

Badania stanu i potrzeb informatyzacji edukacji matematycznej uczniów niewidomych i słabowidzących w Polsce

Małgorzata Rubin
Marek Faderewski
Dariusz Mikułowski

W artykule omówiono wyniki badania dotyczącego problemów w nauczaniu matematyki uczniów niepełnosprawnych wzrokowo w polskich specjalistycznych ośrodkach szkolno-wychowawczych i w szkołach ogólnodostępnych, również z oddziałami integracyjnymi. Badania odnosiły się do potrzeb informatyzacji procesów edukacji matematycznej w klasie i w domu ucznia oraz edukacji zdalnej z wykorzystaniem internetu.

Komunikowanie się w matematyce jest przede wszystkim wizualne, przestrzenne, co stanowi istotną przeszkodę w przyswajaniu treści matematycznych przez osoby niewidome i słabowidzące. W szczególności trudnej sytuacji znajdują się osoby posługujące się wyłącznie lub przede wszystkim pismem Braille'a. Formuły w brajlowskiej notacji matematycznej (BNM) zawierają nadmiarowe dane w stosunku do zapisu tradycyjnego i są kodowane sekwencyjnie. Proces tworzenia (modyfikacji) i odczytu formuł matematycznych w brajlowskiej notacji matematycznej jest bardziej skomplikowany i trwa dłużej, stąd efektywność uczenia się jest niższa, co wpływa też na skuteczność nauczania. Problemy te, wynikające m.in. z używania innych interfejsów użytkownika przez osoby widzące (nauczycieli, rodziców) oraz przez uczniów niewidomych i słabowidzących, zostały obszernie omówione w literaturze przedmiotu¹.

Dane statystyczne GUS potwierdzają, że rośnie odsetek uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, a więc także m.in. uczniów z dysfunkcją wzroku, w klasach ogólnodostępnych oraz integracyjnych. W roku szkolnym 1995/1996 do klas takich w szkołach podstawowych w Polsce uczęszczało ogółem 6194

dzieci ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, podczas gdy w roku szkolnym 2013/2014 – 35 747². Podobny trend wzrostowy odnotowano w gimnazjach – w roku szkolnym 2000/2001 w klasach ogólnodostępnych i integracyjnych zarejestrowano 16 541 takich uczniów, a w roku 2013/2014 – 21 253³. Według danych Polskiego Związku Niewidomych w 2012 roku w szkołach ogólnodostępnych kształciło się 109 uczniów niewidomych i 4690 słabowidzących, natomiast w placówkach specjalnych – 246 niewidomych i 903 słabowidzących. Sytuacja taka wynika m.in. z wdrażania w Polsce modelu szkoły włączającej, otwartej i uwzględniającej potrzeby każdego dziecka kształconego w szkole rejonowej.

Znaczna grupa nauczycieli uczących w szkołach masowych dzieci niepełnosprawne wzrokowo nie zna pisma Braille'a i nie posługuje się nim w czasie lekcji. Z drugiej strony, zaawansowany poziom rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych i ich szybka absorpcja przez dzieci i młodzież powodują, że uczeń niewidomy lub słabowidzący radzi sobie w szkole masowej, co przed laty nie było możliwe. Stwarzają one bowiem ułatwienia w dostępie do informacji. Przykładami technologii pomocowych (*assistive technologies*) są powszechnie używane przez niewidomych czytniki ekranów (*screen readers*), np. Jaws, NVDA, Windows Eyes, Narrator, które mówią syntetyczną odczytują teksty wyświetlane na ekranie komputera. Nie czytają one jednak w języku polskim wyrażenia matematycznych, które są zapisane albo graficznie, albo w nieznanym im notacjach. Ponieważ przez lata w Polsce matura z matematyki nie była obowiązkowa, niepełnosprawni wzrokowo abiturienti szkół średnich

¹ D. Mikułowski, J. Brzostek-Pawłowska, *Problems Encountered in Technical Education of the Blind, and Related Aids: Virtual Cubarythms and 3D Drawings*, [w:] *Proceedings of the IEEE Global Engineering Education Conference – EDUCON 2014*, IEEE Xplore, s. 995–998; J. Brzostek-Pawłowska, *Technologie asystujące zwiększające dostępność formuł matematycznych dla niewidomych: stan obecny i podjęte badania*, „Elektronika – konstrukcje, technologie, zastosowania” 2013, nr 10, s. 112–115; J. Brzostek-Pawłowska, D. Mikułowski, *Research on improving communication between the blind and the sighted in the area of mathematics, and related requirements*, [w:] *Proceedings Federated Conference on Computer Science and Information Systems – FedCSIS 2012*, IEEE Xplore, s. 1065–1069.

² *Oświata i wychowanie w roku szkolnym 2013/2014*, 2014, GUS, Departament Badań Społecznych i Warunków Życia, Warszawa, s. 154.

