

# **JAK KSZTAŁCIĆ KOMPETENTNEGO NAUCZYCIELA MATEMATYKI I INFORMATYKI? – O DOŚWIADCZENIACH AUTORÓW KIERUNKU NAUCZANIE MATEMATYKI I INFORMATYKI NA WMII UAM W POZNANIU**

*Edyta Juskowiak*  
*Zakład Dydaktyki Matematyki*  
*Wydział Matematyki i Informatyki*  
*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*  
*edyta@amu.edu.pl*

*Abstract. Teacher training is a difficult and responsible task. The changing realities of the Polish education system, technological progress and new teaching methods require continuous improvement of the future teachers' curriculum. In response to the social responsibility of the university, the Faculty of Mathematics and Computer Science at UAM in Poznań has prepared a new, enriched innovative education program, whose graduates will also receive the right to teach two difficult but important subjects – mathematics and computer science. The work presents motivations and main assumptions of the work carried out.*

## **1. Wstęp**

Pod koniec lat siedemdziesiątych XX wieku Seymour Papert<sup>1</sup>, zainspirowany kilkuletnią współpracą z Jeanem Piagetem<sup>2</sup> nad sposobem myślenia dzieci, rozpoczął wraz z pracownikami Laboratorium Sztucznej Inteligencji MIT projektowanie środowiska uczenia się dzieci w świecie komputerów i informatyki. Zaczęto mówić o budowaniu „kultury edukacyjnej”. Jednocześnie rozpoczął pracę nad stworzeniem języka progra-

---

<sup>1</sup> Seymour Papert, uczeń i współpracownik Jeana Piageta, jest jednym z największych współczesnych teoretyków nauczania, twórcą języka programowania Logo.

<sup>2</sup> Jean Piaget (1896 – 1980) to światowej sławy psycholog szwajcarski. Od 1929 roku poświęcił się badaniom rozwoju psychicznego dziecka. Był organizatorem i wieloletnim dyrektorem powstałego w 1955 roku interdyscyplinarnego Międzynarodowego Centrum Epistemologii Genetycznej w Genewie.

mowania dla dzieci, który nazwał Logo. Projekty te pozwoliły na wypracowanie metodologii uczenia się i nauczania w środowisku komputerowym. S. Papert prowadził swoje badania przy użyciu prymitywnych komputerów, o słabej grafice i niskich możliwościach obliczeniowych. Mimo to zauważył, że komputer, podobnie jak ołówek, może stać się narzędziem różnych rodzajów zastosowań. Dostrzegł w szczególności, jak ogromny wpływ wywrzeć mogą komputery na sposób myślenia i uczenia się matematyki. Był jednym z tych, którzy jako pierwsi widzieli konieczność przeprowadzenia gruntownych zmian w sposobie edukacji, zwłaszcza w nauczaniu matematyki.

Dziś żyjemy w czasach gospodarki informacyjnej. Urządzenia elektroniczne i Internet stały się nieodzowną częścią codziennego życia. Narzędzia te znajdują zastosowanie między innymi w bankowości, handlu, rozrywce, edukacji. Bez nich się nie obejdziemy, podobnie jak nie da się dziś prowadzić interesów nie umiając używać telefonu[1]. Prawie każda polska szkoła wyposażona jest w laboratorium komputerowe, ale czy możemy już mówić o komputerze jako o uczącej maszynie, jako o narzędziu przybliżającym uczniom tajniki matematyki? Czy w procesie edukacji matematycznej realizowane są postulaty Paperta sformułowane kilkadziesiąt lat temu? Czy współczesny **nauczyciel matematyki posiada kompetencje informatyczne**, czy potrafi efektywnie użyć narzędzi informatycznych do chociażby wizualizacji treści zadania, czy **nauczyciel informatyki ma świadomość roli narzędzi matematyki** niezbędnych do wyjaśnienia uczniom rozumowania np. w procesie programowania? I w końcu dochodzimy do pytania kluczowego – w jakie kompetencje powinien być wyposażony polski, współczesny nauczyciel matematyki i informatyki?

Wyzwania, jakim sprostać musi obywatel współczesnego świata, wymuszają na szkołach zaplanowanie nowego, odpowiedniego do oczekiwań pracodawców procesu edukacji i to wszystkich jego szczebli. Ich absolwent powinien być wyposażony w kompetencje kluczowe<sup>3</sup>, jako części strategii uczenia się przez całe życie. W 2009 r. kraje członkowskie przyjęły nowy program strategiczny dla europejskiej współpracy w dziedzinie kształcenia i szkolenia do 2020 r. [2]. Program ma status formalnego Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/962/WE z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie.

