

MONIKA CZAJKOWSKA

Akademia Pedagogiki Specjalnej, Warszawa

e-mail: czajkowskamonika@gmail.com

Różnice osiągnięć dziewcząt i chłopców w rozwiązywaniu zadań matematycznych

W dotychczasowych badaniach dotyczących różnic w osiągnięciach dziewcząt i chłopców w testach matematycznych w niewielkim stopniu skupiano się na narzędziach badawczych. Wiadomo jednak, że typowość zadania, dział matematyki, której ono dotyczy, a także forma jego udostępnienia mogą mieć wpływ na poziom jego rozwiązania. Dlatego postanowiłam sprawdzić, w jakim stopniu uwidaczniają się różnice w osiągnięciach dziewcząt i chłopców w rozwiązywaniu zadań matematycznych udostępnionych im w wersji papierowej i komputerowej. Z przeprowadzonych przeze mnie badań własnych wynika, że: 1) w przypadku zadań w wersji komputerowej chłopcy uzyskali znacznie wyższe wyniki niż dziewczęta, natomiast w przypadku zadań w wersji papierowej różnice te były statystycznie nieistotne; 2) w przypadku zadań w wersji komputerowej, pomimo że dziewczęta częściej niż chłopcy podejmowały próby ich rozwiązywania, to wykazywały się nieco większą bezradnością wobec eksperymentowania na ekranie komputera, obawą przed nim lub nawet niechęcią do niego; 3) różnice między wynikami dziewcząt i chłopców uzależnione są od fabuły zadania i od tego, jakie działania należy podjąć, aby je rozwiązać.

Słowa kluczowe: *matematyka, różnice międzypłciowe, uczniowie w wieku 12–17 lat*

Umiejętności matematyczne kobiet i mężczyzn – dotychczasowe ustalenia

W ciągu ostatniego półwiecza coraz bardziej wzrasta zainteresowanie badaczy przyczynami różnic w osiągnięciach matematycznych uczniów i osób dorosłych. Wśród czynników mogących mieć na nie wpływ wymieniane są m.in. płeć, pochodze-

nie społeczne, wykształcenie rodziców, miejsce zamieszkania. Choć powszechnie uważa się, że mężczyźni osiągają wyższe wyniki w nauce matematyki niż kobiety i częściej wykazują się uzdolnieniami matematycznymi, to jednak badania ostatnich lat pokazują, że to stereotypowe przekonanie nie jest w pełni uzasadnione (Ciarkowska 2003, s. 54–55; Łockiewicz 2010, s. 66–70; Turska, Bernacka 2010a, s. 280–282; Gruszczyk-Kolczyńska 2012, s. 53).

Z ustaleń E. Gruszczyk-Kolczyńskiej (2012, s. 53) wynika, że w okresie przed-szkolnym liczby dziewczynek i chłopców wykazujących się uzdolnieniami matematycznymi są porównywalne. W międzynarodowych badaniach PISA (*Programme for International Student Assessment*) przeprowadzonych w 2009 roku wśród piętnastoletnich uczniów z 65 krajów i regionów (w przypadku Chin) w dziedzinie matematyki, w 35 krajach i regionach chłopcy uzyskali statystycznie istotnie wyższy wynik, w 25 krajach nie było różnic, a w 5 lepsze okazały się dziewczęta. W Polsce różnica między wynikami chłopców i dziewcząt wynosiła 4 punkty i była ona znacznie mniejsza niż w krajach OECD, równej 12 punktów (PISA 2009, s. 63). Podobna sytuacja wystąpiła w edycji tego badania z 2012 roku, w którym uczestniczyły 64 kraje i regiony. W 37 z nich chłopcy byli lepsi, w 22 krajach nie było różnic, a w 5 wyższy wynik miały dziewczęta (PISA 2012, s. 48–49). Jednak w badaniu PISA 2012 w tzw. opcji komputerowej, w której wzięły udział 32 kraje i regiony, tylko dziewczęta ze Zjednoczonych Emiratów Arabskich uzyskały w matematyce wynik istotnie wyższy niż chłopcy. W USA, Singapurze, Słowenii, Izraelu i Norwegii różnice nie były statystycznie istotne, a w pozostałych krajach i regionach chłopcy okazali się lepsi (PISA 2012, s. 77). Natomiast w 2015 roku w 28 krajach chłopcy osiągnęli lepszy wynik, w 9 – dziewczęta, a w 34 nie było różnic (PISA 2015, s. 197). Należy zwrócić uwagę, że w 2015 roku wprowadzono pewną zmianę w stosunku do wcześniejszych edycji – w 59 krajach (w tym również w Polsce) przeprowadzono badanie nie jak dotychczas w wersji papierowej, lecz za pomocą komputerów. Piętnastolatkom czytali teksty zadań, odpowiednio nawigując na ekranach, a swoje rozwiązania wpisywali z klawiatury komputera lub zaznaczali za pomocą myszki. Uczniowie w 2015 roku otrzymali do rozwiązania w wersji komputerowej te same zadania matematyczne, które w 2012 roku były im udostępnione w wersji papierowej (Federowicz, Sitek 2017, s. 50). Natomiast w opcji komputerowej w 2012 roku zadania były zupełnie inne niż w wersji papierowej (PISA 2012, s. 5). W badaniu PISA 2015 chłopcy w Polsce, po raz pierwszy od wielu lat, w zakresie umiejętności matematycznych uzyskali statystycznie istotnie wyższe wyniki niż dziewczęta (tamże, s. 54). Biorąc pod uwagę poziomy umiejętności w badaniach przeprowadzonych w latach 2009, 2012 oraz 2015 dziewczęta dominowały na średnich poziomach umiejętności, a chłopcy na skrajnych; a zatem chłopcy mieli przewagę nad dziewczętami na dolnym i górnym krańcu skali umiejętności.

Jeżeli przyjrzymy się liczbom osób studiujących na kierunkach matematycznych i statystycznych w polskich uczelniach, to zauważymy, że na tych kierunkach jest więcej

kobiet niż mężczyzn. Co więcej, pomimo zmniejszającej się ogólnej liczby studentów, stosunek liczby kobiet do mężczyzn utrzymuje się na zbliżonym poziomie. W ciągu ostatnich pięciu lat odsetek kobiet na tych kierunkach był nieco większy niż 60%. W tabeli 1 zamieściłam szczegółowe informacje na ten temat.

