

POMIAR DYDAKTYCZNY W OCENIE SKUTECZNOŚCI ZDALNEGO NAUCZANIA GEOMETRII WYKREŚLNEJ W ZAKŁADZIE TECHNIK WIZUALNYCH POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Bożena KOTLARSKA - LEWANDOWSKA

Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 44-100 GDAŃSK,
Zakład Technik Wizualnych

Streszczenie. Zdalne nauczanie geometrii wykreślnej studentów zaocznych Wydziału Budownictwa jest prowadzone od dwóch lat. Pod koniec semestru zimowego 2000/2001 program był weryfikowany według teorii pomiaru nauczania Prof. Niemierko z Uniwersytetu Gdańskiego. Praca przedstawia wnioski częściowego badania efektywności programu. Badanie było prowadzone na przykładowej grupie studentów i dotyczyło różnych metod pracy własnej studentów w domu jak również ich osiągnięć naukowych.

Wyniki ankiety wykazały, że 50% korzystało z wykładów w Internecie, 30% uczyło się tylko z notatek własnych i tylko 20% przeglądało tradycyjne podręczniki. Narzędziem pomiarowym były wynik z testu o dwojakim stopniu trudności i trzech celów edukacyjnych. Sam test był sprawdzany poprzez analizę jakościową jak i ilościową. Analiza testu nie wykazała znacznych różnic w poziomie wiedzy i umiejętności pomiędzy grupami studentów korzystających ze zdalnego nauczania i tymi, którzy powtarzali materiał tylko z notatek bądź tradycyjnych publikacji. Wyszło wniosek, iż tylko znikoma część studentów zaocznych korzysta z tradycyjnych podręczników, które teraz uważane są za zbyt trudne i wymagające. Podsumowując oznacza to, że istnieje duże zapotrzebowanie na nowoczesne instrukcje wspomaganie nauczania.

Kontynuując tradycję nauczania na odległość, które w latach 1964-71 prowadził Prof. Franciszek Otto w ramach tzw. Politechniki Telewizyjnej, Zakład Technik Wizualnych wdrożył w 1999 program zdalnego nauczania geometrii wykreślnej dla studentów kierunku zaocznego Wydziału Inżynierii Lądowej [1]. Koncepcja projektu była przedstawiona na V Seminarium „Geometria i komputer” w Wiśle w 1999 r. Zdalne nauczanie geometrii wykreślnej działa już od dwóch lat i dziś, bogatsi o te doświadczenia rozpoczęliśmy proces ewaluacji istniejącego programu w oparciu o teorię pomiaru dydaktycznego Prof. Bolesława Niemierki z Międzywydziałowego Studium Pedagogicznego Uniwersytetu Gdańskiego. Niniejszy artykuł przedstawia oryginalne wnioski wpływające z cząstkowych badań dotyczących wpływu sposobu pracy własnej studenta na wyniki kształcenia.

Program nauczania geometrii wykreślnej obejmuje trzy moduły programowe z przeznaczeniem do działania w sieci Internet. Chętni studenci mogą zaliczać wszystkie zadania projektowe zdalnie przy użyciu poczty elektronicznej, nie muszą uczestniczyć w planowych zajęciach, nie piszą testów sprawdzających, a jedynie muszą stawić się na egzamin końcowy. Z opcji tej korzystają osoby, które są biegłe w programie komputerowym AutoCAD. Z doświadczenia dydaktycznego wykładowcy wynikało jednak, że osób uczących się z tych stron jest znacznie więcej, co potwierdziły wyniki ankiety, podczas której studenci uczęszczający na zajęcia odpowiadali na pytania dotyczące materiałów, z których korzystają podczas pracy własnej w domu. Okazało się, że około 50% korzystało z internetowych wykładów jako pod-

stawowego źródła informacji, 30% uczyło się tylko z własnych notatek z wykładów w sali, a zaledwie 20% wybrało zalecaną literaturę geometryczną. Liczby te odzwierciedlają ogólną tendencję odchodzenia od tradycyjnych podręczników w kierunku multimedialnych pomocy naukowych.