³ Tamże, s. 157.

nie zdawali jej i tym samym problem skuteczności nauczania tego przedmiotu się nie ujawniał. Obecnie matura z matematyki jest obowiązkowa, a wymagania jednakowe dla wszystkich uczniów – sytuacja ta sprzyja poszukiwaniu sposobów zwiększenia efektywności edukacji włączającej uczniów z dysfunkcją wzroku w obszarze matematyki. Przyczynia się ona również do wzmożonego zainteresowania nauczycieli, uczniów i rodziców skutecznymi technologiami i narzędziami informatycznymi, które ułatwiłyby im nauczanie/uczenie się tego przedmiotu, a także komunikację w zakresie matematyki osób widzących z niepełnosprawnym wzrokowo dzieckiem.

Cel badań

Celem badań przeprowadzonych w pierwszej połowie 2014 r. przez Instytut Maszyn Matematycznych we współpracy z Fundacją Polskich Niewidomych i Słabowidzących TRAKT było rozpoznanie stanu informatyzacji procesu nauczania matematyki w ośrodkach specjalnych, w szkołach z oddziałami integracyjnymi i w szkołach ogólnodostępnych bez oddziałów integracyjnych, do których uczęszczają uczniowie z dysfunkcją wzroku. Drugim obszarem badań były deklarowane przez respondentów potrzeby w zakresie (tele)informatycznych technologii pomocowych, wspomagających pracę dydaktyczną nauczyciela i rodzica z uczniem w szkole i w domu. W badaniach wzięło udział 142 respondentów z całej Polski.

Zebrane opinie posłużyły do rozszerzenia i doprecyzowania wymagań funkcjonalnych elektronicznej platformy PlatMat ułatwiającej komunikowanie się widzącego nauczyciela (lub rodzica) z niepełnosprawnymi wzrokowo uczniami. Prace nad stworzeniem platformy zaplanowane zostały na lata 2014–2015 i prowadzone są w ramach projektu badawczego pod nazwą *Platforma PlatMat zwiększająca efektywność edukacji włączającej z obszaru matematyki i fizyki współfinansowanego ze środków PFRON*.

Metodologia badań

Dobór próby badawczej

Fundacja Polskich Niewidomych i Słabowidzących TRAKT prowadziła nabór respondentów, opierając się na danych o szkołach pozyskanych z kuratorów i na własnej bazie kontaktów, jak również na danych adresowych otrzymanych od placówek edukacyjnych, do których uczęszczają dzieci z dysfunkcją wzroku, od Okręgów Polskiego Związku Niewidomych oraz od aktywnych stowarzyszeń rodziców dzieci niewidomych i słabowidzących. Kontakt z potencjalnymi respondentami nawiązywano mailowo i telefonicznie. Do badań pozyskano łącznie 142 respondentów, spośród których 104 wypełniło ankietę elektroniczną, a 38 udzieliło wywiadu telefonicznego.

Respondenci

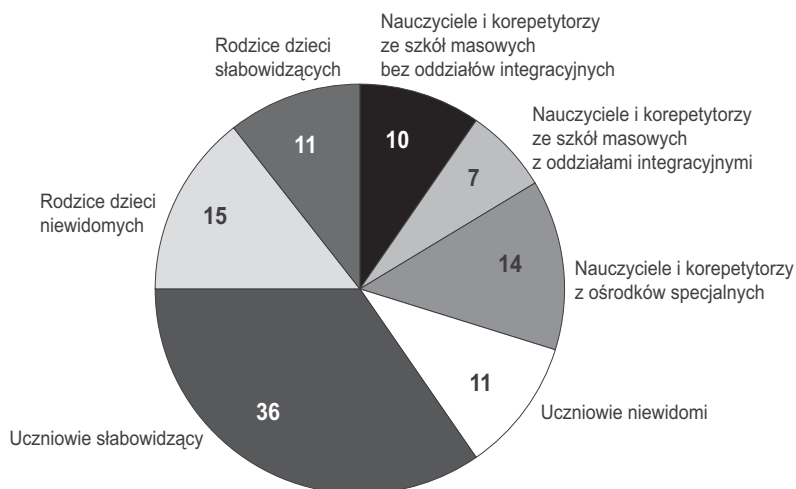
Wśród ankietowanych wyróżniono trzy grupy osób: uczniów niepełnosprawnych wzrokowo, ich rodziców oraz nauczycieli matematyki tych uczniów. Udział procentowy poszczególnych grup kształtował się następująco:

- uczniowie ze szkół podstawowych, gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych – 45 proc. (w tej grupie 77 proc. stanowili uczniowie słabowidzący),
- rodzice uczniów z dysfunkcjami wzroku – 25 proc. (w tej grupie 58 proc. stanowiły osoby posiadające dzieci niewidome),
- nauczyciele matematyki lub korepetytorzy – 30 proc. badanych.

Ponad połowa wszystkich badanych (54 proc.) pracowała (jako nauczyciele/korepetytorzy), uczyła się (uczniowie) lub posiadała dzieci uczące się (rodzice) w miastach powyżej 200 tys. mieszkańców.

