

# PAŃSTWO I SPOŁECZEŃSTWO

## STATE AND SOCIETY

E-ISSN 2451-0858 ISSN 1643-8299

ROK XXIII: 2023, NR 2

DOI: 10.48269/2451-0858-pis-2023-2-006

Data wpłynięcia: 3.12.2022

Data akceptacji: 26.10.2023

### ZASTOSOWANIE PROGRAMU EDUKACYJNEGO EDU-MATRIX W ROZWIJANIU MYŚLENIA KOMPUTACYJNEGO UCZNIÓW KLAS I-III SZKOŁY PODSTAWOWEJ – SPRAWOZDANIE Z BADAŃ PILOTAŻOWYCH

**Wojciech Walat**

dr hab., prof. UR, Uniwersytet Rzeszowski, Kolegium Nauk Społecznych  
<https://orcid.org/0000-0002-3158-1923>

#### Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań pilotażowych wykorzystania programu dydaktycznego Edu-Matrix na zajęciach w klasie III szkoły podstawowej. Program ten jest narzędziem komplementarnym, które ma za zadanie wspomagać rozwijanie myślenia komputacyjnego dziecka już na etapie edukacji wczesnoszkolnej. Za pomocą tego programu uczniowie przygotowują się do pełnego rozwiązywania problemów przy użyciu gier i zabaw oraz symulacji komputerowych i programowania wizualnego. Uczeń w naturalny sposób rozwija swoje umiejętności, a wraz z biegiem czasu zaczyna rozwiązywać coraz trudniejsze problemy, kieruje się w stronę zaawansowanej algorytmiki, wybiera język programowania, a następnie uczy się go i zaczyna programować. Ten łańcuch sytuacji edukacyjnych poprzedza uczenie się programowania za pomocą programów komputerowych i/lub powinien być z nim współbieżny. **Słowa kluczowe:** program/matryca Edu-Matrix, myślenie komputacyjne, edukacja wczesnoszkolna, edukacja informatyczna, edukacja matematyczna

## Application of the Edu-Matrix educational program in developing computational thinking of students in grades 1–3 of primary school – a report from a pilot study

### Abstract

The article presents the results of pilot studies on the use of the Edu-Matrix teaching program in classes in the third grade of primary school. This program is a complementary tool that is designed to support the development of a child's computational thinking already at the stage of early school education. With this program, students prepare to fully solve problems using games, computer simulations and visual programming. The student naturally develops his skills, and over time he begins to solve more and more difficult problems with increased complexity, moves towards advanced algorithms, chooses a programming language, and then learns it and starts programming. This chain of learning situations precedes and/or should be concurrent with learning programming using computer programs.

**Key words:** Edu-Matrix program/matrix, computational thinking, early school education, IT education, mathematical education

### Wprowadzenie – czym jest myślenie komputacyjne?

Można przyjąć, że myślenie komputacyjne (*computational thinking*) jest etapem poprzedzającym programowanie, jest swoistym etapem preparacyjnym właściwe rozwiązywanie problemów metodami wywodzącymi się z informatyki. „Uczniowie nabywają umiejętności modelowania problemów w sposób, który umożliwi im otrzymanie rozwiązania za pomocą komputera. Dodatkowo poznają, jak odróżniać wyniki obliczeń od procesów, które do nich prowadzą”<sup>1</sup>.

Według Seymoura Paperta<sup>2</sup> myślenie komputacyjne to sposób patrzenia na postawione przed nami zadanie tak, aby dzięki wykorzystaniu technologii informacyjnych możliwe było jego rozwiązanie. Ten rodzaj myślenia nie jest w żadnym wypadku uczeniem się o komputerach, gdyż jest to uczenie się rozumowania, które umożliwia korzystanie z aplikacji w sposób „zrozumiały” dla komputera w celu rozwiązywania różnorodnych zadań. Ten rodzaj myślenia „jest bardzo ważny w dziedzinach i przedmiotach innych niż informatyka. Z bardzo prostego powodu pozwala określić, jakie problemy można rozwiązywać za pomocą metod informatycznych i komputerów. Definiuje również, jakich problemów nie można w ten sposób rozwiązywać”<sup>3</sup>.

Z takim tokiem myślenia wiążą się podstawowe pojęcia, do których należą: algorytm, logiczne rozumowanie, ewaluacja, abstrakcja, wzory oraz dekompozycja. Algorytm to skończony, w pewien sposób uporządkowany ciąg

<sup>1</sup> STREAM Edukacja, *Cechy myślenia komputacyjnego*, <https://streamedukacja.pl/2015/02/22/cechy-myslenia-komputacyjnego> [dostęp: 21.12.2023].

<sup>2</sup> S. Papert, *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, Basic Books, New York 1980.

<sup>3</sup> STREAM Edukacja, *op. cit.*

sprecyzowanych czynności, który umożliwi rozwiązanie danego zadania. Praktycznie każdą czynność można przedstawić w postaci algorytmu. Logiczne rozumowanie odnosi się do wnioskowania, dłaczego konkretne działanie przynosi dany efekt. Kolejnym pojęciem ściśle związanym z myśleniem komutacyjnym jest ewaluacja. Jest to ocena wartości danego przedmiotu przy uwzględnieniu określonych zasad i kryteriów. Zwykle jest podejmowana ze względu na określenie przydatności danego przedmiotu. Pojęcie abstrakcji znajduje swoje odzwierciedlenie w wielu dziedzinach naukowych, aczkolwiek w matematyce oraz informatyce odnosi się do selekcji cech przedmiotów w celu zauważenia cech istotnych, które są nieodłącznym elementem skutecznego działania. Wzory odnoszą się do zapowiedzi następstwa, które będzie wyprowadzało się z obserwacji wcześniejszych elementów. Prowadzą one do przewidywalnego zakończenia. W myśleniu komputacyjnym jest to pewnego rodzaju rytm, ciąg zdarzeń. Ważnym pojęciem uwzględnianym w myśleniu komputacyjnym jest dekompozycja, czyli rozkład problemu na czynniki umożliwiające jego rozwiązanie<sup>4</sup>.

Na proces rozwiązywania zadań zmierzających do ćwiczenia myślenia komputacyjnego składają się następujące etapy:

- rozłożenie problemu na części składowe,
- analiza, czyli rozpoznanie prawidłowości,
- eliminowanie nieistotnych elementów przez uogólnianie,
- tworzenie algorytmu: rozwiązanie problemu.

