

## Jak dzieci uczą się matematyki korzystając z multimedialnych programów edukacyjnych?

### Streszczenie

Zdania polskich i zagranicznych badaczy różnią się w zakresie efektywności korzystania z multimedialnych programów do nauki matematyki. Na podstawie polskich badań można dojść do wniosku jakoby najpopularniejszy w kraju program okazał się wystarczający w nauczaniu programowanym. Niniejszy artykuł w oparciu o badania rzuca nieco światła w tej kwestii.

### Streszczenie w języku angielskim

Application of Polish and foreign scholars differs as to the efficiency of use of multimedia programs for learning mathematics. On the basis of Polish research can be concluded that the most popular program in the country proved to be sufficient in teaching programmable. This article based on research sheds some light on this issue.

### Wprowadzenie

Rodzice coraz częściej kupują dzieciom komputery wraz z oprogramowaniem multimedialnym<sup>1</sup>. Mają nadzieję, że programy te zwiększą efektywność nauki i dzięki temu zapewnią ich dziecku sukces edukacyjny. Zajmowanie się komputerem spełnia również funkcje kompensacyjne niewystarczającej obecności rodziców przy dziecku. Niezbędna stała się analiza sposobów, w jaki dzieci korzystają z multimedialnych programów, ponieważ:

- pojawiło się na rynku coraz więcej aplikacji multimedialnych, które w kolorowych materiałach reklamowych obiecują wyjątkowe ujęcie zagadnień matematycznych oraz skuteczność nauczania. Autorzy tych ulotek powołują się, w nie zawsze uzasadniony sposób, na autorytet pedagogów i zalecenia Ministerstwa Edukacji Narodowej;
- w nowych podstawach programowych<sup>2</sup> wpisano obszar edukacyjny „zajęcia komputerowe” co oznacza, że

---

<sup>1</sup> Zjawisko zostało dobrze opisane w kontekście problemu uzależnienia dzieci od komputera. Mówi się, że coraz młodsze dzieci zasiadają do komputera. Spędzają przy nim wiele godzin bez ruchu, patrząc na migoczący i jaskrawy ekran. Taki stan powoduje utratę zdrowia, osłabia siłę woli i wrażliwość moralną, a także powoduje, rezygnacja z życia towarzyskiego powoduje, że więzi rodzinne ulegają zanikowi. Dzieci zaniedbują obowiązki szkolne. Mówi się o braku kontroli rodzicielskiej. Por.: Feibel T. (*Zabójca w dzieciennym pokoju. Przemoc i gry komputerowe*, 2006, Warszawa PAX) opisuje problem wychowania dziecka przez komputer. Stangert M. (*Producenci gier komputerowych będą edukować rodziców*, w: Metro 2.02.2009, Warszawa Wydawnictwo Agora) opisuje, że rodzice nic nie robią aby uchronić swoje dzieci przed niewłaściwym wpływem komputera i internetu. Powołuje się na badania Fundacji „Dzieci Niczyje”, która ustaliła, że 70% rodziców zdaje sobie sprawę z niewłaściwego wpływu z komputera i internetu, lecz tylko co 10 rodzic kontroluje swoje dziecko (tamże).

<sup>2</sup> Dokument Ministerstwa Edukacji Narodowej – *Podstawa Programowa Kształcenia Ogólnego dla Szkół Podstawowych. I etap edukacyjny: klasy I-III. Edukacja wczesnoszkolna* wpisano 14 przedmiotów, są to: (1) język polski, (2) język obcy nowożytny, (3) muzyka, (4) plastyka, (5) historia i społeczeństwo, (6) przyroda, (7) matematyka, (8) **zajęcia**

wykorzystanie multimedialnych programów edukacyjnych jest wpisane w system edukacyjny. Co więcej – sama szkoła zachęca do korzystania z programów multimedialnych, przez które wpływa na efekty edukacyjne;

- komputer, jako niebywale popularne urządzenie, jest również wykorzystywany przez dorosłych w procesie wychowania jako forma nagrody typu: *możesz się pobawić na komputerze*. W związku z tym korzystanie z komputera jest też dla dzieci bardzo atrakcyjne;
- dzieci chętnie korzystają z programów multimedialnych, gdyż dają im przyjemność klikania oraz odkrywania nowych animacji.

Niekwestionowana obecność komputera w domu, przedszkolu i w szkole oraz rosnąca liczba programów edukacyjnych w kształceniu uczniów, uzasadnia pytania: Jak „uczące maszyny” spełniają funkcje edukacyjne? Czy dzieci odnajdują i realizują ukryty w programie cel edukacyjny? Może jest tak, że bardziej absorbują je sama czynność działania z migoczącym ekranem? Co tak naprawdę pochłania uwagę dziecka i jakie doświadczenia edukacyjne ono gromadzi korzystając z przygotowanych dla niego uczących programów multimedialnych?

Opinie specjalistów odnośnie skuteczności programów edukacyjnych są podzielone. Dotychczasowa wiedza koncentruje się na obsłudze komputera (strona techniczna) i skupia się na przygotowaniu dzieci do korzystania z programów multimedialnych.

Nie dotarłem do informacji na temat sposobów uczenia się dzieci z zastosowaniem komputera<sup>3</sup>. Niedostatek wiedzy o sposobach uczenia się dzieci z zastosowaniem programów wywołuje niepewność, czy uczące programy matematyczne rzeczywiście zwiększają kompetencje w zakresie liczenia i rachowania po kilku godzinach spędzonym przed komputerem? I co najważniejsze: czy wiedza i umiejętności zdobyte „przed ekranem” dziecko potrafi zastosować poza wirtualną rzeczywistością, np. w szkolnych zadaniach.

### Procedura badawcza

---

**komputerowe**, (9) zajęcia techniczne, (10) wychowanie fizyczne, (11) wychowanie do życia w rodzinie, (12) etyka, (13) język mniejszości narodowej i etnicznej, (14) język regionalny – język kaszubski.