Wszyscy badani nauczyciele prowadzili zajęcia w szkołach. Najwięcej z nich pracowało w ośrodkach szkolno-wychowawczych dla dzieci i młodzieży

Wykres 1. Struktura ankietowanych – liczebność poszczególnych grup



Źródło: opracowanie własne.

z dysfunkcją wzroku (45 proc.), liczną grupę (32 proc.) stanowili też nauczyciele ze szkół ogólnodostępnych bez oddziałów integracyjnych. 48 proc. badanych nauczycieli posiadało ponad pięcioletni staż zawodowy w nauczaniu matematyki dzieci z dysfunkcją wzroku. Większość (62 proc.) pracowała z uczniami słabowidzącymi. Nauczyciele pracujący w specjalnych ośrodkach zajmowali się zarówno dziećmi niewidomymi, jak i słabowidzącymi (grupy ich uczniów były kilkusobowe), natomiast nauczyciele z pozostałych dwóch rodzajów szkół (ogólnodostępnych z oddziałami integracyjnymi i bez oddziałów) – pracowali wyłącznie z uczniami niewidomymi lub tylko ze słabowidzącymi (w klasie jest zazwyczaj jeden uczeń niepełnosprawny wzrokowo). Przebadano podobne ilościowo grupy nauczycieli z poszczególnych poziomów edukacji: uczący w klasach 5. i 6. szkoły podstawowej stanowili 35 proc. badanych nauczycieli, w gimnazjach – 35 proc., a w szkołach ponadgimnazjalnych – 30 procent.

72 proc. badanych uczniów stanowiły osoby z ośrodków dla dzieci i młodzieży z dysfunkcją wzroku. Największa grupa uczniów (55 proc.) uczęszczała do szkół ponadgimnazjalnych. Wiedzę z matematyki uczniowie zdobywali na lekcjach w szkole, a 36 proc. z nich miało również dodatkowe lekcje z korepetytorem. Ponadto rodzice 36 proc. uczniów pomagali im w nauce lub uczyli ich. Pomoc ze strony rówieśników zadeklarowało 30 proc. badanych młodych osób z dysfunkcją wzroku.

Dzieci 35 proc. badanych rodziców uczyły się w specjalnych ośrodkach, 35 proc. – w szkołach z oddziałami integracyjnymi, a 30 proc. – w szkołach, w których nie ma takich oddziałów. Prawie taki sam odsetek badanych rodziców miał dzieci w szkole podstawowej i w gimnazjum – odpowiednio 42 proc. i 38 procent. Znacznie mniej było rodziców, których dzieci kształcą się w szkołach ponadgimnazjalnych. Większość rodziców samodzielnie (ewentualnie z częściowym wsparciem nauczyciela) pomagała swojemu dziecku w nauce, rzadziej – z pomocą korepetytora.

Indywidualne wywiady telefoniczne prowadzono w bardziej zróżnicowanej grupie respondentów. Znaleźli się w niej nie tylko rodzice niewidomych i słabowidzących uczniów oraz nauczyciele, uczniowie i absolwenci różnego typu szkół specjalistycznych i klas integracyjnych w szkołach ogólnodostępnych, ale także pracownicy Okręgów Polskiego Związku Niewidomych, dyrektorzy i wicedyrektorzy ośrodków dla niewidomych i słabowidzących, jak również przedstawiciele organizacji pozarządowych, działających na rzecz dzieci i młodzieży niewidomej i słabowidzącej, czyli osoby niezwiązane bezpośrednio ze szkolnictwem.

Narzędzia badawcze

Badania były prowadzone metodą sondażu diagnostycznego z wykorzystaniem dwóch rodzajów narzędzi – ankiety oraz telefonicznego wywiadu indywidualnego według opracowanego scenariusza.

Do przeprowadzenia badań ankietowych wykorzystane zostało bezpłatne internetowe narzędzie Formularze Google (Google Forms). Przygotowane zostały trzy ankiety, które udostępniono w internecie poszczególnym grupom respondentów.

W przeprowadzonych badaniach użyto pytań otwartych oraz jednokrotnego i wielokrotnego wyboru, zastosowano również skalę oraz siatkę⁴.

Pytania

Pytania zawarte w ankiecie rozmieszczono w trzech modułach tematycznych:

- specyfika nauczania matematyki w szkole i w domu (pytano m.in. o to, co sprawia uczniom największą trudność w uczeniu się nowych zagadnień matematycznych, z jakich pomocy korzystają nauczyciele i uczniowie, jakie problemy występują podczas korzystania przez uczniów niewidomych z materiałów tyflograficznych, które zagadnienia matematyczne są dla uczniów trudne do przyswojenia i zrozumienia, w jakim stopniu nauczyciele, rodzice i uczniowie znają pismo Braille'a i brajlowską notację matematyczną),
- wykorzystywanie technologii ICT (pytano m.in. o to, jak często i w jakim celu nauczyciele, rodzice i uczniowie korzystają z komputera, czy korzystają również z urządzeń mobilnych, z ekranami dotykowymi, przy pomocy jakich narzędzi przygotowują materiały tyflograficzne i brajlowskie, czy byliby zainteresowani poznaniem nowych technologii informatycznych i stosowaniem ich w procesie nauczania/uczenia się matematyki, gdyby były one odpowiednio dostosowane do ich potrzeb),
- zapotrzebowanie na funkcje wspomagające edukację matematyczną uczniów z dysfunkcją wzroku (pytano m.in. o komunikator matematyczny, wirtualne kubarytmy, kolorowanie składni wyrażeń matematycznych, nawigator po formułach z funkcją głosowego odczytu).