Natomiast stymulowanie rozwoju myślenia komputacyjnego obejmuje

spectrum informatycznych metod modelowania i rozwiązywania problemów, takich jak na przykład:

- abstrakcja umożliwia modelowanie problemów,
- redukcja i dekompozycja złożonego problemu – rozkładanie problemu na mniejsze części, w celu efektywniejszego rozwiązania,
- aproksymacja, gdy dokładne rozwiązanie jest poza zasięgiem nawet komputerów,
- rekurencja jako metoda indukcyjnego myślenia i zwięzłej, komputerowej implementacji rozwiązań, modelowanie wybranych aspektów złożonych problemów i znajdowanie rozwiązań metodami heurystycznymi.

Jednym z najważniejszych podejść w myśleniu komputacyjnym jest rozumowanie heurystyczne, które w sytuacji niepełnej lub braku wiedzy na dany temat umożliwia uczącym się odkrycie i utworzenie rozwiązania dla problemu. Heurystyczną metodę rozwiązania problemu uczeń może stosować wtedy, gdy nie zna dokładnej metody [prowadzącej] do rozwiązania, bądź gdy wiadomo, że problem jest bardzo trudny obliczeniowo. Na ogół ta metoda generuje rozwiązania przybliżone, ewentualnie pokazuje kilka rozwiązań.

---

<sup>4</sup> Przedstawione ogólne pojęcia charakteryzujące myślenie komputacyjne zostały opisane w artykule wstępnym charakteryzującym program Edu-Matrix: T. Kopczyński, *Myślenie komputacyjne jako imperatyw XXI wieku w kontekście nadmiaru łatwej do pozyskania informacji*, [w:] *System komplementarnego nauczania algorytmiki w aspekcie myślenia komutacyjnego*, red. A.W. Mitas, Galeria „Na Gojach” A. B. K. Heczko, Goleiszów–Ustroń 2016, s. 9–14.

[...] Dzięki rozwijaniu tej umiejętności uczestnicy zajęć nabywają wiele dodatkowych [...] zdolności jak:

- formułowanie problemu w postaci, która dopuszcza i umożliwia posłużenie się do jego rozwiązania metodami informatycznymi i komputerem lub innymi urządzeniami służącymi do zautomatyzowanego przetwarzania informacji,
- zdefiniowanie problemu w oparciu o logiczną organizację danych i wyciągnięcie z nich wniosków,
- wyabstrahowanie reprezentacji danych, na przykład w postaci modelu lub symulacji,
- rozwiązanie problemu krok po kroku, dzięki czemu stosowane jest podejście algorytmiczne,
- projektowanie, analiza i komputerowa realizacja (implementacja) rozwiązania problemu, prowadząca do otrzymania jak najbardziej efektywnego rozwiązania oraz jak najlepszego wykorzystania możliwości i zasobów komputera.

Należy dodać, że doświadczenia nabyte podczas rozwiązywania [...] [konkretnego w danej chwili] problemu można wykorzystać do rozwiązywania innych problemów, pokrewnych jak i z innych dziedzin<sup>5</sup>.

Podsumowując, myślenie komputacyjne rozwija nawyki myślowe, które ułatwiają zarówno dzieciom, jak i dorosłym funkcjonowanie we współczesnym świecie. Jest to doskonały tok myślenia ułatwiający naukę programowania już od najmłodszych lat.

### **Charakterystyka programu edukacyjnego Edu-Matrix wspomagającego rozwój myślenia komputacyjnego uczniów na poziomie edukacji wczesnoszkolnej**

Program edukacyjny Edu-Matrix wykorzystywany w praktyce szkolnej pomaga doskonalić u uczniów umiejętności z zakresu edukacji matematycznej, algorytmiki oraz programowania (ilustracja 1). Badania pilotażowe – przedstawione w dalszej części opracowania – wykonano w ramach testowania programu opracowanego przez zespół kierowany przez prof. Andrzeja W. Mitasa<sup>6</sup>.

W opracowaniu programu edukacyjnego duży nacisk położono na: czytanie i interpretowanie znaków alfanumerycznych, liczenie, stosowanie instrukcji zawierających elementy myślenia algorytmicznego, a także programowania i działań charakterystycznych dla arkuszy kalkulacyjnych, oraz na stosowanie operatorów do działań arytmetycznych. Jest to program nadający się zarówno

---

<sup>5</sup> STREAM Edukacja, *op. cit.*

<sup>6</sup> Prof. dr hab. inż. Andrzej W. Mitas pracuje w Politechnice Śląskiej na Wydziale Inżynierii Biomedycznej w Katedrze Informatyki Medycznej i Sztucznej Inteligencji; wcześniej pracował w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach na Wydziale Etnologii i Nauk o Edukacji w Cieszynie w Katedrze Edukacji Informatycznej; tytuł projektu: *System komplementarnego nauczania algorytmiki w aspekcie myślenia komputacyjnego.*

do przedszkola, jak i dalszych etapów edukacyjnych, aż do ukończenia szkoły podstawowej. Główną pomocą dydaktyczną jest pewnego rodzaju matryca ćwiczeń, którą uczeń uzupełnia (obsługuje) tak jak aplikację komputerową.

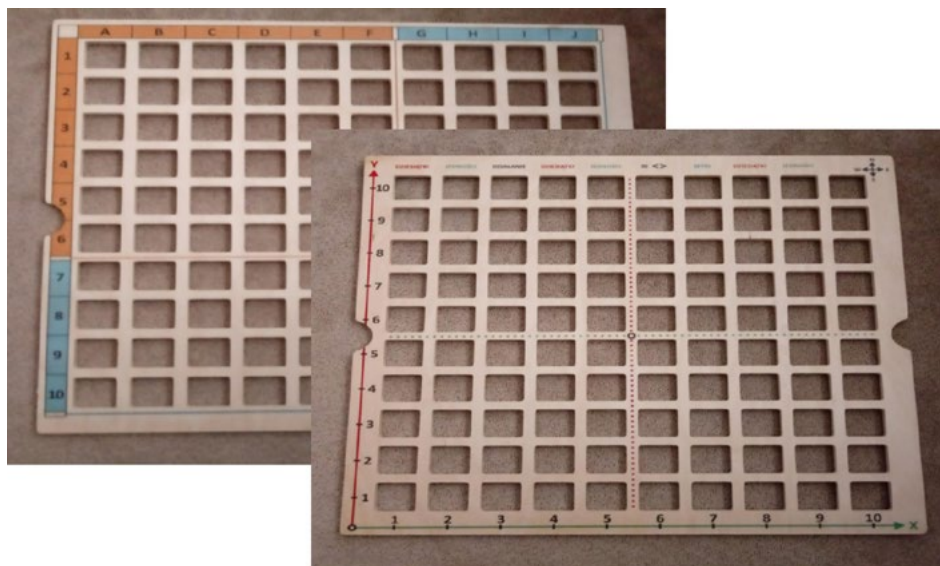


Ilustracja 1. Kasetę z programem edukacyjnym Edu-Matrix (fot. E. Gruba)