<sup>3</sup> Badania z wykorzystaniem multimedialnych programów uczących matematyki, które prowadziła R. Kozioł, ograniczały się do ustalenia efektywności uczenia się z użyciem komputera w grupie dzieci, na zajęciach typowo szkolnych. Z badań tych nie wynika jednak to, jak wygląda proces uczenia się konkretnych dzieci. Więcej informacji w publikacjach R. Kozioł: *Komputer w procesie kształtowania umiejętności posługiwania się poznawanymi pojęciami i działaniami arytmetycznymi w sytuacjach typowych oraz problemowych wśród uczniów klas I – III*, w: *Ewolucja kwalifikacji nauczycieli w kontekście przemian edukacyjnych*, (red. Szlosek F., ITE-PIB, Warszawa-Siedlce-Radom, 2007); *Komputer w procesie kształtowania umiejętności arytmetycznych uczniów klas wczesnoszkolnych* (Chowanna 2/2007, ss. 159-160); *Opinie nauczycieli zintegrowanej edukacji wczesnoszkolnej na temat komputerowego wspomaganie procesu kształtowania umiejętności matematycznych uczniów klas początkowych* (w: *Informatyka w edukacji i kulturze*, Sosnowiec 2004, ss. 135-142); *Teaching computer-assisted mathematics to primary students*, w: *Supporting Independent Thinking Through Mathematical Education* (red. Maj B., Pytkal M., Swoboda E., Nowa Era, 2008). Innym badającym zagadnienie uczenia się była Ż. Kaczmarek (*Efektywność elementarnej edukacji matematycznej wspomaganiej komputerowo w pracy korekcyjno-wyrównawczej*, w: *Edukacja medialna w społeczeństwie informacyjnym*, (2002) red. S. Juszczyka, Toruń, Wydawnictwo Adam Marszałek; Ż. Kaczmarek (2003), *Komputer na zajęciach korekcyjno-wyrównawczych*, Wałbrzych, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej). Trzecim badaczem zagadnienia w podobnym ujęciu była A. Watoła (*Komputerowe wspomaganie procesu kształcenia gotowości szkolnej dzieci sześciolatków*, Toruń, Wydawnictwo Adam Marszałek,). Wszyscy badający stwierdzili, że korzystanie z komputerowego programu „Klik uczy liczyć” przynosi efekty.

W swoich badaniach starałem się odpowiedzieć na pytanie jak dzieci uczą się korzystając z multimedialnych programów matematycznych<sup>4</sup>. Badania realizowałem w czterech etapach:

1. Zebrałem informacje o każdym dziecku biorącym udział w badaniach oraz o jego umiejętnościach posługiwania się komputerem.
2. Obserwowałem i rejestrowałem zachowania uczniów przed komputerem, od prób i pierwszych doświadczeń do zaawansowanych, w pełni świadomych działań z zastosowaniem programu.
3. Na podstawie zebranego materiału ustaliłem przebieg procesu działania uczniów dla uchwycenia stosowanych procedur.
4. Sprawdziłem opanowane przez uczniów umiejętności rozwiązywania zadań na analogicznych zadaniach poza programem.

Przedstawione zadania badawcze realizowałem stosując metodę eksperymentu pedagogicznego, którego przebieg zamieszczam poniżej.

Badaniami objąłem 25 uczniów z pierwszej klasy szkoły podstawowej ze średniej wielkości podwarszawskiego miasta. Wszystkie dzieci były w wieku 7 lat (za wyjątkiem 8-letniego Dominika, który powtarzał klasę).

Zgodnie z techniką grup równoległych metody eksperymentu, podzieliłem uczniów na dwie grupy: kontrolną „K” (13 uczniów: 6 chłopców i 7 dziewczynek) i eksperymentalną „E” (12 uczniów: 6 chłopców i 6 dziewczynek). Taki podział pozwolił na porównanie osiągnięć grupy, która korzystała z programu edukacyjnego z grupą, która nie miała do niego dostępu.

Dobór uczniów do grupy eksperymentalnej nie mógł być dowolny. Badani (z grupy eksperymentalnej) musieli posiadać elementarną znajomość obsługi komputera, a także nie mogli znać użytego podczas badań programu multimedialnego „Klik uczy liczyć w Zielonej Szkole”. Wszystkie osoby należące do grupy eksperymentalnej spełniły powyższe warunki.

O wyborze programu „Klik uczy liczyć w Zielonej Szkole” wydawnictwa WSiP zdecydowała popularność<sup>5</sup>, oraz fakt, że program został swego czasu wpisany na listę środków dydaktycznych zalecanych przez Ministerstwo Edukacji Narodowej<sup>6</sup>. Zgodnie z klasyfikacją D. Madej, K. Marasek i K. Kuryłowicz

---

<sup>4</sup> Przedstawione w artykule badania stanowią fragment całości pisany w ramach rozprawy doktorskiej pisanej pod kierunkiem prof. E. Gruszczyk-Kolczyńskiej (Akademia Pedagogiki Specjalnej).

<sup>5</sup> Badania na temat popularności programów prowadzone były przez: Kłosińska T., Włoch St. (w: *Kształcenie wczesnoszkolne wobec oferty multimedialnych programów edukacyjnych*, Edukacja Medialna nr 3, 2002); Kłosińska T., opublikowała na ten temat również: *Edukacyjne programy multimedialne w kształceniu wczesnoszkolnym*, [w:] *Życie Szkoły*, nr 3/2002.

<sup>6</sup> Ministerstwo Edukacji Narodowej do marca 2009 roku, wydawało zalecenia odnośnie korzystania ze środków dydaktycznych, wśród nich znalazł się „Klik uczy liczyć w Zielonej Szkole” (dla dzieci w wieku 5-9 lat; wydawnictwo: WSiP, Warszawa, numer zalecenia MEN 0760/1999). Od dnia 8 czerwca 2009 r. Ministerstwo Edukacji Narodowej zaprzestało wydawania zaleceń dla środków dydaktycznych. Dzieje się tak zgodnie z artykułem 1 pkt. 23 lit. a i art 26 ust. 1 ustawy z dnia 19 marca 2009 r. o zmianie ustawy o systemie oświaty oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U. Nr. 56, poz. 458). Niemniej powstałe przed zmianą litery prawa programy wciąż zawierają informację o zaleceniu MEN. Informacje o numerach zaleceń znajdowała się dotychczas na stronie internetowej ministerstwa, dziś numery zaleceń można odczytać m.in. na opakowaniach programów multimedialnych.

program ten można zaliczyć do programów ćwiczebnych<sup>7</sup>, których cechą jest nie nauczanie, a rozwijanie już posiadanych umiejętności<sup>8</sup>. Program „Klik...” skierowany jest na doskonalenie wielu umiejętności matematycznych<sup>9</sup> jednak w niniejszym artykule omówiony zostanie jedynie aspekt rozwiązywania zadań arytmetycznych<sup>10</sup>.

