

Elżbieta Jaworska, Bożena Makulska-Dąbkowska, Elżbieta Ostaficzuk,
Andrzej Wawrzyniak, Andrzej Werner

Ewaluacja formatywna,
czyli
kompetencje matematyczne *in statu nascendi*
na podstawie projektu edukacyjnego „*W połowie drogi...*”

*To, co musiałeś odkryć samodzielnie,
zostawia w twym umyśle ścieżkę, którą
(...) możesz pójść jeszcze raz.*

Georg Ch. Lichtenberg

Edukacja jest głównym wyznacznikiem rozwoju kulturalnego i ekonomicznego społeczeństwa, stąd świadomość strategicznej roli oświaty powinna być istotą priorytetów rządzących. Podnoszenie jakości kształcenia na każdym szczeblu edukacji, rozwój kształcenia zawodowego i ustawicznego, wzajemne uznanie kwalifikacji zawodowych przez państwa członkowskie, doskonalenie kształcenia wyższego – to pierwszoplanowe zadania¹. Europejskość stała się kategorią pedagogiczną, która zawiera w sobie treści interdyscyplinarne, takie jak równość szans edukacyjnych, podnoszenie jakości kształcenia przez reformę programów nauczania, rozbudzanie twórczej, innowacyjnej postawy.

Nasze społeczeństwo, choć ciągle uczy się, jest słabo wykształcone². Zapewne nie może być inaczej, wolna Polska odziedziczyła bowiem wieloletnie skutki zaniedbań poprzednich lat. Nakłady na oświatę, mocno poniżej 4% dochodu narodowego, poziomu uznanego przez UNESCO za „próg śmierci oświatowej”, spowodowały głęboką zapaść. Niska kondycja nauczania matematyki – królowej nauk – wymaga kompleksowego programu naprawczego.

¹ Tadeusiewicz G. - *Edukacja w Europie*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Łódź, 1977.

² Kwieciński Z. - *Edukacja wobec nadziei i zagrożeń współczesności*. Referat wygłoszony na III Ogólnopolskim Zjeździe Pedagogicznym, Poznań, 21-23 września 1998.

W środowisku szkolnym spotykają się dwa światy: dziecka – ucznia i dorosłego – nauczyciela. Wszyscy mają dobre chęci i mnóstwo zapału. Dzieci są przekonane, że osiągną sukces, tak wielki - jak sukces rodziców, albo jeszcze większy. Dorośli – nauczyciele są przekonani, że nigdy nie będą kopiować zachowania „tej wstrętnej matematyczki” ze swojej szkoły. Jak im to umożliwić?

Prof. W. Zawadowski³ zwykle powiada: „Zgodnie z medyczną zasadą – *po pierwsze nie szkodzić*”. Ponadto, zasadnym wydaje się stwierdzenie, iż decydenci i odpowiedzialni za kształcenie nauczycieli powinni przyjąć do wiadomości, że właściwie obecnie pedagogika przygotowuje armię (to znaczy nauczycieli) do wojny, która już była. Oznacza to, że nauczyciel - nieustannie kształcony i doskonalony zawodowo - w efekcie wobec uczniów, w klasie, jest bezradny. Wówczas najczęściej posługuje się wolnością w czynieniu zła w imię dobra⁴.

W obecnej rzeczywistości szkolnej należy dostrzec ucznia, który nie chce się uczyć; rozwinąć w systemie oświatowym takie strategie, żeby jednak uczeń pragnął czegoś się nauczyć; wpłynąć na motywację ucznia; przekonać go, że podstawowym celem w życiu każdego człowieka jest samodzielność i samorządność. Środowisko nauczycieli staje przed takimi problemami i podejmuje próby sprostania nowym wyzwaniom.

Koncepcja sprawdzianu *W połowie drogi...* zrodziła się na gruncie niepokoju nauczycieli matematyki o poziom kompetencji matematycznych uczniów w obliczu pełnej zawirowań reformy systemu oświaty. Wśród warszawskich nauczycieli matematyki w szkołach ponadgimnazjalnych jesienią 2003 zapanowało twórcze, zawodowe ożywienie – autorzy sprawdzianu *W połowie drogi...* zaproponowali nauczycielom matematyki cykl warsztatów. Celem warsztatów było⁵:

- przedstawienie uczestnikom korzyści, jakie wynikają ze stosowania pomiaru dydaktycznego w nauczycielskich systemach kształcenia;

³ Prof. W. Zawadowski – matematyk, autor wielu podręczników szkolnych, założyciel Stowarzyszenia Nauczycieli Matematyki.

