz ma przedstawione prawidłowe rozwiązania. Nauczyciel akademicki jest

zwolniony z poprawiania standardowych zadań a wyniki sprawdzianów (egzaminów) są natychmiast zapisane w bazie danych

- Wyniki egzaminacyjne uzyskiwane przez uczestników e-kursu są znacznie lepsze od rezultatów uzyskiwanych w systemie tradycyjnym.

## Bibliografia

- [1] E.Cosyn, J-P.Doignon, J-C.Falmagne, N.Thiery (2004): The Assessment of Knowledge in Theory and Practice. [www.aleks.com/about/Science\\_Behind\\_ALEKS.pdf](http://www.aleks.com/about/Science_Behind_ALEKS.pdf).
- [2] J.Engelbrecht, A.Harding (2005): Teaching Undergraduate mathematics On the Internet. *Educational Studies in Mathematics*, 58, s. 235-252.
- [3] P.Kajetanowicz, J.Wierzejewski (2004): E-lesson on Quadratic Function. W: *Proceedings 5<sup>th</sup> International Conference Virtual University VU'05*, M.Huba, K.Kweton (red.), Bratysława 2004, s.129-133.
- [4] P.Kajetanowicz, J.Wierzejewski (2005): E-learning in College Mathematics – an Online Course in Algebra with Automatic Knowledge Assessment. W: *Proceedings 6<sup>th</sup> International Conference Virtual University VU'05*, M.Huba (red.), Bratysława 2005, s.79-84.
- [5] P.Kajetanowicz, J.Wierzejewski (2006): Automatic Assessment of Math Skills. W: *Proceedings 7<sup>th</sup> International Conference Virtual University VU'06*, M.Huba (red.), Bratysława 2006, s.43-47.