Problem badawczy i metoda badań

Postanowiono zbadać, jaki wpływ miał sposób pracy własnej w domu na wyniki kształcenia i odpowiedzieć na pytanie badawcze: *Jakie są różnice w poziomie wiadomości i umiejętności pomiędzy studentami korzystającymi z programu zdalnego nauczania, a tymi uczącymi się w sposób tradycyjny i czy te różnice są istotne statystycznie?*

Tak sformułowany cel badawczy wymagał skonstruowania własnego narzędzia badawczego - testu ewaluującego umiejętności i wiadomości studentów. Jako obszar badania przyjęto moduł programowy „Aksonometria”. Moduł ten obejmuje 3 godziny wykładów i 3 godziny projektowania, w czasie których studenci rozwiązują zadane problemy rysunkowe. Zmienna zależna (wyniki) została zmierzona testem sprawdzającym złożonym z 10 zadań otwartych, który określił w trzech kategoriach celów i dwóch poziomach wymagań wiadomości i umiejętności studentów. Kategorie celów poznawczych zostały oparte o „taksonomię ABC” prof. B. Niemierko [2], w której poszczególne kategorie oznaczają: A - zapamiętanie wiadomości, B- zrozumienie wiadomości, C- stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych, D - stosowanie wiadomości w sytuacjach nietypowych.

Stosując pomiar sprawdzający dwustopniowy wyodrębniono dwie warstwy treści kształcenia: treść podstawową (P), wymaganą na ocenę dostateczną, oraz treść ponadpodstawową (PP) reprezentującą treści kształcenia niezbędne do rozwiązania bardziej skomplikowanych zadań. Studenci całego roku byli traktowani jednakowo i dopiero na etapie otrzymania wyników ankiety dotyczących liczby osób korzystających z internetowych wykładów zdecydowano o wyodrębnieniu dwóch grup. Grupę „I” tworzą tzw. internetowcy, do grupy kontrolnej „K” zaliczono wszystkich pozostałych. Takie potraktowanie problemu dało sposobność do badań porównawczych, w których zmienna niezależna określa wybrany sposób pracy własnej w domu [3].

Charakterystyka testu

Koncepcja testu zakładała zbudowanie testu: nauczycielskiego, czyli stosowanego wyłącznie przez autora testu oraz sprawdzającego, czyli takiego, w którym układem odniesienia są wymagania programowe, a nie wyniki innych studentów. Konstruując test wyselekcjonowano zagadnienia istotne do opanowania poszczególnych umiejętności. Ponieważ chodziło o sprawdzenie poziomu rozumienia zagadnień, zadania są zróżnicowane pod względem treści i trudności. Przed przystąpieniem do testu zweryfikowano taksonomię celów kształcenia i stopień trudności poprzez przedstawienie zadań ekspertowi (innemu wykładowcy tego przedmiotu), który potwierdził założone wartości. Sporządzenie planu testu wymagało operacjonalizacji celów kształcenia to znaczy czytelnego, jednoznacznego określenia czynności poddanych ocenie.

Materiał programowy	Cel zoperacjonalizowany	Kategoria celu	Poziom wymagań	Nr zadania
1.Założenia metody tworzenie trójkąta śladów	Student potrafi narysować trójkąt śladów na rzutni aksonometrycznej	B	P	1
2.Rzut aksonometryczny prostej	Student potrafi odtworzyć rzut aksonometryczny na podstawie rzutów prostokątnych	C	P	2
3.Konstrukcja skróceń na osi	Student potrafi skonstruować skrócenia na osi z	C	P	3

pionowej				
4.Aksonometria punktu	Student potrafi narysować dowolny punkt na podstawie współrzędnych	C	P	4
5.Tworzenie brył w aksonometrii	Student potrafi narysować bryły trójwymiarowe	D	PP	5
6.Założenia aksonometrii kawalerskiej	Student rozumie skrótowania na poszczególnych osiach	B	P	6
7.Aksonometria wojskowa punktu	Student potrafi odtworzyć współrzędne punktu na podstawie aksonometrii	D	PP	7
8.Tworzenie brył w aksonometrii	Student potrafi podać rzeczywisty wymiar na podstawie rzutu	C	P	8
9.Przebiecie brył prostą	Student potrafi znaleźć punkty przebiecia	C	P	9
10.Przebiecie płaszczyzny prostą	Student rozumie konstrukcję punktu przebiecia	C	P	10