⁴ Na przykład nauczyciel zwykle ocenia ucznia, mówiąc językiem negatywnym. Prof. H. Kwiatkowska na temat takiego „nieukończenia intelektualnego kwalifikacji człowieka” prezentowała wyniki badań na konferencji „Chaos i autonomia, czyli o wolności i przymusie w wychowaniu”, w listopadzie 2004, w Warszawie.

⁵ Jaworska E., Ostaficzuk E., Wawrzyniak A., Werner A. - *Wyniki badań uczniów klas drugich szkół ponadgimnazjalnych w Warszawie w roku szkolnym 2003/2004*. Obecnie raport jest publikowany na stronie:
<http://andrzej.werner.edu.oiizk.waw.pl>

- przygotowanie koncepcji testu sprawdzającego wiedzę i umiejętności matematyczne uczniów klas drugich warszawskich szkół ponadgimnazjalnych.

Zajęcia obejmowały podstawowe zagadnienia pomiaru dydaktycznego, w tym:

- trzy wymiary treści nauczania;
- typologię zadań pisemnych w testach dydaktycznych;
- statystyczną analizę zadań testowych oraz wyników testowania;
- normy centylowe, normy staninowe, graficzną prezentację wyników testowania;
- komunikowanie wyników badania osiągnięć szkolnych i ich interpretację.

Przed sprawdzianem, wśród warszawskich nauczycieli matematyki, przeprowadzono ankietę dotyczącą toku nauczania tego przedmiotu w szkołach ponadgimnazjalnych. Na podstawie informacji zawartej w ankietach wytypowano zakres materiału objęty sprawdzianem: liczby i ich zbiory, funkcje i ich własności, funkcja liniowa, funkcja kwadratowa, funkcje trygonometryczne kąta ostrego, wielomiany stopnia wyższego niż drugi, planimetria.

Testy *W połowie drogi...* w wersjach 2004, 2005, 2006, 2007 zostały skonstruowane zgodnie z obowiązującą *Podstawę programową* oraz *Standardami wymagań egzaminacyjnych*. Zadania dotyczące wybrane treści zgrupowano w następujących podtestach: **FiW** – funkcje i ich własności; **RiN** – równania i nierówności; **GiT** – geometria i trygonometria.

Zadania te obejmują treści podstawowe - **P** i ponadpodstawowe - **PP**. Przy ich konstrukcji zastosowano założenia taksonomii ABC według B. Niemierki⁶. W roku 2005, celem wzbogacenia diagnozy edukacyjnej, wprowadzono wielokryterialny opis rozwiązania zadania, oznaczając kompetencje matematyczne⁷:

- **A** - analiza zadania, to znaczy - posługiwanie się językiem matematyki, rozumienie symboli, rysunków, znajomość terminów, tworzenie własnych zapisów;
- **M** - dobór metody, to znaczy - poprawność rzeczowa wyrażająca się znajomością teorii matematycznej (pojęć, procedur, przekształceń równoważnych);

⁶ Niemierko B. – *Pomiar wyników kształcenia*. WSiP, Warszawa 1999.

⁷ Jaworska E., Makulska-Dąbkowska B., Ostaficzuk E., Wawrzyniak A., Werner A. - *Wyniki badań osiągnięć matematycznych uczniów klas drugich szkół ponadgimnazjalnych w Warszawie w roku szkolnym 2004/2005*. Obecnie raport jest opublikowany na stronie: <http://andrzej.werner.edu.oeiizk.waw.pl>

- **U** - samodzielne uczenie się;
- **R** - poprawność rachunkową oraz poprawność przekształceń równoważnych.

Poziom kompetencji matematycznych badano współczynnikiem łatwości. Jeżeli wartość współczynnika łatwości **p** dla danej kompetencji w diagnozowanym zespole uczniów:

- **przekroczyła 0,75**, to jest to wynik świadczący o opanowaniu danej kompetencji;
- **mieści się w przedziale 0,30 – 0,75**, to ćwiczeniami związanymi z opanowaniem danej kompetencji należy praktycznie objąć wszystkich uczniów;
- **była niższa niż 0,30**, to opanowanie danej kompetencji należy rozpocząć z całą klasą od nowa.

