

BADANIE UMIEJĘTNOŚCI INFORMATYCZNYCH STUDENTÓW W KONTEKŚCIE ZAJĘĆ Z MATEMATYKI

Marcin WATA¹, Dorota ŻAREK²

1. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość
tel.: 58 348 6258 e-mail: marcin.wata@pg.edu.pl
2. Politechnika Gdańska, Centrum Nauczania Matematyki i Kształcenia na Odległość
tel.: 58 348 6195 e-mail: dorota.zarek@pg.edu.pl

Streszczenie: Chcąc zwiększyć motywację studentów do lepszego zrozumienia treści matematycznych przekazywanych podczas zajęć uniwersyteckich, autorzy przeprowadzili ankietę, aby poznać ich nawyki w uczeniu się matematyki. Dodatkowym celem była poprawa wyników uzyskiwanych na egzaminach i kolokwiah. W artykule autorzy omówili część wniosków z przeprowadzonego badania.

Słowa kluczowe: blended learning, wsparcie, matematyka, oprogramowanie matematyczne.

1. INFORMACJE OGÓLNE

Na Politechnice Gdańskiej, w czasie pierwszych zajęć, studenci piszą test kompetencji sprawdzający podstawową wiedzę z matematyki z zakresu szkoły średniej. W grupach prowadzonych przez autorów ponad połowa studentów nie uzyskała połowy punktów możliwych do zdobycia na teście. Można to tylko częściowo uzasadnić elementem zaskoczenia i dłuższą przerwą między maturą z matematyki a pierwszymi zajęciami na uczelni.

Chcąc lepiej poznać nawyki uczenia się studentów i posiadane przez nich kompetencje informatyczne w zakresie nauki matematyki autorzy przeprowadzili, drugi rok z rzędu, ankietę na początku semestru. Sprawdzili w ten sposób jakie formy nauczania preferowali studenci, jakie fora, kursy, strony internetowe przeglądali w celu poszerzenia wiedzy matematycznej oraz czy byli zainteresowani dodatkowymi formami nauczania matematyki. Stawiając sobie za cel ciągłe podnoszenie jakości oraz efektywności kształcenia, po analizie ankiet, autorzy zaproponowali słuchaczom oprócz wykładów i ćwiczeń inne metody wspomagające proces nauczania takie jak:

- samodzielne przygotowywanie wizualizacji zagadnień matematycznych i technicznych w oprogramowaniu GeoGebra,
- wykorzystanie MATLABA jako środowiska do wykonywania obliczeń oraz tworzenia symulacji komputerowych,
- kursy na platformie moodle (blended learning).

Dzięki tym formom aktywacji studenci mieli możliwość:

- elastyczniej dysponować swoim czasem do nauki,

- wielokrotnie powtarzać przyswajany materiał aż do osiągnięcia satysfakcjonującego przez nich poziomu wiedzy,
- zadawać pytania wykładowcom za pomocą komunikatora na platformie moodle,
- przełamać barierę strachu i pokonać nieśmiałość, które często pojawiają się na zajęciach w nowym środowisku.

Wspomniane wyżej działania pomagają studentom w zrozumieniu dużej ilości pojawiających się w czasie zajęć stacjonarnych nowych wiadomości [1,2]. Wpisują się również w działania wspomagające rozwój kompetencji kluczowych.

W maju 2018r. Rada Unii Europejskiej wydała zalecenia w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie [3]. W dokumencie można między innymi przeczytać: „W gospodarce opartej na wiedzy zapamiętywanie faktów i procedur jest kwestią kluczową, lecz nie wystarcza, by zapewnić postęp i sukcesy. W naszym szybko zmieniającym się społeczeństwie istotniejsze niż kiedykolwiek wcześniej są takie umiejętności jak, umiejętność rozwiązywania problemów, krytycznego myślenia, zdolność do współpracy, umiejętność kreatywnego myślenia, myślenia komputacyjnego i samoregulacji.” Warto zwrócić tutaj uwagę na wspomniane myślenie komputacyjne, które może być powiązane z umiejętnościami użycia komputerów do rozwiązywania zadań. W ogłoszonym tekście RUE wymienione jest osiem kompetencji kluczowych wśród, których można odnaleźć:

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje cyfrowe.

W odniesieniu do kompetencji cyfrowych zaleca się kształtowanie umiejętności korzystania z różnych rodzajów urządzeń, oprogramowania i sieci. Wymienia się również umiejętność programowania.