Tabela 1. Kobiety studiujące na kierunkach matematycznych i statystycznych w latach 2012–2016

Lata	2012	2013	2014	2015	2016
Liczba studentów (ogółem)	17 638	16 520	13 771	11 969	10 924
Liczba kobiet	11 207	10 593	8944	7608	6696
Odsetek kobiet	63,5%	64,1%	64,9%	63,6%	61,3%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ze strony GUS <https://bdl.stat.gov.pl/BDL>

Jednak znaczące osiągnięcia w matematyce są domeną mężczyzn. Wśród laureatów konkursów matematycznych, począwszy od gimnazjum, jest istotnie mniej kobiet niż mężczyzn. W tabeli 2 zestawiałam odsetki chłopców i dziewcząt – finalistów i laureatów Olimpiady Matematycznej Gimnazjalistów (od roku szkolnego 2016/2017 Olimpiady Matematycznej Juniorów). W rubryce laureaci podałam odsetki łącznej liczby laureatów, bez względu na uzyskany stopień. W przypadku Olimpiady Matematycznej kobiety stanowią 8% wszystkich dotychczasowych finalistów i niecałe 5% laureatów.

Należy zauważyć, że wyniki te dotyczą finalistów i laureatów. Nie wiadomo jednak, czy przedstawione proporcje wynikają z faktu, że na wcześniejszych etapach olimpiad wyniki dziewcząt były niższe niż chłopców (i tym samym dziewczęta nie zostały zakwalifikowane do dalszych etapów), czy też znacząca grupa dziewcząt, np. ulegając stereotypom i obawiając się porażki i ośmieszenia, w ogóle nie przystąpiła do udziału w tych zawodach. W tym drugim przypadku twierdzenie o niższych zdolnościach matematycznych kobiet nie byłoby uprawnione.

Tabela 2. Olimpiada Matematyczna Gimnazjalistów (Juniorów)

Rok szkolny	Finaliści		Laureaci	
	chłopcy	dziewczęta	chłopcy	dziewczęta
2011/2012	81%	19%	84%	16%
2012/2013	87%	13%	87%	13%
2013/2014	79%	21%	83%	17%
2014/2015	82%	18%	83%	17%
2015/2016	77%	23%	80%	20%
2016/2017	86%	14%	88%	12%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ze strony <https://www.omg.edu.pl>

Wśród laureatów dwóch najbardziej prestiżowych nagród przyznawanych w dziedzinie matematyki jest tylko jedna kobieta. W 2014 roku irańska matematyczka M. Mirzakhani (1977–2017) została uhonorowana Medalem Fieldsa, przyznawanym od 1936 roku co cztery lata. Natomiast Nagrody Abela (przyznawanej corocznie od 2001 roku) do tej pory nie uzyskała żadna kobieta.

Przyczyny różnic w karierach i osiągnięciach matematycznych osób różnej płci nie są dokładnie rozpoznane i budzą wiele kontrowersji. Jeszcze w ubiegłym stuleciu wśród badaczy trwały spory o to, czy na rozwój uzdolnień matematycznych mają wpływ uwarunkowania społeczne, czy biologiczne. Obecnie, jak podaje A. Zawistowska (2013, s. 75–95), coraz liczniejsze grono naukowców uważa, że kultura i natura są systemami komplementarnymi, a nie przeciwstawnymi. Z dotychczasowych ustaleń wynika, że rozpatrując rozwój uzdolnień matematycznych uczniów, należy wziąć pod uwagę wpływ środowiska kulturowego (w tym mechanizmy socjalizacji, wpisane w szkolną edukację), a także różnice biologiczne. Jednak, jak pisze A. Zawistowska, naukowcy odwołują się do wymienionych aspektów w różnych proporcjach. Jedni na pierwszy plan wysuwają czynniki biologiczne, inni – społeczne, a jeszcze inni przekonują o ich równorzędnej roli. Nie kwestionując tych ustaleń, A. Zawistowska, na podstawie przeprowadzonych analiz, wysunęła przypuszczenie, że różnice osiągnięć matematycznych osób różnej płci mogą być m.in. konsekwencją odchodzenia na kolejnych etapach edukacji od zadań typowych i algorytmicznych na rzecz problemów niestandardowych i wysoce abstrakcyjnych. Jednocześnie wyraziła przekonanie, że rozwiązywanie złożonych problemów matematycznych wymaga zdolności przestrzennych, w których, jak wynika z badań (Ciarkowska 2003, s. 54–55; Łockiewicz 2010, s. 66–70; Zawistowska 2013, s. 75–95), mężczyźni mają przewagę. Należy jednak zwrócić uwagę, że podstawowymi technikami służącymi ocenie tych zdolności w warunkach laboratoryjnych jest test Vandenberg’a lub test poziomu wody. Jak słusznie zauważa W. Ciarkowska (2003, s. 55), choć nie można zlekceważyć danych empirycznych świadczących o wyższych zdolnościach przestrzennych mężczyzn, to jednak nie można ograniczać się tylko do wyników pochodzących z badań, w których użyto tych testów. Badania prowadzone w warunkach zbliżonych do normalnych pokazały bowiem, że kobiety w zadaniach wymagających zdolności przestrzennych uzyskują wyniki równie dobre jak mężczyźni, jednak stosując odmienne strategie (tamże, s. 55).

Nieco inne wytłumaczenie różnic w zdolnościach matematycznych uczniów na wyższych etapach edukacji podaje E. Gruszczyk-Kolczyńska (2012, s. 53–54). Stwierdza ona, że dysproporcje te wynikają z odmiennego tempa dojrzewania biologicznego chłopców i dziewcząt oraz towarzyszących mu zmian w zachowaniach osób różnych płci. Dziewczęta wcześniej wchodziły w okres adolescencji. W okresie dojrzewania wygląd i zainteresowanie chłopcami staje się dla nich ważniejsze niż nauka. Pomimo że już po kilku latach matematycznie uzdolnione dziewczęta ponownie garną się do nauki tego przedmiotu, to napotykają duże kłopoty z nadrobieniem zaległości wyni-

kłych z wolniejszego tempa edukacji. Brak sukcesów w działalności matematycznej powoduje, że kierują swoje zainteresowania w inną stronę. Do konstatacji E. Gruszczyk-Kolczyńskiej dodam, że kobiety wielokrotnie wcześniej niż mężczyźni wchodzi w okres rodzicielstwa. Jest to kolejny okres, w którym ich energia życiowa jest skoncentrowana na innych celach niż kariera zawodowa. Nawet jeśli po odchowaniu potomstwa ponownie zaczynają zajmować się matematyką, to osiągnięcie sukcesów w tej dziedzinie jest dla nich bardzo trudne, a zdobycie prestiżowych nagród czasami nawet niemożliwe (np. Medal Fieldsa przyznawany jest osobom, które nie ukończyły 40 lat).