Scenariusz indywidualnych wywiadów telefonicznych zawierał m.in. pytania o to, jak respondenci radzą sobie z programem matematyki w różnego typu szkołach, czy napotykają szczególne trudności, czy posługują się specjalnymi metodami i pomocami dydaktycznymi, czy dysponują specjalistycznym sprzętem oraz czy odczuwają potrzebę opracowania specjalnych narzędzi informatycznych, które ułatwiłyby realizację podstawy programowej z matematyki,

⁴ W Formularzach Google istnieje możliwość tworzenia pytań w postaci skali lub siatki. Skala pozwala na wybór jednej wartości liczbowej z określonego zakresu (np. od 1 do 10), przykładowo w pytaniu o ocenę stopnia znajomości pewnego zagadnienia, natomiast pytania w postaci siatki definiowane są jako tabele, w których kolumny mogą zawierać np. pewne zagadnienia, a wiersze – stopień ich znajomości.

a jednocześnie usprawniłyby kontakt i komunikację między nauczycielem a uczniem.

Wyniki badań

Wnioski z ankiet elektronicznych

Większa część badanych nauczycieli (58 proc.) oceniła ogólny poziom sprawności matematycznej uczniów z dysfunkcją wzroku jako niższy lub zdecydowanie niższy niż ich pełnosprawnych rówieśników. Natomiast sami uczniowie (40 proc.), przeważnie słabowidzący i w zdecydowanej większości kształcący się w specjalnych ośrodkach, ocenili swój poziom przeważnie jako równy poziomowi pełnosprawnych kolegów. Mimo to, spora grupa uczniów (38 proc.) określiła swój poziom jako niższy, a nawet zdecydowanie niższy niż widzących rówieśników.

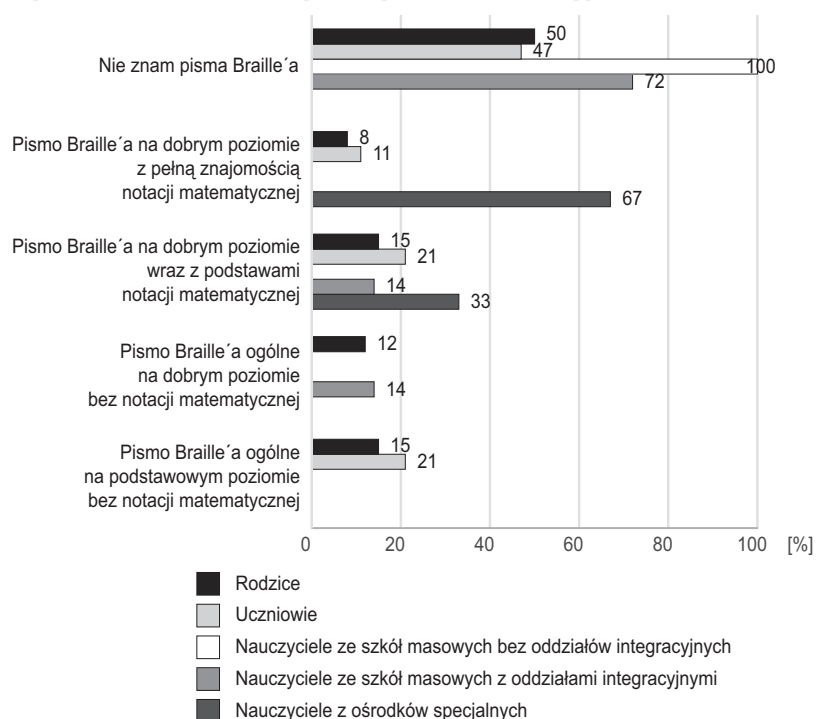
Nauczyciele wskazywali na duże problemy, jakie sprawiają uczniom zadania związane z ułamkami, procentami i figurami geometrycznymi, w szczególności z wyobrażeniem sobie wzajemnych zależności figur przestrzennych. Potwierdzali też znacznie wolniejsze tempo pracy uczniów z dysfunkcją wzroku. Zdaniem rodziców (28 proc.) największą trudność w uczeniu się nowych zagadnień matematycznych sprawia uczniom brak odpowiednich pomocy oraz ograniczona wyobraźnia w odniesieniu do bardziej skomplikowanych zależności matematycznych. Kolejnymi ważnymi problemami wskazanymi przez badanych rodziców są: nienadążanie dzieci słabowidzących z przyswajaniem wiedzy przekazywanej głównie na tablicy (19 proc.) i trudności z doczytaniem przez