2. MOTYWACJE DO ZAJĘĆ KOMPUTEROWYCH

Oprogramowanie matematyczne może być wykorzystane wspomagająco przy omawianiu wielu zagadnień nauczanych na akademickim kursie matematyki na pierwszym roku studiów inżynierskich. Jednym z takich

zagadnień jest znajdowanie ekstremów lokalnych funkcji dwóch zmiennych. Wyznamy, za pomocą GeoGebry, ekstrema lokalne funkcji

$$f(x) = x^4 + y^4 - 8x^2 + 4y$$

Na rysunku 1. prezentowany jest zrzut ekranu z widoku CAS (ang. Computer Algebra System) GeoGebry z rozwiązaniem powyższego zadania.

1	$f(x,y):=x^4-y^4-8x^2+4y$ → $f(x,y) := x^4 - y^4 - 8x^2 + 4y$
2	$fx(x,y):=Derivative(f,x)$ → $fx(x,y) := 4x^3 - 16x$
3	$fy(x,y):=Derivative(f,y)$ → $fy(x,y) := -4y^3 + 4$
4	$Solve(\{fx=0,fy=0\},\{x,y\})$ → $\{\{x=0, y=1\}, \{x=2, y=1\}, \{x=-2, y=1\}\}$
5	$fx(x,y):=Derivative(fx,x)$ → $fx(x,y) := 12x^2 - 16$
6	$fyx(x,y):=Derivative(fx,y)$ → $fyx(x,y) := 0$
7	$fyy(x,y):=Derivative(fy,y)$ → $fyy(x,y) := -12y^2$
8	$D(x,y):=Determinant(\{fx, fy\}, \{fyx, fyy\})$ → $D(x,y) := -144x^2y^2 + 192y^2$
9	$D(0,1)$ → 192
10	$fx(0,1)$ → -16
11	$D(2,1)$ → -384
12	$D(-2,1)$ → -384

Rys. 1. Wyznaczanie ekstremów lokalnych funkcji dwóch zmiennych

Rozwiązanie ma charakter algorytmiczny, dzięki czemu można wykorzystać punkty 1-8 do uzyskania rozwiązania dla wielu podobnych funkcji, np.:

$$f(x) = x^3 - y^3 + 3x^2y + 9x$$

Jedynie punkty 9-12 wynikają z uzyskanych w punkcie 4 rozwiązań i muszą ulec modyfikacji. Inna sytuacja występuje w przypadku funkcji

$$f(x) = (x^2 - y^2 + 2)e^{-x^2 - y^2 + xy}$$

1	$f(x,y):=(x^2-y^2+2)*e^{-x^2-y^2+xy}$ → $f(x,y) := (x^2 - y^2 + 2) e^{-x^2 - y^2 + xy}$
2	$fx(x,y):=Derivative(f,x)$ → $fx(x,y) := 2x e^{-x^2 - y^2 + xy} + (-2x + y)(x^2 - y^2 + 2) e^{-x^2 - y^2 + xy}$
3	$fy(x,y):=Derivative(f,y)$ → $fy(x,y) := -2y e^{-x^2 - y^2 + xy} + (x - 2y)(x^2 - y^2 + 2) e^{-x^2 - y^2 + xy}$
4	$Solve(\{fx=0,fy=0\},\{x,y\})$ → ?

Rys. 2. Brak rozwiązania w przypadku polecenia solve GeoGebry

W tym przykładzie nie otrzymamy automatycznie rozwiązania układu z punktu 4 (rysunek 2.). Student zmuszony jest dokonać samodzielnej analizy układu i wywnioskować w oparciu o posiadaną wiedzę o funkcji wykładniczej, że możliwe jest dokonanie uproszczenia równań i rozwiązanie układu równań równoważny układowi z punktu 4.

