

Przesłano do redakcji:
04.12.2024
Zaakceptowano po recenzji:
27.05.2025
Opublikowano:
11.08.2025

Ocena umiejętności poznawczych i językowych w szkołach podstawowych w kontekście wczesnej identyfikacji uczniów z ryzykiem dysleksji: nowoczesne podejście diagnostyczne – badanie pilotażowe

Assessment of cognitive and language skills in primary schools in the context of early identification of students at risk of dyslexia: a modern diagnostic approach – a pilot study

Wkład autorów:
A Projekt badania
B Gromadzenie danych
C Analiza danych
D Interpretacja danych
E Przygotowanie pracy
F Przegląd literatury
G Gromadzenie funduszy

Joanna Beck^{A-G} , Martyna Bryłka^{A-F} 

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Naukowe Centrum Obrazowania Biomedycznego, Warszawa/Kajetany

Streszczenie

Wprowadzenie: Nauka czytania opiera się na odwzorowywaniu liter na dźwięki. Wymaga integracji umiejętności poznawczych i językowych. Podstawową rolę odgrywa świadomość fonemowa oraz zdolności fonologiczne. Dysleksja, dotykająca 5–17% populacji, znacząco utrudnia automatyzację tego procesu. W Polsce diagnoza dysleksji możliwa jest dopiero po 10. roku życia, co opóźnia interwencję. Celem niniejszego badania pilotażowego było opracowanie komputerowego zestawu zadań przesiewowych do oceny poziomu najważniejszych umiejętności poznawczych i językowych u dzieci ze szkół podstawowych oraz ocena możliwości jego zastosowania i potencjalnych korzyści w kontekście identyfikowania dzieci z ryzykiem dysleksji na wczesnym etapie nauczania.

Materiał i metody: Badanie objęło 413 dzieci z klas 1–8 szkół podstawowych. Kryteriami włączenia była znajomość języka polskiego oraz brak wcześniejszych diagnoz specyficznych zaburzeń rozwoju. Zastosowano komputerowe zadania przesiewowe opracowane w PsychoPy na podstawie szerokiego przeglądu literatury dotyczącej wczesnych predyktorów dysleksji. Badanie obejmowało siedem zadań oceniających różne aspekty poznawcze i językowe, takie jak: uwaga słuchowa, integracja liter i głosek, czytanie zdań, świadomość fonologiczna oraz wrażliwość ortograficzna. Analizy statystyczne przeprowadzono za pomocą testów Kruskala–Wallisa oraz korelacji Spearmana.

Wyniki: Zadania skutecznie różnicowały poziom umiejętności między dziećmi z różnych klas. Najwięcej różnic zaobserwowano u dzieci z młodszych klas (1–3), szczególnie w zadaniach oceniających integrację głosek i liter oraz czytanie zdań. Wskazuje to na intensywny rozwój tych zdolności na wczesnym etapie edukacji. U dzieci ze starszych klas (4–8) wyniki były bardziej jednorodne, co może sugerować stabilizację umiejętności językowych i poznawczych na późniejszym etapie nauki. Korelacje między zadaniami wskazywały na ich wzajemną odrębność i podkreśliły komplementarność zastosowanych zadań prediagnostycznych.

Wnioski: Uzyskane w badaniu wyniki potwierdzają możliwość zastosowania komputerowych zadań przesiewowych do identyfikacji różnic w poziomie umiejętności między grupami wiekowymi oraz ich wartość w diagnostyce wczesnych trudności w czytaniu. Nowoczesne zadania komputerowe mogą umożliwić szybką i obiektywną prediagnozę trudności w czytaniu, szczególnie u dzieci z młodszych klas. Wczesna interwencja oparta na wynikach tych zadań może znacząco poprawić wsparcie edukacyjne dzieci z ryzykiem dysleksji. Wyniki naszego badania pilotażowego wskazują na potencjał dalszego doskonalenia zadań oraz potrzebę jego integracji z systemem edukacji w Polsce, co mogłoby przyczynić się do skuteczniejszego wykrywania i wspierania dzieci z trudnościami w nauce czytania na początkowych etapach nauki.