Określono osiem kompetencji, przedstawionych na Rysunku 1, uznanych za niezbędne do funkcjonowania w gospodarce opartej na wiedzy:

Wyposażyc ucznia czy studenta w wyżej wymienione umiejętności, może tylko ten nauczyciel, który sam jest aktywnym i świadomym uczestnikiem procesu uczenia się przez całe życie.

Wyniki badań naukowych i eksperymentów dydaktycznych, a także liczne raporty wskazują na problemy i trudności w zakresie wiedzy i umiejętności uczniów, to kolejny

---

<sup>3</sup> Dz.U. L 394 z 30.12.2006, s. 10–18

obszar, na który należy zwrócić szczególną uwagę w procesie planowania i budowanie procesu nauczania i uczenia się matematyki i informatyki.

porozumiewanie się w języku obcym	umiejętności mediacji
kompetencje matematyczne, naukowe i techniczne: należyte opanowanie umiejętności liczenia, rozumienie świata przyrody oraz zdolność stosowania wiedzy i technologii w odpowiedzi na postrzegane potrzeby	kompetencje społeczne i obywatelskie: zdolność skutecznego i konstruktywnego uczestnictwa w życiu społecznym i zawodowym oraz aktywne i demokratyczne uczestnictwo
kompetencje informatyczne: umiejętne i krytyczne wykorzystywanie technologii informatycznej i komunikacyjnej w pracy, rozrywce i porozumiewaniu się	przejawianie inicjatywy i przedsiębiorczość: umiejętność wdrażania pomysłów w praktyce poprzez kreatywność, innowacyjność i podejmowanie ryzyka oraz zdolność do planowania i zarządzania projektami
umiejętność uczenia się: zdolność efektywnego zarządzania uczeniem się	świadomość i ekspresja kulturalna: zdolność doceniania twórczego znaczenia idei, doświadczeń i uczuć za pomocą szeregu środków, takich jak muzyka, literatura, sztuka teatralna i sztuki wizualne.

**Rysunek 1** Kompetencje kluczowe uznane za niezbędne do funkcjonowania w gospodarce opartej na wiedzy. Źródło: Opracowanie własne.

Raport o stanie edukacji<sup>4</sup>[3], opublikowany w 2013 roku przez Instytut Badań Edukacyjnych między innymi wskazuje, trudności i potrzeby współczesnego polskiego nauczyciela matematyki. Wyniki przeprowadzonych badań zawarte w tabeli poniżej jasno pokazują, że nauczyciel wyposażony jest po studiach w podstawową wiedzę matematyczną, ale na pewno nie posiada kompetencji do m.in. pracy z uczniem zarówno uzdolnionym matematycznie jak i posiadającym trudności w edukacji matematycznej, nauczyciel nie potrafi efektywnie wykorzystać dostępnych na rynku narzędzi IT, ponadto odczuwa ogromną niekompetencję w procesie radzenia sobie z problemami wychowawczymi.

Dlaczego tak niewielu uczniów zdaje maturę z informatyki? W jednym z wywiadów prof. Krzysztof Diks podjął próbę odpowiedzi na to pytanie<sup>5</sup>: *Zdajemy sobie sprawę, że w wielu częściach kraju uczniowie nie mają szans, by uczyć się informatyki na odpowiednim poziomie. Prof. Diks maturę z informatyki uważa za najtrudniejszy egzamin dojrzałości. – Uczeń musi rozwiązać zadania praktyczne za pomocą różnych narzędzi informatycznych, a wynik albo jest poprawny, albo nie. Nie ma znaczenia, czy uczeń miał dobry pomysł, czy też że był blisko rozwiązania. Nie ma częściowych punktów. Egzamin wymaga nie tylko sprawnego myślenia matematycznego i algorytmicznego, ale też uczeń musi programować, radzić sobie z bazami danych i arkuszem kalkulacyjnym. To wszystko trudne do opanowania w szkolnym reżimie czasowym.*

<sup>4</sup> <http://eduentuzjasci.pl/images/stories/publikacje/ibe-raport-o-stanie-edukacji-2013.pdf>

<sup>5</sup> <http://wyborcza.pl/7,75398,23384310,mature-z-informatyki-zdaje-tylko-8888-uczniow-dlaczego.html>

