

**Mariola Frontczak, Małgorzata Iwanowska,
Urszula Jankiewicz, Barbara Wrzosek, Barbara Ziembowicz**
Warszawskie Centrum Innowacji Edukacyjno-Społecznych i Szkoleń

Matematyczne umiejętności warszawskich uczniów w świetle testów kompetencji

Wprowadzenie – diagnozy umiejętności matematycznych uczniów szkół podstawowych i gimnazjów warszawskich

Kompleksowa diagnoza edukacyjna uczniów na poszczególnych etapach kształcenia stała się obecnie koniecznością. W ciągu ostatnich lat zmieniło się oblicze polskiej szkoły. Egzamininy zewnętrzne na zakończenie II, III i IV etapu edukacyjnego wpisały się w codzienność. Wprowadzona reforma programowa w roku 2007 oraz nowa (od września 2009) wymusza zmiany w edukacji uczniów. Zmiany te mają zapewnić lepsze efekty kształcenia.

Kompetencje matematyczne uczniów szkół warszawskich od paru lat badane są przez zespół doradców metodycznych m. st. Warszawy. Corocznie zespół opracowuje materiały do przeprowadzenia diagnozy matematycznych umiejętności pod tytułem: „Sprawdzian umiejętności matematycznych po klasie III szkoły podstawowej” dla uczniów klasy IV, „Matematyka na starcie w gimnazjum” dla uczniów klas I gimnazjów oraz „Na półmetku w szkole podstawowej” dla uczniów klas V SP, a także „Na półmetku w gimnazjum” dla uczniów klas II gimnazjum.

Opracowane przez zespół doradców testy kompetencji są skonstruowane zgodnie z obowiązującą podstawą programową i obejmują treści realizowane w poprzednich etapach kształcenia. Większość zadań sprawdza wiedzę z poziomu podstawowego (na ocenę dopuszczającą i dostateczną), a nieliczne – z poziomu ponadpodstawowego (na ocenę dobrą i bardzo dobrą). Testy kompetencji nie zawierają poleceń z poziomu wykraczającego.

Przedstawione w tej publikacji badania dotyczyły uczniów klas IV szkół podstawowych i klas I gimnazjów. Dla nich test kompetencji matematycznych został przeprowadzony w drugiej połowie września 2009 roku.

Uwarunkowania badań

Podstawowym celem prowadzonych badań było ułatwienie nauczycielom matematyki określenia stopnia opanowania przez uczniów wiedzy i umiejętności przewidzianych w podstawie programowej w przełomowych momentach ich edukacji. Takimi programami edukacyjnymi są:

- początek nauki w IV klasie szkoły podstawowej,
- początek nauki w gimnazjum,
- półmetek II etapu edukacyjnego,
- półmetek III etapu edukacyjnego.

Przeprowadzona diagnoza jest pomocna w dostosowaniu realizowanych zagadnień do możliwości uczniów, w wyborze optymalnych metod pracy z konkretnymi grupami podopiecznych, a także powinna prowadzić do złagodzenia stresu pomiędzy kolejnymi etapami nauki.

Organizacja badań

Udział szkół w badaniu był dobrowolny. Każda szkoła przystępująca do badania otrzymała opracowany przez zespół doradców metodycznych pakiet profesjonalnie przygotowanego oprzyrządowania diagnostycznego. W jego skład wchodziły:

- zestawy zadań dla dwóch równoległych grup,
- odpowiedzi do zadań,
- kartoteka sprawdzanych czynności z uwzględnieniem podtestów tematycznych, kategorii celów nauczania, kompetencji oraz poziomu wymagań edukacyjnych,
- schemat punktowania,
- instrukcja przeprowadzenia sprawdzianu umiejętności matematycznych w szkole,
- informacja o sposobie wprowadzania wyników do arkusza kalkulacyjnego, terminie i sposobie ich przekazywania doradcom metodycznym,
- profesjonalnie opracowany arkusz kalkulacyjny umożliwiający po wprowadzeniu wyników punktowych poszczególnych klas w szkole uzyskanie porównawczych charakterystyk ilościowych w zakresie łatwości zadań, badanych kompetencji, frakcji opuszczeń poleceń, krzywej Gausa.

