

Izabela Józefczyk^{*}, *Romuald Małecki*^{**}, *Roman Rumianowski*^{***}

OCENA EFEKTYWNOŚCI NAUCZANIA ZAJĘĆ WYRÓWNAWCZYCH Z MATEMATYKI REALIZOWANYCH W FILII POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ W PŁOCKU

Streszczenie. Praca poświęcona jest analizie statystycznej wyników sprawdzianów początkowego i końcowego zajęć wyrównawczych z matematyki. Zajęcia wyrównawcze prowadzone są w latach 2008–2015 w ramach Programu Rozwojowego Politechniki Warszawskiej współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego. Materiał statystyczny dotyczy wyników uzyskanych w Filii Politechniki Warszawskiej w Płocku. W pracy przedstawiono podstawowe parametry statystyczne opisujące empiryczne rozkłady liczby punktów uzyskanych przez studentów na obu sprawdzianach. Wykorzystano również najnowsze dane z semestru zimowego 2012–2013 porównując je z wynikami prezentowanymi na Międzynarodowej Konferencji Dydaktycznej w Krakowie w 2012 roku.

Słowa kluczowe: Międzynarodowe programy i projekty w edukacji.

I. WSTĘP

Matematyka dla przyszłego inżyniera czy ekonomisty jest jednym z podstawowych przedmiotów, który uczy nie tylko treści programowych potrzebnych do zrozumienia zagadnień teoretycznych z obranego kierunku, ale również, co jest bardzo istotne, precyzyjnego i logicznego myślenia, wyciągania twórczych i samodzielnych wniosków.

W ostatnich latach obserwujemy stały regres dotyczący zarówno treści jak i wymagań w zakresie szkoły średniej. Egzamin maturalny z matematyki, w zakresie podstawowym, możliwy jest do zdania przez dobrego absolwenta gimnazjum. Brak egzaminów wstępnych na wyższe uczelnie powoduje też mniejszą mobilizację kandydatów. Ograniczenia programowe zmuszają uczelnie wyższe do dodatkowego przygotowania swoich studentów na zajęciach wyrównawczych.

^{*} Dr, Politechnika Warszawska, Filia w Płocku.

^{**} Dr, Politechnika Warszawska, Filia w Płocku.

^{***} Dr inż. Politechnika Warszawska, Filia w Płocku.

Od 2006 roku Politechnika Warszawska prowadzi zajęcia wyrównawcze z matematyki. Od 2008 roku są one współfinansowane ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, w ramach projektu „Program Rozwojowy Politechniki Warszawskiej”. W Filii Politechniki Warszawskiej w Płocku, w ramach tego Projektu, realizujemy zadanie nr 10 „Przygotowanie i realizacja zajęć wyrównawczych z fizyki i matematyki dla studentów I roku”.

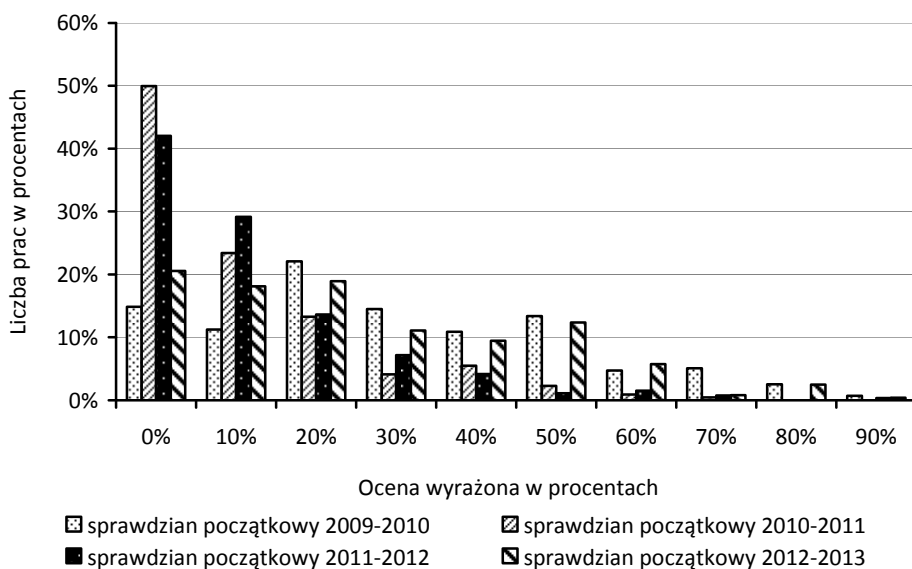
W naszej Filii mamy dwie odrębne jednostki: Wydział Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii (BMIP) oraz Kolegium Nauk Ekonomicznych i Społecznych (KNEIS). Na Wydziale BMIP, w ramach zadania nr 10 prowadzimy sześć grup, zaś w Kolegium KNEIS – trzy grupy wyrównawcze z matematyki. Mamy również dwie grupy wyrównawcze finansowane tylko ze środków własnych na Wydziale BMIP oraz jedną w Kolegium KNEIS.