Test składa się z 10 zadań otwartych przedstawiających jedno-, dwu-, i trójwymiarowe obiekty w aksonometrii. Zadania testu zawierają figury i bryły składające się wyłącznie z linii prostych i płaszczyzn. W każdym zadaniu badany może dojść do rozwiązania poprzez narysowanie kilku (3-6) prawidłowych linii. Pod względem pracochłonności rysunki przedstawiają więc wyrównany poziom, co uzasadnia ich jednakowe punktowanie. W teście nie sprawdzana jest biegłość rysunkowa studentów, a więc jakość graficzna odpowiedzi nie jest oceniana. Test przewidziano na 60 minut.

Graficzny plan testu

Taksonomia celów kształcenia

B	C	D
Zapamiętanie zrozumienie wiadomości	Zastosowanie wiadomości w sytuacjach typowych	Zastosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych
	AKSONOMETRIA PROSTOKĄTNA	
1	2	5
	3,4	
	AKSONOMETRIA UKOŚNA	
6	8	7
	9,10	

Dobór próby i warunki testowania

Test pisało 61 osób, to jest 80% wszystkich studentów tego wydziału, można więc próbę tą uznać za reprezentatywną. Test odbył się w dniu 20 stycznia 2001r. jako test zaliczający znajomość

modułu przedmiotowego o nazwie „Aksonometria”. Studenci byli obcy z tego rodzaju testami, a typ zadań był znany z zajęć projektowych. Piszący sami wybierali jedną z dwóch sal, na których odbył się test, a każda osoba siedziała przy osobnym stole. Jest to istotna informacja, ponieważ była przygotowana tylko jedna wersja testu. Na początku studenci zostali poinformowani o wymaganiach dotyczących rozwiązań zadań i limicie czasu. W praktyce limit ten okazał się wystarczający i tylko trzy osoby oddały prace przed jego upływem, a w trakcie testowania studenci nie domagali się wyjaśnień treści zadań.

Analiza i ocena wyników testu

Wielkości statystyczne zostały obliczone programem ITEMAN version 3.50 amerykańskiej firmy Assessment Systems Corporation przeznaczonym do analizy zadań testowych.

	Grupa „I”		Grupa „K”
<u>średnia arytmetyczna</u>	$x_1=6.759$	>	$x_2=6.406$
Średni wynik w grupie „I” nieznacznie wyższy od średniego wyniku w grupie „K”.			
<u>Wariancja</u>	$s^2_{x1}=5.700$	>	$s^2_{x2}=3.866$
Wyższa wartość wariancji w grupie „I” oznacza większe odchylenie wartości zmiennej x, czyli wyników testu od średniej arytmetycznej.			

odchylenie standardowe $S_{x1}=2.570$ > $S_{x2}=1.966$
Wartości odchyłeń standardowych są wyższe od wartości minimalnej wynoszącej 1/8 skali pomiarowej, czyli 1.25. Wariancja i odchylenie standardowe są miarami rozrzutu, czyli zróżnicowania zaobserwowanych wartości zmiennej. Rozrzut wyników mierzony odchyleniem standardowym był znacznie niższy w grupie „K”, co oznacza, że było tu więcej wyników zbliżonych do średniej.

Skośność rozkładu Skew1 = -0,413 Skew2 = -0,057
Skośność lub symetria tworzą charakterystykę rozkładu liczebności wyników. W grupie „I” rozkład jest ujemnie skośny charakteryzujący się skupieniem zaobserwowanych wartości zmiennej w pobliżu wartości najwyższej, co oznacza, że w teście było wiele zadań, które rozwiązyali prawie wszyscy badani. W grupie „K” skośność jest prawie zerowa, co wskazuje na występowanie rozkładu symetrycznego.

Mediana $m1 = 7$ > $m2 = 6$
Mediana, czyli pozycja skali pomiarowej dzieląca wartości zmiennej na dwie jednakowo liczne grupy jest wyższa w grupie „I”, a więc było tam więcej wysokich wyników.