ucznia w domu dodatkowego materiału (11 procent). Istotną niedogodnością jest też duża objętość i ciężar książki brajlowskiej, a ponadto fakt, że pomoce matematyczne są trudno dostępne, drogie i nierzadko występują w angielskiej wersji językowej. Brakuje też dużych, dobrze oznakowanych przyrządów, np. ekiem, linijek, kątomierzy itd. dla uczniów słabowidzących. Rodzice wskazywali na brak odpowiedniego oprogramowania z syntezą mowy oraz deficyt gier edukacyjnych. Podkreślali również istnienie niejednolitej notacji dla wyrażeń matematycznych na różnych urządzeniach. Wyrażenia matematyczne wpisane na jednym urządzeniu nie da się przetworzyć ani do prawidłowej polskiej notacji brajlowskiej ani do formy graficznej dla osoby widzącej.

Ze znajomością pisma Braille'a wśród badanych nauczycieli uczących dzieci z dysfunkcją wzroku jest różnie. Bardzo duża grupa nauczycieli (48 proc.) nie zna go – są to nauczyciele ze szkół ogólnodostępnych z oddziałami integracyjnymi bądź bez. Ci zaś, którzy znają pismo brajlowskie, to w zdecydowanej większości osoby zatrudnione w ośrodkach specjalnych, posługujące się także brajlowską notacją matematyczną. W przypadku uczniów, 47 proc. (wyłącznie słabowidzący) w ogóle nie zna pisma Braille'a, pozostali (53 proc., niewidomi i słabowidzący) znają je na różnym poziomie. 11 proc. uczniów (wyłącznie niewidomi) posługuje się notacją BNM. Pełną znajomość BNM zadeklarowało 5 na 11 niewidomych, co wydaje się być wysokim wskaźnikiem w tej grupie.

Uczniowie wskazywali, że pismo Braille'a wraz z BNM jest wykorzystywane w największym stopniu przez nauczycieli, a w znacznie mniejszym zakresie

Wykres 2. Znajomość pisma Braille'a wśród nauczycieli (z podziałem na rodzaj placówki), uczniów i rodziców



Źródło: opracowanie własne.

przez korepetytorów i rodziców. Z odpowiedzi rodziców wynika, że połowa z nich nie zna tego pisma, natomiast pozostali znają je w różnym stopniu, z czego połowa także BNM na podstawowym lub dobrym poziomie. W kontekście opinii uczniów należy domniemywać, że posługiwanie się pismem Braille'a nastęrcza rodzicom pewną trudność i dlatego, pracując z dzieckiem w domu, rezygnują z niego.

Prawie wszyscy badani nauczyciele w różnym stopniu znający pismo Braille'a, opracowują lub wykorzystują w swojej pracy dydaktycznej oparte na nim materiały. Przygotowują je najczęściej przy użyciu drukarek brajlowskich (Index, Tiger) i komputerowego programu WinBraille. Niektórzy wykorzystują też tabliczkę brajlowską, wygrzewarkę folii czy program Corel Draw. Większość nauczycieli przygotowujących tego typu materiały pracuje w specjalnych ośrodkach (86 procent).

Do pracy z dziećmi niepełnosprawnymi wzrokowo niezbędne są specjalne pomoce. 68 proc. badanych nauczycieli potwierdziło, że takie pomoce przygotowuje i wykorzystuje w swojej pracy. Najczęściej są to: modele i szablony figur oraz wykresów funkcji, rysunki wypukłe, modele układów współrzędnych, kubarytmy (służące do nauki i obliczeń arytmetycznych), rysownice. Przybory takie są przeważnie wykonywane własnoręcznie, ale nauczyciele korzystają również z gotowych narzędzi. Najczęściej używanymi programami komputerowymi do tworzenia materiałów brajlowskich są WinBraille i Tiger Suite Software. Rodzice także przygotowują swoim dzieciom dodatkowe materiały brajlowskie, w większości rysunki wypukłe, używając do tego celu maszyn brajlowskich (*brailler*). Wielu rodziców wykorzystuje ponadto gotowe grafiki brajlowskie (tyflografiki), co świadczy o przydatności baz takich rysunków i modeli wielokrotnego użycia. Rodzice i nauczyciele zgodnie stwierdzali, że uczniowie chętnie korzystają z rysunków wypukłych, ale w 50 proc. przypadków występują problemy związane z ich niewłaściwą interpretacją lub odczytem (zarówno ze względu na nadmierną szczegółowość, jak też brak standaryzacji).