W ramach zajęć wyrównawczych z matematyki, w latach 2008–2013 przeprowadzono pięć sprawdzianów początkowych w miesiącu październiku i pięć sprawdzianów końcowych w styczniu. Poziom trudności zadań na obu sprawdzianach był porównywalny. Zatem wyniki uzyskane przez studentów pozwalają na analizę stanu wiedzy w początkowym i końcowym okresie zajęć wyrównawczych i wyciągnięcie właściwych wniosków.

Celem tego artykułu jest ocena efektywności nauczania w oparciu o wyniki sprawdzianu początkowego i końcowego. Porównujemy również wyniki egzaminu po pierwszym semestrze w Kolegium KNEIS z wynikami sprawdzianów z zajęć wyrównawczych wskazując na wzajemną ich korelację. W pracy przedstawimy podstawowe parametry statystyczne (por. Ostasiewicz, Rusnak, Osiecka, 2001; Sobczyk, 2008) opisujące empiryczne rozkłady liczby punktów uzyskanych przez studentów na obu sprawdzianach, do wyznaczenia których zastosowano arkusz kalkulacyjny EXCEL (por. Parlińska, Parliński, 2007). Praca jest kontynuacją analiz statystycznych przedstawianych na V Międzynarodowej Konferencji „Research In Didactics of the Science”, która odbyła się w 2012 r. w Krakowie (por. Józefczyk, Małecki, Rumianowski, 2012).