Program Edu-Matrix przygotowuje uczniów do pełnego rozwiązywania problemów przy użyciu gier i zabaw oraz symulacji komputerowych i programowania wizualnego. Przy użyciu komputera dokonuje się programowania rozwiązań, które są w łańcuchu zdarzeń jednym z jego ostatecznych ogniw. Uczeń naturalnie rozwija swoje umiejętności, a wraz z biegiem czasu zaczyna rozwiązywać coraz trudniejsze problemy, oraz kieruje się w stronę zaawansowanej algorytmiki, wybiera język programowania, następnie uczy się go i zaczyna programować. Program Edu-Matrix może pełnić różnorakie funkcje, m.in.:

- 1) mapy cyfrowej;
- 2) zeszytu ćwiczeń do matematyki;
- 3) kalkulatora;
- 4) edytora grafiki bitmapowej;
- 5) edytora obiektów 3D.

W skład pomocy dydaktycznych programu Edu-Matrix wchodzi plansze (w układzie współrzędnym i matrycy Excel) i bloczki (pięć rodzajów).



Ilustracja 2. Matryce do programowania w programie Edu-Matrix (fot. E. Gruba)

Na planszy w układzie współrzędnym na bokach narysowane są osie X i Y, natomiast oznaczenia literowo-cyfrowe wszystkich kolumn i wierszy (ilustracja 2) są spójne z arkuszem kalkulacyjnym.

Bloczki (kostki-klocki) celowo przygotowano do „programowania” i podzielono je na 5 grup (ilustracja 3), do których należą:

- 1) bloczki kolorowe;
- 2) bloczki alfanumeryczne;
- 3) bloczki funkcyjne – matematyczne;
- 4) bloczki funkcyjne – arkusza kalkulacyjnego;
- 5) bloczki funkcyjne – programowania.



Ilustracja 3. Kasetka z blokami do programowania Edu-Matrix (fot. E. Gruba)

Programem objęte zostały następujące zagadnienia z zakresu edukacji matematycznej i informatycznej w klasach I–III szkoły podstawowej<sup>7</sup>:

- 1) stosowanie oraz rozumienie pojęć takich jak: wejście/wyjście, pojęcie zbioru oraz działań na zbiorach, a także pojęć odnoszących się do położenia obiektów;
- 2) porządkowanie, przeliczanie, porównywanie elementów przy użyciu bloczków zawartych w programie Edu-Matrix;
- 3) tworzenie sekwencji zdarzeń;
- 4) rozwijanie sprawności rachunkowych;
- 5) rozpoznawanie figur geometrycznych oraz umiejętność układania ich symetrycznie;
- 6) zastosowanie myślenia komputacyjnego w zadaniach matematycznych;
- 7) rozwiązywanie zadań związanych z osią liczbową, uzupełnianie ciągów za pomocą bloczków, a także porównywanie ich;
- 8) zastosowanie jednostek miar oraz umiejętność zastosowania ich na planszy przy pomocy bloczków;

<sup>7</sup> Wykorzystanie programu Edu-Matrix odniesiono do podstawy programowej edukacji wczesnoszkolnej. Zob. rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej (Dz.U. z 2017 r., poz. 356 ze zm.), załącznik nr 2, s. 44.

- 9) rozwiązywanie zadań związanych ze znajomością posługiwania się zegarem;
- 10) rozwiązywanie zadań problemowych z użyciem algorytmów;
- 11) poznanie dziesiętkowego układu pozycyjnego;
- 12) rozwijanie spostrzegawczości oraz umiejętności dostrzegania różnic i podobieństw w układach bloków na planszy Edu-Matrix.

### **Metodologia i wyniki badań pilotażowych wykorzystania programu dydaktycznego Edu-Matrix w edukacji wczesnoszkolnej**

W przeprowadzonych badaniach pilotażowych problem główny przedstawiono w formie pytania: w jakim stopniu program dydaktyczny Edu-Matrix podnosi efektywność nauczania i uczenia się algorytmiki oraz myślenia komputacyjnego u uczniów w edukacji wczesnoszkolnej? Problem ten zoperacjonalizowano, formułując trzy pytania szczegółowe:

- 1) Jak wykorzystanie programu dydaktycznego Edu-Matrix wiąże się z nauczaniem i uczeniem się obsługi komputera u uczniów w edukacji wczesnoszkolnej?
- 2) W jakim stopniu program dydaktyczny Edu-Matrix zachęca uczniów na poziomie edukacji wczesnoszkolnej do uczenia się algorytmiki?
- 3) Jak wykorzystanie programu dydaktycznego Edu-Matrix stymuluje rozwój myślenia komputacyjnego u uczniów w edukacji wczesnoszkolnej?

W badaniach pilotażowych przeprowadzonych w marcu 2018 r. uczestniczyło łącznie 20 uczniów klas III (będących w wieku 10 lat) z dwóch podrzeszowskich szkół wiejskich; były to szkoły średniej wielkości<sup>8</sup>. W każdej szkole w zajęciach eksperymentalnych – z matrycą Edu-Matrix – wzięło udział po 10 uczniów (w obu badanych grupach było po pięć dziewcząt i pięciu chłopców, przy czym ze względu na wstępny charakter badań płci nie wzięto pod uwagę w analizie wyników). Były to zajęcia dodatkowe zrealizowane po zakończeniu zajęć planowych, polegające na trzech seriach zadań sformułowanych tak, aby można było znaleźć odpowiedź na postawiony problem szczegółowy<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> W analizie wykorzystano badania przeprowadzone w ramach realizacji pracy magisterskiej: E. Gruba, *Rozwiązywanie zadań wspomaganych programem dydaktycznym „Edu-Matrix” w edukacji wczesnoszkolnej*, [praca magisterska], promotor W. Walat, Uniwersytet Rzeszowski 2018 (materiały niepublikowane).