Testy osiągnięć matematycznych

W badaniach dotyczących różnic w osiągnięciach dziewcząt i chłopców w testach matematycznych, opisanych w dostępnej mi literaturze, w niewielkim stopniu skoncentrowano się na funkcjonowaniu uczniów w trakcie ich rozwiązywania. W przypadku uczniów, których umiejętności matematyczne badane były za pomocą różnego rodzaju testów, nie można jednak pominąć sytuacji, w których je rozwiązywali. Zachowania uczniów zależne są bowiem od wpływu otoczenia, miejsca i czasu. Oznacza to, że np. ten sam uczeń może zachowywać się zupełnie inaczej wobec tego samego zadania matematycznego zależnie od tego, czy rozwiązuje je w domu, czy w sali, będąc sam na sam z badaczem, czy w klasie szkolnej razem z rówieśnikami (Żeromska 2004 s. 248; Czajkowska 2005, s. 95; Gruszczyk-Kolczyńska 2013, s. 112–114). Nie bez znaczenia jest zatem to, czy zadanie rozwiązywane jest w warunkach laboratoryjnych czy naturalnych (lub zbliżonych do naturalnych). Tym też można tłumaczyć fakt, że mężczyźni w zadaniach dotyczących wyobraźni przestrzennej osiągalni wyższe wyniki w warunkach laboratoryjnych, natomiast były one porównywalne z wynikami kobiet w warunkach naturalnych, o czym pisała W. Ciarkowska (2003, s. 55). Równie ważne jest, czy uczeń rozwiązuje zadanie anonimowo, czy podając swoje dane, a także jaką wartość gratyfikacyjną ma dla niego rozwiązanie zadania.

Duże znaczenie ma również doświadczenie ucznia w rozwiązywaniu zadań i postrzeganie przez niego własnych umiejętności matematycznych. Przekonanie o niskich umiejętnościach powoduje kierowanie całej energii na poszukiwanie drogi ucieczki przed koniecznością rozwiązywania zadania. Często taki uczeń stwierdza, że zadanie jest zbyt trudne, nawet przed zapoznaniem się z jego treścią. Takie zachowanie charakterystyczne jest zarówno dla dzieci w klasach I–III (Gruszczyk-Kolczyńska 2013, s. 114–135), jak i dla starszych uczniów (Czajkowska 2005, s. 38–39, 96–98). Wiara we własne możliwości jest w dużej mierze uwarunkowana przez rodzinę i szkołę. Należy zauważyć, że w społeczeństwie nadal utrzymuje się stereotyp, że matematyka

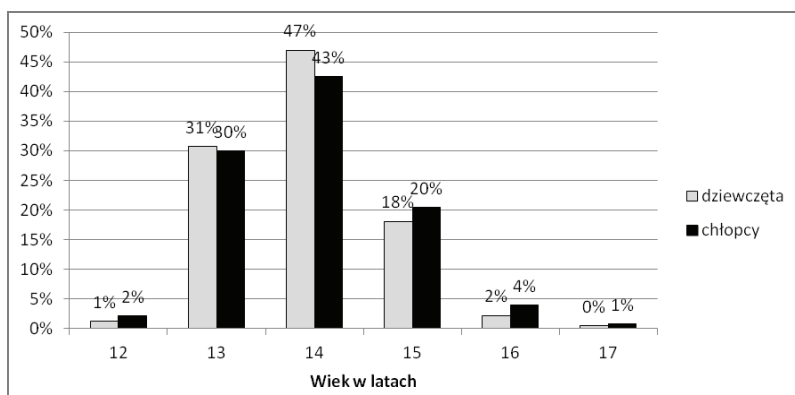
jest dziedziną męską (Tiedemann 2002, s. 50; Turska, Bernacka 2010a, s. 280). Pogląd ten kształtuje różne oczekiwania nauczycieli i rodziców wobec osób o odmiennej płci (Sadker, Sadker, Klein 1991, s. 269–270). W związku z tym rodzice i nauczyciele od najmłodszych lat podają chłopcom bardziej złożone zadania i zadają więcej pytań. Stawiają na ich samodzielność myślową i twórcze podejście do problemów. Natomiast dziewczęta otrzymują głównie proste zadania o charakterze odtwórczym (Mazurkiewicz 2006; Turska, Bernacka 2010a, 2010b; Chomczyńska-Rubacha 2011). Co więcej, jak piszą D. Turska i E.R. Bernacka (2010a, s. 280–282), klimat na lekcjach matematyki jest mniej korzystny dla dziewcząt niż chłopców. Dziewczęta są rzadko chwalone, a w przypadku niepowodzeń w rozwiązywaniu zadań matematycznych często słyszą złośliwe komentarze pod swoim adresem. Rejestrują mniejszą aktywizację i stymulację procesów poznawczych oraz powierzchowność informacji zwrotnych. Natomiast chłopcy, zwłaszcza nauczani przez mężczyzn, są wspierani przez nauczycieli. Na zgłaszane pytania i wątpliwości dostają wyczerpujące odpowiedzi. Nauczyciele zwracają się do nich w sposób przyjazny i ciepły emocjonalnie. A zatem dziewczęta są nie tylko „gorzej” nauczane matematyki, ale i mniej motywowane do nauki tego przedmiotu. Dziewczęta dostają komunikat, że matematyka jest zarezerwowana dla chłopców, gdyż one nie posiadają odpowiednich predyspozycji.

Przegląd badań dotyczących różnic płci w wynikach testów matematycznych pozwala zauważyć, że bardzo rzadko badacze skupiali się na zadaniach użytych w testach. W tym zakresie relatywnie często koncentrowano się na działach matematyki, których dotyczyły zadania. A. Zawistowska (2013, s. 75–95) analizując dane z badania PISA 2003 ustaliła, że w każdym z badanych obszarów dziewczęta radziły sobie nieco gorzej niż chłopcy. Największa dysproporcja wystąpiła w przypadku zadań związanych z relacjami przestrzennymi, natomiast najmniejsza w przypadku zadań rachunkowych. Uzyskane przez nią wyniki wpisują się w doświadczenia innych naukowców. Nieco uwagi poświęcono też złożoności i trudności zadań (tamże, s. 75–95) oraz kontekstowi sytuacyjnemu zadania (Ciarkowska 2003, s. 52). Natomiast badacze pomijali fabułę zadania, jego syntaktykę czy sposób jego udostępniania lub zwracali na te czynniki niewielką uwagę. Te elementy mogą jednak mieć wpływ na funkcjonowanie dziewcząt i chłopców w trakcie rozwiązywania zadań matematycznych (np. na zaangażowanie emocjonalne w rozwiązywanie zadania czy stosowane strategie) i w efekcie na uzyskane wyniki (Czajkowska 2005). A zatem trzeba pamiętać, że wyniki uczniów w testach są zrelatywizowane do użytych w nich zadań. Oznacza to, że porównując wyniki chłopców i dziewcząt w konkretnym teście, zawsze należy dokonać charakterystyki zadań, gdyż przy użyciu innych wyniki mogą się różnić. Na przykład w przytoczonych już wcześniej wynikach badania PISA 2012 w obszarze matematyki wyniki chłopców i dziewcząt rozwiązujących zadania na papierze nie różniły się statystycznie istotnie, natomiast w opcji komputerowej, w której rozwiązywano inne zadania, wyniki chłopców były istotnie wyższe niż dziewcząt (średni wynik chłopców to 495 punktów, a dziewcząt – 484 punkty).