Opis rozwiązań poszczególnych zadań uwzględnił następujące **kompetencje**:

- wykonywanie działań z wykorzystaniem odpowiednich własności, oznaczoną literą D;
- wykrywanie i zapisywanie właściwości i zależności, oznaczoną literą Z;
- stosowanie metod matematycznych do rozwiązywania zadań typowych i praktycznych, oznaczoną literą M

oraz trzy **podtesty**:

- rachunki, oznaczony literą R;
- zastosowanie w sytuacjach praktycznych, oznaczony literą T;
- geometria, oznaczony literą G.

Analizując wyniki sprawdzianu według współczynnika łatwości, przyjęto stwierdzenie, że jeżeli współczynnik łatwości wynosił powyżej 0,70 – to badana umiejętność okazała się dla diagnozowanego zespołu uczniów łatwa, a więc wynik ten może świadczyć o opanowaniu tej umiejętności przez uczniów. Jeżeli natomiast wartość współczynnika łatwości była mniejsza od 0,70 – to badane umiejętności okazały się dla uczniów trudne lub bardzo trudne, a ten wynik może świadczyć, że te umiejętności są słabo opanowane lub niedostatecznie opanowane przez badanych uczniów.

Analiza wyników sprawdzianu „Matematyka na starcie drugiego etapu kształcenia”

Założenia diagnozy

W sprawdzianie uwzględniono następujące tematy (zadania 1-15):

1. Zapisywanie liczb naturalnych za pomocą cyfr w zakresie od 0 do 10 000
2. Wykonywanie obliczeń na liczbach naturalnych w zakresie 100
3. Porządkowanie liczb w kolejności rosnącej
4. Wykonywanie działań na liczbach naturalnych w zakresie tabliczki mnożenia, kolejność działań
5. Rysowanie odcinków o dowolnej długości i mierzenie ich
6. Obliczanie obwodu prostokąta. Działania na liczbach naturalnych (jednostki)
7. Wykorzystywanie w sytuacjach praktycznych zależności 1 litr, 0,25 litra
8. Wykonywanie obliczeń pieniężnych w sytuacjach praktycznych
9. Wykonywanie obliczeń zegarowych
10. Zastosowanie porównywania różnicowego w zadaniu tekstowym
11. Odczytywanie liczb rzymskich od I do XII. Porządkowanie chronologiczne dat
12. Rozwiązywanie prostego równania jednodziałaniowego z niewiadomą w postaci okienka
13. Zapisywanie treści zadania w postaci działania arytmetycznego
14. Rozpoznawanie i nazywanie podstawowych figur płaskich
15. Rozpoznawanie odcinków prostokątnych i równoległych.

Każdy temat był reprezentowany przez jedno zadanie. Sprawdzian „Matematyka na starcie drugiego etapu kształcenia” nastawiony był przede wszystkim na diagnozowanie podstawowych wiadomości i umiejętności, które powinien posiadać absolwent klasy III kontynuujący naukę w szkole podstawowej. Sprawdzian przygotowany został dla średnio zdolnego ucznia.

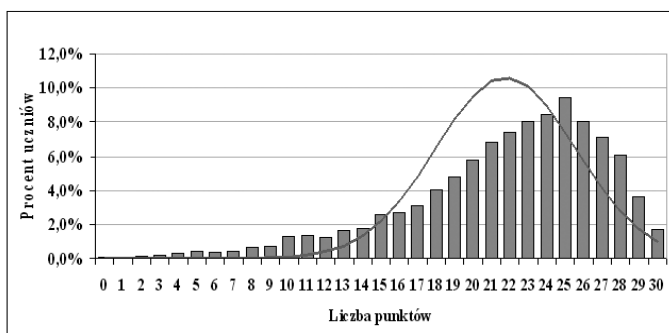
Zestaw zadań diagnozujących zawierał 15 jednakowo punktowanych zadań otwartych. Zadania były punktowane od 0 do 2 punktów. Łączna liczba punktów, którą uczeń mógł uzyskać za poprawne rozwiązanie wszystkich zadań, wynosiła 30.

Wyniki badań

Podstawowe wyniki badań przedstawione są w poniższej tabeli.

Wskaźniki	Wartość wskaźnika	Komentarz
Liczba piszących	5180	W teście wzięło udział 95 szkół podstawowych, co stanowi 56% publicznych szkół podstawowych w Warszawie.
Łatwość zestawu	0,73	Test okazał się dla uczniów łatwy.
Średnia arytmetyczna	21,8	Statystyczny uczeń opanował 73% czynności mierzonych w teście.
Mediana	23	Wynik środkowego ucznia to 76% ogółu punktów.