Słowa kluczowe: testy przesiewowe • świadomość fonologiczna • integracja głosek i litery • świadomość fonemowa • nauka czytania • diagnoza edukacyjna

Autor korespondencyjny: Joanna Beck, Naukowe Centrum Obrazowania Biomedycznego, Światowe Centrum Słuchu, Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, ul. Mochnackiego 10, 02-042 Warszawa; email: joannaludwikabeck@gmail.com

Abstract

Introduction: Learning to read is based on mapping letters to sounds, requiring the integration of cognitive and phonological skills. Dyslexia, affecting 5–17% of the population, significantly hinders the automatization of this process. In Poland, diagnosis is only possible after the age of 10, which delays intervention. The aim of this pilot study was to develop and assess the potential application of a computerized screening test to identify key cognitive and language skills in primary school children.

Material and methods: The study included 413 children from grades 1–8 in primary schools. Inclusion criteria were knowledge of the Polish language and the absence of prior diagnoses of specific developmental disorders. Computerized screening tasks were used, based on an extensive review of the literature on early predictors of dyslexia. The assessment consisted of seven tasks evaluating various cognitive and language aspects, such as auditory attention, letter-sound integration, sentence reading, phonological awareness, and orthographic sensitivity. Statistical analyses were conducted using Kruskal–Wallis test and Spearman's rank correlation.

Results: The tasks effectively differentiated skill levels across grades. The greatest differences were observed in younger children (grades 1–3), especially in tasks measuring grapheme–phoneme integration and sentence reading, highlighting the intensive development of these abilities at early educational stages. Among older children (grades 4–8), the results were more homogeneous, suggesting stabilization of language and cognitive skills at later stages of learning. Correlations between tasks indicated their distinctiveness and underscored the complementary nature of the applied prediagnostic tasks.

Conclusions: The results support the applicability of computer-based screening tasks for identifying differences in skill levels between age groups and demonstrate their value in the early diagnosis of reading difficulties. Modern computerized tasks may offer a fast and objective prediagnostic tool for detecting reading difficulties, particularly among younger children. Early intervention based on the outcomes of these tasks could significantly enhance educational support for children at risk of dyslexia. Findings from this pilot study highlight the potential for further development of the tasks and the need for their integration into the Polish educational system, which could contribute to more effective detection and support for children with reading difficulties at the initial stages of learning.

Keywords: screening tests • phonological awareness • grapheme–phoneme integration • phonemic awareness • learning to read • educational diagnosis

Słowniczek terminów

Dźwięk mowy	Każdy dźwięk artykułowany przez człowieka w procesie mówienia. W językoznawstwie może być analizowany na poziomie akustycznym (np. cechy fizyczne dźwięku) lub fonetycznym. Nie każdy dźwięk mowy musi pełnić funkcję językową [1]
Fonem	Najmniejsza jednostka fonologiczna systemu języka, która służy do odróżniania znaczeń wyrazów, np. /t/ i /d/ w parach „kot” – „kod” [1]
Głoska	Konkretna, dźwiękowa realizacja fonemu w mowie (dźwięk mowy), zależna od cech artykulacyjnych. W języku polskim jedna głoska może odpowiadać jednej literze (np. „s” → [s]) lub kilku literom (np. „sz” → [ʂ]) [1]
Grafem	Najmniejsza jednostka pisma reprezentująca fonem w zapisie. Może składać się z jednej litery (np. „s”) lub więcej (np. „rz”) [2]
Litera	Graficzny znak pisma alfabetu. Może odpowiadać jednemu lub kilku fonemom, np. litera „c” w wyrazach „cytryna” i „córka” wymawiana jest różnie [3]
Słuch fonematyczny	Umiejętność percypowania (wyodrębniania i identyfikowania) elementów fonologicznie relewantnych (istotnych), pomijania zaś cech dla procesu porozumiewania się redundantnych (nieistotnych). Słuch fonematyczny umożliwia dziecku rozróżnianie znaczeń na poziomie fonologicznym – co jest kluczowe w nauce czytania i pisania [4]
Świadomość fonemowa	Zdolność do identyfikowania i operowania pojedynczymi fonemami w słowie (np. dzielenie słowa na fonemy, ich zamiana lub usunięcie). Stanowi komponent świadomości fonologicznej [1]
Świadomość fonologiczna	Ogólna umiejętność analizowania i manipulowania strukturą dźwiękową języka. Obejmuje m.in. dzielenie słów na sylaby, rozpoznawanie rymów, segmentację oraz manipulację fonemami [5]