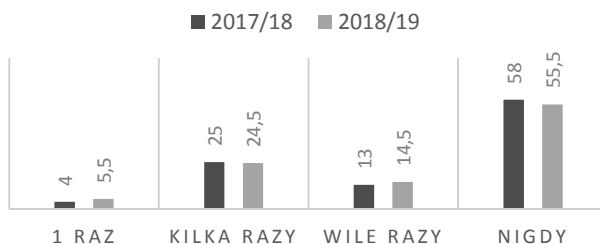
5	$Solve(\{fx=0,fy=0\},\{x,y\})$ → $\left\{ \left\{ x=0, y=0 \right\}, \left\{ x=\frac{\sqrt{3(\sqrt{3}-1)}}{3}, y=\frac{\sqrt{3(3\sqrt{3}+5)}}{3} \right\}, \left\{ x=-\frac{\sqrt{3(\sqrt{3}-1)}}{3}, y=-\frac{\sqrt{3(3\sqrt{3}+5)}}{3} \right\} \right\}$
---	--

Rys. 3. Otrzymane rozwiązania zmodyfikowanego układu

Dla rozważanej funkcji student mógłby mieć duże trudności w rozwiązaniu zadania bez wsparcia komputerowego. Jednocześnie stosując tylko podejście algorytmiczne nie uzyskałby rozwiązania. Zaprezentowane zagadnienie pokazują zatem wagę łączenia analitycznego myślenia z rozwiązaniami algorytmicznymi realizowanymi za pomocą oprogramowania komputerowego.

3. ANKIETA POCZĄTKOWA

W roku akademickim 2017/18 autorzy przeprowadzili pierwszą ankietę, w ich założeniu, pozwalającą optymalnie dobrać metody i narzędzia wspomagające nauczanie matematyki GeoGebra i MATLABEM. W bieżącym roku akademickim kontynuowali swoje działania. Przeprowadzili łącznie 221 ankiet na początku semestru zimowego, na kilku kierunkach studiów. Według autorów rezultaty tej ankiety okazały się interesujące. Większość odpowiedzi na pytania dotyczące doświadczeń nowego rocznika studentów z GeoGebra były zbliżone do tych uzyskanych w roku poprzednim (zestawienie wyników w tej grupie pytań autorzy przedstawili na rysunkach 4-6).

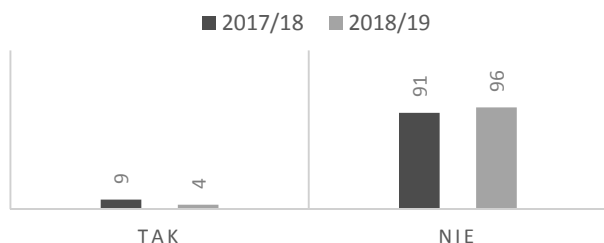


Rys. 4. Wcześniejszy udział studentów w zajęciach z wykorzystaniem GeoGebry (%)

Wyjątkiem było pytanie dotyczące gotowości studentów do używania GeoGebry na zajęciach i poza nimi, gdzie odsetek

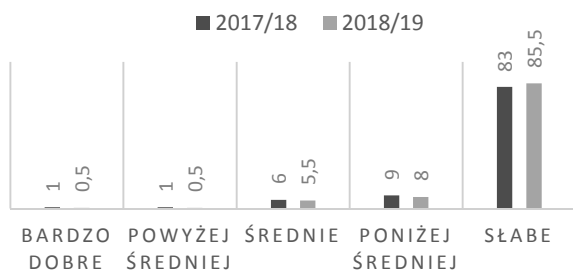
studentów deklarujących chęć używania GeoGebry znacząco wzrósł, t.j. o 19,5 punktu procentowego.

Przedstawiony na rysunku 5. wynik może budzić niepokój z powodu braku umiejętności wśród absolwentów szkoły średniej wykorzystywania GeoGebry, jak i innego oprogramowania matematycznego do samodzielnego prowadzenia i sprawdzania obliczeń. Zbliżone wyniki autorzy uzyskali również w odpowiedzi na pytanie o używanie Excela do obliczeń na zajęciach z matematyki.



Rys. 5. Wcześniejsze (samodzielne) wykorzystywanie GeoGebry do wykonywania obliczeń lub konstrukcji matematycznych (%)

Konsekwencją braku obecności oprogramowania matematycznego na zajęciach z matematyki w szkole średniej jest słaba znajomość takich pakietów wśród studentów rozpoczynających studia (rysunek 6).