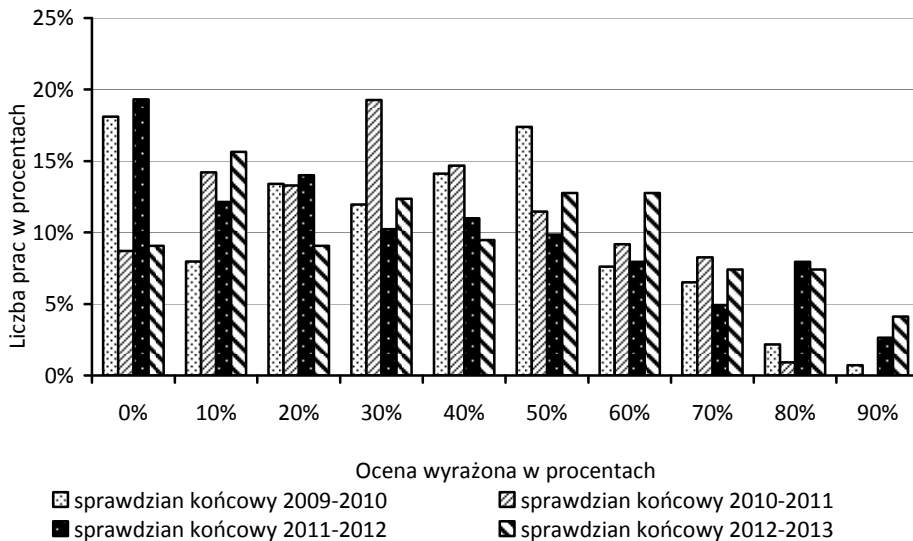
II. ANALIZA WYNIKÓW

W przedstawionej pracy analizujemy cztery sprawdziany początkowe, na początku zajęć wyrównawczych i cztery końcowe, na koniec semestru przeprowadzone w latach 2009-2013. Sprawdziany końcowe były na tym samym poziomie co początkowe, a więc wyrażały postęp wiedzy uzyskanej przez studentów w czasie kursu. Dynamikę zmian w badanych latach ilustrują wykresy 1 i 2. Oceny wyrażono w procentach jak również liczbę uzyskanych wyników.



Wykres 1. Porównanie sprawdzianów początkowych

Źródło: Opracowanie własne.



Wykres 2. Porównanie sprawdzianów końcowych

Źródło: Opracowanie własne.

Analizując te wykresy możemy zauważyć bardzo słabe przygotowanie studentów na sprawdzianie początkowym. Widzimy, że bardzo duży odsetek osób pisze poniżej 40–50% punktów co przy regulaminach przedmiotowych na studiach klasyfikuje się do oceny niedostatecznej. Przy sprawdzianie końcowym widzimy znaczący wzrost uzyskanej punktacji, ale nadal nie jest to zadawalająca sytuacja.

Podobne wnioski można wysnuć analizując następujące wielkości statystyczne zamieszczone w Tablicach 1 i 2.

Tablica 1. Wybrane parametry statystyczne sprawdzianu początkowego w latach 2009–2013

Sprawdzian początkowy w procentach w latach	2009–2010	2010–2011	2011–2012	2012–2013
Średnia	35,00%	13,00%	14,00%	28,09%
Mediana	33,00%	8,00%	10,00%	23,33%
Odchylenie standardowe	21,00%	15,00%	16,00%	19,44%
Wariancja próbki	5,00%	2,00%	2,00%	4,60%
Kurtoza	–0,34	2,22	3,05	–0,26
Skośność	0,55	1,53	1,55	0,66

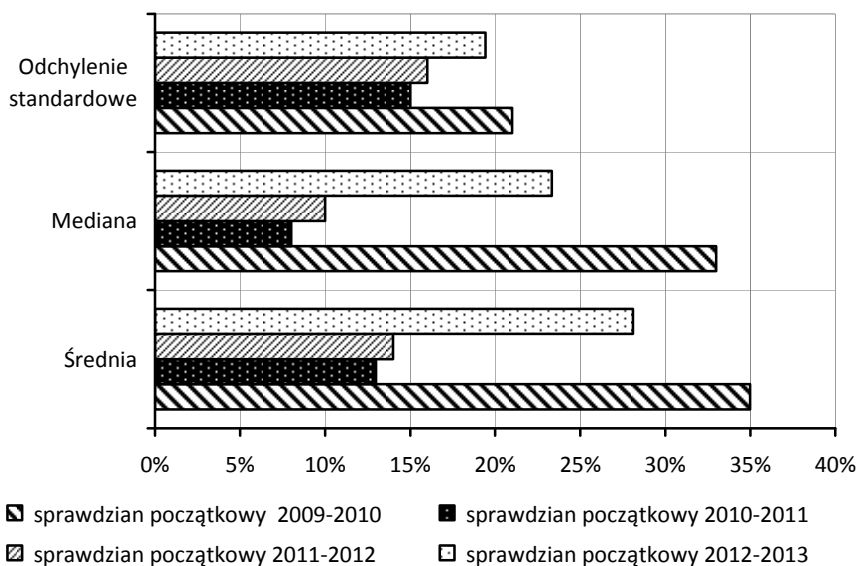
Źródło: Opracowanie własne.