Program zainstalowano na komputerze typu laptop. Następnie stworzono sytuację w której uczniowie z grupy eksperymentalnej (12 osób) mogło w trakcie 10 spotkań indywidualnie korzystać z programu „Klik...”. Uczniowie nie byli w żaden sposób ograniczani w zakresie korzystania z komputera. Ich zachowania były natomiast rejestrowane przy pomocy specjalnego programu pracującego w tle programu edukacyjnego. Rejestrował on zachowania dziecka przed ekranem (dzięki niewielkiej kamerze w obudowie komputera)<sup>11</sup> oraz dokonywał „zrzutu” z ekranu w postaci filmu z tego co dzieje się na ekranie monitora (w tym: aktywność myszki). Program zapisywał ponadto dźwięk programu multimedialnego (szczególnie podawane instrukcje, muzykę i animacje). Rejestracja ta wspomagała obserwację badacza, który był obecny przy uczniu korzystającym z programu. Dzięki tak przeprowadzonej obserwacji możliwe było „wejście” pomiędzy uczące się dziecko a program.

Prowadzone w ten sposób badania trwały 5 miesięcy (od 20 stycznia do 13 maja). Gdzie w ciągu 23 dni odbyło się 107 spotkań. Zajęcia w przeważającej mierze odbywały się podczas lekcji, ale chętny uczeń mógł korzystać z programu również na przerwie (co powodowało, że niektóre zajęcia trwały dłużej niż planowane 45 minut (np. pierwsze spotkanie Czarka, które trwało 52 minuty, a piąte spotkanie Kacpra – 73 minuty). Taka procedura badań oraz dwutorowy sposób obserwacji pozwolił na zgromadzenie 48 godzin (2879 minut) materiału filmowego, co stało się bazą informacyjną dla kolejnego etapu badań.

Uzyskane dane podzielono na trzy warstwy informacji. Pierwszą były zadania stawiane przez program, drugą – aktywność dziecka na ekranie, a trzecią aktywność dziecka przed ekranem tj. próby nawiązania kontaktu z badającym (obserwacje badacza).

Taki sposób opracowania danych pozwolił na scharakteryzowanie procesu uczenia się, jaki odbywa się w trakcie kontaktu dziecka z multimedialnym programem edukacyjnym.

Zanim uczniowie z grupy eksperymentalnej przystąpili do korzystania z komputera, przed badaniem

---

<sup>7</sup> W: Madej D., Marasek K., Kuryłowicz K., *Komputery osobiste*, Warszawa, WKiŁ 1987. Obok programów ćwiczących wymieniają także programy które: dostarczają informacji i sprawdzają je (nauczające), symulacyjne i demonstracyjne, programy wspomagające rozwiązywanie problemów, i inne tj. programy usługowe dla nauczycieli i administracji szkolnej.

<sup>8</sup> W programie są dwa zadania o charakterze nauczającym. To zadania z mnożeniem i dzieleniem program zawiera instrukcję w postaci animacji. Jednak ze względu na to, że zadań tych jest tylko dwa, dlatego też przeważa cecha ćwiczebna.

<sup>9</sup> Są nimi: liczenie, poznawanie zapisu i kolejności liczb, porządkowanie w zbiorach, rozróżnianie kształtów, poznawanie figur geometrycznych, porównywanie wielkości, operowanie pieniędzmi, odczytywanie godziny na zegarze, liczby parzyste i nieparzyste, ułamki. Na podstawie instrukcji dołączonej do opakowania gry.

<sup>10</sup> W ramach zadań arytmetycznych program obejmuje: poznawanie zapisu liczb, dodawanie i odejmowanie (w zakresie 10, 100, 1000), mnożenie i dzielenie (w zakresie 100, 1000). Zadania arytmetyczne można podzielić na 2 typy: jeden zależny od systemu poziomu trudności oraz zadania które nie są związane z tym systemem. Poziomów trudności w programie jest 17. Pierwszy to liczenie obiektów, kolejne trzy – obejmują zadania dodawania i odejmowania w zakresie 20 i zawierają obiekty do liczenia. Następne zadania są pozbawione obiektów, a rozwiązujące zadanie dziecko musi rozwiązywać zadanie tylko na podstawie zapisu cyfrowego.

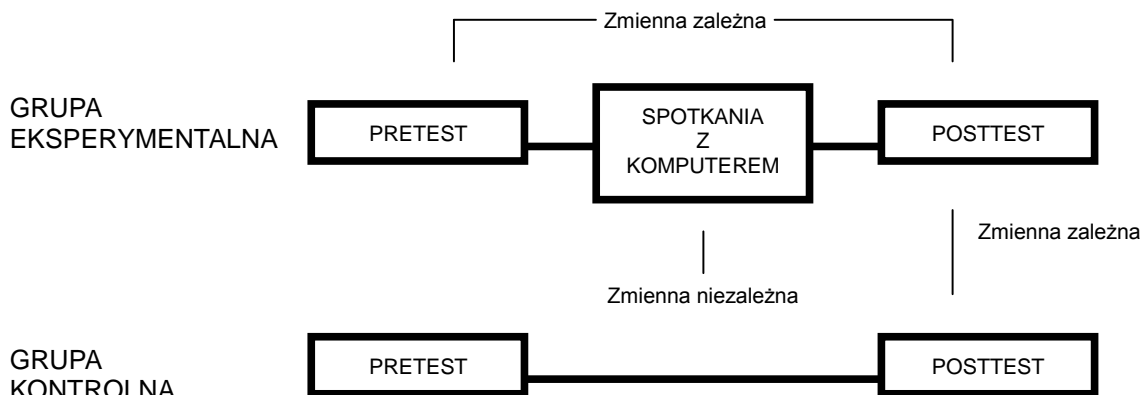
<sup>11</sup> Uczniowie nie wiedzieli, że są rejestrowani.

przeprowadzono sprawdzian wiadomości i powtórzono go po badaniu. Dzięki temu możliwe było ustalenie, czy korzystanie z programu rzeczywiście sprzyja procesowi opanowania umiejętności matematycznych. Sporządzony specjalnie na potrzeby badań sprawdzian wiadomości i umiejętności matematycznych, zawierał zadania opracowane w konwencji szkolnych zadań matematycznych (słupki). Ten sam sprawdzian przeprowadzono w grupie eksperymentalnej i grupie kontrolnej – nie uczestniczącej w spotkaniach z programem „Klik uczy liczyć”. Różnice w posttestie między grupami E i K pozwoliły ustalić, jaki zakres zmian jest naturalny i zależy od procesu dydaktycznego, któremu podlegali wszyscy uczniowie, a jaki zależy od rozwiązywania zadań programu „Klik...”.

Zastosowana procedura wymaga podania zmiennych. Zmienną niezależną – czynnikiem eksperymentalnym jest proces uczenia się, który - w rozumieniu procedury badawczej - następuje podczas korzystania z komputera. Efektem procesu uczenia się jest zmienna zależna, która przedstawi różnice w rozwiązaniu pretestu i posttestu (sprawdzianów wiadomości i umiejętności matematycznych) przez uczniów. Zmiennymi pośredniczącymi są indywidualne cechy każdej jednostki (tj. płeć, osobowość). Tak określona procedura badawcza eksperymentu z zastosowaniem dwóch grup równoległych (K i E) przedstawiona została poniżej, w schemacie numer 1.