Kilkuletnie testowanie sprawdzianami *W połowie drogi...* pozwoliło dostrzec, że istotnym elementem nauczycielskiej wiedzy o umiejętnościach uczniów jest informacja o rodzajach błędów popełnianych przez uczniów i częstości ich występowania. W związku z tym w roku 2007 wprowadzono kodowanie błędów uczniowskich według następującego schematu:

- d** – uczeń nie zna definicji, pojęcia, obiektu (nieumiejętność przedstawienia w innej postaci);
- w** – uczeń nie zna własności (nieznajomość własności obiektu); nie zna reguły (nieznajomość reguły, np. wykonywania działań); nie zna twierdzenia (nieznajomość twierdzenia – zdania w postaci: „jeżeli..., to...”);
- p** – uczeń popełnia pomyłki w obliczeniach, przekształceniach algebraicznych, graficznych, wykonywaniu wykresu; popełnia błędy przy zaokrąglaniu;
- k** – uczeń popełnia kilka błędów typu **d**, **w** lub **p**.

Kolejne edycje sprawdzianu *W połowie drogi...* starano się przeprowadzać w sytuacji zapewniającej trafność pomiarową i niezależność otrzymanych wyników. Poszczególne wersje sprawdzianów były recenzowane i testowane pilotażowo na grupie ponad stu uczniów klas drugich ponadgimnazjalnych. Po przeprowadzaniu testowania w szkołach warszawskich nauczyciele na kartach odpowiedzi punktowali czynności wykonane przez ucznia:

- | | |
|-----------------------------|-----|
| czynność wykonana poprawnie | „1” |
| czynność wykonana źle | „0” |
| czynność niewykonana | „x” |

Wyniki sprawdzianu "2007 - W polowie drogi ..."

Kod klasy	UX6	Zadanie		1	2	3	4	5	6	7	8	SWT	B	C	D		
		Kategoria	Lokata ucznia														
		A	M	R	R	A	A	A	M	R	R	A	A	M	R	R	A
21	A	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	A	7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	B	9	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
24	A	9	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25																	
26	B	24	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	A	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
28	B	20	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	A	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	B	24	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32																	

Liczba uczniów w klasie: **Nie wpisano wszystkich danych** Średnia arytmetyczna testu: #ARG! ##### %
 Łatwość zestawu: #ARG! Test okazał się dla uczniów: #ARG!
Modalna : 20, 24, Wariancja: #ARG!
Mediana : 17,0 Odchylenie standardowe: #ARG!
 Współczynnik rzetelności: ##### Błąd standardowy: #ARG!
 Wynik najwyższy (x_{max}): 24 Wynik najniższy (x_{min}): 4 Rozstęp wyników (R): 20

Tab. 2. Przykład tabeli nie wypełnionej do końca

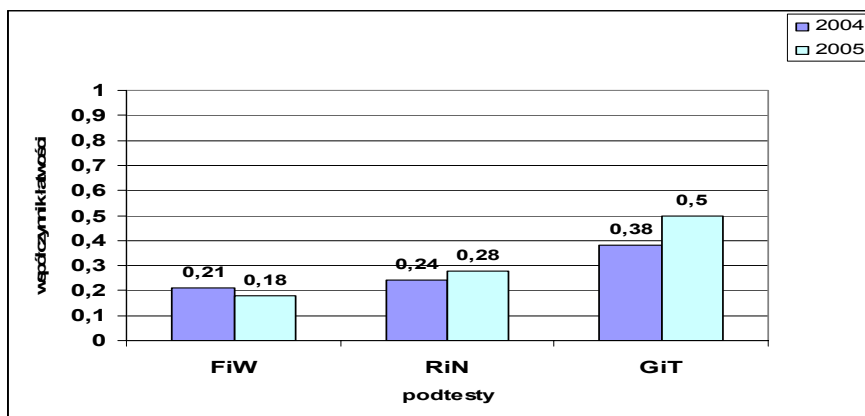
Wyniki sprawdzianu "2007 - W polowie drogi ..."

Kod klasy	UX6	Zadanie		1		2		3		4		5		6		7		8		SWT	B	C	D	
		Kategoria	B	B	C	C	D	D	C	C	D	D	C	C	C	C	C	C	C					30p. max.
Kod ucznia	Wersja testu	Lokata ucznia	A	M	R	A	A	A	M	R	R	A	A	M	R	R	M	R	M	R	A			
21	A	13	1	1	1	1	1	1	0	0	x	x	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
22	A	7	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
23	B	9	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	x	0	1	1	1	
24	A	9	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
25																								
26	B	24	0	0	0	1	1	0	x	x	x	0	1	0	0	1	x	x	0	0	1	1	1	
27	A	14	1	1	1	1	1	0	0	x	0	x	1	1	0	x	1	0	1	0	1	1	1	
28	B	20	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
29	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
30	A	16	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	x	0	1	1	0	0	1	1	
31	B	24	0	0	0	1	1	1	x	x	x	x	1	1	x	0	1	0	0	x	0	x	0	
32																								