**Tabela 1** Obszary, w których nauczyciele matematyki najczęściej deklarują potrzebę wsparcia

Zagadnienia	nauczyciele matematyki w SP	nauczyciele matematyki w gimnazjum
przykłady dobrych praktyk	82%	82%
zajęcia rozwijające zainteresowania matematyczne uczniów	82%	79%
przygotowania uczniów do konkursów matematycznych	74%	80%
praca z uczniami uzdolnionymi matematycznie	76%	78%
praca z uczniami mającymi trudności w nauce	78%	74%
komputerowe wspomaganie nauczania matematyki	77%	73%
poradnictwo, pomoc psychologiczna na rzecz uczniów	69%	62%
sposoby oceniania osiągnięć uczniów z matematyki	61%	60%

Źródło: Opracowanie zamieszczone w [3], s.196 na podstawie wyników *Badania potrzeb nauczycieli edukacji wczesnoszkolnej i matematyki w zakresie rozwoju zawodowego – pilotaż*.

I dalej w tym samym wywiadzie prof. Diks mówi: *A wychowywanie dobrych informatyków do łatwych nie należy. – Wyjątkowo ważny jest tu dobrze przygotowany nauczyciel. Niestety, mało jest takich, którzy studiowali informatykę i poszli uczyć w szkole. Dobrze wykształcony informatyk znajdzie o wiele lepsze pieniądze w biznesie. Dlatego mamy nauczycieli, którzy douczali się, by prowadzić zajęcia z informatyki, i często sami nie są przygotowani tak, jak tego wymaga się od uczniów.*

Trudności uczniów polskich szkół dotyczące rozumowania formalnego na lekcjach matematyki pokazywane są również w badaniach prowadzonych przez dr Edytę Juskowiak. W pracach *Readiness of primary school students to solve mathematical tasks requiring the use of formal operations (part of research)* [4] oraz *“Using geometry, justify (...)”. Readiness of 14-year-old students to show formal operational thinking*[5] wskazują, iż uczniowie w trakcie rozwiązywania zadań z geometrii często nie stosują reguł rozumowania dedukcyjnego, mają często poprawną intuicję (szczególnie w zadaniach z zamieszczonym rysunkiem pomocniczym) jednak nie potrafią się od niego oderwać, tak aby uruchomić rozumowanie formalne.

Problem ten jest jednak znacznie szerszy. W tegorocznym raporcie NIK *O nauczaniu matematyki w szkołach*<sup>6</sup>, jego autorzy podejmują próbę nazwania przyczyn wielu niskich ocen, jakie uczniowie zdobywają w ostatnich latach na egzaminach ze-

<sup>6</sup> <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/matematyka-do-poprawy.html>

wewnętrznych a także z przedmiotu. Do głównych przyczyn wskazanych w tym dokumencie zaliczono wadliwy proces nauczania, brak dzielenia klas na grupy pod względem umiejętności i wiedzy oraz nie dostosowywanie tempa pracy uczniów na lekcji do ich możliwości.



**Rysunek 2** Problemy ze zrozumieniem matematyki i tempo pracy na lekcji

Źródło: Opracowanie zamieszczone w [6] opracowane przez NIK na podstawie badania kwestionariuszowego NIK.

Profesor Maciej M. Sysło w publikacji *Na ratunek uczącym się matematyki w szkołach*<sup>7</sup> podejmuje dyskusję z propozycjami naprawy istniejącej sytuacji, zdecydowanie nie zgadzając się z nimi. Proponuje koncepcję zróżnicowanego, w zależności od predyspozycji i zainteresowań uczniów, toku nauczania matematyki, sprawdzonego już i tak dobrze funkcjonującego m.in. w zachodnich krajach Europy. W publikacji czytamy *A przecież personalizacja czy indywidualizacja kształcenia wymaga przede wszystkim aktywnej postawy uczącego się. Powinien on podejmować wyzwanie wyobrażenia sobie, czym ma być jego edukacja i dbać o nią, by w szkole znalazł partnera dla swojego rozwoju. Jako nauczyciel bardzo boleję nad brakiem u uczniów, a także i u studentów, wyobrażenia, czym ma być ich kształcenie i wykształcenie.*