Modalna	25	Najczęściej osiągnany przez uczniów wynik to 25 punktów, czyli 83% ogółu punktów.
Wynik najwyższy	30	Najwyższy wynik uzyskało około 1,7 % uczniów biorących udział w teście.
Wynik najniższy	0	Przedział punktowy 0 – 5 punktów uzyskało 1,1% uczniów.
Odchylenie standardowe	5,37	Około 71% uczniów uzyskało wynik zawierający się w przedziale między 15 a 26 punktów. Błąd standardowy 0,25.
Współczynnik rzetelności	0,95	Dostarcza informację o niezależności i trafności testowania.



Rys. 1. Procentowy rozkład wyników sprawdzianu „Matematyka na starcie drugiego etapu kształcenia”

Procentowy rozkład wyników sprawdzianu „Matematyka na starcie drugiego etapu kształcenia”

Przesunięcie wyników na prawo świadczy, że sprawdzian „Matematyka na starcie drugiego etapu kształcenia” okazał się dla uczniów łatwy.

Poziom wykonania zadań według ustalonych kompetencji (D, Z, M) był bardzo wyrównany i wahał się między 70% a 75%.

Uczniowie najlepiej radzą sobie z rachunkami. Zadania z geometrii okazały się dla uczniów łatwe, ogólny poziom ich wykonania wynoszący 75% świadczy o opanowaniu danych umiejętności. Tylko z jednym zadaniem, w którym należało rozpoznać i zaznaczyć odcinki równoległe i prostopadłe, uczniowie mieli poważne problemy. Wartość współczynnika łatwości w tym zadaniu wyniosła 37%.

Najwięcej zadań w sprawdzianie „Matematyka na starcie drugiego etapu kształcenia”, bo aż osiem, dotyczyło zastosowania matematyki w sytuacjach praktycznych. Ogólnie poziom wykonania zadań dla tego podtestu wypadł najsłabiej i wynosił 62%, co świadczy, że dla uczniów niektóre z tych zadań okazały się umiarkowanie trudne, a jedno było trudne. Zadania z tego podtestu, z którymi uczniowie mieli problemy, dotyczyły wykorzystania zależności jeden litr i ćwierć litra oraz porządkowania chronologicznego dat. Uczniowie najczęściej nie podejmowali prób

rozwiązania zadania, które dotyczyło wykonywania obliczeń w sytuacjach praktycznych z wykorzystaniem zależności 1 litr, 0,25 litra, zadania dotyczące odczytywania liczb rzymskich od I do XII i porządkowania chronologicznego dat oraz zadania, które polegało na obliczeniu obwodu prostokąta.

Podsumowanie wyników badań

Po analizie współczynników łatwości w sprawdzianie „Matematyka na starcie drugiego etapu kształcenia” można stwierdzić, że większość sprawdzanych umiejętności jest przez uczniów opanowana. Uczniowie poradzili sobie z większością proponowanych zadań. Tylko pięć sprawdzanych umiejętności okazało się nieopanowanych przez uczniów w stopniu dostatecznym, dla których współczynnik łatwości wahał się w granicach od 0,3 do 0,66, co oznacza, że uczniowie niektóre z tych umiejętności opanowali w niewielkim zakresie.

Umiejętności słabo opanowane to:

- Obliczanie obwodu prostokąta. Działania na liczbach naturalnych (jednostki) (współczynnik wykonania - 52%);
- Stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych. Wykonywanie obliczeń w sytuacjach praktycznych. Wykorzystywanie zależności 1 litr, 0,25 litra (współczynnik wykonania - 32%);
- Odczytywanie i zapisywanie liczb rzymskich od I do XII. Porządkowanie chronologiczne dat, dni i miesiące (współczynnik wykonania - 64%);
- Rozwiązywanie prostego równania jednodziałaniowego z niewiadomą w postaci okienka (współczynnik wykonania - 66%);
- Rozpoznawanie odcinków prostopadłych i równoległych (współczynnik wykonania - 37%).

Zadania sprawdzianu były dla uczniów raczej łatwe. Wskaźnik łatwości przeprowadzonego sprawdzianu wyniósł 0,73. Oznacza to, że statystyczny uczeń opanował 73% czynności mierzonych w teście. Podsumowując, należy jednak pamiętać, że żadne statystyki nie zastąpią indywidualnej diagnozy w trakcie nauczania. Ważne jest bowiem dostosowanie metod i sposobów nauczania do poziomu wiedzy, umiejętności i możliwości swoich uczniów.