Krótką charakterystyka badań własnych

Zainspirowana poruszanymi problemami postanowiłam sprawdzić, jak dalece są rozbieżne wyniki gimnazjalistów w rozwiązywaniu zadań matematycznych w zależności od płci. W szczególności interesowało mnie, w jakim stopniu uwidaczniają się różnice w osiągnięciach dziewcząt i chłopców w rozwiązywaniu zadań udostępnionych im w wersji papierowej i elektronicznej. W tym celu wykorzystałam wyniki badań podstawowych pt. *Zadania interaktywne w nauczaniu matematyki*, które przeprowadziłam w pierwszym półroczu 2015 r. w ramach projektu *Wykorzystanie technologii informacyjnej w pracy z uczniem uzdolnionym matematycznie*¹.

W badaniu wzięło udział 16 gimnazjów (53 oddziały klasowe, 1055 uczniów) z czterech województw: małopolskiego, opolskiego, podkarpackiego i śląskiego. Szkoły zostały dobrane w sposób celowy. Kryterium uczestnictwa szkoły w badaniu stanowiły zgody dyrektora i nauczycieli matematyki oraz posiadanie przez szkołę odpowiedniego sprzętu i oprogramowania, ponieważ niektórzy uczniowie rozwiązywali zadania w wersji komputerowej. Wśród badanych uczniów było 498 dziewcząt (241 z pierwszej, 232 z drugiej i 25 z trzeciej klasy) oraz 557 chłopców (276 z pierwszej, 243 z drugiej i 38 z trzeciej klasy). Średni wiek dziewcząt to 13 lat i 11 miesięcy, a chłopców – 14 lat. Strukturę wieku gimnazjalistów przedstawiłam na wykresie 1.



Wykres 1. Struktura wieku dziewcząt i chłopców biorących udział w badaniu.

Źródło: Opracowanie własne

¹ Projekt ten realizowałam, pracując w Uniwersytecie Jana Kochanowskiego w Kielcach. Byłam jego pomysłodawcą i kierownikiem. Dziękuję mgr. Pawłowi Fornalskiemu za stworzenie interaktywnych wersji zadań (do opracowanych przeze mnie zadań w wersji papierowej i scenariuszy zadań w wersji interaktywnej) oraz dr. Marcinowi Zielińskiemu za pomoc przy statystycznym opracowaniu wyników.

W badaniu użyłam zestawu złożonego z czterech zadań matematycznych. Każde z nich zawierało nagłówek z opisem sytuacji oraz zestaw kilku pytań. Zadanie pierwsze (Z1²), zawierające 5 pytań, wymagało wiedzy z planimetrii. Uczeń miał zbadać, jak w wyniku wykonania pewnych manipulacji zmienia się (tzn. czy pozostaje bez zmian, czy też rośnie lub maleje i o ile) pole oraz obwód danego wielokąta. Zadanie Z2 (6 pytań) dotyczyło odczytywania i zapisywania informacji. Uczeń, na podstawie przedstawionych schematów, musiał zrozumieć sposób działania wyświetlacza cyfrowego, a następnie odkodować lub zakodować pewne dane. Zadanie Z3 (5 pytań) zawierało treści z zakresu algebry. Uczeń, w zależności od pytania, musiał albo rozwiązać podany układ równań, albo wykorzystując zależności między niewiadomymi, podać wartość pewnego wyrażenia algebraicznego. Zadanie Z4, złożone z 4 pytań, dotyczyło geometrii przestrzennej. Do jego rozwiązania konieczna była wyobraźnia geometryczna, znajomość pojęć: sześciian i prostopadłościan oraz umiejętność obliczania objętości bryły zbudowanej z sześciennych klocków.

Zadania użyte w narzędziu badawczym nie były typowe i schematyczne. Ich rozwiązanie wymagało umiejętności analizowania sytuacji, łączenia różnych elementów wiedzy, spojrzenia na przedstawiony problem z różnych stron, opracowania strategii jego rozwiązania lub przeprowadzenia pewnego rozumowania. Nawet jeśli uczniowie spotkali się wcześniej z zadaniami tego typu, to nie na tyle często, aby mogli rozwiązać je przy użyciu gotowego schematu postępowania.

Narzędzia badawcze tak skonstruowałam, aby każde zadanie miało dwie wersje – papierową i komputerową. Wszystkie zadania w wersji komputerowej były zadaniami interaktywnymi (Czajkowska 2016, s. 57). Odpowiadające sobie zadania w obu wersjach były jednakowe pod względem treści matematycznych (z wyjątkiem dwóch pytań w zadaniu Z4., w których w wersji elektronicznej dodałam polecenia zbudowania bryły; w analizach, których wyniki przedstawiam w niniejszym tekście, nie uwzględniam odpowiedzi na te dwa dodatkowe polecenia). Różniły się natomiast formą, w pewnym stopniu syntaktyką i działaniami, które uczeń musiał lub mógł podjąć w trakcie ich rozwiązywania. Na przykład w zadaniu Z4P3 dane były rysunki przedstawiające widok pewnej bryły z przodu, z boku i z góry. Uczeń miał podać, z ilu kostek sześciennych można zbudować bryłę, dając takie cienie. Gimnazjalista, który rozwiązywał to zadanie w wersji elektronicznej, mógł, używając myszki i klawiatury, „zbudować” tę bryłę na ekranie monitora, a następnie obracając ją w różne strony, sprawdzać, czy rzeczywiście jest ona widoczna z różnych stron, tak jak na podanych rysunkach. Uczeń, który rozwiązywał to zadanie w wersji papierowej, takiej możliwości nie miał; musiał wykaazać się wyobraźnią geometryczną na odpowiednim poziomie. W zadaniach w wersji elektronicznej uczeń mógł „przechodzić” między pytaniami w obrębie danego

² Symbolem Z1 oznaczam zadanie pierwsze, a symbolami Z1P1, ..., Z1P5 – kolejne pytania tego zadania. Analogicznie oznaczam wszystkie zadania.

zadania i dokonywać modyfikacji swoich odpowiedzi. Dla zorientowania się, czy zadania są zrozumiałe dla gimnazjalistów, przed przystąpieniem do badań właściwych przetestowałam je na niewielkiej grupie osób, które nie brały udziału w badaniach podstawowych.