Tablica 2. Wybrane parametry statystyczne sprawdzianu końcowego w latach 2009–2013

Sprawdzian końcowy w procentach w latach	2009–2010	2010–2011	2011–2012	2012–2013
Średnia	37,00%	37,00%	36,00%	42,44%
Mediana	39,00%	33,00%	33,00%	43,33%
Odchylenie standardowe	24,00%	21,00%	27,00%	24,78%
Wariancja próbki	6,00%	4,00%	7,00%	7,00%
Kurtoza	–0,85	–0,82	–0,93	–1,05
Skośność	–0,02	0,17	0,38	0,09

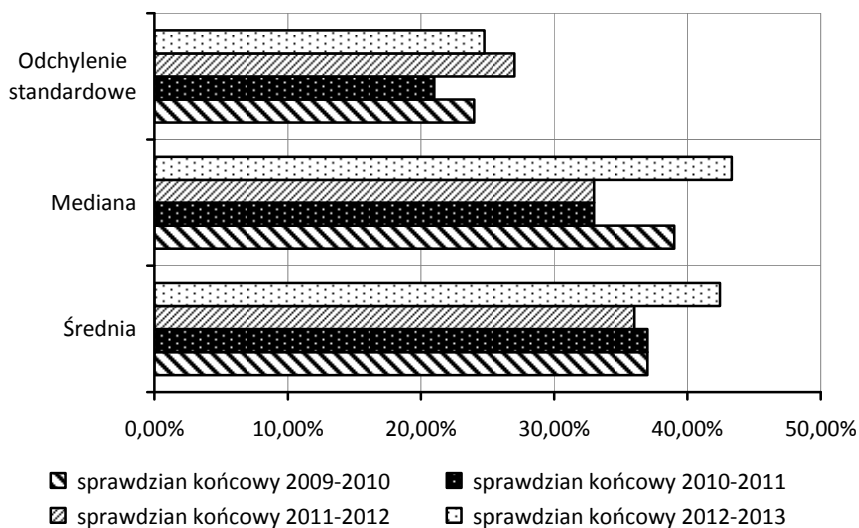
Źródło: Opracowanie własne.

Porównując wyniki sprawdzianu początkowego widzimy znaczący spadek po roku akademickim 2009–2010 wartości średniej, mediany chociaż w kolejnych latach można zauważyć tendencję wzrostową.



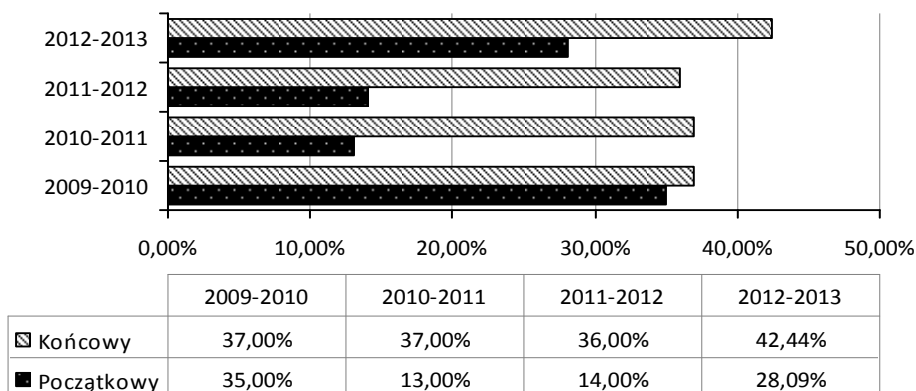
Wykres 3. Porównanie podstawowych parametrów statystycznych dla sprawdzianu początkowego
Źródło: Opracowanie własne.

Zestawiając te wielkości ze sprawdzianem końcowym widzimy wzrost tych parametrów, co świadczy o wzroście poziomu wiedzy studentów.