Wyniki ekstremalne i rozstęp Min 2 < 3
Max 10 = 10

Rzetelność testu $\alpha = 0,716$ > 0.528
Współczynnik α mierzy wewnętrzną zgodność testu osiągnięć szkolnych, to jest stopień w jakim wszystkie zadania testu mierzą te same osiągnięcia uczniów. W przypadku grupy „I” ten sam test osiągnął wyższą wartość, co oznacza, że test lepiej pracuje w tej grupie. W sumie wielkości współczynnika mieszczące się w przedziale 0,50 – 0,79 wskazują na mało rzetelny pomiar.

Błąd standardowy pomiaru SEM = 1.273 < 1.351

Frakcja poprawnych odpowiedzi Mean P = 0,676 > 0,641

Średnia korelacja dla wszystkich zadań Item total = 0,533 > 0.43

Korelacja (moc różnicująca zadania testowego) jest związkiem pomiędzy wynikami zadania , a wynikami testu. Dodatnia korelacja pokazuje, że zadania trudne były rozwiązane przez lepszych studentów. Ujemna oznacza nieprawidłowo przygotowany test, w którym gorsi studenci nie rozwiązując łatwych zadań dają sobie radę z trudnymi. Uzyskany wynik potwierdza zaobserwowane wcześniej nieznacznie lepsze działanie testu w grupie „I”.

Istotność statystyczna różnicy między średnimi arytmetycznymi

Różnica pomiędzy średnimi arytmetycznymi wyników pomiaru w obu grupach była niższa od błędu pomiaru, a zatem nie jest ona istotna statystycznie.

Analiza ilościowa i jakościowa zadań

Wielkości statystyczne zbiorcze przedstawiono w poniższej tabeli.

Nr zadania	1	2	3	4	5	6	7	8	9	19
GRUPA „I”										
Poprawnych%	90	52	62	66	52	76	52	69	79	70
Błędnych%	3	31	38	24	45	17	45	14	10	21
Opuszczonych %	7	17	0	10	3	7	3	17	10	0
P - łatwość	0,9	0,52	0,62	0,66	0,52	0,76	0,52	0,69	0,79	0,70
korelacja	53	45	46	75	71	52	54	34	52	52
GRUPA „K”										
Poprawnych%	91	56	53	59	47	88	38	59	72	78
Błędnych%	6	28	47	34	50	9	56	22	16	19
Opuszczonych %	3	16	0	6	3	3	6	19	13	3
P - łatwość	0,91	0,56	0,53	0,59	0,47	0,88	0,38	0,59	0,72	0,78
korelacja	28	41	54	66	54	32	46	27	48	34

Tzw. łatwość zadania jest stosunkiem liczby punktów uzyskanych za rozwiązanie tego zadania przez osoby biorące udział w testowaniu do maksymalnej liczby punktów możliwej do uzyskania przez tę liczbę osób.

Ocena trudności zadań testu na podstawie interpretacji wskaźnika łatwości p.

Grupa I

Interpretacja zadania	Wskaźnik łatwości	Ilość zadań	Nr. zadania
bardzo trudne	0,0 – 0,19		
Trudne	0,20 – 0,49		
umiarkowanie trudne	0,50 – 0,69	60%	2,3,4,5,7,8
Łatwe	0,70 – 0,89	30%	6,9,10
bardzo łatwe	0,90 – 1,00	10%	1

Grupa K

Interpretacja zadania	Wskaźnik łatwości	Ilość zadań	Nr. zadania
bardzo trudne	0,0 – 0,19		
Trudne	0,20 – 0,49	20%	5,7
umiarkowanie trudne	0,50 – 0,69	40%	2,3,4,8
Łatwe	0,70 – 0,89	30%	6,9,10
bardzo łatwe	0,90 – 1,0	10%	1

Rozpatrując powyższe tabele zauważymy, że łatwości zadań w obu grupach różnią tylko zadania nr 5 i 7. Gdy porównamy otrzymane wyniki z planem testu okazuje się, że te właśnie zadania zostały zaprojektowane jako zadania z poziomu PP i kategorii celu D. Okazało się, że zadania te zapracowały w zaplanowany sposób w grupie „K” (kontrolnej), natomiast w grupie

„I” okazały się zadaniami umiarkowanie trudnymi, o współczynniku łatwości „p” zaledwie trochę mniejszym od pozostałych zadań tego poziomu.