**Schemat numer 1.** Przedstawiono na nim schemat klasycznego zastosowania techniki grup równoległych metody eksperymentu.

Tak przygotowana procedura badawcza pozwoliła zgromadzić i przeanalizować zachowania uczniów



przed komputerem.

### Krótkie omówienie warunków badania

Podczas przygotowania miejsca do przeprowadzenia badań było niezbędne uzyskanie zgody dyrektora, nauczyciela, rodziców oraz samych uczniów. To spowodowało, że przygotowana procedura badawcza spotkała się z wieloma trudnościami:

- Po konsultacji z dyrektorem szkoły i nauczycielem ustalono, że spotkania z komputerem będą odbywały się w klasie szkolnej i w czasie, w którym pozostali uczniowie mieli zajęcia. Skutkiem tego warunki uczenia się przy komputerze nie były indywidualne, jak zakładano uprzednio;

- Możliwość prowadzenia spotkań uczniów z komputerem podczas trwania zajęć spowodowała duże ograniczenie czasowe. Dzieci musiały się dostosować do przerw lekcyjnych, inne korzystały z komputera na przerwie. O zakończeniu zajęć często decydowało zainteresowanie, bądź jego brak (uczniowie sami rezygnowali), ale także niezaplanowane zdarzenia losowe (tj. fluoryzacja).
- Do korzystania z komputera uczniowie byli wybierani przez nauczyciela.
- Korzystanie z komputera podczas zajęć, w których nauczyciel organizował ciekawy pokaz lub eksperyment sprawiało, że uczniowie bardziej koncentrowały uwagę na czynności nauczyciela niż na programie;
- Hałas pochodzący z klasy był tłumiony przez nauszne słuchawki. Te jednak okazywały się niekiedy niewygodne dla niektórych dzieci i mogły być powodem kilku rezygnacji z dalszych zajęć;
- Realizacja spotkań przy komputerze podczas zajęć powodowała, że dzieci, które korzystały z komputera, musiały uzupełnić dotychczas wykonaną pracę podczas przerwy co powodowało frustrację i niechęć do kolejnych spotkań z komputerem;

Przedstawione trudności tłumaczą między innymi niewielką liczbę uczniów poddanych badaniu.

Spotkanie indywidualne z każdym uczniem odbywały się w klasie lub świetlicy szkolnej (rzadko). Na pierwszym spotkaniu badacz przeprowadzał sprawdzian zagadnień matematycznych kształtowanych, a następnie prosił o uruchomienie komputera, po czym samodzielnie włączał program rejestrujący<sup>12</sup>. Właściwa część spotkania z programem – zmienna eksperymentalna – różniła się jedynie tym, że uczniowie przystępowali do korzystania z komputera, gdy ten był już włączony (uruchomiony był też program rejestrujący). Płyta z programem znajdowała się już w kasecie komputera, dorosły prosił jedynie o uruchomienie konkretnej ikony programu. Od tego momentu dziecko samodzielnie wykonywało instrukcje programu: wyznaczenie albumu do zbierania naklejek<sup>13</sup>, uruchomienie głównej mapy programu, oraz (opcjonalnie) samodzielną zmianę trudności zadań w programie. Wykonanie powyższych czynności świadczyło o umiejętności korzystania z komputera i programu – podczas pierwszego spotkania. Wśród uczniów kolejno przystępujących do badania nie było takiego ucznia, który nie poradził sobie z tym zadaniem. Następnie, cały czas podlegając rejestracji wideo, dziecko użytkowało program edukacyjny.

## Wyniki badań

W celu ustalenia efektywności uczenia się przy komputerze porównano wyniki przeprowadzonych sprawdzianów wiadomości. W grupie eksperymentalnej okazało się, że wśród połowy uczniów (6 osób) nastąpił dostrzegalny postęp. Uczniowie ci na drugim sprawdzianie wiadomości rozwiązyli zadania na wyższym poziomie, a popełniane błędy dotyczyły zadań trudniejszych. U pozostałych uczniów (6 osób) postęp nie mógł być zaobserwowany. Przyczyną była albo zbyt niska liczba wykonanych zadań na pierwszym i drugim sprawdzianie wiadomości (tak było w przypadku 3 osób), albo wszystkie zadania wykonane prawidłowo

---

<sup>12</sup> Wybrany program rejestrujący nie posiada funkcji auto-uruchamiania przy włączeniu komputera, dlatego też niezbędny jest moment jego ręcznego włączenia. Niemniej jednak jest to niedostrzegalna czynność związana z kliknięciem jednej ikony na ekranie monitora. Uczniom wyjaśniano, że bez tej czynności program Klik nie uruchomi się.

<sup>13</sup> Chcąc ustalić granicę programu – wyznaczoną ilością zdobytych naklejek badający musiał wskazywać jaki album musi wybrać uczeń. Na tej podstawie każdy uczeń gromadził naklejki do swojego albumu. Jednak w rzeczywistości, żaden z uczniów nie osiągnął granicy „naklejek”.

(dotyczyło to dwojga uczniów)<sup>14</sup>. Tak więc już sama analiza wyników posttestu wykazała, że niektórzy uczniowie przejawiali wyższe kompetencje matematyczne niż stawiane im wymagania w szkole. Potwierdziła to również analiza rozwiązywanych na komputerze zadań. Dla przykładu, w tym samym czasie gdy nauczyciel przedmiotu wprowadzał liczby z drugiej dziesiątki, niektórzy uczniowie rozwiązywali na ekranie komputera zadania w zakresie stu.

Wykazany postęp nie musi jednak wynikać z faktu korzystania z programu komputerowego „Klik ucz się liczyć w Zielonej Szkole”. Postęp ten może być wynikiem toczącego się w trakcie badań, a trwających 5 miesięcy, toku dydaktycznego w szkole i umiejętności zdobywanych w trakcie zajęć dodatkowych z koła matematycznego, z których uczestniczyli wszyscy uczniowie z badanej klasy. Istotne zatem wydało się sprawdzenie czy wykazany progres jest wynikiem programu, czy też zależy od ogółu czynników<sup>15</sup>.

W tym celu porównano wyniki sprawdzianu wiadomości i umiejętności matematycznych grupy eksperymentalnej z wynikami grupy kontrolnej<sup>16</sup>. Wyniki wykazały, że różnice, które pojawiły się wśród uczniów z grupy eksperymentalnej, miały podobny charakter co efekty w grupie kontrolnej. Może z tego wynikać, że zaobserwowany progres nie pochodził z korzystania z programu komputerowego „Klik...”, a raczej był efektem toku dydaktycznego (zajęć lekcyjnych oraz zajęć koła matematycznego).