Dalej Autor akcentuje, podobnie jak niegdyś S. Papert, że ciągle jeszcze zarówno w edukacji szkolnej jak i kształceniu nauczycieli nie dostrzega się i nie wdraża efektów kształcenia matematycznego na zajęciach informatycznych, a przecież tak wiele elementów matematyki jest niezbędnych w kształceniu informatycznym i pojawia się na lekcjach informatyki. Czytamy - *Informatyka dostarcza narzędzi i sposobów innego, wzbogaconego „uprawiania” matematyki, znacznie ciekawszego dla uczniów, bo pozwalającego im np. korzystać z uwielbianych przez nich obecnie narzędzi komputerowych, niestety najczęściej wykorzystywanych przez nich poza edukacją do prostej konsumpcji informacji.*

Ze względu na objętość artykułu należy poprzestać w tym miejscu na prezentacji trudności, luk, błędów i oczekiwań dostrzeganych i werbalizowanych wobec odpowie-

<sup>7</sup> <https://www.edunews.pl/badania-i-debaty/opinie/4654-na-ratunek-uczycym-sie-matematyki-w-szkolach>

działnych za matematyczną i informatyczną przyszłość młodych osób. Głosy te zostały dostrzeżone na Wydziale Matematyki i Informatyki UAM w Poznaniu, gdzie podjęto próbę modernizacji kierunku Nauczanie matematyki i informatyki, który jako jedyny w Polsce od kilku lat przygotowuje do pracy w zawodzie przyszłych nauczycieli zarówno matematyki jak i informatyki. Zmiany treści oraz wymagań w Podstawie Programowej, projekty Standardów Nauczania, projekty Modelowego Programu Kształcenia Nauczycieli, oczekiwania wielu środowisk (dydaktyków, metodyków, nauczycieli, rodziców itp.), a także **realna potrzeba zwiększenia roli praktyki** w przygotowaniu do zawodu stały się przyczyną podjęcia zmian w organizacji oraz programie tego kierunku. Przeprowadzona diagnoza potrzeb absolwenta takiego kierunku oraz ocena minionych trzech lat jego organizacji, trwania i działania zrealizowana wśród nauczycieli akademickich, absolwentów oraz nauczycieli współpracujących z WMiI potwierdziły potrzebę wprowadzenia wielu zmian organizacyjnych, jak i programowych.

Należy zaznaczyć, że kierunek Nauczanie matematyki i informatyki, oferuje absolwentom szkół ponadpodstawowych możliwość uzyskania uprawnień jednocześnie do nauczania matematyki i informatyki w szkole podstawowej w klasach 4-8 po ukończeniu studiów I stopnia oraz dodatkowo w szkołach ponadpodstawowych wszystkich typów po zakończeniu studiów II stopnia. Uprawnienia do nauczania nadawane są absolwentom zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 17 stycznia 2012 r. w sprawie standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela (Dz.U. 2012 poz. 131).

Studia są tak zorganizowane, by przyszły nauczyciel matematyki i informatyki uzyskał wszechstronne kompetencje merytoryczne, dydaktyczne, psychologiczno-pedagogiczne i interpersonalne. W procesie kształcenia studentom umożliwia się kontakt z ekspertami z zakresu teorii jak i praktyki nauczania, realizacja wszystkich przedmiotów odbywać się będzie z wykorzystaniem takich metod, form i środków dydaktycznych, które są niezbędne do efektywnego i rzetelnego przygotowania studenta kierunku Nauczanie matematyki i informatyki do zawodu nauczyciela matematyki i informatyki. Absolwent będzie wyposażony również w szereg kompetencji naukowych umożliwiających mu prowadzenie badań dydaktycznych oraz wprowadzenie innowacji w procesie nauczania.

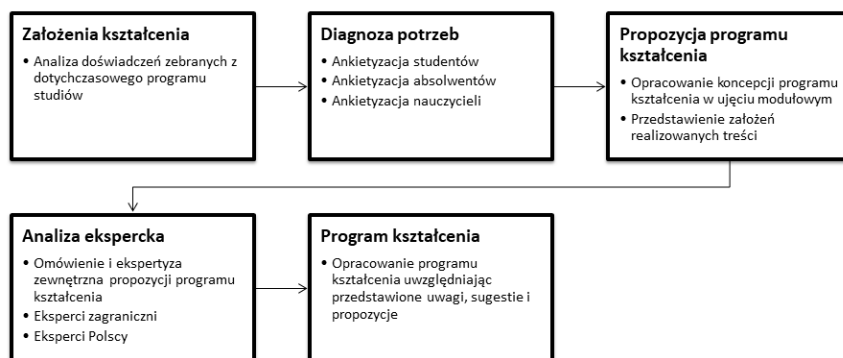
W ofercie studiów oprócz zajęć kierunkowych z matematyki oraz informatyki realizowane będą zajęcia teoretyczne i praktyczne z bloku pedagogiczno-psychologicznego oraz bloku dydaktycznego, w każdym z nich uwzględniając specyfikę nauczania zarówno matematyki jak i informatyki. Student będzie miał możliwość udziału w warsztatach pogłębiających umiejętności metodyczne oraz kompetencje miękkie (w puli zajęć dodatkowych do wyboru), będzie miał możliwość udziału w zajęciach z tutoringu naukowego bądź tutoringu rozwojowego, a zwieńczeniem i jednocześnie weryfikacją zdobytych wiadomości i umiejętności będzie udział w szkole letniej, która