Badani nauczyciele zwrócili uwagę na deficyt materiałów (książek, zbiorów zadań, zeszytów) o powiększonym druku – bardzo często są zmuszeni przygotowywać je samodzielnie. Przygotowują je również rodzice. 42 proc. nauczycieli wskazało, że kolorowanie składni zapisu matematycznego byłoby pomocne w nauczaniu uczniów słabowidzących, ale jednak nieznaczna większość (51 proc.) uznała, że

mogłoby ono rozpraszać uwagę, a nawet powodować, że niektóre elementy nie będą przez słabowidzących dostrzegane. Zdaniem połowy badanych uczniów (w zdecydowanej większości ze szkół ponadgimnazjalnych) kolorowanie składni byłoby pomocne w percepcji wyrażenia. Przychyłali się do tej opinii także rodzice dzieci słabowidzących.

Badania wykazały m.in. wysoki poziom skomputeryzowania i z informatyzowania badanych nauczycieli:

- wszyscy nauczyciele korzystają z komputera, a aż 71 proc. korzysta z niego codziennie,
- prawie wszyscy nauczyciele korzystają z internetu, a 74 proc. robi to codziennie,
- 40 proc. nauczycieli poszukuje w internecie materiałów do nauki matematyki dla osób z dysfunkcją wzroku.

Nieco rzadsze stosowanie komputera i urządzeń informatycznych oraz korzystania z internetu zadeklarowali badani uczniowie (częstsze – uczniowie słabowidzący, rzadsze – niewidomi):

- wszyscy uczniowie korzystają z komputera, a 64 proc. z nich robi to codziennie (są to w zdecydowanej większości uczniowie szkół ponadgimnazjalnych i gimnazjum oraz przeważnie osoby słabowidzące),
- również wszyscy uczniowie korzystają z internetu, a 64 proc. korzysta z niego codziennie,
- tylko 14 proc. uczniów poszukuje w internecie materiałów i pomocy do nauki matematyki,
- większość uczniów (51 proc.) na co dzień korzysta z urządzeń typu tablet czy smartfon – są to jednak przede wszystkim uczniowie słabowidzący (prawie 87 procent).

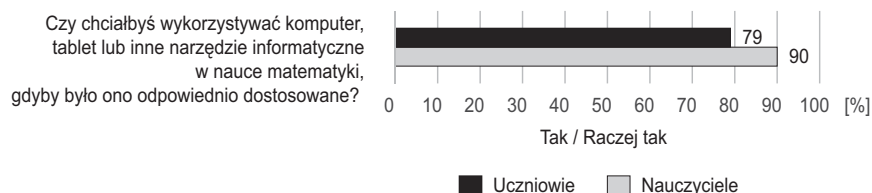
Rodzice korzystają z technologii informatycznych na poziomie zbliżonym do nauczycieli:

- 73 proc. badanych codziennie korzysta z komputera, w tym 69 proc. z internetu,
- 32 proc. poszukuje w internecie materiałów i pomocy do nauki matematyki (w tym dla osób z dysfunkcją wzroku),
- około połowa rodziców używa urządzeń mobilnych, takich jak tablety i smartfony.

Nauczyciele wykazują gotowość stosowania nowych, przyjaznych technologii, ułatwiających im nauczanie i kontakty z uczniami niewidomymi i słabowidzącymi:

- 91 proc. nauczycieli jest zdecydowanych poznać nowe technologie, przydatne w nauczaniu matematyki,

Wykres 3. Poziom akceptacji przez nauczycieli i uczniów wykorzystania odpowiednio dostosowanych narzędzi informatycznych w nauce matematyki



Źródło: opracowanie własne.

Badania stanu i potrzeb informatyzacji edukacji...

- zdecydowana większość (90 proc.) chciałaby używać w swojej pracy narzędzi informatycznych, gdyby były one odpowiednio dostosowane do specyficznych potrzeb uczniów.

Rodzice są równie otwarci na tego typu narzędzia wspomagające ich w pracy nad zagadnieniami matematycznymi z dziećmi, dodają jednak, że takie oprogramowanie musiałyby być tanie i proste w użytkowaniu, a ponadto nie powinno wymagać zaawansowanej wiedzy matematycznej i informatycznej.

Jako najbardziej potrzebną funkcjonalność tego typu oprogramowania zarówno nauczyciele, jak i uczniowie oraz rodzice wskazywali wbudowane mechanizmy do tworzenia rysunków i wykresów funkcji (m.in. na podstawie wpisanego wzoru funkcji) drukowanych na drukarce brajlowskiej lub 3D. 50 proc. rodziców (w większości posiadających dzieci niewidome) za przydatny uznało również edytor wzorów matematycznych dla niewidomego ucznia, który umożliwiałby pisanie wzorów w brajlowskiej notacji matematycznej lub z klawiatury QWERTY, a wyświetlałby je w formie graficznej dla osoby widzącej. Rodzice dzieci niewidomych byłiby również zainteresowani korzystaniem z edytora rysunków z możliwością opisu ich zawartości dźwiękiem i wydruku na drukarkach brajlowskich i 3D. Ich zdaniem pomocny byłby też udźwiękowiony kalkulator działający na tablecie.