<sup>9</sup> Przedstawione w artykule wyniki badań są na tyle interesujące, że znalazły swoje implikacje w pracach zespołu badawczego, którym kieruje autor niniejszego artykułu: *Critical Thinking in mathematics: perspectives and challenges*, eds. B. Maj-Tatsis, K. Tatsis, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2021; W. Lib, *Communication skills of primary school pupils in the scope of general technical and information technology concepts*, „Media, Culture and Public Relations” 2015, vol. 6, no. 1, s. 32–35; M. Pytlak, *Students' creative thinking during solving algebraic tasks*, [w:] *Critical Thinking in mathematics...*, op. cit., s. 192–203; W. Walat, *Homo interneticus – problemy edukacji w czasach analfabetyzmu funkcjonalnego*, [w:] *Otwarte zasoby edukacyjne w perspektywie pedagogicznej*, red. M. Tanaś, S. Galanciak, Impuls, Kraków 2020, s. 181–194;



W badaniach zastosowano metodę obserwacji uczestniczącej, a wyniki gromadzono w specjalnie przygotowanych arkuszach obserwacji pracy uczniów – osobno do każdej serii zadań (tabele 1–3). Ze względu na pilotażowy charakter badań, a przede wszystkim małą liczbę biorących w nich udział uczniów, analizę wyników przeprowadzono bez obliczeń statystycznych, bazując na zliczeniu występujących zachowań uczniów.

Wyniki badań związku wykorzystania programu dydaktycznego Edu-Matrix z nauczaniem i uczeniem się obsługi komputera u uczniów w edukacji wczesnoszkolnej

Przeprowadzone badania pokazały, że program dydaktyczny Edu-Matrix jest ściśle związany z nauczaniem uczenia się obsługi komputera u uczniów klasy III szkoły podstawowej, ponieważ matryca liczbowo-literowa działa analogicznie jak program komputerowy Excel. Uczniowie bardziej angażowali się w zajęcia, w których używana była matryca Edu-Matrix, byli mocniej zmotywowani do uczenia się. Badania wykazały, że przed wprowadzeniem pomocy dydaktycznej Edu-Matrix uczniowie często nie rozumieli poleceń podawanych przez nauczyciela, zwłaszcza jeśli chodziło o obsługę komputera. W trakcie badań okazało się, że uczniowie mają problemy z korzystaniem z arkusza kalkulacyjnego Excel. W tabeli 1 przedstawiono wyniki porównawcze dotyczące tego, w jakim stopniu uczniowie radzili sobie z rozwiązywaniem zadań na kartach pracy bez użycia matrycy, a jak z matrycą programu Edu-Matrix.

Wyniki badań pokazały, że wykorzystanie programu dydaktycznego Edu-Matrix ściśle wiąże się z nauczaniem i uczeniem się obsługi komputera u uczniów w edukacji wczesnoszkolnej, ponieważ uczniowie znacznie szybciej rozumieją kierowane do nich polecenia, jeśli zajęcia wspomagane są matrycą Edu-Matrix. Uczniowie na zajęciach wstępnych niewspomaganych programem mieli duży problem z rozumowaniem przyczynowo-skutkowym i tworzeniem ilustracji w kolorystyce RGB (zad. 1; 9 uczniów); po zastosowaniu matrycy u 19 osób nastąpił wzrost prawidłowych rozwiązań.

Uczniowie klas III nie mieli problemu z rozwiązaniem zadania tekstowego (zad. 2). Większość z nich – 18 uczniów – zrozumiała polecenie, a tylko 2 badanych miało z tym problem. Samodzielnie to zadanie rozwiązało 12 uczniów, natomiast 8 potrzebowało pomocy nauczyciela; po pracy z matrycą wszyscy uczniowie rozwiązali zadanie (tylko 2 potrzebowało pomocy nauczyciela). Analizując wyniki badań, spostrzega się, że aż 19 uczniów zrozumiało polecenie odnoszące się do tworzenia ciągów przyczynowo-skutkowych (zad. 3), tylko jedna osoba nie wiedziała, o co chodzi w tym zadaniu. Samodzielnie rozwiązać zadanie

---

T. Warchoń, *Wybrane rodzaje aktywności uczniów szkoły podstawowej w edukacji pozaformalnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2021. Ciekawą analizę myślenia komputerowego dzieci zawiera praca: M. Skibińska, J. Zacniewska, *Rozwijanie myślenia komputerowego u dzieci wczesnej edukacji*, „Acta Universitatis Nicolai Copernici Pedagogika” 2021, t. 41, nr 1, s. 39–61, [https://doi.org/10.12775/AUNC\\_PED.2021.003](https://doi.org/10.12775/AUNC_PED.2021.003).

potrafiło 9 uczniów, jednak 11 potrzebowało pomocy nauczyciela. Odpowiednio po zastosowaniu matrycy wzrosło zrozumienie treści zadań/poleceń oraz samodzielne ich rozwiązywanie. O znaczeniu kodowania w uczeniu się nie tylko pisze, ale i proponuje konkretne zestawy do nauczania i uczenia się „kodowania na dywanie” Anna Świć<sup>10</sup>.

Tabela 1. Wyniki badań odnoszące się do obsługi komputera przez uczniów klas III (bez użycia\* i z użyciem\*\* matrycy Edu-Matrix)

Zadania związane z obsługą komputera (N = 20)					
Zadania do wykonania	Zrozumienie polecenia		Opanowanie umiejętności		
	TAK	NIE	Potrafi	Potrafi przy pomocy nauczyciela	Nie potrafi
1. Rysowanie/układanie dowolnego obrazka z bloczków w kolorystyce RGB	9*/19**	11/1	6/17	5/3	9/0
2. Rozwiązywanie zadania tekstowego, kodowanie działania	18/20	2/0	12/18	8/2	0/0
3. Tworzenie ciągów przyczynowo-skutkowych	19/20	1/0	9/18	11/2	0/0
4. Przenoszenie wizualizacji komputerowych na kartkę / na matrycę Edu-Matrix	16/18	4/2	9/17	11/3	0/0

W tabeli szarym tłem wyróżniono wyniki ilustrujące wzrost rozumienia i umiejętności rozwiązywania zadań z użyciem matrycy Edu-Matrix.