będzie szansą wymiany doświadczeń w gronie nauczycieli i ekspertów z zakresu dydaktyki, psychologii oraz wprowadzania innowacji do procesu nauczania.

Oprócz zajęć typowo akademickich, w ofercie programowej studiów znajdują się również tzw. kursy narzędzi informatycznych, kursy metodyczne oraz projekty. Ich celem jest nauczenie studentów narzędzi aktualnie używanych w procesie dydaktycznym, wzmocnienie ich warsztatu pracy i jego optymalizowanie.

W programie istotny nacisk położono na wyraźne zaakcentowanie dwuprzedmietowości kierunku. W równomierny sposób studenci przygotowani są do nauczania matematyki jak i informatyki, jest to widoczne w dydaktykach przedmiotowych oraz przedmiotach je wspierających. Ważną oraz integralną część procesu dydaktycznego stanowią praktyki studenckie, równorzędnie z innymi zajęciami objętymi planem studiów podlegają one obowiązkowemu zaliczeniu. Ich celem jest zapoznanie się studenta z organizacją pracy szkoły, warsztatem pracy nauczyciela, formami i metodami nauczania i wychowania oraz umożliwienie mu kształtowania i rozwoju umiejętności dydaktyczno-wychowawczych w bezpośrednim kontakcie z uczniami, a także weryfikacji własnych predyspozycji do wykonywania zawodu.

Praktyki mają dwojaki charakter: są to praktyki śródroczne i praktyki ciągłe. Przed rozpoczęciem praktyk każdy student/ka bierze udział w kursie Przygotowanie do praktyk, podczas którego zapoznaje się z zasadami uczestnictwa w praktykach. Ich regulaminem oraz celami zaplanowanymi do osiągnięcia w ramach zajęć. Praktyki śródroczne odbywają się w szkołach wszystkich typów przy udziale nauczyciela akademickiego, nauczyciela ćwiczeniowego oraz grupy studentów.



Rysunek 3 Schemat procesu modernizacji kierunku

Schemat zamieszczony powyżej pokazuje długą i dokładnie zaplanowaną drogę do realizacji celu i osiągnięcia efektu jakim jest zorganizowanie kierunku, którego absolwentem będzie **nauczyciel**, nie matematyk bądź informatyk, ale nauczyciel go-

towy podjąć się pracy zarówno na etacie nauczyciela informatyki jak i nauczyciela matematyki i to na wszystkich szczeblach edukacji powszechnej. Nauczyciel, który na zajęciach matematycznych wykorzystywać będzie umiejętności informatyczne, a podczas lekcji informatyki omawiane zagadnienie osadzać będzie w obiektach matematycznych, W tym celu istotne było zaplanowanie takich zajęć, zarówno kierunkowych jak i tych z bloku dydaktycznego by korelowały z treściami z podstawy programowej, by pozwoliły też przygotować się do pracy z uczniem uzdolnionym oraz tym osiągającym niskie efekty, do pracy z wykorzystaniem różnorodnych koncepcji nauczania.

Postawione tak założenia umożliwiły przygotowanie programu kształcenia poddane zewnętrznej recenzji, której celem miało być skonfrontowanie propozycji kształcenia przygotowanej przez kadrę akademicką, z oczekiwaniami i doświadczeniami dydaktyków z wieloletnim stażem pracujących z różnymi nauczycielami jako ich przełożony, doradcy metodyczni, koledzy z pracy czy wykładowcy akademicy, od których uczą się jak uczyć innych. Umożliwiło to przygotowanie programu kształcenia, w najlepszym możliwym wariantcie, który jest kompromisem wszystkich oczekiwań.

Na Rysunku 4 umieszczono fragment siatki programu studiów na drugim roku studiów magisterskich na kierunku Nauczanie matematyki i informatyki.