Rys. 6. Samoocena studentów znajomości GeoGebry (%)

Oprócz pytań dotyczących znajomości oprogramowania matematycznego zapytaliśmy również o umiejętności typowo programistyczne, czyli znajomość języków programowania, które według podstawy programowej mogą być nauczane na wcześniejszym etapie edukacyjnym. W tabelicy 1. znajduje się zestawienie uzyskanych odpowiedzi:

Tabela 1. Osoby uczące się programowania w wybranym języku programowania

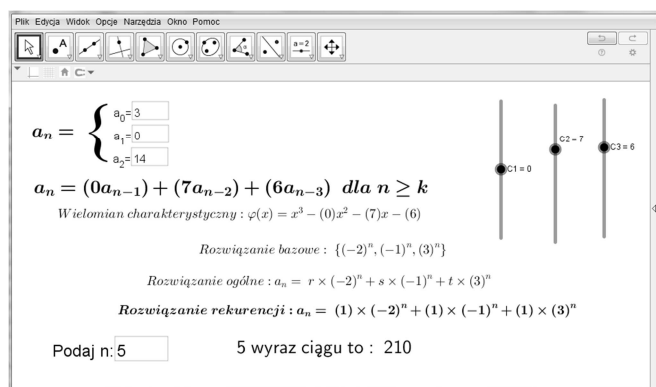
Język programowania	Liczba osób, które się go uczyły	Procentowo wśród badanej grupy
Logo	19	8,6
Baltie	3	1,4
Scratch	16	7,2
Pascal	21	9,5
C/C++	89	40,3
Java	20	9
JavaScript	26	11,8

Ponadto część osób uczyła się kilku języków programowania, podczas, gdy większość (ponad 50%) studentów nie uczyła się programowania w ogóle.

4. WSPARCIE DLA STUDENTA

W celu podniesienia umiejętności studentów posługiwania się pakietami matematycznymi przeprowadzono zajęcia laboratoryjne na których omówione zostało działanie GeoGebry. Zajęcia były nieobowiązkowe, odbywały się poza godzinami przeznaczonymi w siatce studiów na kurs matematyki. W czasie zajęć studenci poznali metody tworzenia wizualizacji matematycznych na podstawie konkretnych apletów, np.:

- wizualizacji funkcji logarytmicznej,
- wizualizacji podstawowych działań na liczbach zespolonych,
- wyznaczania rozwiązań równania rekurencyjnego jednorodnego z matematyki dyskretnej (rysunek 7.)



Rys. 7. Wizualizacja rozwiązań równania rekurencyjnego jednorodnego

Analizując kolejne kroki tworzenia powyższych wizualizacji studenci zaznajomili się z użytymi instrukcjami. Na zajęciach pojawiło się wiele pytań związanych bezpośrednio z działaniem oprogramowania jak i pytania odnoszące się do matematyki.

Po zajęciach praktycznych wzrosło zainteresowanie zastosowaniem GeoGebry w czasie zajęć stacjonarnych, jak i w samokontroli przy wykonywaniu prac domowych. Część studentów zainteresowana była wykonaniem pracy domowej z matematyki z wykorzystaniem przedstawionego oprogramowania. Tematyka zadań dodatkowych była różnorodna, w zależności od prowadzonych zajęć z matematyki. Poniżej kilka przykładowych zadań:

- analiza matematyczna: „Przygotować wizualizację obliczania za pomocą całki oznaczonej pola obszaru ograniczonego krzywymi w zmiennym przedziale całkowania $[a,b]$ ”
- algebra liniowa z geometrią analityczną: „Przygotować wizualizację wyznaczania pierwiastków ustalonego stopnia n z liczby zespolonej $z=x+iy$ ”.
- matematyka dyskretna: „Wyznaczyć największy wspólny dzielnik liczb a i b używając algorytmu Euklidesa”.

Projekty nie były obowiązkowe, jednakże, w celu podniesienia motywacji, praca studentów nagrodzona była dodatkowymi punktami za aktywność. W wielu projektach studenci musieli wykazać się wiedzą informatyczną ponieważ w apletach istniała potrzeba wykorzystania

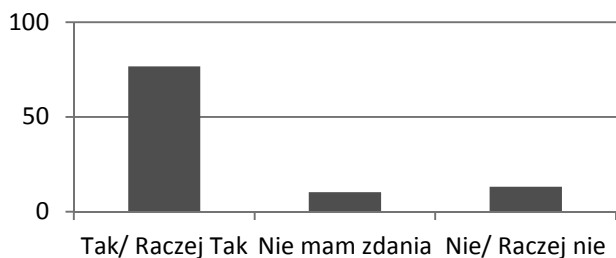
skryptowego języka programowania JavaScript lub GeoGebra Script.