W każdej z badanych klas gimnazjaliści zostali podzieleni na dwie grupy. Dążyłam do tego, aby w obu grupach znaleźli się uczniowie o różnym poziomie umiejętności matematycznych (wskaźnikiem były oceny uczniów z matematyki oraz opinie nauczycieli). Uczniowie jednej grupy rozwiązywali zadania w wersji papierowej, a drugiej – w wersji elektronicznej. Zarówno w jednej, jak i w drugiej grupie uczniowie rozwiązywali zadania w klasie lekcyjnej, w obecności nauczycieli, jednak nie byli przez nich w żaden sposób ukierunkowywani. Działalność uczniów rozwiązujących zadania w wersji elektronicznej była rejestrowana. Zadania w wersji komputerowej rozwiązywało 588 uczniów (264 dziewczęta, 324 chłopców), a w wersji papierowej – 467 (234 dziewczęta i 233 chłopców). Średni wiek dziewcząt rozwiązujących zadania w wersji komputerowej to 13 lat i 10 miesięcy, a w wersji papierowej – 13 lat i 11 miesięcy. Średni wiek chłopców rozwiązujących zadania w wersji komputerowej to 13 lat i 11 miesięcy, a w wersji papierowej – 14 lat.

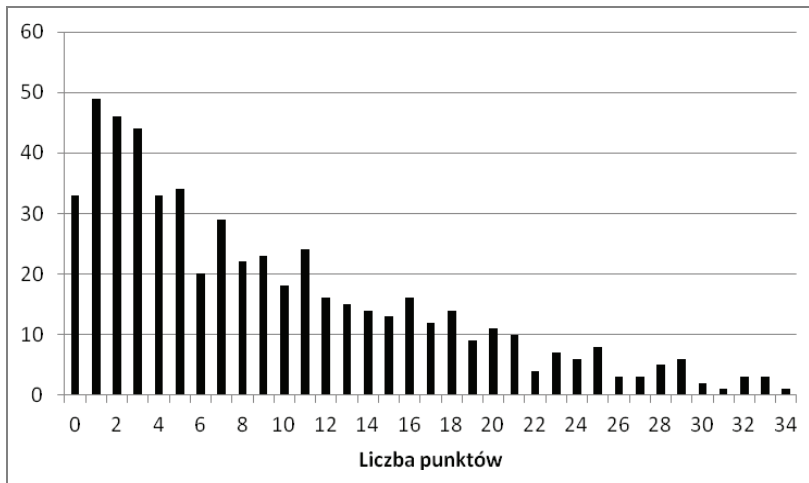
Główną zastosowaną przeze mnie metodą badawczą była analiza wytworów uczniów. Interesował mnie nie tylko wynik uzyskany przez konkretnego ucznia, ale także sekwencja podejmowanych przez niego działań w trakcie poszukiwania rozwiązań problemów, wykorzystywanie nabywanej wiedzy o sytuacji do weryfikacji poprawności udzielonych już wcześniej odpowiedzi, podjęcie prób ucieczki od konieczności zajmowania się zadaniem, sporządzanie rysunków (w przypadku wersji papierowej zadań) lub eksperymenty z klawiaturą i myszką (w przypadku wersji elektronicznej zadań), napisane komentarze (również bezprzedmiotowe, nieukierunkowane na rozwiązanie zadania). Metodą towarzyszącą były dwie ankiety – jedna skierowana była do ucznia, a druga do nauczyciela. Dokonałam również analizy statystycznej wyników.

Wyniki badania

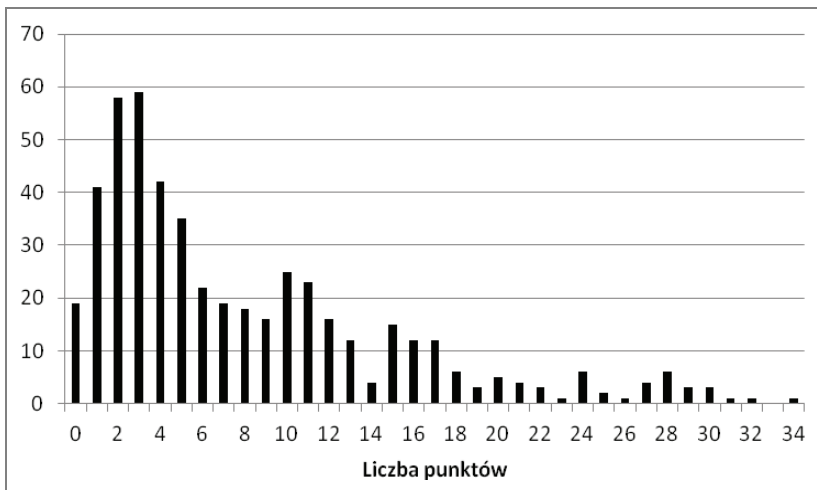
Zadania okazały się trudne dla gimnazjalistów, bez względu na to, czy zostały one udostępnione w wersji papierowej, czy komputerowej. Najpierw sprawdziłam, czy forma zadania, w jakiej ono zostało podane (papierowa czy komputerowa), ma wpływ na wyniki uczniów obu grup.

Ponieważ rozkłady wyników uzyskanych zarówno przez chłopców, jak i dziewczęta są silnie prawoskośne (wykresy 2 i 3), a typy rozkładów nie są znane, do porównań wyników użyłam testu Manna-Whitneya lub jego rozszerzenia – testu Kruskala

Wallisa. Okazało się, że zarówno w grupie chłopców, jak i dziewcząt nie wystąpiły statystycznie istotne różnice między łącznymi wynikami uczniów, którzy rozwiązywali zadania w różnych wersjach testu (chłopcy rozwiązujący zadania w wersji papierowej vs. chłopcy rozwiązujący zadania w wersji komputerowej oraz dziewczęta rozwiązujące zadania w wersji papierowej vs. dziewczęta rozwiązujące zadania w wersji komputerowej). Dla chłopców wartość statystyki była równa $\chi^2 = 0,095$, $p = 0,758$, a dla dziewcząt $\chi^2 = 0,059$, $p = 0,807$.



Wykres 2. Rozkład wyników chłopców, $n = 557$



Wykres 3. Rozkład wyników dziewcząt, $n = 498$

Następnie przyjrzałam się wynikom (bez względu na formę udostępnienia testu) chłopców i dziewcząt.

Łączne wyniki chłopców są istotnie wyższe niż wyniki dziewcząt ($\chi^2 = 5,781$, $p = 0,016$). Ponieważ zadania dotyczyły różnych działów matematyki szkolnej, dokonałam głębszych analiz, badając, czy występują statystycznie istotne różnice w wynikach, jakie uzyskali chłopcy i dziewczęta na poziomie zadań i pytań. Stwierdziłam, że statystycznie istotnie wyższy wynik uzyskali chłopcy tylko w przypadku zadania Z2 ($\chi^2 = 12,895$, $p = 0,000$). Dotyczyło ono odczytywania informacji ze schematów i kodowania danych. Natomiast na poziomie pytań chłopcy uzyskali wyższy wynik w 8 pytaniach, dziewczęta – w jednym, zaś w 11 pytaniach różnice nie były statystycznie istotne.