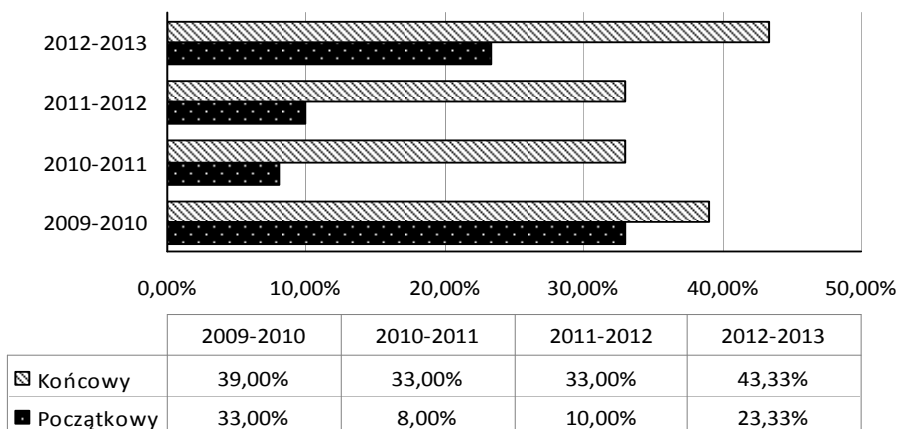
Wykres 4. Porównanie podstawowych parametrów statystycznych dla sprawdzianu końcowego
Źródło: Opracowanie własne

Wspomniany wzrost średnich wyników dobrze też ilustruje następujący wykres:



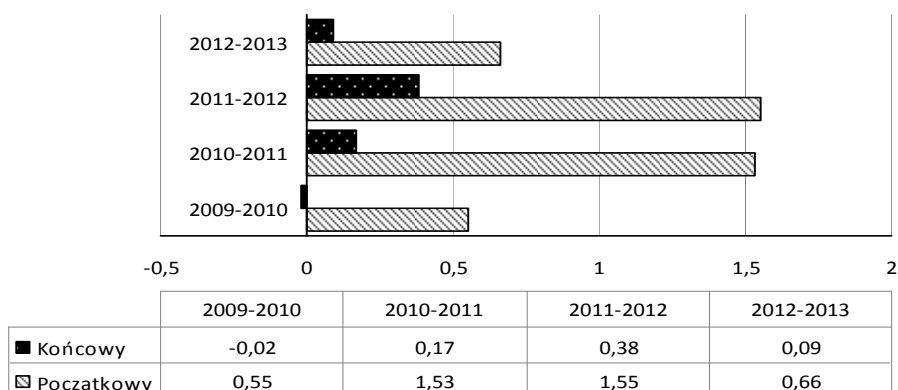
Wykres 5. Porównanie wartości średnich dla sprawdzianu początkowego i końcowego
Źródło: Opracowanie własne

Podobne wyniki otrzymujemy dla mediany.



Wykres 6. Porównanie wartości mediany dla sprawdzianu początkowego i końcowego
Źródło: Opracowanie własne.

Analizując natomiast skośność widzimy spadek tej wielkości w porównaniu ze sprawdzianem początkowym (z asymetrycznego przechodzi w zbliżony do symetrycznego). Może świadczyć to o zwiększeniu i wyrównaniu poziomu wiedzy studentów. Porównanie dynamiki skośności ilustruje wykres 7.

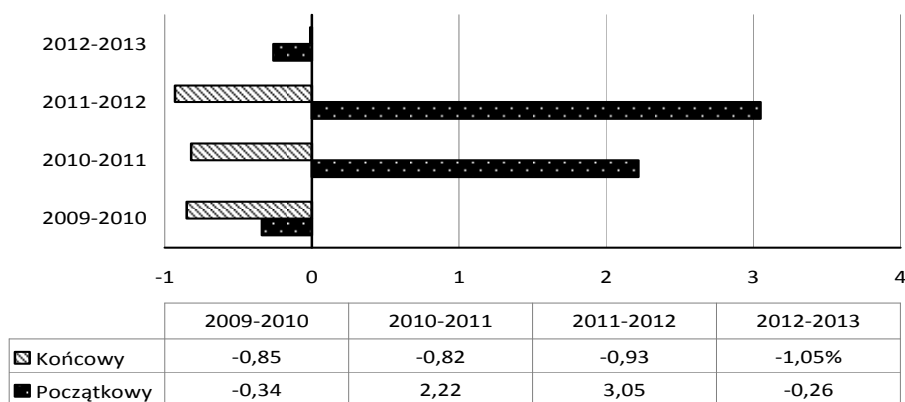


Wykres 7. Porównanie skośności dla sprawdzianu początkowego i końcowego.