Dotychczasowe wyjaśnienia wciąż jednak nie są wystarczające jeśli się weźmie pod uwagę, że niektórzy uczniowie rozwiązywali zadania na wyższym poziomie niż są im stawiane wymagania w klasie. Istotne wydaje się więc dokonanie porównania ile zadań, i na jakim poziomie trudności wykonali uczniowie z grupy eksperymentalnej korzystając z programu „Klik...” z ilością i poziomem trudności zadań rozwiązywanych w szkole i kole matematycznym<sup>17</sup>. W tym celu zebrano wykorzystywane w klasie książki ćwiczeń, podręczniki, a także zeszyty wykorzystywane na kole matematycznym<sup>18</sup>, a następnie policzono wszystkie wykonane zadania (w klasie szkolnej oraz na kole matematycznym).

Ilość zadań arytmetycznych, jakie w przybliżeniu wykonały dzieci w okresie prowadzonych badań (5

---

<sup>14</sup> Informuję, że na sprawdziane wiadomości i umiejętności znajdowały się zadania znacznie wykraczające poza program I klasy (w tym także działania mnożenia i dzielenia). Dla uczniów, którzy wykonali wszystkie zadania prawidłowo przygotowano dla posttestu dodatkowy pakiet trudniejszych zadań, by określić ich granicę możliwości. Wyniki tego działania były przyjęte do porównania zadań z jakimi borykali się uczniowie podczas korzystania z komputera.

<sup>15</sup> Powyższe rozważania służą ustaleniu wpływu, a przez to efektywności edukacyjnej programu. Świadom jestem, że nie jest możliwe ustalenie w pełni wpływu efektywności. Brane pod uwagę czynniki (treści nauczania realizowane w klasie, zakres zagadnień omawiany na kole matematycznym oraz zadania prezentowane przez program komputerowy) nie wyczerpują wszystkich obszarów, które dostarczają dziecku doświadczeń matematycznych. Nie są omawiane takie obszary jak: edukacja domowa (zadania, które dziecko rozwiązuje samodzielnie lub przy pomocy rodziców), a także wszelkiego rodzaju zajęcia dodatkowe (np. zajęcia korekcyjno-wyrównawcze), na które mogą uczęszczać dzieci. W analizie badań brane są pod uwagę jedynie te zadania, które zapisane są w podręczniku ćwiczeń, nie analizuje się zadań, które nauczyciel wykonywał na tablicy, lub ustnie z dziećmi spoza pakietu.

<sup>16</sup> Sprawdziany wiadomości odbyły się w tym samym czasie co sprawdziany wiadomości w grupie eksperymentalnej.

<sup>17</sup> Efektywność programu „Klik...” porównuję z wpływem klasy szkolnej oraz koła matematycznego ponieważ te „otoczenia” są specjalnie nakierowane na edukację matematyczną. Analizy takiej można dokonać na podstawie nagrań.

<sup>18</sup> Zebrano: pakiet edukacyjny wydawnictwa Juka, w okresie przeprowadzonych badań realizował podręcznik B. Sokołowskiej: *Matematyka, podręcznik z ćwiczeniami*; część 2 pt. „Gra w kolory”, z tego podręcznika nauczycielka przerobiła z dziećmi materiał zawarty na stronach 1-59; prócz tego podręcznika nauczyciel korzystał również z dodatkowego zeszytu ćwiczeń: *Świat liczb, zadania i ćwiczenia utrwalające wiadomości i umiejętności matematyczne z zakresu klasy I*, autorstwa: E. Borysiuk, wydawnictwo Aksim, Łosice 2010.

miesiący) w klasie szkolnej to<sup>19</sup> ok. 400 oraz 150 zadań wykonanych na kole matematycznym<sup>20</sup>. Dzięki nagraniom każdego spotkania spisano i obliczono sumę wykonanych zadań, jakie uczniowie z grupy eksperymentalnej mieli do wykonania dodatkowo podczas sesji z komputerem. Ich liczba zależy od ilości spotkań oraz od czasu spędzonego przy komputerze. Średnia liczba wykonanych zadań w programie „Klik...” wyniosła 243, co jest liczbą imponującą w kontekście ilości spotkań przy komputerze (nie więcej niż 10)<sup>21</sup>, a liczbą zajęć szkolnych w tym samym czasie (75)<sup>22</sup>. Dane te skłaniają do zastanowienia się czy faktycznie indywidualne zajęcia przy programie Klik ma mniejsze znaczenie (wpływ?) od zajęć szkolnych.

Odpowiedzi na to pytanie może udzielić analiza porównawcza poziomów trudności wykonywanych zadań. Tego porównania dokonano stosując podział trudności zadań autorów programu „Klik...”, według których materiał nauczania klasy I znajduje się na poziomie „4”<sup>23</sup>. Na tym samym poziomie trudności uczniowie rozwiązywali zadania na zajęciach koła matematycznego<sup>23</sup>. Przedstawianie każdego ucznia z osobna przekroczyłoby ramy publikacji, dlatego też wyniki zostaną zamieszczone w zbiorczej tabeli numer 1.

Poziomy trudności zadań	Martynka	Czarek	Damian	Kacper	Konrad	Malwina	Marcin	Wiktoria	Dominik	Oliwia	Marta	Tosia
17		1										
16												
15												
14												
13												
12		2							1	5	3	
11		23										
10												
9												
8		2										
7		7	28								5	
6		10	58		4		95		3		20	94
5	6	13	64		47		159	1	14		78	88
4	117	63	54	9	43	29	83	14	71		23	41
3	72	50	40	40	49	91	71	111	45	14	39	20
2	60	32	40	61	63	32	20	40	92	58	20	34
1		27		140	20	13	20		39	32	20	33
Suma wykonanych zadań	255	230	284	250	226	165	448	166	265	109	208	310
Ilość spotkań dziecka z komputerem	10	10	10	9	7	10	10	9	9	4	9	10
Czas spędzony przed komputerem (w min.)	254	286	258	193 (+?) <sup>24</sup>	244	175	264	147	319	122	250	367

<sup>19</sup> Na liczbę tę składają się wszystkie zadania arytmetyczne w książkach używanych przez nauczyciela.

<sup>20</sup> Na tę liczbę nie składają się zadania dodatkowe rozwiązywane na tablicy lub zadania podawane i rozwiązywane „ustnie”.

<sup>21</sup> Niektórzy uczniowie zrezygnowali z korzystania z komputera wcześniej niż 10 spotkań (najkrócej korzystała Oliwia, która zrezygnowała z 5 spotkań).