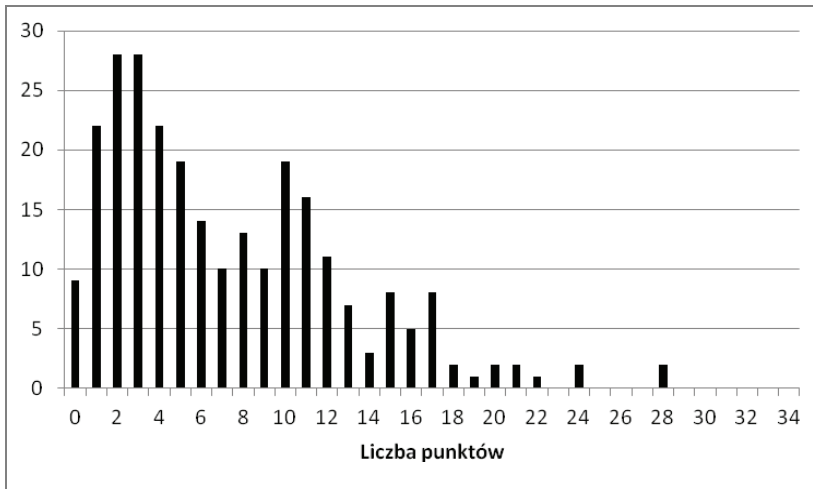
Analizie poddałam też wyniki chłopców i dziewcząt przy uwzględnieniu takich zmiennych, jak ocena z matematyki i stosunek do matematyki. W grupie osób, które na ostatnie półrocze miały ocenę co najwyżej dostateczną, jedynie w zadaniu Z2 chłopcy uzyskali przewagę nad dziewczętami ($\chi^2 = 7,216$, $p = 0,007$). Natomiast w grupie osób, które miały ocenę co najmniej dobrą, chłopcy uzyskali lepsze wyniki w zadaniu Z2 ($\chi^2 = 7,691$, $p = 0,006$) i Z3 ($\chi^2 = 5,922$, $p = 0,015$). Przy uwzględnieniu stosunku do matematyki statystycznie istotna różnica na korzyść chłopców wystąpiła tylko w zadaniu Z2 w grupie osób, które nie lubią matematyki ($\chi^2 = 9,553$, $p = 0,002$). W grupie osób lubiących ten przedmiot nie było różnic.

Chociaż ogólne wyniki uczniów, którzy rozwiązywali zadania w wersji papierowej, nie różniły się statystycznie istotnie od tych, którzy rozwiązywali je w wersji komputerowej, to jednak głębsze analizy pokazały, że forma udostępnienia zadań (papierowa lub komputerowa) miała wpływ na ich rozwiązywalność. Uczniów, którzy otrzymali powyżej 50% punktów możliwych do uzyskania i rozwiązywali zadania w wersji papierowej, było istotnie więcej niż tych, którzy rozwiązywali je w wersji elektronicznej (Czajkowska 2016, s. 59). Dlatego przyjrzałam się wynikom, jakie uzyskali chłopcy i dziewczęta, odrębnie w każdej wersji testu. Na wykresach 4–7 przedstawiłam rozkłady wyników uzyskanych przez dziewczęta i chłopców z uwzględnieniem tej zmiennej.

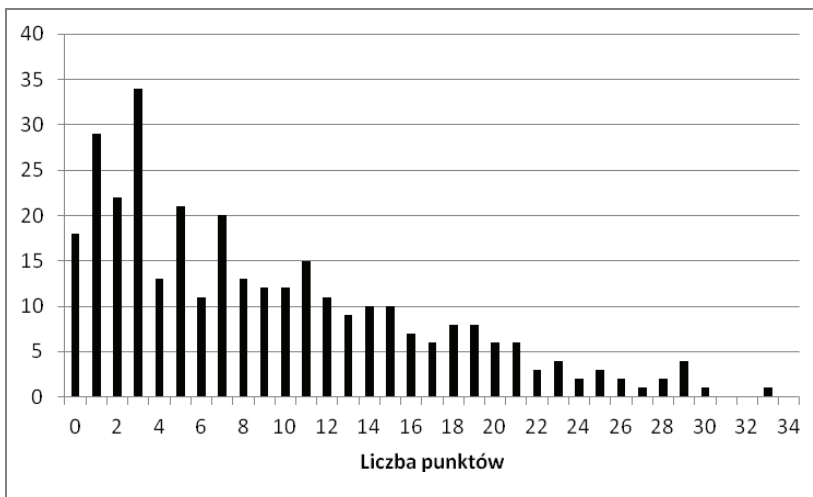
W przypadku komputerowej wersji zadań ogólne wyniki chłopców były statystycznie istotnie wyższe niż wyniki dziewcząt ($\chi^2 = 4,376$, $p = 0,036$). Na poziomie zadań statystycznie wyższe wyniki uzyskali chłopcy w zadaniach Z2 ($\chi^2 = 8,133$, $p = 0,004$) i Z4 ($\chi^2 = 7,322$, $p = 0,007$). W przypadku zadań Z1 i Z3 nie odnotowałam istotnych różnic między wynikami dziewcząt i chłopców (wartości p były odpowiednio równe: 0,190 oraz 0,907). Wyniki chłopców były wyższe w przypadku 6 pytań, dziewcząt – jednego, a w pozostałych pytaniach wyniki osób różnych płci nie różniły się istotnie.

Nie wystąpiły natomiast statystycznie istotne różnice w ogólnych wynikach chłopców i dziewcząt rozwiązujących zadania w wersji papierowej ($\chi^2 = 1,839$, $p = 0,175$).