Źródło: Opracowanie własne

Jak widać na powyższym rysunku we wszystkich obserwowanych latach występuje silna asymetria prawostronna w teście początkowym, co jest spowodowane koncentracją wyników wokół oceny niedostatecznej.

W następnym wykresie (nr 8) widoczna jest zmiana kurtozy świadcząca o spłaszczeniu ocen przy sprawdzianie końcowym.



Wykres 8. Porównanie kurtozy sprawdzianów.

Źródło: Opracowanie własne.

Na kierunku ekonomii (w KNEIS) w roku akademickim 2012–2013 przeprowadzono analizę statystyczną porównując wyniki uzyskane na sprawdzianie początkowym i końcowym z wynikami egzaminu z matematyki w semestrze pierwszym. Do porównania testów z egzaminem zastosowano zamianę procentów na oceny zgodnie z następującą tabelą.

Tablica 3. Kryterium oceny

Wyniki testu w procentach	<0%, 40%)	<40%,55%)	<55%,70%)	<70%,80%)	<80%,90%)	<90%,100%)>
Ocena z egzaminu	2	3	3,5	4	4,5	5

Źródło: Opracowanie własne.

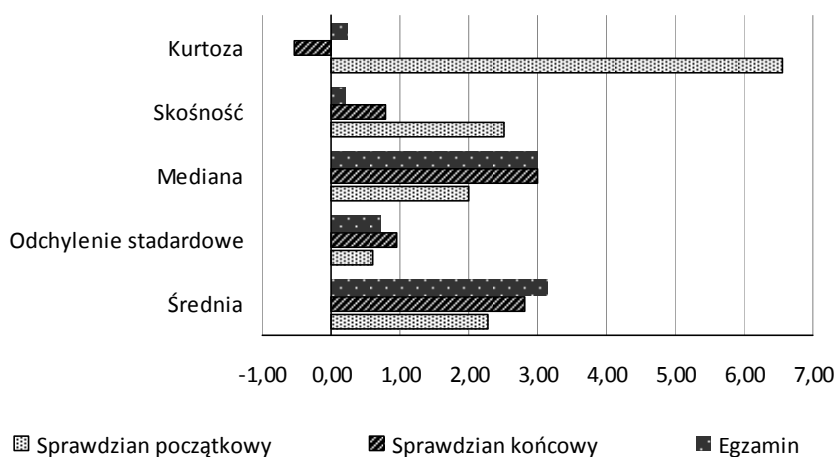
Przeprowadzono badania w grupie 85 studentów uzyskując następujące wielkości statystyczne.

Tablica 4. Wybrane parametry statystyczne sprawdzianu początkowego, końcowego i egzaminu w roku akademickim 2012-2013

	Sprawdzian początkowy	Sprawdzian końcowy	Egzamin
Średnia	2,28	2,82	3,14
Odchylenie standardowe	0,616	0,945	0,730
Mediana	2,0	3,0	3,0
Skośność	2,50	0,79	0,21
Kurtoza	6,551	-0,540	0,223

Źródło: Opracowanie własne.

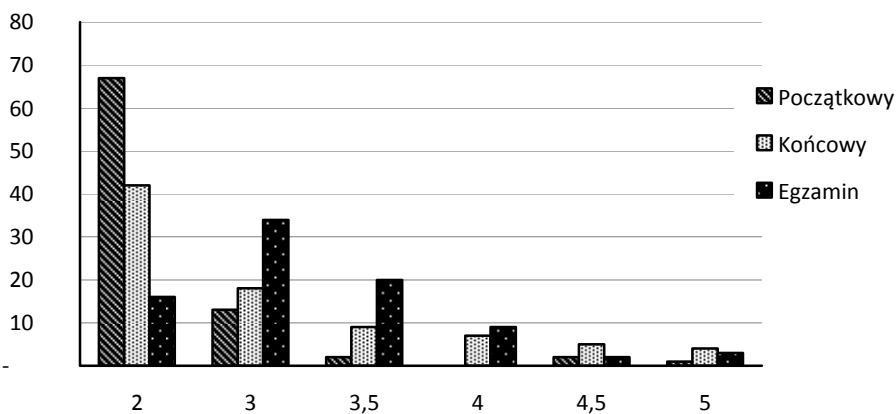
Sprawdzian końcowy ma parametry lepsze od sprawdzianu początkowego i bardziej zbliżone do egzaminu, co widoczne jest na następnym wykresie.