Źródło: opracowano na podstawie: E. Gruba, *Rozwiązywanie zadań wspomaganych programem dydaktycznym „Edu-Matrix” w edukacji wczesnoszkolnej*. [praca magisterska], promotor W. Walat, Uniwersytet Rzeszowski 2018, s. 67–73 (materiały niepublikowane).

Umiejętność przenoszenia wizualizacji komputerowych na kartkę papieru wykazało 9 uczniów (zad. 4), natomiast 11 potrzebowało pomocy (po zastosowaniu matrycy tylko 3 uczniów oczekiwało pomocy nauczyciela). Przeprowadzone badania wykazały, że najwięcej problemów sprawiło uczniom tworzenie wykresów, a także rysowanie ilustracji w kolorystyce RGB.

Podczas badań nauczyciele wraz z uczniami dochodzili do wniosków, że w programie tym należy przetwarzać informacje, czyli działać jak procesor w komputerze, oraz posługiwać się pamięcią (dzieciom bardzo podobają się takie porównania, mówili: „teraz działamy jak komputer”, „teraz jesteśmy komputerami”). Można było zauważyć, że sprawia to uczniom przyjemność jak

<sup>10</sup> A. Świć, *Kodowanie nie tylko na dywanie. Od aktywności na macie do Scratcha Juniora*, Wydawca Edu-Sense, Gdańsk 2019; eadem, *Kodowanie na dywanie. Obrazki w rymowankach ukryte*, Fundacja Rozwoju Edukacji Cyfrowej, Gdańsk 2021.

w czasie dobrej zabawy<sup>11</sup>. Po przeprowadzeniu badań stwierdzić można, że program Edu-Matrix otwiera wiele możliwości dla nauczycieli edukacji wczesnoszkolnej, którzy chcą wdrażać dziecko w świat technologii XXI w. Podstawową zaletą programu jest to, że wspiera holistyczny rozwój ucznia, a jego celem nie jest wychowanie przyszłych programistów, lecz ułatwienie każdemu dziecku rozumienia wiedzy o narzędziu pracy, jakim jest komputer oraz uczenia się systemowego rozwiązywania problemów.

### **Wyniki badań związku pomiędzy zastosowaniem programu dydaktycznego Edu-Matrix a motywacją uczniów do uczenia się algorytmiki na poziomie edukacji wczesnoszkolnej**

Przeprowadzone badania dowiodły, że program dydaktyczny Edu-Matrix w znacznym stopniu jest powiązany z nauką algorytmiki u uczniów objętych edukacją wczesnoszkolną. Podczas rozwiązywania zadań tekstowych bez użycia matrycy uczniowie często mieli problemy z dążeniem do znalezienia jak najprostszego rozwiązania. Starali się szukać odpowiedzi na stawiane im pytanie na drodze skomplikowanych obliczeń matematycznych. Prawie wszyscy badani wykazywali zrozumienie polecenia odnoszącego się do planowania rozwiązywania zadania tekstowego przez analizę i syntezę poszczególnych etapów, natomiast w praktyce większość z nich potrzebowała pomocy. Wykonując działania na zbiorach, większość uczniów potrzebowała pomocy nauczyciela, chociaż wstępnie wykazywała, że rozumiała polecenie. Najgorzej uczniowie radzili sobie z rozwiązywaniem algorytmów działań pisemnych. Bez użycia matrycy było to działanie praktycznie niemożliwe. W tabeli 2 zamieszczono wyniki pokazujące poziom radzenia sobie przez uczniów z rozwiązywaniem zadań z zakresu algorytmiki bez użycia i z użyciem matrycy programu dydaktycznego Edu-Matrix.

Z badań wynika, że 19 uczniów zrozumiało polecenie dotyczące rozwiązywania zadania tekstowego, dążąc do znalezienia jak najprostszego rozwiązania (zad. 5), jednak tylko 1 osoba potrafiła samodzielnie rozwiązać dane zadanie tekstowe, natomiast aż 19 uczniów potrzebowało pomocy nauczyciela. Uczniowie szukali rozwiązania przez zastosowanie skomplikowanych obliczeń matematycznych, które w tym określonym przypadku były zupełnie niepotrzebne. Po zastosowaniu matrycy aż 15 uczniów rozwiązało to zadanie samodzielnie.

---

<sup>11</sup> Podobnie piszą o tym S.L. Chu, G. Angello, M. Saenz, F. Quek, *Fun in Making: Understanding the experience of fun and learning through curriculum-based Making in the elementary school classroom*, „Entertainment Computing” 2017, vol. 18, s. 31–40, <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.007>.

Tabela 2. Wyniki badań odnoszące się do nauki algorytmizacji uczniów edukacji wczesnoszkolnej (bez użycia\* i z użyciem\*\* matrycy Edu-Matrix)

Zadania związane z algorytmizacją (N = 20)					
Zadanie do wykonania	Zrozumienie polecenia		Opanowanie umiejętności		
	TAK	NIE	Potrafi	Potrafi z nauczycielem	Nie potrafi
5. Rozwiązywanie podanego zadania tekstowego, dążenie do znalezienia jak najprostszego rozwiązania	19*/20**	1/0	1/15	19/5	0/0
6. Układanie bloczków na matrycy według podanego kodu	20/20	0/0	15/17	5/3	0/0
7. Wykonywanie działań na zbiorach z wykorzystaniem bloczków	19/19	1/1	7/14	13/6	0/0
8. Wykonywanie algorytmów działań pisemnych bez użycia / z użyciem matrycy	1/11	19/9	0/3	6/14	14/3
9. Planowanie rozwiązania zadania tekstowego przez analizę i syntezę poszczególnych etapów bez użycia / z użyciem matrycy Edu-Matrix	16/18	4/2	1/16	19/4	0/0

W tabeli szarym tłem wyróżniono wyniki ilustrujące wzrost rozumienia i umiejętności rozwiązywania zadań z użyciem matrycy Edu-Matrix.

Źródło: opracowano na podstawie: *ibidem*, s. 74–77.

Najmniej trudności sprawiło uczniom policzenie kolorowych kwadratów według podanego kodu (zad. 6). Wszyscy zrozumieli polecenie i aż 15 z nich potrafiło zrobić to samodzielnie. Pomocy nauczyciela potrzebowało 5 uczniów. Po zastosowaniu matrycy tylko 3 uczniów nadal potrzebowało pomocy nauczyciela.