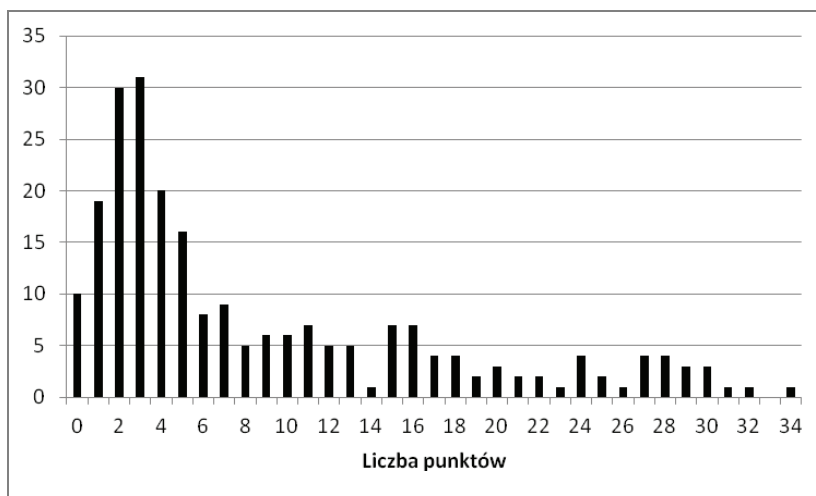
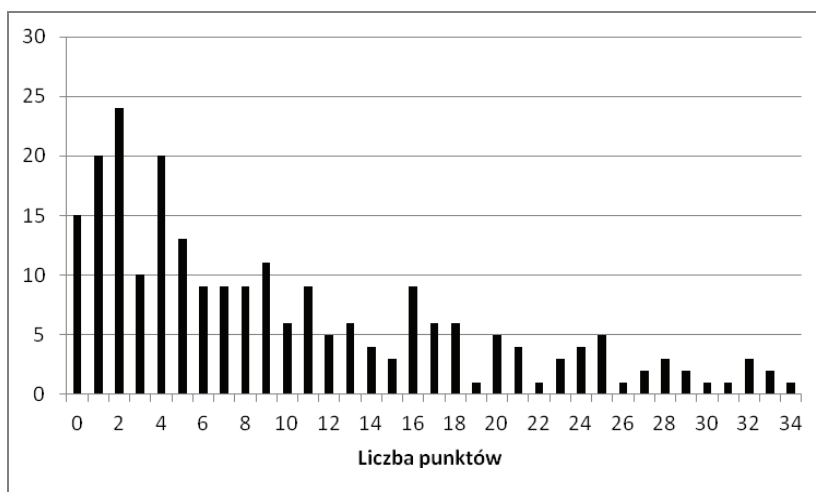
W tej wersji testu tylko w przypadku zadania Z2 chłopcy uzyskali wynik statystycznie istotnie wyższy niż dziewczęta ($\chi^2 = 4,807$, $p = 0,028$); w przypadku pozostałych zadań różnice w wynikach były statystycznie nieistotne. Wyniki chłopców były wyższe w przypadku 4 pytań, dziewcząt – jednego, a w pozostałych pytaniach wyniki osób różnych płci nie różniły się istotnie.



Wykres 4. Rozkład wyników dziewcząt, rozwiązujących komputerową wersję testu, $n = 264$



Wykres 5. Rozkład wyników chłopców, rozwiązujących komputerową wersję testu, $n = 324$

Wykres 6. Rozkład wyników dziewcząt, rozwiązujących papierową wersję testu, $n = 234$ Wykres 7. Rozkład wyników chłopców, rozwiązujących papierową wersję testu, $n = 233$

Dyskusja

W przypadku zadań w wersji komputerowej chłopcy uzyskali znacznie wyższe wyniki niż dziewczęta, natomiast w przypadku zadań w wersji papierowej różnice te

były statystycznie nieistotne. Warto zauważyć, że uzyskane przeze mnie wyniki badań są zgodne z wynikami badania PISA 2012 i PISA 2015.

Wydaje się, że taka sytuacja może być wynikiem zarówno dotychczasowych doświadczeń badanych z rozwiązywaniem zadań matematycznych, jak i obycia z komputerem. Jak wynika z badań (Białek i in. 2013; Karpiński, Grudniewska, Zambrowska 2013; Karpiński, Zambrowska 2015; Czajkowska, Grochowalska, Orzechowska 2015) na lekcjach matematyki stosunkowo rzadko uczniowie mają okazję do rozwiązywania zadań w wersji komputerowej, natomiast są poddawani swoistemu treningowi w rozwiązywaniu zadań w wersji papierowej. Także na sprawdzianach (w tym również na egzaminach zewnętrznych) zazwyczaj otrzymują zadania w wersji papierowej. Zarówno chłopcy, jak i dziewczęta otrzymując test w wersji papierowej, wiedzą, czego się od nich oczekuje, jak mają postępować, jakie strategie mogą stosować, aby rozwiązać zadanie (choć oczywiście w konkretnej sytuacji zastosowana strategia może okazać się nieskuteczna) i jak przedstawić rozwiązanie. Natomiast w przypadku zadań w wersji komputerowej dziewczęta wykazywały się nieco większą bezradnością, pomimo że znacznie częściej niż chłopcy podejmowały próby rozwiązania zadań, to nie potrafiły np. wykorzystać interaktywności rysunku i działać na nim, albo we właściwy sposób przedstawić rozwiązania. Analiza zarejestrowanych działań uczniów pokazała, że dziewczęta były mniej śmiałe niż chłopcy w eksperymentowaniu na ekranie komputera; często nie wykonywały żadnych lub prawie żadnych doświadczeń z użyciem interaktywnego rysunku, lecz po wpisaniu rozwiązania w okienko, kliknięciu na przycisk z liczbą itp. od razu przechodziły do kolejnego zadania. Natomiast chłopcy byli bardziej „odważni” – wykonywali wiele doświadczeń, „bawili się” interaktywnym rysunkiem, czasami zarówno przed podaniem, jak i po podaniu odpowiedzi do zadania. Można przypuszczać, że znacząca grupa dziewcząt czuła pewną niechęć do rozwiązywania zadań matematycznych udostępnionych im w wersji elektronicznej i wykonywania manipulacji na interaktywnym rysunku. Tę hipotezę potwierdzają do pewnego stopnia wyniki badań, które pokazują, że *kobiety uważają kontakt z komputerem za dziedzinę mało kobiecą* (Thompson, Lim, Lim 2000) i *wzbudzającą niepokój* (King, Bond, Blandford 2002, za: Ciarkowska 2003, s. 54).

Różnice pomiędzy wynikami dziewcząt i chłopców uzależnione są także od tego, jakie działania należało podjąć, aby rozwiązać konkretne zadanie, oraz od jego fabuły. Na przykład w zadaniach komputerowych chłopcy mieli przewagę, gdy należało operować na materiale trójwymiarowym, ale nie było już różnic w przypadku materiału dwuwymiarowego.

Chłopcy uzyskali też statystycznie wyższy wynik (zarówno w wersji komputerowej, jak i papierowej) w zadaniu Z2, w którym należało na podstawie przedstawionych schematów zrozumieć sposób działania wyświetlacza cyfrowego, a następnie odkodować lub zakodować pewne informacje. A zatem fabuła tego zadania, zgodnie ze stereotypowymi poglądami, dotyczyła męskich zainteresowań. Jednak w przypadku grup dziewcząt i chłopców zainteresowanych matematyką

i lubiących ten przedmiot, nawet w wynikach uzyskanych w tym zadaniu, nie było statystycznie istotnych różnic.