<sup>22</sup> W klasach I-III szkoły podstawowej istnieje nauczanie zintegrowane, które pozwala nauczycielowi łączyć ze sobą treści matematyczne z polonistycznymi, przyrodniczymi itp. Oznacza to, że trudno określić godziny poświęcone matematyce, stąd ogólna liczba dni (75) w jakich uczniowie chodzili do szkoły.

<sup>23</sup> Na dodatkowych zajęciach nauczyciel nie korzystał z jednej publikacji, przygotowywał natomiast kartki z zadaniami dla każdego dziecka. Wszyscy uczniowie rozwiązywali te same zadania. Na podstawie analizy zeszytu jednej z uczennic (Oliwii – grupa eksperymentalna), która zdaniem nauczyciela „zawsze była obecna i pilnie wszystko notowała” można ustalić ilość rozwiązywanych zadań oraz ich poziom.

<sup>24</sup> Znak zapytania informuje, że brak jest jednego nagrania ponieważ Kacper w jednym dniu wyłączył komputer głównym przyciskiem powodując nienagranie sesji.



**Tabela numer 1.** Przedstawia: w pierwszej kolumnie 17 poziomów trudności; 12 badanych uczniów z grupy eksperymentalnej oraz ilość wykonanych zadań na każdym z poziomów trudności (skrajne liczby zostały pogrubione).

Na podstawie zestawienia udało się ustalić, że uczniowie wykonywali sporą ilość zadań ponad poziomem wymagań szkolnych (ponad „4” poziom). Oznacza to, że zadania wykonane ponad ten poziom mogły być zadaniami, które spowodowały, że uczniowie rozwiązywali na sprawdzianie wiadomości i umiejętności zadania trudniejsze na wyższym poziomie.

Przedstawione w tabeli dane będą wyraźniejsze gdy uwzględnimy jeszcze jeden ważny element – charakter poziomów trudności. Pierwszy z nich dotyczy przeliczania obiektów, następne trzy zawierają zadania arytmetycznego, obok których program dostarcza obiektów do przeliczenia. Obiekty te nie pełnią jednak funkcji liczydła (do samodzielnego przeliczenia), są jedynie obrazem działania arytmetycznego, np. 5-3 zaprezentowane jest w postaci: 5 jabłek z czego 3 są skreślone. Takie ułatwienie pozwala uczniowi przeliczać obiekty bezpośrednio wskazujące wynik zamiast samodzielnie dokonać obliczeń na palcach lub w pamięci. W ten sposób rozwiązując zadania do 4 poziomu trudności<sup>25</sup> uczniowie mogą się posługiwać jedynie umiejętnością przeliczania obiektów. W rzeczywistości tak też się działo, uczniowie zamiast przeliczać w pamięci (co jest bardziej ekonomiczne pod względem czasu) przeliczali obiekty. W ten sposób wykorzystywali znane już strategie rozwiązywania zadań, nie ćwiczyli jednak nowych – samodzielnych kompetencji<sup>26</sup>.

Korzystanie z obiektów do liczenia na pierwszych czterech poziomach dotyczyło większości sytuacji wszystkich uczniów (z grupy eksperymentalnej). Zestawione dane wskazują, że wszystkich wykonanych zadań tylko część została wykonana samodzielnie (tzn. z zastosowaniem liczenia na palcach, lub w pamięci). Dla przykładu Czarek wykonał 230 wszystkich zadań (różnych, w ramach 11 poziomów trudności). Wśród nich wykonał 27 na 1 poziomie, 32 na drugim, 50 na trzecim i 63 na czwartym poziomie trudności (por. tabela numer 1). W sumie stanowi to liczbę 171 zadań. Wśród tej liczby zadań tylko kilka zdecydował się rozwiązać na palcach, lub w pamięci. Niemniej jednak z imponującej liczby 230 wykonanych zadań tylko 58 z nich było rozwiązywanych w warunkach bez dostępu do obiektów do liczenia. Dla pozostałych uczniów wyniki te przedstawiłem w tabeli numer 2 (uporządkowane według ilości):

Osoba	Liczba zadań wykonanych ponad 4 poziom	Liczba wszystkich wykonanych zadań	Osoba	Liczba zadań wykonanych ponad 4 poziom	Liczba wszystkich wykonanych zadań
<b>Marcin</b>	<b>254</b>	<b>448</b>	<b>Martynka</b>	6	255
<b>Tosia</b>	182	310	<b>Wiktoria</b>	1	166
<b>Damian</b>	150	284	<b>Kacper</b>	<b>0</b>	250
<b>Marta</b>	103	208	<b>Malwina</b>	<b>0</b>	165
<b>Konrad</b>	51	226	<b>Oliwia</b>	<b>0</b>	<b>109</b>
<b>Dominik</b>	17	265			

<sup>25</sup> Dla przypomnienia jest to poziom zadań który aktualnie rozwiązują uczniowie w klasie (w zakresie 20).

<sup>26</sup> Pod pojęciem nowy samodzielne kompetencje mam na myśli – wewnętrzne sposoby rozwiązywania zadań tj. liczenie w pamięci. Dla przypomnienia umiejętność liczenia obiektów nabywany jest już w przedszkolu i choć w szkole jest on również zalecany to jednak w przypadku, gdy uczeń dysponuje wyższymi umiejętnościami (tj. liczenie na palcach czy w pamięci) organizuje się dla niego sytuacje w których może ćwiczyć wyższe umiejętności.

**Tabela numer 2.** Przedstawia liczbę zadań wykonanych ponad 4 poziom. Skrajne wartości zostały pogrubione.

Trzeba pamiętać, że oprócz strategii przeliczania obiektów można było również osiągnąć wynik korzystając z „koła ratunkowego”. Z tej formy najczęściej korzystali uczniowie, którzy wykonywali najmniej zadań powyżej 4 poziomu trudności. Zależność ta wynika z faktu, że przycisk ten nie tylko zastępował liczenie (jednym kliknięciem program wpisywał za ucznia odpowiedź – strategia „na skróty”), ale co więcej, nadużywany przycisk znacznie obniżał poziom trudności zadań. Powodowało to, że, gdy uczeń korzystał z „koła ratunkowego” będąc np. na 6 poziomie trudności (tj. Marta), nadużywając go szybko „spadał” na najniższy poziom trudności zadań<sup>27</sup>. Dodam, że niektórzy uczniowie wykorzystywali „koło ratunkowe” w ukryciu, tak jakby chowając swą czynność przed badaczem. Dla przykładu: Tosia i Czarek kątem oka zerkali na osobę badającego i gdy ten nie patrzył, przyciskali ikonę „koła”. O ile Czarek starał się korzystać z „koła” dyskretnie, o tyle Malwina wykorzystywała go jawnie i bez skrępowania. Wskazuje to na fakt, że uczniowie dobrze się orientują w sytuacji „korzystania z programu”, mają świadomość jego nauczającego celu, który zachęca ich do liczenia, a mimo to wybierają niesamodzielnie metody dochodzenia do rozwiązania.