Analizując zadanie 1 można stwierdzić, że okazało się ono tak łatwe, że należało by się zastanowić nad pozostawieniem tego zadania w teście. Aż siedem zadań ma wskaźniki łatwości wyższe w grupie „I” od analogicznych wskaźników w grupie „K”, co sugeruje, że zadania generalnie wydawały się łatwiejsze w grupie „I”.

Rozpatrując wartości mocy różnicującej należy zwrócić uwagę na to, iż w teście 10 zadaniowym minimalna wartość wynosi 0,32, zadawająca wartość wynosi 0,60.

W „I” wszystkie zadania uzyskały moc różnicującą powyżej wartości min, aż 90% zadań znalazło się w przedziale 0,45 – 0,75. Tylko zadanie 8 słabiej koreluje z wynikami testu.

W grupie „K” wyniki nie są już tak zadawalające. Zadania 1 i 8 mają moc różnicującą poniżej wartości minimalnej. Większość zadań osiąga niższe moce różnicujące w porównaniu z grupą „I”, jedynie zadanie 3 wypada korzystniej.

Wnioski

Wnioski dotyczące wartości testu

1. Obliczone wskaźniki statystyczne wykazały, że w obecnej formie test jest mało rzetelny.
2. Stosowność niektórych zadań wydaje się problematyczna. Zadanie 1 należałoby zrehabilitować powtórnie, lub usunąć, ponieważ okazało się zbyt łatwe i osiągnęło niską moc różnicującą. Zadanie 8 należałoby zmienić ze względu na słabą korelację z wynikami testu.
3. Przed ewentualnym ponownym zastosowaniem należałoby zadbać o zwiększenie rzetelności testu. Nie polecane jest zwiększenia ilości zadań, ponieważ w praktyce rozwiązanie ich wypełniło całkowicie czas przeznaczony na test. Również wydłużanie czasowe testu nie jest celowe przy tak krótkim module programowym.
4. Praktyczna wartość testu nie jest zbyt duża z uwagi na szybkie „starzenie się” zadań w obrębie jednego wydziału i fakt, że tego samego testu nie da się wykorzystać na studiach dziennych, które mają inny program.

Wnioski dotyczące problematyki badań

1. Ze względu na to, że badaniami objęto większość studentów danego wydziału wyniki można uznać za reprezentatywne. Pomimo jednak faktu, że zarówno średnia arytmetyczna wyników, jak i większość innych parametrów pokazała niewielką przewagę na korzyść grupy osób korzystających z internetowych wykładów, to jednak różnica wyników była zdecydowanie mniejsza od błędu pomiaru. Oznacza to, że badanie nie potwierdza różnicy w poziomie wiadomości i umiejętności studentów w przyjętych grupach.
2. Nie sposób nie uwzględnić alternatywnych wyjaśnień dotyczących nieznacznych różnic pomiędzy grupami wyodrębnionymi w badaniu. Być może bardziej ważne od sposobu pracy własnej studentów są różnice charakterologiczne np. ludzie korzystający na co dzień z komputera i Internetu są bardziej wnikliwi, dokładni lub też bardziej umotywowani. Być może kierują się chęcią lepszego zrozumienia grafiki komputerowej, której zasady opierają się w dużej mierze na aksonometrii.
3. Temat badań powstał przypadkiem, po zliczeniu wstępnych danych dotyczących ilości osób korzystających z wykładów w sieci. Prawdopodobnie szybko nie uda się powtórzyć podobnego badania, ponieważ już tydzień później podczas kolejnego testu okazało się, że liczebność umownej grupy I drastycznie wzrosła. Przeprowadzone badanie jest więc o tyle cenne, że jest zapisem przemian. Potwierdza też fakt, że dzisiejsi studenci niechętnie sięgają po tradycyjne podręczniki geometrii wykreślnej.