Przeprowadzone badania rodzą dalsze pytania. Niewątpliwie warto sprawdzić, czy gdyby dziewczęta nabyły odpowiedniego doświadczenia w rozwiązywaniu zadań matematycznych, również w wersji komputerowej, byłyby odpowiednio motywowane i doceniane, to czy mogły osiągać równie dobre wyniki jak chłopcy. Warto zbadać, jakie działania należy podjąć, aby dziewczęta były bardziej „odważne w matematyce” i „nie bały się eksperymentowania”. Warto też dokonać głębokich analiz zadań używanych w testach i określić, jakie ich cechy mają wpływ na odmienność strategii rozwiązywania podejmowanych przez osoby różnej płci.

Bibliografia

- BIAŁEK K., BIEDRZYCKI K., BROŻEK A., CZAJKOWSKA M., DOBKOWSKA J., DOBOSZ J., GRUDNIEWSKA M., STANASZEK A., WRÓBEL I., ZAMBROWSKA M., 2013, *Raport z badania. Szkoła samodzielnego myślenia*, IBE, Warszawa.
- CIARKOWSKA W., 2003, *Różnice między kobietami i mężczyznami w zdolnościach przestrzennych*, Kosmos, 52.
- CHOMCZYŃSKA-RUBACHA M., 2011, *Płeć i szkoła. Od edukacji rodzajowej do pedagogiki rodzaju*, PWN, Warszawa.
- CZAJKOWSKA M., 2005, *Wartości motywacyjne zadań matematycznych*, Akademia Świętokrzyska, Kielce.
- CZAJKOWSKA M., 2016, *Wpływ formy udostępniania zadań matematycznych na poziom ich rozwiązania (na przykładzie badań gimnazjalistów)*, Ruch Pedagogiczny, 2.
- CZAJKOWSKA M., GROCHOWAŁSKA M., ORZECOWSKA M., 2015, *Potrzeby nauczycieli edukacji wczesnoszkolnej i nauczycieli matematyki w zakresie rozwoju zawodowego*, IBE, Warszawa, <http://www.ibe.edu.pl/pl/o-instytucje/aktualnosci/528-nauczyciele-i-matematyka> (dostęp: 20.08.2016).
- FEDEROWICZ M., SITEK M. (red.), 2017, *Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów. Wyniki badania PISA 2015 w Polsce*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa, http://www.ibe.edu.pl/download/PISA_2015-20lipca_final.pdf (dostęp: 20.08.2017).
- GRUSZCZYK-KOLCZYŃSKA E., 2007, *Dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się matematyki. Przyczyny, diagnoza, zajęcia korekcyjno-wyrównawcze*, WSiP, Warszawa.
- GRUSZCZYK-KOLCZYŃSKA E., 2012, *O dzieciach matematycznie uzdolnionych*, Nowa Era, Warszawa.
- GUS, 2017, <https://bdl.stat.gov.pl/BDL> (dostęp: 20.08.2017).
- KARPIŃSKI M., GRUDNIEWSKA M., ZAMBROWSKA M., 2013, *Raport z badania. Nauczanie matematyki w gimnazjum*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa, <http://www.ibe.edu.pl> (dostęp: 20.02.2017).
- KARPIŃSKI M., ZAMBROWSKA M., 2015, *Nauczanie matematyki w szkole podstawowej. Raport z badania*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa, <http://www.ibe.edu.pl> (dostęp: 20.02.2017).
- KING J., BOND T., BLANDFORD S., 2002, *An investigation of computer anxiety by gender and grade*, Computers in Human Behavior, 18.
- LOCKIEWICZ M., 2010, *Różnice międzypłciowe. Analiza wybranych funkcji poznawczych i społecznych*, [w:] A. Chybicka, N. Kosakowska-Berezecka (red.), *Między płcią a rodzajem. Teorie, badania, aplikacje*, Oficyna Wydawnicza Impuls, Kraków.
- MAZURKIEWICZ G., 2006, *Kształcenie chłopców i dziewcząt. Naturalny porządek nierówności czy dyskryminacja?*, Centrum Edukacji Obywatelskiej, Warszawa.

- PISA, 2009, *Wyniki badania 2009 w Polsce*, http://www.ifispan.waw.pl/pliki/1_pisa_2009.pdf (dostęp: 18.12.2015).
- PISA, 2012, *Wyniki badania 2012 w Polsce*, http://www.ibe.edu.pl/images/prasa/PISA-2012-raport_krajowy.pdf (dostęp: 18.12.2015).
- PISA, 2015, *Results Excellence and equity in education, Volume I, OECD 2016*, <http://www.oecd.org/education/pisa-2015-results-volume-i-9789264266490-en.htm> (dostęp: 20.08.2017).
- SADKER M., SADKER D., KLEIN S., 1991, *The Issue of Gender in Elementary and Secondary Education*, Review of Research in Education, Vol. 17.
- THOMPSON S.H., LIM T., LIM V., 2000, *Gender differences in internet usage and task preferences*, Computers in Human Behavior, 17.
- TIEDEMANN J., 2002, *Teachers' gender stereotypes as a determinants of teacher perceptions in elementary school mathematics*, Educational Studies in Mathematics, Vol. 50.
- TURSKA D., BERNACKA E.R., 2010a, *Maths lessons – are they gender neutral in the Polish perspective? Report on the third stage of research*, The New Educational Review, 3–4, Vol. 22.
- TURSKA D., BERNACKA E.R., 2010b, *Conduct of male teachers of mathematics in the perception of female and male pupils. A lower secondary school perspective*, [in:] B. Maj, E. Swoboda, K. Tatsis (eds.), *Motivation via Natural Differentiation in Mathematics*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów.
- ZAWISTOWSKA A., 2013, *Płeć matematyki. Zróżnicowania osiągnięć ze względu na płeć wśród uzdolnionych uczniów*, Studia Socjologiczne, 3 (210).
- ŻEROMSKA A.K., 2004, *O kategorii pojęciowej postawa na przykładzie postawy wobec zadań matematycznych*, Roczniki Polskiego Towarzystwa Matematycznego. Seria V. Dydaktyka Matematyki, Vol. 24.

Differences in girls' and boys' achievements in solving mathematical tasks

In the so-far research on differences in girls' and boys' achievements in mathematical tests the focus on research tools has been quite small/low. However, it is known that the type of a task, the mathematics unit in question, as well as the form of its accessibility can have an impact on the level of its solution. Therefore, I decided to check the extent of differences in girls' and boys' achievement in solving Maths tasks given to them in a paper version and in a computer version. The results of my research are as follows: 1) in the case of tasks in the computer version boys scored much higher than girls, and as regards tasks in the paper version the differences were statistically insignificant; 2) in the case of electronic tasks, despite the fact that girls more often attempted to solve them, they showed a little more helplessness, fear or reluctance to experiment on computer screen, 3) differences between girls' and boys' results depended on the task thread and on undertaking actions necessary to solve them.

Keywords: *mathematics, gender differences, students at the age of 12–17*