Obok przedstawionych dotychczas strategii: przeliczania obiektów zamiast samodzielnego liczenia oraz wykorzystanie koła ratunkowego, były również: metoda rozwiązywania zadań metodą „prób i błędów”<sup>28</sup>, unikanie rozwiązania zadania poprzez wyjście z zadania (ucieczka) oraz kontrolowanie niskiego poziomu trudności<sup>29</sup>. Strategie te dotyczyły nie tylko zadań arytmetycznych, ale były widoczne także w każdej (subiektywnie) trudnej dla ucznia sytuacji. Trzeba dodać, że liczba rozpoczętych w programie zadań okazała się być zbliżona do ilości zadań, w których uczniowie rezygnowali z ukończenia. Obserwacja ta potwierdza, że uczniowie, oprócz pragnienia poznawania nowości – jaką niewątpliwie program stanowił, chcieli korzystać z niego na zasadach przyjemności<sup>30</sup>.

## Podsumowanie

Przedstawione w publikacji dane miały na celu ustalenie, jak dzieci korzystają z multimedialnych programów do nauki matematyki oraz to, na ile wymierne to daje efekty. Wyniki badań, mimo że oparte na niewielkiej grupie badanych oraz w oparciu o jeden program, mają pewną moc uogólniającą. Wskazują bowiem na stosowane strategie radzenia sobie uczniów w trudnych sytuacjach, a te z pewnością mogą być domeną innych uczniów w sytuacjach podobnych.

---

<sup>27</sup> Uczniowie w różnym czasie „odkrywali” sens „koła ratunkowego”. Opisana tutaj Marta odkryła jego znaczenie dopiero podczas 9 spotkania, Malwina znaczenie wcześniej bo podczas 2 spotkania. Strategia ta zostanie opisana jeszcze niżej.

<sup>28</sup> Metoda prób i błędów występowała w dwojakiej formie. Pierwsza dotyczyła wpisywania rozwiązań z bez uwzględnienia poprzednich błędów, druga z ich uwzględnianiem. Różnice między nimi dotyczą efektywności. W pierwszej uczeń ślepo wielokrotnie próbował stawiać tę samą błędną cyfrę (fiksacja), w drugiej zwrócił uwagę na błąd i zmienił swój sposób wpisywania ocen.

<sup>29</sup> Kontrolowanie poziomu trudności możliwe było dlatego, że program w ogólnej instrukcji pokazywał uczniom jak go modyfikować. Dostęp to zmiany poziomu trudności uczniowie mieli przez cały czas korzystania z programu. Większość uczniów korzystała z tej opcji.

<sup>30</sup> Obserwacja ta została potwierdzona również analizą jakościową zachowania uczniów przy ekranie. Po poznaniu programu, uczniowie chętnie wybierali te zadania, które nie wymagały umiejętności liczenia (np. popularnym zadaniem były „śmieci”, które polegało na przeniesieniu różnych obrazków śmieci do odpowiedniego kontenera).

Udzielenie ostatecznej odpowiedzi na pytanie czy multimedialny program edukacyjny „uczy” czy też nie, nie jest łatwe. Powodem tego nie tylko jest fakt, że proces uczenia jest złożony sam w sobie, ale że jego badanie zależy od wyłonienia właściwego czynnika. Trudno bowiem odseparować wpływ programu komputerowego od toku dydaktycznego.

Informacje, jakie przyniosły przeprowadzone badania wykazały, że uczniowie są w stanie - korzystając z programu komputerowego „Klik...” - wykonać ogromną ilość zadań w stosunkowo niewielkim czasie. Ta informacja, wydaje się, być dla nauczycieli i rodziców przekonującą jeśli chodzi o skuteczność multimedialnych programów edukacyjnych<sup>31</sup>. Szczególnie, że mają poparcie ministerialne.

Jednak dopiero dokładna analiza zachowania wykazała, ile z wykonanych zadań uczniowie wykonali samodzielnie. Śledząc dziecięce zachowania udało się ustalić podstawowe strategie radzenia sobie z trudnymi zadaniami. Część z nich, tj. przeliczanie obiektów, była dzieciom znana już w przedszkolu, więc jej zastosowanie podczas rozwiązywania znanych zadań (łatwych) nie powodowała nabycia nowych kompetencji. Natrafiając na zadania na wyższym poziomie trudności (względem możliwości każdego ucznia) badani starali się rozwiązać zadanie metodą prób i błędów, stosowali strategie „na skróty” (używali „koła ratunkowego”), lub po prostu „uciekali”. Niektórzy starali się również kontrolować niski poziom trudności zadań nie chcąc rozwiązywać zbyt trudnych zadań – wymagających większego wysiłku intelektualnego.

Wyniki badań wykazały, że uczniowie mają świadomość celu programu, i świadomie stosują strategie unikania samodzielnego rozwiązywania zadań. Zachowanie to wskazuje, że korzystający z multimedialnego programu uczniowie nabywali raczej umiejętność radzenia sobie w trudnych sytuacjach tworzonych przez program, niż zwiększali swoje kompetencje. Takie zachowanie miało miejsce dopiero z chwilą, gdy uczniowie zaczęli orientować się w programie i zaczęli z niego korzystać świadomie i zgodnie z celem<sup>32</sup>.

Wśród badanych zaobserwowano jednak wyjątek od tej reguły. Jeden z uczniów – Marcin – nie poddawał się temu myśleniu i nie korzystał z metody prób i błędów, czy pomocy „koła ratunkowego” jako sposobu wpisywania wyników. Nie obniżał także poziomu trudności. Gdy natrafiał na trudne zadania starał się je rozwiązywać i mimo błędów się nie poddawał. Posiadał wysokie kompetencje, ale to dzięki osobowości rozwiązał samodzielnie największą liczbę (254) zadań na wysokim poziomie (por. tabela numer 2). Również porównanie wyników sprawdzianów (pretestu i posttestu) tego chłopca wykazała, że na drugim sprawdzianie wykonał więcej zadań na wyższym poziomie trudności. Wydaje się, że dla niego cel programu został osiągnięty. Jednak postać Marcina jest wyjątkowa – był on jedynym wśród 12 badanych (z grupy eksperymentalnej).