Z kolei rodzice dzieci słabowidzących pozytywnie zaopiniowali aplikację wirtualnych kubarytmów. Ich uznanie zyskała również możliwość korzystania z aplikacji do oglądania rysunków na udźwiękowanym ekranie dotykowym oraz funkcja nawigacji po formułach z odczytem głosem. Wielu uczniów

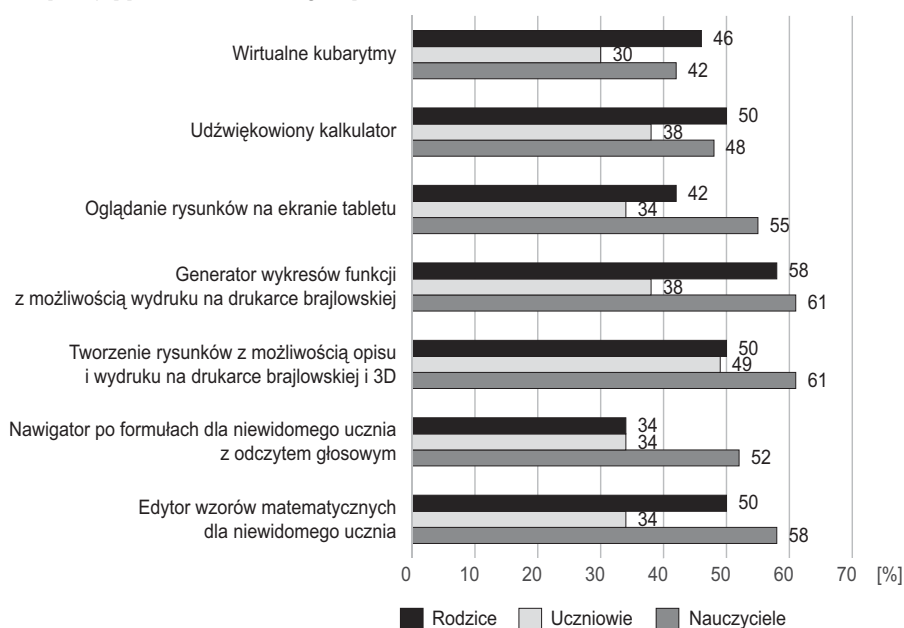
(40 proc.) odpowiedziało natomiast, że chciałoby pisać wzory matematyczne rysikiem, palcem lub myszą na ekranie dotykowym.

Wnioski z wywiadów indywidualnych

Indywidualne wywiady telefoniczne prowadzone przez Fundację TRAKT potwierdziły istnienie wielu poważnych problemów z realizacją programu nauczania matematyki. Są one różne, w zależności od rodzaju placówki. Mniej mają ich uczniowie i nauczyciele pracujący w specjalistycznych ośrodkach szkolno-wychowawczych, znacznie więcej zaś nauczyciele ze szkół ogólnodostępnych. Najbardziej świadomi trudności w realizacji obowiązujących programów są nauczyciele, mniej uczniowie, a bodaj najmniej – rodzice. Prawie wszyscy mówili o istotnych kłopotach i wyrażali zainteresowanie opracowaniem rozwiązań technologicznych, które ułatwiłyby im nauczanie i uczenie się. Wielu rozmówców podkreślało wagę narzędzi, które pomogłyby uzyskiwać lepsze wyniki w nauce. Uczniowie wyrażali spore obawy, czy będą w stanie opanować program z matematyki na tyle, by zdać pomyślnie egzamin maturalny. Oczekują oni większej i bardziej skutecznej pomocy, głównie ze strony nauczycieli, wierzą też w skuteczność narzędzi informatycznych. Uważają, że bez pomocy kolegów nie poradziłoby sobie z matematyką.

Nauczyciele są grupą najbardziej zainteresowaną problemem. Wyrażają opinię, że bez dobrego opanowania przez uczniów i nauczycieli pisma Braille'a i notacji matematycznej właściwie nie można mówić o pełnej realizacji programu tego przedmiotu, zwłaszcza w szkołach ponadgimnazjalnych. Jednocześnie oczekują z nadzieją narzędzi, które ułatwiłyby im

Wykres 4. Poziom akceptacji przez nauczycieli, uczniów i rodziców stosowania specjalistycznych aplikacji wspomagających edukację matematyczną (pytanie wielokrotnego wyboru)



Źródło: opracowanie własne.

pracę i realizację programu. W porównaniu z nauczycielami pracującymi w szkołach ogólnodostępnych nauczyciele z ośrodków szkolno-wychowawczych są bardziej sceptyczni odnośnie do możliwości opracowania dobrych narzędzi informatycznych wspomagających nauczanie w obszarze matematyki. Według nich jest to zadanie bardzo trudne.

Badania potwierdziły niską dostępność pomocy dydaktycznych do nauki matematyki i brak wykorzystywania urządzeń elektronicznych, w tym wyspecjalizowanych, takich jak np. notatniki brajlowskie, lub nowoczesnych, ogólnego zastosowania, jak tablety z ekranami dotykowymi. Powodem tej sytuacji jest ich niedostosowanie do specyficznych potrzeb uczniów z dysfunkcją wzroku. Współpraca nawiązana z nauczycielami z pięciu placówek szkolnych (specjalnych i integracyjnych) w trakcie realizacji wspomnianego projektu PlatMat wykazała, że matematyka jest jedynym przedmiotem, na którym uczniowie nie mają wsparcia informatycznego na lekcjach.