Polecenie odnoszące się do wykonywania działań na zbiorach od razu zrozumiało 19 uczniów (zad. 7). Samodzielnie wykonać to zadanie potrafiło 7 uczniów, natomiast aż 13 mimo zrozumienia polecenia potrzebowało pomocy nauczyciela. Najgorzej uczniowie radzili sobie z rozwiązywaniem algorytmicznych działań pisemnych (zad. 8) – polecenie zrozumiał tylko 1 uczeń, natomiast 19 potrzebowało szczegółowego wyjaśnienia. Zastosowanie matrycy podniosło nieco wyniki: 11 uczniów rozwiązało prawidłowo podane zadanie, jednak w dalszym ciągu 14 wymagało pomocy nauczyciela. Wskazuje to na ogromne trudności w uczeniu się przez dzieci rozwiązywania pisemnych zadań algorytmicznych. Zagadnienie to wymaga dalszych wnikliwych badań.

Polecenie związane z planowaniem rozwiązania zadania tekstowego przez analizę i syntezę poszczególnych etapów zrozumiało aż 16 osób, natomiast 4 uczniów wymagało szczegółowego wyjaśnienia (zad. 9). Korzystając z pomocy nauczyciela, 19 uczniów zaplanowało rozwiązanie zadania samodzielnie, a tylko 1 uczeń wykonał to zadanie samodzielnie. Zastosowanie matrycy w znacznym stopniu podniosło samodzielność wykonania tego typu zadań przez 16 uczniów.

Po przeanalizowaniu powyższych tabel stwierdzić można, że pomoc dydaktyczna, jaką jest program Edu-Matrix, w znacznym stopniu zachęca uczniów do uczenia się algorytmiki. Podczas rozwiązywania zadań bez pomocy matrycy Edu-Matrix uczniowie szukali skomplikowanych odpowiedzi do zadań, które w prosty sposób można było rozwiązać, stosując algorytmy. Uczniowie mieli także problem z rozumieniem poleceń i rozwiązywaniem zadań bez pomocy nauczyciela. Wielu badaczy wskazuje, że na początkowym etapie uczenia się programowania istotne jest nie tyle pisanie poprawnych – gotowych programów, ile właśnie rozumienie poleceń i treści zadań<sup>12</sup>. Z kolei Beata Kuźmińska-Sołśnia i Katarzyna Ziębakowska-Cecot na podstawie badań własnych wskazują, że uczenie się programowania przez uczniów „bazuje często na umiejętności uczenia się na własnych błędach, co wymaga od dzieci cierpliwości, radzenia sobie ze stresem, odporności na nowe i trudne sytuacje, podobnie jak na zajęciach matematycznych. Programowanie może być realizowane w różnych środowiskach z wykorzystaniem odmiennych języków programowania, dlatego równie istotną cechą, choć nie zawsze zauważaną przez dorosłych, jest komunikatywność dzieci, otwartość, a czasem umiejętność pracy w zespole”<sup>13</sup>.

### **Wyniki badań wykorzystania programu dydaktycznego Edu-Matrix do stymulacji rozwoju myślenia komputacyjnego u uczniów w edukacji wczesnoszkolnej**

Przeprowadzone badania wykazały, że większość z badanych uczniów klas III nie potrafiła samodzielnie rozwiązywać zadań tekstowych wymagających kodowania czy dokonania dekompozycji. Korzystanie z arkusza kalkulacyjnego Excel do tej pory również było dzieciom mało znane. Wyniki zamieszczone w tabeli 3 pokazują różnice, jakie wykazali uczniowie, rozwiązując zadania z zakresu stymulowania myślenia komputacyjnego bez użycia matrycy oraz z matrycą programu dydaktycznego Edu-Matrix.

Z danych zawartych w tabeli 3 wynika, że wszyscy uczniowie (20) zrozumieli polecenie odnoszące się do zadania tekstowego (zad. 10), jednak tylko 1 badany potrafił się z nim samodzielnie uporać, natomiast 19 uczniów potrzebowało wsparcia nauczyciela. Po zastosowaniu matrycy już 14 uczniów rozwiązało to zadanie samodzielnie. Polecenie związane z zapisaniem rozwiązania danego

<sup>12</sup> K. Czakoóová, *Game-based programming in primary school informatics*, [w:] *INTED2021 Proceedings*, 15<sup>th</sup> International Technology, Education and Development Conference, 8–9 March, 2021, s. 5627–5632, <https://doi.org/10.21125/inted.2021.1134>; T. Kopeczyński, *op. cit.*; M. Musioł, *Nauka programowania dla uczniów klas 1–3 – możliwości i ograniczenia*, „Dydaktyka Informatyki” 2022, t. 17, s. 69–78, <https://doi.org/10.15584/di.2022.17.7>.

<sup>13</sup> B. Kuźmińska-Sołśnia, K. Ziębakowska-Cecot, *Przygotowanie przyszłych nauczycieli do wdrażania nauki programowania w edukacji elementarnej*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2017, nr 3, s. 148, <https://doi.org/10.15584/eti.2017.3.20>.

zadania rozumieli wszyscy badani uczniowie (zad. 11), jednak tylko 10 z nich potrafiło zrobić to samodzielnie, natomiast 9 wymagało pomocy nauczyciela (tylko 1 uczeń nie zdołał samodzielnie rozwiązać tego zadania). Po zastosowaniu matrycy u 16 uczniów wzrósł poziom samodzielności rozwiązania tego typu zadań.

Polecenie rozwiązania zadania związanego z kodowaniem (zad. 12) zrozumiało 15 uczniów, natomiast 5 odpowiedziało, że nie rozumie polecenia. Tylko 4 uczniów rozwiązało to zadanie samodzielnie, kolejnych 4 potrzebowało wsparcia nauczyciela, a 12 nie poradziło sobie z zadaniem. Po zastosowaniu matrycy samodzielność wykonania tego typu zadań wzrosła u 11 uczniów.