Wykres 9. Podstawowe parametry statystyczne dla egzaminu i sprawdzianów
Źródło: Opracowanie własne.

Potwierdzeniem tych obserwacji jest wielkość współczynnika korelacji sprawdzianu końcowego i egzaminu, który wynosi $\rho = 0,616$.

Na rysunku następnym (wykres 10), podajemy histogram wyników testów początkowego i końcowego oraz egzaminu. Oś pozioma jest osią ocen, a pionowa określa liczbę wyników.



Wykres 10. Porównanie szczegółowych ocen (oś pozioma) egzaminu (I semestr) i testów.

Do analizy statystycznej wyników sprawdzianów zaproponowaliśmy dwuparametryczny rozkład Weibulla, jako powszechnie stosowany w zagadnieniach niezawodności w postaci:

$$f(x, P_1, P_2) = \frac{P_2}{P_1} \left(\frac{x}{P_1} \right)^{P_2} \exp \left(- \left(\frac{x}{P_1} \right)^{P_2} \right)$$

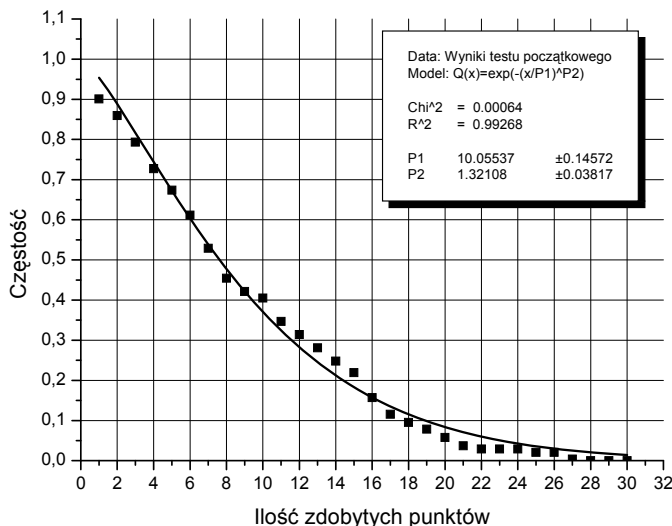
o dystrybuancie

$$F(x) = 1 - \exp \left(- \left(\frac{x}{P_1} \right)^{P_2} \right).$$

Prawdopodobieństwo $Q(x)$, że układ nie zawiedzie, mimo że wartość zmiennej losowej przekroczy x wynosi.

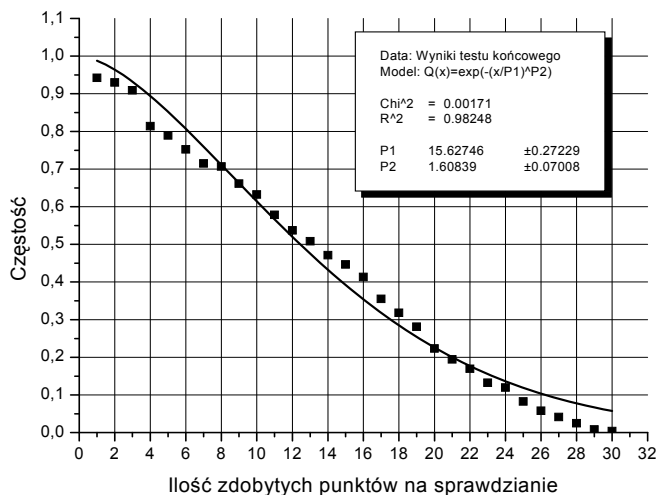
$$Q(x) = \exp\left(-\left(\frac{x}{P_1}\right)^{P_2}\right).$$