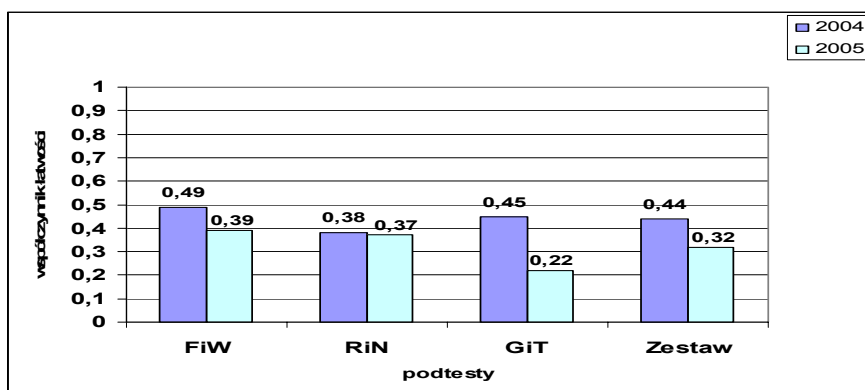
Liczba uczniów w klasie:	<input type="text" value="29"/>	Średnia arytmetyczna testu:	<input type="text" value="16.86"/>	<input type="text" value="56,2 %"/>
Łatwość zestawu:	<input type="text" value="0.56"/>	Test okazał się dla uczniów:	<input type="text" value="średnio trudny"/>	
Modalna :	<input type="text" value="20, 24,"/>	Wariancja:	<input type="text" value="28.12"/>	
Mediana :	<input type="text" value="18,0"/>	Odchylenie standardowe:	<input type="text" value="5.30"/>	
Współczynnik rzetelności:	<input type="text" value="0.81"/>	Błąd standardowy:	<input type="text" value="2.34"/>	
Wynik najwyższy (x _{max}):	<input type="text" value="24"/>	Wynik najniższy (x _{min}):	<input type="text" value="4"/>	Rozstęp wyników (R): <input type="text" value="20"/>

Tab. 3. Przykład tabeli wypełnionej prawidłowo

Wnikliwa analiza wyników sprawdzianu pozwala na refleksję nad własnym, nauczycielskim systemem kształcenia. Szczególne zainteresowanie wzbudza analiza osiągnięć uczniów pod kątem nowych kompetencji, wprowadzonych i rozwijanych właśnie w szkole ponadgimnazjalnej. Nowo poznawane przez uczniów kompetencje nazwano kotwiczącymi. Przeprowadzono szczegółową analizę kompetencji **A M U R** w przykładowo wybranych zadaniach obejmujących te same kompetencje kotwiczące w kolejnych edycjach sprawdzianu.



Rys. 1. Porównanie współczynników łatwości wybranych zadań reprezentujących kompetencje kotwiczące w badanych podtestach sprawdzianu **W połowie drogi...**



Rys. 2. Porównanie współczynników łatwości podtestów sprawdzianu **W połowie drogi...**

Analiza wartości współczynników łatwości zadań lub grupy zadań reprezentujących podtesty sprawdzianu *W połowie drogi...* – mimo coraz niższego poziomu kompetencji matematycznych (rysunek 2.) - ujawnia jednak tendencję rozwoju uczniów w zakresie opanowania umiejętności kotwiczących (rysunek 1.).

Badania sondażowe prowadzone wśród nauczycieli równoległe ze sprawdzianami *W połowie drogi...* wykazały, że nauczyciele, których uczniowie uczestniczą w kolejnych edycjach sprawdzianu, przeprowadzając diagnostykę, dostosowali własny warsztat pracy do poziomu osiągnięć uczniów (61% ankietowanych).

Projekt *W połowie drogi...* cieszy się dużym uznaniem wśród nauczycieli, którzy zawsze odczuwają potrzebę doskonalenia się; którzy traktują zawód nauczycielski, jako należący do zawodów niezbędnych – to znaczy takich, bez których społeczeństwa nie mogą istnieć; którzy przygotowaniu nauczyciela do diagnozowania i komunikowania wyników nauczania, a także ewaluacji formatywnej systemu kształcenia nadają wysoką rangę.