Analiza wyników sprawdzianu „Matematyka na starcie w gimnazjum” Koncepcja badań

Sprawdzian „Matematyka na starcie w gimnazjum” diagnozował podstawowe wiadomości i umiejętności, które powinien posiadać absolwent szkoły podstawowej kontynuujący naukę w gimnazjum. Sprawdzian przygotowany został dla średnio zdolnego ucznia.

Wszystkie zadania ujęte w teście opracowane były w oparciu o podstawę programową drugiego etapu kształcenia.

Treści materiału objęte sprawdzianem to (zad. 1-15):

1. Wykonywanie działań na liczbach wymiernych dodatnich
2. Wykonywanie działań na liczbach całkowitych
3. Rozwiązywanie równań
4. Wykonywanie działań na liczbach wymiernych dodatnich w sytuacji praktycznej
5. Zastosowanie porównywania różnicowego w zadaniu tekstowym
6. Obliczanie ułamka danej liczby
7. Przeprowadzanie obliczeń związanych z kalendarzem
8. Stosowanie skali w sytuacji praktycznej
9. Stosowanie zależności: prędkość, droga, czas
10. Stosowanie własności kątów w czworokącie
11. Wykorzystanie własności kątów wierzchołkowych, przyległych
12. Obliczanie objętości prostopadłościanu
13. Obliczanie obwodu figury
14. Obliczanie pola powierzchni figury płaskiej
15. Rozwiązywanie problemu przedstawionego w zadaniu tekstowym.

Sprawdzian „Matematyka na starcie w gimnazjum” przeprowadzono w celu:

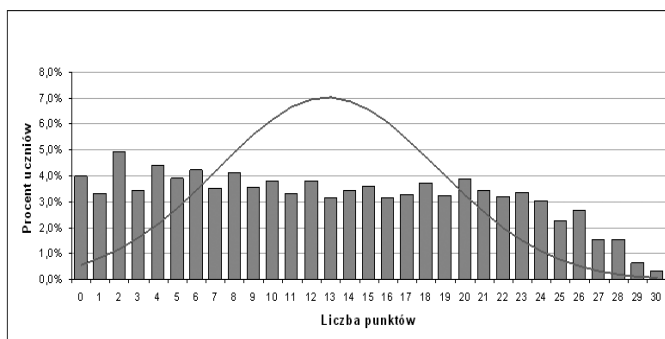
- określenia poziomu opanowania umiejętności uczniów przewidzianych w podstawie programowej szkoły podstawowej,
- dostarczenia materiału do diagnozy edukacyjnej, która powinna pomóc nauczycielom gimnazjów dostosować metody i sposoby nauczania do poziomu wiedzy, umiejętności i możliwości ich uczniów,
- porównania poziomu opanowania sprawdzanych umiejętności w poszczególnych dzielnicach Warszawy.

Wyniki badań

Tabela przedstawia podstawowe wskaźniki opisujące osiągnięcia uczniów.

Wskaźniki	Wartość wskaźnika	Komentarz
Liczba piszących	4868	W teście wzięło udział 49 publicznych gimnazjów oraz 3 niepubliczne.
Łatwość zestawu	0,43	Test okazał się dla uczniów trudny.
Średnia arytmetyczna	12,9	Statystyczny uczeń uzyskał 12,87 punktu na 30 możliwych, czyli 43%.
Mediana	12	Środkowy uczeń uzyskał 12 punktów, czyli 40% ogółu punktów.
Modalna	2	Najczęściej osiągnany przez uczniów wynik to 2 punkty (4,9% uczniów). Jest to wynik bardzo niski – stanowi 7% maksymalnej ilości punktów.
Wynik najwyższy	30	Najwyższy wynik uzyskało około 0,3 % uczniów biorących udział w teście.
Wynik najniższy	0	Najniższy wynik uzyskało 4% uczniów biorących w teście.

Odchylenie standardowe	8,14	Okolo 61% uczniów uzyskało wynik zawierający się w przedziale między 5 a 21 punktów. Błąd standardowy 0,63.
Współczynnik rzetelności	0,98	Dostarcza informację o niezależności i trafności testowania.



Rys. 2. Procentowy rozkład wyników sprawdzianu „Matematyka na starcie w gimnazjum”

Procentowy rozkład wyników sprawdzianu „Matematyka na starcie w gimnazjum”

Przesunięcie wyników na lewo świadczy, że sprawdzian „Matematyka na starcie w gimnazjum” okazał się dla uczniów trudny. Rozkład jest prostokątny, co świadczy o równomiernym rozłożeniu wyników.