Tabela 3. Wyniki badań odnoszące się do stymulowania myślenia komutacyjnego u uczniów objętych edukacją wczesnoszkolną (bez użycia\* i z użyciem\*\* matrycy Edu-Matrix)

Zadania związane z myśleniem komutacyjnym (N = 20)					
Zadanie do wykonania	Zrozumienie polecenia		Opanowanie umiejętności		
	TAK	NIE	Potrafi	Potrafi z nauczycielem	Nie potrafi
10. Rozwiązywanie zadania tekstowego bez użycia / przy użyciu matrycy Edu-Matrix	20*/20**	0/0	1/14	19/6	0/0
11. Zapisanie rozwiązania danego zdania bez matrycy / na matrycy za pomocą bloczków	20/20	0/0	10/16	9/4	1/0
12. Kodowanie działania będącego rozwiązaniem zadania	15/19	5/1	4/11	4/9	12/0
13. Przenoszenie danych z określonego zadania do arkusza kalkulacyjnego Excel	9/19	11/6	1/7	8/7	11/6
14. Dokonywanie dekompozycji w zadaniach	15/19	5/1	5/17	15/3	0/0

W tabeli szarym tłem wyróżniono wyniki ilustrujące wzrost rozumienia i umiejętności rozwiązywania zadań z użyciem matrycy Edu-Matrix.

Źródło: opracowano na podstawie: *ibidem*, s. 77–80.

Najwięcej problemów w rozwiązywaniu zadań z zakresu myślenia komutacyjnego sprawiło uczniom klas III przenoszenie danych do arkusza kalkulacyjnego Excel (zad. 13). Jedyne 9 uczniów zrozumiało polecenie, a tylko jeden poradził sobie samodzielnie z jego rozwiązaniem; 8 uczniów potrzebowało wsparcia nauczyciela, a aż 11 nie zdołało przenieść danych z określonego zadania do arkusza kalkulacyjnego. Zastosowanie matrycy Edu-Matrix podniosło przede wszystkim zrozumienie treści zadania przez 19 uczniów oraz samodzielność rozwiązania u 7 osób. Rozwiązywanie tego typu zadań przez uczniów w edukacji wczesnoszkolnej wymaga dalszych badań.

Polecenie dotyczące dokonywania dekompozycji w zadaniach (zad. 14) zrozumiało 15 uczniów, natomiast 5 odpowiedziało, że nie wie, o co chodzi. Jedyne 5 badanych poradziło sobie z tym zadaniem samodzielnie, natomiast aż 15 uczniów wymagało pomocy od nauczyciela. Zastosowanie matrycy znacząco

podniosło samodzielność rozwiązywania tego typu zadań u 17 osób, a tylko 3 uczniów wymagało pomocy ze strony nauczyciela.

Reasumując, po przeanalizowaniu wyników badań dotyczących stymulowania myślenia komutacyjnego uczniów klas III szkoły podstawowej za pomocą matrycy programu dydaktycznego Edu-Matrix można stwierdzić, że jest to niezwykle cenna pomoc dydaktyczna, ponieważ uczniowie wykazują znacznie większy zapał do pracy. Opanowanie wiedzy z zakresu algorytmiki, obsługi komputera, programowania, a także rozwijanie myślenia komputacyjnego sprawiają dzieciom znacznie mniejszą trudność. Dzieci samodzielnie dochodzą do różnego rodzaju rozwiązań, używając do tego bloczków i matrycy. Pomimo że w wielu przypadkach arkusz kalkulacyjny Excel był dla dzieci zupełną nowością, to jego „wykorzystanie” przy użyciu matrycy sprawiało im wiele radości.

Spostrzeżenia wynikające z analizy odpowiedzi uczniów prowadzą do wniosków, że problemy dzieci związane m.in. z rozwiązywaniem zadań tekstowych, kodowaniem działań oraz pracą w arkuszu kalkulacyjnym Excel mogą być powiązane z indywidualnym poziomem ich rozwoju poznawczego. W rozwoju dziecka na poziomie wczesnoszkolnym następuje stopniowe „wychodzenie” z dominującego stadium myślenia opartego na operacjach konkretnych, a „wkroczenie” w stadium myślenia opartego na operacjach formalnych. Wymienia się kilka charakterystycznych cech tego – zaczynającego dominować – rodzaju myślenia. Między innymi są to: zrozumienie odwracalności działań, myślenie oparte na logice, decentracja poznawcza, a także zdolność do klasyfikowania, szeregowania i wyciągania wniosków. Problemy z tymi operacjami myślowymi mogą wynikać z indywidualnego tempa rozwoju dziecka na poziomie klasy III szkoły podstawowej, które często bardzo powoli wkrocza w stadium myślenia operacji formalnych i zaczyna zyskiwać zdolność do abstrahowania<sup>14</sup>.

## Podsumowanie

Po przeprowadzeniu badań pilotażowych w dwóch szkołach podstawowych z pewnością można stwierdzić, że program dydaktyczny Edu-Matrix jest innowacyjnym środkiem dydaktycznym, po który sięgać mogą nauczyciele nie tylko w klasach I–III szkoły podstawowej, ale już nauczyciele uczący w przedszkolu.

Badania wykazały, że uczniowie dużo szybciej przyswajają nowe wiadomości i umiejętności. W pierwszej części badań, która odnosiła się do obsługi komputera przez uczniów klas III, zauważyć można było, że wiele informacji jest dla dzieci zupełnie nowych, tj. kolorystyka RGB oraz przenoszenie wizualizacji komputerowych na kartkę papieru. Uczniowie wykazywali problemy z rozumieniem poleceń mimo wielokrotnego tłumaczenia ich przez nauczyciela.

---

<sup>14</sup> H.R. Schaffer, *Psychologia dziecka*, tłum. A. Wojciechowski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

Mniej trudności sprawiało dzieciom rozwiązywanie zadań tekstowych oraz kodowanie ich działań, a także tworzenie ciągów przyczynowo-skutkowych. Kiedy nauczyciel wprowadził na zajęciach matrycę programu dydaktycznego Edu-Matrix u dzieci wywołało to ogromne zaciekawienie. Uczniowie chętnie brali udział w zajęciach, zaczęli szybciej rozumieć polecenia wydawane przez nauczyciela, po prostu traktowali kodowanie i programowanie jak zabawę<sup>15</sup>.