Wykaz skrótów

Skrót	Rozwinięcie skrótu
BATERIA 5/6	<i>Bateria diagnozy rozwoju psychomotorycznego dzieci pięcioletnich i sześciolletnich</i>
BTCZ	<i>Bateria testów czytania</i>
CZ	czytanie zadań
GL	głoska i litera
IBE	Instytut Badań Edukacyjnych

Skrót	Rozwinięcie skrótu
RAN	rapid automatized naming
RzS	rozumienie ze słuchu
SF	słuch fonematyczny
TSN	<i>Test szybkiego nazywania</i>
US	uwaga słuchowa
WO	wrażliwość ortograficzna
WRW	wyszukiwanie i różnicowanie wizualne

Wprowadzenie

Proces nabywania umiejętności czytania i pisania stanowi zasadniczy element edukacji szkolnej i jest przedmiotem licznych badań przedstawionych w literaturze przedmiotu. W zależności od przyjętej perspektywy teoretycznej czytanie może być definiowane jako umiejętność dekodowania symboli graficznych lub jako bardziej złożony proces, obejmujący rozumienie i interpretację tekstu. Brzezińska [6] wskazuje, że czytanie składa się z trzech wzajemnie powiązanych wymiarów: technicznego, semantycznego oraz krytyczno-twórczego. Aspekt techniczny obejmuje kojarzenie znaków graficznych z ich odpowiednikami fonicznymi, co autorka określa mianem techniki czytania, powiązanej z przetwarzaniem fonologicznym, które w świetle współczesnych badań psycholingwistycznych odnosi się do zdolności operowania dźwiękami mowy, takich jak ich różnicowanie, zapamiętywanie i wydobywanie z pamięci, co wspiera naukę czytania [7].

Podstawowym etapem rozwoju czytania jest wcześniejsze różnicowanie znaków graficznych (grafemów, liter) i głosek (dźwięków mowy, fonemów), jak również ich odtwarzanie, co podkreśla istotną rolę pamięci w procesie nauki czytania [6]. Aspekt semantyczny odnosi się do rozumienia treści pisanego przekazu, czyli czytania ze zrozumieniem, które zależy m.in. od zasobu słownictwa [8] oraz funkcjonowania pamięci [9] danej osoby. Aspekt krytyczno-twórczy dotyczy refleksyjnego podejścia do odczytywanych treści i ich interpretacji, czyli tzw. czytania krytyczno-twórczego. Jednym z najczęściej przywoływanych modeli wyjaśniających mechanizmy czytania jest model podwójnej drogi [10], który zakłada, że proces czytania angażuje dwie współdziałające ścieżki – drogę leksykalną (bezpосrednią), która umożliwia szybkie rozpoznawanie znanych słów poprzez dostęp do zapisanych w pamięci długotrwałej reprezentacji ortograficznych, fonologicznych i semantycznych, oraz drogę nieleksykalną (subleksykalną), opartą na regułach konwersji grafem-fonem, pozwalającą na dekodowanie nowych wyrazów i pseudosłów. Obie ścieżki mogą działać równolegle, a ich aktywacja zależy od takich czynników jak częstotliwość występowania słowa, jego regularność ortograficzna oraz indywidualne różnice w doświadczeniu czytelniczym. Współczesne badania podkreślają dynamiczną interakcję między tymi ścieżkami, które mogą wzajemnie się wzmacniać lub hamować w zależności od charakterystyki przetwarzanego bodźca.

Nauka czytania w językach opartych na alfabecie rozpoczyna się od podstawowego etapu, jakim jest zrozumienie zależności między symbolami graficznymi (literami) a dźwiękami mowy. Odwzorowanie liter na dźwięki (ang. *letter-sound mapping*) stanowi fundament dekodowania słów pisanych [11] i rozwija się stopniowo. Dzieci muszą nauczyć się rozpoznawać litery oraz kojarzyć je z odpowiednimi dźwiękami mowy, co osiągają dzięki regularnej ekspozycji na litery oraz systematycznej praktyce. Odwzorowywanie liter na dźwięki jako podstawowa zdolność jest niezbędne do odczytywania prostych słów i stanowi fundament dalszego rozwoju umiejętności czytania.