W czasie tworzenia projektów studenci mogli uzyskać pomoc ze strony autorów zarówno w zakresie oprogramowania GeoGebra, jak i matematyki. Dodatkowo wykorzystywane w czasie zajęć aplety dostępne były w przygotowanych przez autorów e-kursach z materiałami do prowadzonego przedmiotu. W e-kursach jednego z autorów dostępne również były materiały dotyczące MATLABA.

5. ANKIETA KOŃCOWA

Na zakończenie semestru autorzy przeprowadzili ankietę ewaluacyjną w celu sprawdzenia czy podjęte przez nich działania przyczyniły się do wzrostu samodzielności w wykorzystaniu oprogramowania matematycznego. Podkreśliśmy, że wykorzystanie GeoGebry i MATLABA było przez studentów nieobowiązkowe. W tym kontekście, 36% studentów deklarujących samodzielne wykorzystanie GeoGebry do przygotowania się do zajęć i kolokwium jest znaczącym wzrostem w stosunku do sytuacji z początku semestru.

Autorzy zapytali studentów czy wykorzystywane podczas zajęć wizualizacje utworzone w GeoGebrze były przydatne w rozumieniu wprowadzanych na zajęciach zagadnień. Wyniki przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Przydatność wizualizacji w GeoGebrze podczas zajęć (%)

Zdecydowana większość studentów (76,6%) wyraziła się na ten temat pozytywnie.

Autorzy zbadali również (tak, jak w roku poprzednim) jakie materiały multimedialne wykorzystywane były przez studentów w nauce, poza materiałami prezentowanymi w czasie wykładów, ćwiczeń i na kursach moodle. Monitorowanie zachowań studentów w tym zakresie wydaje im się ważne, ponieważ dostępnych jest wiele materiałów zawierających błędy merytoryczne.

STUDY OF STUDENTS' COMPUTER SKILLS IN THE CONTEXT OF MATHEMATICS CLASSES

In the article, the authors presented the results and conclusions of the survey conducted among students. The aim of the study was to identify students' habits in learning mathematics. Having such knowledge, authors could better plan the activities leading to increment of the motivation of the students to understand the mathematical concepts introduced in the classroom. Thus, the authors could avoid the situation that students conducted calculations without understanding their meaning. The tools to achieve this goal were both the use of mathematical software: GeoGebra and MATLAB and blended learning method.

Keywords: mathematical software, support, blended learning.

Wyniki były następujące. Wciąż dużą popularnością cieszył się e-trapez, 30% studentów zadeklarowało regularne korzystanie z tego serwisu. Wzrosła popularność youtube, 22% studentów stwierdziła, że samodzielnie wyszukiwała za jego pomocą materiały do zajęć. W przypadku youtube, autorzy starali się również sami wskazywać studentom materiały godne uwagi, uzupełniające treści przekazywane w czasie zajęć.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Pomimo rosnącej roli technik komputerowych oraz niewątpliwiej biegłości studentów w używaniu mediów społecznościowych do komunikacji, grupa, z którą autorzy mieli zajęcia nie była, w większości, przygotowana przez szkołę średnią do używania pakietów matematycznych w nauce i zrozumieniu treści matematycznych. Dodatkowo, od pewnego czasu występuje zjawisko zmniejszania liczby godzin przeznaczonych na zajęcia z matematyki na pierwszym roku studiów technicznych, przy często nie zmienionych treściach programowych. Prowadzi to do uczenia się przez studentów mechanicznego wykonywania obliczeń, bez zrozumienia analizowanego zagadnienia. Podjęte przez autorów działania przedstawiające możliwości programów typu GeoGebra, MATLAB, Desmos w wykonywaniu obliczeń oraz przygotowane materiały online (zastosowanie nauczania blended learning) umożliwiły studentom skoncentrowanie się na zrozumieniu zagadnień matematycznych. Pozwoliło to, mimo wymienionych wcześniej niekorzystnych zjawisk, osiągnąć satysfakcjonujące wyniki w nauczaniu matematyki.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Smyrnova-Trybulska E., Noskova T., Pavlova T., Yakovleva O., Morze N., New educational strategies in contemporary Digital, Environment, Int. J. Cont. Engineering Education and Life-Long Learning, Vol. 26, No. 1, 2016
2. Al-quhtani, A. W., & Higgins, S. E (2012). Effect of traditional blended learning and e-learning on students' achievement in higher education. Journal of Computer Assisted Learning
3. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN) (30.06.2019)