Znaczne różnice zauważyć można, analizując wyniki badań dotyczących rysowania ilustracji w kolorystyce RGB bez i z użyciem matrycy programu dydaktycznego Edu-Matrix. Badania wykazały, że program jest ściśle powiązany z uczeniem się algorytmiki przez uczniów na poziomie szkoły podstawowej. We wstępnej części badań, czyli bez użycia matrycy, uczniowie mieli problem z dążeniem do znalezienia jak najprostszego rozwiązania. Często starali się rozwiązywać proste zadanie tekstowe, wykonując skomplikowane obliczenia.

Podczas zajęć z wykorzystaniem matrycy programu dydaktycznego Edu-Matrix uczniowie byli bardzo zmotywowani do zajęć, chętnie zgłaszali się do rozwiązywania zadań na forum klasy i zaczęli sprawnie posługiwać się algorytmami.

Zajęcia z użyciem matrycy prowadzone w klasach III szkół podstawowych stymulują rozwijanie myślenia komputacyjnego uczniów. We wstępnej fazie badań uczniowie nie potrafili posługiwać się arkuszem kalkulacyjnym Excel. Czynności te sprawiały im ogromną trudność i musiały być wspierane przez nauczyciela. Mieli oni także problemy z dokonywaniem dekompozycji w zadaniach. Natomiast na zajęciach wspieranych matrycą Edu-Matrix uczniowie zaczęli szybciej rozumieć polecenia, a także przyswoili podstawowe wiadomości odnoszące się do arkusza kalkulacyjnego Excel.

## Bibliografia

- Chu S.L., Angello G., Saenz M., Quek F., *Fun in Making: Understanding the experience of fun and learning through curriculum-based Making in the elementary school classroom*, „Entertainment Computing” 2017, vol. 18, s. 31–40, <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.007>.
- Critical Thinking in mathematics: perspectives and challenges*, eds. B. Maj-Tatsis, K. Tatsis, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2021.
- Czakóová K., *Game-based programming in primary school informatics*, [w:] *INTED2021 Proceedings*, 15<sup>th</sup> International Technology, Education and Development Conference, 8–9 March, 2021, s. 5627–5632, <https://doi.org/10.21125/inted.2021.1134>.
- Fails J.A., Druin A., Guha M.L., Chipman G., Simms S., Churaman W., *Child's play: a comparison of desktop and physical interactive environments*, [w:] *Proceedings of*

---

<sup>15</sup> Podobne wyniki uzyskali w swoich badaniach: J.A. Fails, A. Druin, M.L. Guha, G. Chipman, S. Simms, W. Churaman, *Child's play: a comparison of desktop and physical interactive environments*, [w:] *Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children (ODC '05)*, Association for Computing Machinery, New York 2005, s. 48–55; S.L. Chu, G. Angello, M. Saenz, F. Quek, *op. cit.*



- the 2005 conference on Interaction design and children (ODC '05)*, Association for Computing Machinery, New York 2005, s. 48–55.
- Gruba E., *Rozwiązywanie zadań wspomaganych programem dydaktycznym „Edu-Matrix” w edukacji wczesnoszkolnej*, [praca magisterska], promotor: W. Walat, Uniwersytet Rzeszowski 2018 (materiały niepublikowane).
- Kopczyński T., *Myślenie komputacyjne jako imperatyw XXI wieku w kontekście nadmiaru łatwej do pozyskania informacji*, [w:] *System komplementarnego nauczania algorytmiki w aspekcie myślenia komputacyjnego*, red. A.W. Mitas, Galeria „Na Gojach” A. B. K. Heczko, Goleśzów–Ustroń 2016, s. 9–14.
- Kuźmińska-Sołśnia B., Ziębakowska-Cecot K., *Przygotowanie przyszłych nauczycieli do wdrażania nauki programowania w edukacji elementarnej*, „Edukacja – Technika – Informatyka” 2017, nr 3, s. 145–150, <https://doi.org/10.15584/eti.2017.3.20>.
- Lib W., *Communication skills of primary school pupils in the scope of general technical and information technology concepts*, „Media, Culture and Public Relations” 2015, vol. 6, no. 1, s. 32–35.
- Musioł M., *Nauka programowania dla uczniów klas 1–3 – możliwości i ograniczenia*, „Dydaktyka Informatyki” 2022, t. 17, s. 69–78, <https://doi.org/10.15584/di.2022.17.7>.
- Papert S., *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, Basic Books, New York 1980.
- Pytlak M., *Students’ creative thinking during solving algebraic tasks*, [w:] *Critical Thinking in mathematics: Perspectives and challenges*, eds. B. Maj-Tatsis, K. Tatsis, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2021, s. 192–203.
- Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 14 lutego 2017 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz podstawy programowej kształcenia ogólnego dla szkoły podstawowej, w tym dla uczniów z niepełnosprawnością intelektualną w stopniu umiarkowanym lub znacznym, kształcenia ogólnego dla branżowej szkoły I stopnia, kształcenia ogólnego dla szkoły specjalnej przysposabiającej do pracy oraz kształcenia ogólnego dla szkoły policealnej (Dz.U. z 2017 r., poz. 356 ze zm.), załącznik nr 2.
- Schaffer H.R., *Psychologia dziecka*, tłum. A. Wojciechowski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
- Skibińska M., Zacniewska J., *Rozwijanie myślenia komputacyjnego u dzieci wczesnej edukacji*, „Acta Universitatis Nicolai Copernici Pedagogika” 2021, t. 41, nr 1, s. 39–61, [https://doi.org/10.12775/AUNC\\_PED.2021.003](https://doi.org/10.12775/AUNC_PED.2021.003).
- STREAM Edukacja, *Cechy myślenia komputacyjnego*, <https://streamedukacja.pl/2015/02/22/cechy-myslenia-komputacyjnego> [dostęp: 21.12.2023].
- Święc A., *Kodowanie na dywanie. Obrazki w rymowankach ukryte*, Fundacja Rozwoju Edukacji Cyfrowej, Gdańsk 2021.
- Święc A., *Kodowanie nie tylko na dywanie. Od aktywności na macie do Scratcha Juniora*, Wydawca Edu-Sense, Gdańsk 2019.
- Walat W., *Homo interneticus – problemy edukacji w czasach analfabetyzmu funkcjonalnego*, [w:] *Otwarte zasoby edukacyjne w perspektywie pedagogicznej*, red. M. Tanaś, S. Galanciak, Impuls, Kraków 2020, s. 181–194.
- Warchoń T., *Wybrane rodzaje aktywności uczniów szkoły podstawowej w edukacji pozaformalnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2021.