Nauka czytania to proces znacznie bardziej złożony niż jedynie przyswajanie zdolności odwzorowywania liter na

dźwięki. Wymaga on integracji różnych umiejętności poznawczych i fonologicznych. Najważniejszą rolę w tym procesie odgrywa świadomość fonemowa, czyli umiejętność rozpoznawania, identyfikowania i manipulowania dźwiękami w słowach mówionych. Dzięki niej dziecko uczy się, że słowa składają się z mniejszych jednostek dźwiękowych – fonemów, które mogą być zapisane za pomocą liter. Uzyskanie świadomości fonemowej stanowi zatem istotny etap w procesie nauki czytania. Równocześnie rozwój zdolności fonologicznych, takich jak rymowanie, dzielenie słów czy łączenie sylab, stoi u podstaw rozwoju bardziej zaawansowanych umiejętności językowych, w tym rozumienia złożonych struktur składniowych, poszerzania słownictwa oraz stosowania reguł gramatycznych. Jak wskazują wyniki licznych badań [12–17], umiejętności wskazane powyżej są ściśle powiązane z późniejszymi sukcesami w zakresie czytania i pisania, co sprawia, że kompetencje fonologiczne są istotnym fundamentem rozwoju językowego.

We wczesnych fazach nauki dzieci skupiają się na poznawaniu nazw i dźwięków liter, co stanowi bazę dekodowania prostych słów poprzez łączenie liter w całość. Skuteczna nauka czytania wymaga złożonego zestawu umiejętności: rozpoznawania graficznych znaków (liter), przyporządkowywanie im odpowiadających dźwięków mowy (fonemów), a także łączenie tych dwóch elementów w procesie dekodowania i rozumienia tekstu pisanego. Proces jest skomplikowany, lecz tworzy solidną podstawę płynności czytania, która z kolei wspiera dalszy rozwój umiejętności pisania i biegłość językową. Wczesna edukacja, obejmująca nauczanie liter, rozwijanie umiejętności fonologicznych i szybkie zautomatyzowane nazywanie (ang. *rapid automatized naming*, RAN), odgrywa istotną rolę w rozwoju umiejętności czytania i pisania. Na tym etapie można w dużej mierze przewidzieć przyszłe sukcesy w zakresie umiejętności językowych [17,18]. W nauce czytania kluczowe znaczenie ma nie tylko dekodowanie tekstu, lecz także rozumienie na poziomie wyższym niż zdaniowy – obejmujące spójność tekstu, relacje między zdaniami i globalne znaczenie – co jest szczególnie istotne w klasach 4–8. Rozumienie tekstu obejmuje takie procesy jak integracja informacji, wnioskowanie oraz krytyczna analiza treści, co wymaga rozwiniętych zdolności językowych i poznawczych.

Jednym z najczęstszych zaburzeń, które utrudnia opanowanie podstawowych umiejętności, niezbędnych do płynnego i szybkiego czytania, jest dysleksja rozwojowa. Dotyka ona od 5 do 17% populacji na całym świecie niezależnie od języka [19]. W Międzynarodowej Klasyfikacji Chorób ICD-10 dysleksja klasyfikowana jest jako *F81.0 – Specyficzne zaburzenie czytania w kategorii: Specyficzne zaburzenia rozwoju umiejętności szkolnych*, natomiast w ICD-11 występuje pod kodem *6A03.0 – Zaburzenia rozwojowe w uczeniu się z deficytem umiejętności czytania*, w ramach kategorii: *6A03 – Zaburzenia rozwojowe w uczeniu się*. Dysleksji często towarzyszą problemy językowe i komunikacyjne obejmujące: trudności w przetwarzaniu fonologicznym [20], a także w aspekcie morfosyntaktycznym [21] i semantycznym języka [22]. Dysleksja często współwystępuje z trudnościami z opanowaniem zasad pisowni – dysortografią. Pierwsze symptomy dysleksji mogą być widoczne już we wczesnym rozwoju językowym dziecka. Na późniejszym etapie objawy te

nierzadko prowadzą do problemów emocjonalnych i behawioralnych w okresie szkolnym.