W dobie Internetu wraz z pojawieniem się hipertekstu pojęcie książki uległo rozszerzeniu- klasyczne książki wzbogacone są zasobami elektronicznymi. Media powinny być włączone do środowiska uczenia się, a nie stać obok nich [4]. Istnieje więc potrzeba tworzenia nowych podręczników dopasowanych do nowego typu umiejętności człowieka kształtowanej

pod wpływem dominacji przekazów obrazowych, będących wynikiem zaniku dominacji „kultury słowa drukowanego” na rzecz „kultury wizualno – informatycznej” [5].

Obecne edukacyjne programy komputerowe okresu programowanego nauczania problemowego będą zmierzały w kierunku „inteligentnych ekspertowych systemów dydaktycznych” [6] tworzonych w oparciu o teoretyczne podstawy wykorzystania prezentacji multimedialnych jako narzędzia edukacji technicznej [7]. Nauczanie na odległość rozwija się bardzo intensywnie, a kolejne interesujące przykłady zdalnego nauczania stają się coraz bardziej powszechne [8].

LITERATURA:

- [1] B. KOTARSKA – LEWANDOWSKA, W. LESZKIEWICZ, M. PIWOŃSKI, J. ŚLIWIŃSKI: *Zdalne nauczanie geometrii wykreślnej poprzez sieć Internet w Zakładzie Technik Wizualnych Politechniki Gdańskiej*. Materiały konferencyjne Uniwersytetu Szczecińskiego. Szczecin 2000,
- [2] B. NIEMIERKO: *Pomiar wyników kształcenia*. WSiP. Warszawa 1999,
- [3] K. KONARZEWSKI: *Jak uprawiać badania oświatowe, metodologia praktyczna*. WSiP Warszawa 2000,
- [4] M. SYSŁO: *Internet – medium społeczeństwa informacyjnego*. Międzywydziałowe Studium pedagogiczne Uniwersytetu Gdańskiego. Gdańsk 2000,
- [5] W. STRYKOWSKI: *Media w edukacji: kierunki prac badawczych*. Międzywydziałowe Studium Pedagogiczne Uniwersytetu Gdańskiego. Gdańsk 2000,
- [6] B. JASKUŁA: *Oprogramowanie edukacyjne – wczoraj i dziś*. Seminarium komputerowego multimedialnego wspomaganie dydaktyki. Kraków 1995,
- [7] T. BRODZIŃSKI, W. ŚPIEWAK: *Multimedialna zdalna edukacja z wykorzystaniem Internetu*. Materiały konferencyjne Uniwersytetu Szczecińskiego 2000,
- [8] M. FURMANEK: *Prezentacja multimedialna jako narzędzie edukacji technicznej*. Materiały konferencyjne Uniwersytetu Szczecińskiego 2000.

EDUCATIONAL MEASUREMENT IN EVALUATION OF DISTANCE TEACHING OF DESCRIPTIVE GEOMETRY IN ZTW PG

Distance teaching of descriptive geometry for extra-mural students of Civil Engineering Department has been in use for two years. At the end of winter semester 2000/2001 the program was verified on the grounds of educational measurement theory of Prof. Niemierko from University of Gdansk. The papers present the original conclusions of the partial research of efficiency of the program. The research was carried out on representative groups of students and referred to different methods of self-work of students at home and their educational achievements.

The results of the questionnaire showed that 50% used the lectures on Internet, 30% learned only from their own notes in class and only 20% browsed through traditional textbooks. The measurement tool was the achievement test of two difficulty levels and three educational objectives. The test itself was verified by both qualitative as well as quantitative analysis. Test analysis displayed no essential differences in level of knowledge and skills between the groups of students using distance teaching program and those who revised only from notes and textbooks. The following conclusion is that only minor part of extra-mural students uses traditional books, which are now regarded as too difficult and demanding. Consequently, it means that there is a great demand for modern Computer Aided Instructions.

Recenzent: dr inż. Renata GÓRSKA

Wpłynęło do Redakcji w lipcu 2001 r.