Rok	Sem.	Nazwa	WYK	CW/LAB	PRA	Σ	ECTS	Egzamin
2	3	Praktyka hospitycyjno-uczestnicząca z matematyki	0	0	30	0	2	NIE
2	3	Praktyka hospitycyjno-uczestnicząca z informatyki	0	0	30	0	2	NIE
2	3	Szkoła pracownia komputerowa	0	30	0	30	2	NIE
2	3	Moduł matematyczny II	30	30	0	60	5	TAK
2	3	Seminarium magisterskie	0	30	0	30	4	NIE
2	3	Uczeń ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi w systemie oświaty	0	20	0	20	1	NIE
2	3	Statystyka	15	15	0	30	3	NIE
2	3	Laboratorium zastosowań edukacyjnych z informatyki	0	15	0	15	2	NIE
2	3	Logika i programowanie logiczne	30	30	0	60	5	TAK
2	3	Sztuczna inteligencja i jej zastosowania	15	30	0	45	4	NIE
			90	200	60	350	30	
2	4	Praktyka ciągła z informatyki	0	5	30	5	1,5	NIE
2	4	Praktyka ciągła z matematyki	0	5	30	5	1,5	NIE
2	4	Metodyka rozwiązywania zadań maturalnych z informatyki	0	30	0	30	3	NIE
2	4	Metodyka rozwiązywania zadań maturalnych z matematyki	0	30	0	30	3	NIE
2	4	Dydaktyka	0	30	0	30	3	NIE
2	4	Internet i bezpieczeństwo systemów komputerowych	15	30	0	45	3	TAK
2	4	Seminarium magisterskie	0	30	0	30	9	NIE
2	4	Praktyka psychologiczno-pedagogiczna	0	0	15	0	1	NIE
2	4	Warsztaty koncepcji nauczania	0	15	0	15	2	NIE
2	4	Moduł matematyczny III	15	15	0	30	3	NIE
			30	190	75	295	30	
<b>Podsumowanie II rok</b>			<b>120</b>	<b>390</b>	<b>135</b>	<b>645</b>	<b>60</b>	

**Rysunek 4** Siatka godzin dla drugiego roku studiów magisterskich na kierunku Nauczanie matematyki i informatyki

W programie zapewniona jest korelacja zajęć matematycznych i informatycznych, tak aby w kolejnych przedmiotach korzystać i utrwalać wprowadzone pojęcia. W każ-



dym z semestrów oferowane są zajęcia zarówno matematyczne, informatyczne jak i dydaktyczne. Studenci uczestniczą w praktykach, mając w ich trakcie kontakt z nauczycielem akademickim, rozwijają swoje kompetencje dydaktyczne mogąc weryfikować nabyte umiejętności, zarówno podczas zajęć dydaktycznych, jak i w trakcie dodatkowych warsztatów.

W opinii zarówno autorów programu kształcenia, samych studentów, nauczycieli oraz ekspertów zaproszonych do współpracy przygotowany program studiów daje ogromną szansę na efektywną realizację założonych celów, przygotowanie nauczyciela matematyki i informatyki gotowego na wyzwania jakie postawi przed nim współczesna szkoła. Nauczyciela, który będzie świadomy, że studia stały się początkiem jego drogi rozwoju dydaktycznego, który będzie zarażał pasją do nauczanych przez niego przedmiotów.

## Literatura

1. Dryden G., Vos J., *Rewolucja w uczeniu*, Wydawnictwo Moderski i S-ka, Poznań 2000.
2. Europejska współpraca w dziedzinie kształcenia i szkolenia (ramy ET2020), serwis Komisji Europejskiej, sekcja Kształcenie i szkolenie, [https://ec.europa.eu/education/policies/european-policy-cooperation/et2020-framework\\_pl](https://ec.europa.eu/education/policies/european-policy-cooperation/et2020-framework_pl), ostatni dostęp 10.06.2019 roku.
3. Federowicz M., Choińska-Mika, J., Walczak, D. (red.), *Raport o stanie edukacji 2013. Liczą się nauczyciele*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2014.
4. Juskowiak E., *Readiness of primary school students to solve mathematical tasks requiring the use of formal operations (part of research)*, Mathematics In The Real World, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów, 2018.
5. Juskowiak E., "Using geometry, justify (...)". *Readiness of 14-year-old students to show formal operational thinking*, Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11), Utrecht, 2019.
6. NIK o nauczaniu matematyki w szkołach, Raport <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/matematyka-do-poprawy.html>, ostatni dostęp 10.06.2019 roku.