Podsumowanie

Zaprezentowane wyniki badań wskazują na brak technologicznego wsparcia procesu nauczania matematyki i deficyt na rynku nowoczesnych systemów, z przyjaznym interfejsem użytkownika, dostosowanych funkcjonalnie do potrzeb i użytku zarówno osób widzących, jak i słabo widzących oraz niewidomych – systemów, które ułatwiłyby i przyspieszyły komunikację pomiędzy takimi osobami oraz zwiększyły przyswajalność wiedzy matematycznej. Fakt, że aż 66 proc. badanych uczniów nie używa do nauki matematyki żadnych urządzeń elektronicznych (komputerów, smartfonów, notatników brajlowskich), z czego 73 proc. to uczniowie niewidomi, potwierdza utrudniony dostęp do odpowiedniego oprogramowania, które byłoby rzeczywiście pomocne przy poznawaniu zagadnień matematycznych zarówno w szkole i w domu, jak też z wykorzystaniem internetu.

Skrótoowo zarysowany obraz dobrej sytuacji komputeryzacji i informatyzacji środowiska nauczycieli

i uczniów oraz potwierdzona przez nich gotowość do podjęcia nowych wyzwań technologicznych, odpowiadających na potrzeby w zakresie nauki matematyki, mimo jednoczesnej, zanotowanej w obydwu grupach – nauczycieli i uczniów – znacznej nieznamomości pisma Braille'a i brajlowskiej notacji matematycznej, tworzą korzystne warunki do przyswojenia przyjaznych rozwiązań informatycznych.

Platforma edukacyjna PlatMat, opracowywana we wspomnianym projekcie, wpisuje się dokładnie w istniejący kontekst otoczenia i zdiagnozowane potrzeby. Wszystkie pozyskane w badaniu opinie i zidentyfikowane oczekiwania posłużyły do jak najlepszego dopasowania tej innowacyjnej technologii do potrzeb jej przyszłych użytkowników.

Bibliografia

Brzostek-Pawłowska J., Mikułowski D., *Research on improving communication between the blind and the sighted in the area of mathematics, and related requirements*, [w:] *Proceedings Federated Conference on Computer Science and Information Systems – FedCSIS 2012*, IEEE Xplore, s. 1065–1069.

Brzostek-Pawłowska J., *Technologie asystujące zwiększające dostępność formuł matematycznych dla niewidomych: stan obecny i podjęte badania*, „Elektronika – konstrukcje, technologie, zastosowania” 2013, nr 10, s. 112–115.

Mikułowski D., Brzostek-Pawłowska J., *Problems Encountered in Technical Education of the Blind, and Related Aids: Virtual Cubarythms and 3D Drawings*, [w:] *Proceedings of the IEEE Global Engineering Education Conference – EDUCON 2014*, IEEE Xplore, s. 995–998.

Oświata i wychowanie w roku szkolnym 2013/2014, GUS, Departament Badań Społecznych i Warunków Życia, Warszawa 2015.

Raport podsumowujący badanie opinii uczniów z dysfunkcją wzroku oraz ich nauczycieli, korepetytorów i rodziców, na temat technik nauczania matematyki, opracowanie IMM w ramach umowy nr BEA/000021/BF/D z PFRON, Warszawa 2014.

Raport z analizy jakościowej dotyczącej sposobów, narzędzi i komunikacji w nauczaniu matematyki uczniów z niesprawnością wzrokową, opracowanie IMM w ramach umowy nr BEA/000021/BF/D z PFRON, Warszawa 2014.

The study on the conditions and needs for computerization of mathematics education of visually impaired students in Poland

Effective mathematics education of the visually impaired people and full accomplishment of the core curricular of this course is challenging, especially due to the current obligation of passing mathematics on a school-leaving examination. The transfer of knowledge in this field is primarily based on visual and spatial communication, which is a major barrier in the process of teaching/learning of the blind and visually impaired pupils. Research presented in this article was conducted in order to collect the specifics of teaching mathematics in Polish schools attended by visually disabled students as well as the opinions of teachers, students and their parents regarding their needs in this respect. The results confirmed the lack of friendly technologies tailored to identified needs, supporting the teaching process, including effective communication between the teacher (parent) and a student in the class (at home).

Respondents' answers showed a high level of informatic culture - all use the computer, and 71% of teachers and 64% of students use it on daily basis. 90% of teachers were interested in learning about new technologies that are useful in teaching mathematics, and 79% of the students would like to use a computer, tablet or any other device to learn mathematics if properly adapted. This is a friendly environment for the development of the new assistive technologies in the field of mathematics education. One of them is an innovative educational platform PlatMat whose functional adaptation to the needs of users was obtained, among others, based on the results of this research.