Tylko jedno zadanie nie sprawiało uczniom problemu (zad. 4. – wykonywanie działań na liczbach wymiernych), pozostałe były trudne, zaś umiejętność rozwiązywania problemów (zad. 15.) była dla uczniów bardzo trudna. Świadczy to o tym, że część uczniów nie opanowała podstawowych umiejętności matematycznych po szkole podstawowej. Nauczyciele gimnazjum tak powinni zaplanować pracę, aby uzupełnić braki ze szkoły podstawowej przy realizacji podstawy programowej gimnazjum.

Poziom wykonania zadań według ustalonych kompetencji (D, Z, M) jest w miarę wyrównany, ale niski i waha się między 38% a 50%. Wynika z tego, że co trzeci uczeń potrafi wykonywać działania z wykorzystaniem odpowiednich własności, co drugi uczeń potrafi wykryć i zapisać zależność, a mniej niż połowa potrafi dopasować metodę do zadania.

Uczniowie najlepiej radzą sobie z rachunkami (zadania typu: oblicz), ale jest to mniej niż połowa badanej populacji. Zadania z geometrii okazały się dla uczniów trudne, ogólny poziom ich wykonania wynoszący 34% świadczy o bardzo słabym opanowaniu danych umiejętności. Z trzema zadaniami geometrycznymi uczniowie mieli poważne problemy, wartość współczynnika łatwości w tych zadaniach wynosiła tylko 29%, 31%, 33%. Najwięcej zadań w sprawdzianie „Matematyka na starcie w gimnazjum”, bo aż siedem

(w tym dwa z geometrii), dotyczyło zastosowania matematyki w sytuacjach praktycznych. Ogólnie poziom wykonania zadań dla tego podtestu wypadł bardzo słabo i wyniósł 44%, co świadczy, że dla uczniów niektóre z tych zadań okazały się umiarkowanie trudne i trudne.

Podsumowanie wyników badań

Po analizie współczynników łatwości w sprawdzianie „Matematyka na starcie w gimnazjum” można stwierdzić, że większość sprawdzanych umiejętności nie jest przez uczniów opanowana. Uczniowie nie poradzili sobie z większością proponowanych zadań. Tylko jedna sprawdzana umiejętność okazała się opanowana przez uczniów, współczynnik łatwości w tym zadaniu wyniósł 77%.

Umiejętności bardzo słabo i słabo opanowane w sprawdzianie po szkole podstawowej:

- rozwiązanie problemu przedstawionego w zadaniu tekstowym (0,04)
- obliczanie obwodu figury (0,29)
- wykorzystanie zależności: prędkość, droga, czas w sytuacji praktycznej (0,30)
- obliczanie pola powierzchni figury płaskiej (0,31)
- wykonywanie działań na liczbach całkowitych (0,33)
- obliczanie objętości prostopadłościanu (0,33)
- wykorzystanie własności kątów wierzchołkowych, przyległych (0,44)
- przeprowadzanie obliczeń związanych z kalendarzem (0,46)
- rozwiązywanie równań (0,49).

Wskaźnik łatwości przeprowadzonego sprawdzianu wyniósł 0,43, to znaczy, że statystyczny uczeń opanował tylko 43% badanych umiejętności. Wiele zagadnień ze szkoły podstawowej przewidzianych w gimnazjum tylko do powtórzenia należałoby wprowadzać od początku.

Działania podejmowane po diagnozach przez nauczycieli

Wyniki diagnoz przeprowadzonych w szkołach warszawskich pozwalają na sformułowanie wniosków dotyczących metod pracy nauczycieli. W celu zniwelowania istniejących braków w wiedzy i umiejętnościach matematycznych uczniów, a zatem zwieszenia efektywności nauczania należy:

- kształcić umiejętności rachunkowe, rozwiązując zadania odnoszące się do sytuacji życia codziennego (stosując metody aktywizujące),
- rozwijać zainteresowania matematyczne uczniów (organizować konkursy i prowadzić kółka matematyczne),
- rozwijać wyobraźnię przestrzenną ułatwiającą rozwiązywanie zadań z geometrii (wprowadzić origami na lekcjach geometrii, zalecać wykonywanie modeli brył),
- rozbudzać u uczniów twórcze podejście do matematyki (praca metodą projektów),
- doskonalić umiejętność analizowania podstawy programowej,
- modyfikować programy nauczania, dostosowując je do danego zespołu klasowego.