W prezentowanym modelu przyjęto, że zmienna losowa x oznacza ilość zadań (punktów do zdobycia), dla których „student nie zawiódł”, czyli wskazał prawidłową odpowiedź. W celu weryfikacji zaproponowanego modelu sporządzono zależności częstości (ułamek liczby studentów), którzy przekroczyli daną ilość prawidłowo wskazanych odpowiedzi. Wykres 11 przedstawia takie właśnie wyniki dla sprawdzianu wstępnego przeprowadzonego przed rozpoczęciem zajęć wyrównawczych. Analizie poddano wyniki 242 studentów, którzy pisali wstępny i końcowy sprawdzian. Parametry dopasowania rozkładu Weibulla do badanych danych przedstawione są na wykresach. Parametr P_1 (tzw. parametr skali) można w proponowanym modelu interpretować, jako ilość prawidłowych odpowiedzi, którą osiągnęło $1 - \frac{1}{e} \approx 63\%$ badanych studentów. W prezentowanych wynikach badań widoczny jest znaczący wzrost tego parametru po zakończeniu zajęć. Parametr P_2 (parametr kształtu) w obu badanych seriach przyjmował wartości dodatnie, ale przed rozpoczęciem zajęć miał wartość 1.32 a po zakończeniu zajęć 1.61.



Wykres 11.

Wyniki dla sprawdzianu końcowego ilustruje Wykres 12.



Wykres 12.

Prezentowane w pracy rezultaty pokazują, że zastosowanie rozkładu Weibulla w analizie sprawdzianów prac studenckich wydaje się uzasadnione, co potwierdzają wartości statystyki testowej χ^2 dopasowania przedstawione na wykresach.

Wyniki uzyskane na podstawie analizy statystycznej sprawdzianu początkowego i końcowego wskazują na zasadność prowadzenia zajęć wyrównawczych, które umożliwiają wyrównanie poziomu studentów oraz uzupełnienie wiedzy potrzebnej do realizacji założeń programowych w zajęciach fakultatywnych z matematyki na pierwszym roku studiów. Opisane parametry statystyczne obrazują wzrost wiedzy w zakresie szkoły średniej studentów uczęszczających na zajęcia wyrównawcze oraz istotną korelację wyników sprawdzianu końcowego z wynikami egzaminu z matematyki kończącego pierwszy semestr. Przeprowadzona w artykule analiza pozwala pozytywnie ocenić efektywność nauczania matematyki na zajęciach wyrównawczych.

LITERATURA

- Józefczyk R., Małecki R., R. Rumianowski (2012), *Badania w dydaktyce fizyki. Analiza wyników zajęć wyrównawczych z matematyki realizowanych w Filii Politechniki Warszawskiej w Płocku*, Kraków.
- Ostasiewicz S., Rusnak Z., Osiecka U. (2001), *Statystyka – elementy teorii i zadania*, WAE Wrocław.
- Parlińska M., Parliński J. (2007), *Badania statystyczne z Excelem*, SGGW, Warszawa.
- Sobczyk M. (2008), *Statystyka*, PWN, Warszawa.

Izabela Józefczyk, Romuald Małecki, Roman Rumianowski

**ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE COMPENSATORY COURSES
IN MATHEMATICS REALISED IN THE AFFILIATE BRANCH
OF THE WARSAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN PŁOCK**

Summary

The paper's aim is to present the statistical analysis of the results of both initial and final testing the students who attended compensatory classes in mathematics. The classes have been carried out as a part Warsaw University of Technology Development Programme which is co-financed by the European Social Funds. The statistical material concerns the results gained in the affiliate Branch of Warsaw University of Technology in Płock.

In the paper there have been presented basic statistical parameters describing empirical distribution of number of points achieved by students at both tests. Also the latest data from winter semester 2012–2013 have been used as compared with the results presented at the International Didactic Conference in Kraków in 2012.

Key words: International programmes and projects in science education.