Powracając do porównania wyniku pretestu i posttestu grupy eksperymentalnej i kontrolnej okazało się, że uczniowie, którzy oprócz uczestnictwa w zajęciach szkolnych wykonali dodatkowe zadania (z programu multimedialnego), nie osiągnęli znacznych wyników względem grupy kontrolnej, która podlegała tylko nauczaniu w klasie. Potwierdza to po raz kolejny niskie efekty korzystania z wybranego programu komputerowego do nauki matematyki.

Przedstawione wyniki potwierdzają ustalenia światowych badań. Kengfeng Ke<sup>33</sup> (Stany Zjednoczone),

---

<sup>31</sup> Taką informację otrzymałem po rozmowie z nauczycielem prowadzącym klasę po zakończeniu badań.

<sup>32</sup> Etap orientacji w programie obejmuje pierwszych kilka spotkań, w których uczniowie uczą się poruszania w strukturze programu i pobieżnie poznają jego zadania. Etap ten z czasem przechodzi w świadome korzystanie z zadań programu.

<sup>33</sup> Kengfeng Ke (College of Education, Uniwersytet Nowy Meksyk) Computer games application within alternative classroom goal structures: cognitive, metacognitive, and affective evaluation, (w:) Education Tech Research Dev (2008) 56:539–556; opublikowany w bazie danych Association for Educational Communications and Technology: 25 stycznia

który koncentrował się na ustaleniu efektywności nauczania poprzez komputerowe gry edukacyjne (zaczepnięte z ogólnodostępnego portalu edukacyjnego o nazwie *Eagle*). Wykazał, że gry komputerowe są znacznie bardziej efektywne w promowaniu motywacji do nauki (w tym matematyki), jednak przy zastosowaniu testów wiadomości nie wskazują znaczącej różnicy w efektywności uczenia się. Stwierdził że dzieci korzystające z gier edukacyjnych wykazały większe zainteresowanie matematyką, jednak nie wykazały znaczącej różnicy w osiągnięciach matematycznych w szkole<sup>34</sup>.

Przeprowadzone i przytoczone badania (zagraniczne<sup>35</sup>), mimo że są obce kulturowo i różniące się organizacją szkolnictwa, są jednak ze sobą zbieżne. Korzystanie z komputerowych programów do nauki matematyki może znacząco wpływać jedynie na poziom motywacji do podjęcia dalszej nauki – chęci zgłębiania zagadnień matematycznych. Nie poprawia jednak, czy też nie przynosi znaczącego efektu względem postępów w opanowaniu wiedzy i umiejętności matematycznych.

#### Literatura:

- Feibel T. (2006): *Zabójca w dzieciennym pokoju. Przemoc i gry komputerowe*, Warszawa PAX.
- Kaczmarek Ź. (2002), *Efektywność elementarnej edukacji matematycznej wspomaganej komputerowo w pracy korekcyjno-wyrównawczej*, w: *Edukacja medialna w społeczeństwie informacyjnym*, (red.) S. Juszczyka, Toruń, Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Kaczmarek Ź. (2003), *Komputer na zajęciach korekcyjno-wyrównawczych*, Wałbrzych, Wydawnictwo Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej.
- Kengfeng Ke (2008), *Computer games application within alternative classroom goal structures: cognitive, metacognitive, and affective evaluation*, (w:) *Education Tech Research Dev* (2008) 56:539–556; opublikowany w bazie danych Association for Educational Communications and Technology, dostęp: 25 stycznia 2008; dostęp z dnia 25 stycznia 2011.
- Kengfeng Ke, Grabowski B. (2007) *Gameplaying for maths learning: cooperative or not?* *British Journal of Educational Technology* Vol 38 No 2 2007, s. 249-259, dostęp z dnia 25 stycznia 2011.
- Kłosińska T. (2002): *Edukacyjne programy multimedialne w kształceniu wczesnoszkolnym*, (w:) *Życie Szkoły*, nr 3;
- Kłosińska T., Włoch St. (2002), *Kształcenie wczesnoszkolne wobec oferty multimedialnych programów edukacyjnych*, *Edukacja Medialna* nr 3);
- Koziół R. (2004): *Opinie nauczycieli zintegrowanej edukacji wczesnoszkolnej na temat komputerowego wspomagania procesu kształtowania umiejętności matematycznych uczniów klas początkowych* (w:) *Informatyka w edukacji i kulturze*, Sosnowiec.
- Koziół R. (2007): *Komputer w procesie kształtowania umiejętności posługiwania się poznawanymi pojęciami i działaniami arytmetycznymi w sytuacjach typowych oraz problemowych wśród uczniów klas*

---

2008; dostęp z dnia 25 stycznia 2011. Naukowiec ten także zajmuje się analizą zachowania dzieci w sytuacji uczenia się przy komputerze.

<sup>34</sup> Wyniki te potwierdzał kilkakrotnie w innych badaniach, np. przy współpracy z B. Grabowski (2007) *Gameplaying for maths learning: cooperative or not?* *British Journal of Educational Technology* Vol 38 No 2 2007, s. 249-259, dostęp z dnia 25 stycznia 2011. W tych badaniach również wykorzystano bazę gier edukacyjnych Eagle.

<sup>35</sup> Co ciekawe, wyniki polskich badaczy (Watoła, Koziół, Kaczmarek - przedstawione na początku), w dodatku wykorzystujące ten sam program „Klik uczy liczyć w Zielonej Szkole” wskazują, że program ten jest efektywny.

*I – III*, w: *Ewolucja kwalifikacji nauczycieli w kontekście przemian edukacyjnych*, (red.) Szlosek F., ITE-PIB, Warszawa-Siedlce-Radom.

- Koziół R. (2007): *Komputer w procesie kształtowania umiejętności arytmetycznych uczniów klas wczesnoszkolnych*, (w:) *Chowanna* 2/2007.
- Koziół R. (2008): *Teaching computer-assisted mathematics to primary students*, w: *Supporting Independent Thinking Through Mathematical Education* (red.) Maj B., Pytkal M., Swoboda E., Nowa Era.
- Madej D., Marasek K., Kuryłowicz K. (1987), *Komputery osobiste*, Warszawa WKiŁ,
- *Podstawa Programowa Kształcenia Ogólnego dla Szkół Podstawowych. I etap edukacyjny: klasy I-III. Edukacja wczesnoszkolna*
- Stangert M. (2009): *Producenci gier komputerowych będą edukować rodziców*, w: *Metro* 2.02.2009, Warszawa Wydawnictwo Agora.
- Watoła A. (2006), *Komputerowe wspomaganie procesu kształcenia gotowości szkolnej dzieci sześciolletnich*, Toruń, Wydawnictwo Adam Marszałek.