Dysleksja rozwojowa ma charakter polietologiczny, co oznacza, że jej przyczyny są złożone i wynikają z różnych czynników: psychologicznych, genetycznych oraz neurofizjologicznych [23]. Co ważne, trudności pojawiające się podczas czytania, aby mogły być zaklasyfikowane jako dysleksja, nie mogą wynikać z wieku, czy być powiązane z ostrością wzroku, statusem socjoekonomicznym otoczenia dziecka czy procesem nauczania. Tak więc, dysleksja to zaburzenie neurorozwojowe o podłożu językowym, którego głównym mechanizmem jest deficyt fonologiczny wpływający na zdolność przetwarzania i manipulowania dźwiękami mowy [24]. Jest to syndrom zaburzeń wyższych czynności psychicznych, objawiający się specyficznymi trudnościami w nauce czytania i pisania, wynikającymi z parcjalnych zaburzeń rozwoju psychomotorycznego, funkcji poznawczych i ich integracji [25]. W badaniach nad dysleksją wyróżnia się m.in. koncepcję genetyczną, wskazującą na dziedziczność dysleksji, czy lingwistyczną, łączącą trudności z nieoptymalnym przetwarzaniem i wykorzystaniem struktur językowych. Ponadto podkreśla się wpływ czynników hormonalnych, emocjonalnych [26] oraz opóźnionego dojrzewania centralnego układu nerwowego na rozwój trudności w czytaniu [27].

W Polsce opinia dotycząca specyficznych trudności w uczeniu się, w tym dysleksji, wydawana jest po ukończeniu przez dziecko trzeciej klasy szkoły podstawowej. Nie oznacza to jednak, że wcześniej nie można rozpoznać symptomów wskazujących na ryzyko wystąpienia tych trudności. Pierwsze objawy mogą być zauważalne już w przedszkolu lub zerówce. U dzieci z dysleksją często występują deficyty w automatyzacji odzworowania liter na dźwięki. Narzędziem diagnostycznym służącym do oceny tych trudności i mierzącym szybkość nazywania jest *Test szybkiego nazywania* (TSN). TSN pozwala ocenić zdolności dziecka do szybkiego przywoływania nazw obiektów, liter czy cyfr. Wyniki badań wskazują, że deficyty w zadaniach TSN są ściśle związane z trudnościami w czytaniu i stanowią jeden z kluczowych predyktorów ryzyka wystąpienia dysleksji [28,29].

Oprócz wyżej wspomnianych i dobrze udokumentowanych w publikacjach trudności związanych ze świadomością fonologiczną [30–36] oraz szybkością nazywania [30,37–41] w literaturze przedmiotu wskazuje się szereg innych trudności, które zostały wytypowane jako wczesne predyktory dysleksji. Wśród nich wyróżnia się: znajomość nazw liter [40,42–45], zdolności wzrokowo-przestrzenne [34,46–48], uwagę słuchową lub wzrokową [48–50], zasób słownictwa i płynność werbalną [36,42,51], pamięć krótkotrwałą i roboczą [31,37,49], przetwarzanie czasowe [48,52–54], występowanie dysleksji w rodzinie [45,55,56], trudności morfologiczne/ morfosyntaktyczne [41,57–59] oraz umiejętności motoryczne [36,37,50].

W Polsce dostępne są narzędzia diagnostyczne umożliwiające wczesne rozpoznanie ryzyka wystąpienia trudności w czytaniu i pisaniu. Na przestrzeni ostatnich 10 lat w tym obszarze zaszły istotne zmiany. Jak wskazują Domagała i Mirecka [60], w Polsce testy przesiewowe stosowane do oceny umiejętności czytania osób objętych kształceniem

obowiązkowym zostały wzbogacone i odzwierciedlają bardziej kompleksowe podejście, w którym uwzględnia się: ocenę techniki czytania (tempo, poprawność, rozumienie tekstu), pisanie (poprawność pisowni, poziom graficzny pisma, spójność tekstu) oraz dodatkowe aspekty, takie jak analiza funkcji fonologicznych czy wykorzystanie materiałów o różnym stopniu złożoności [60]. Jednak tradycyjny proces diagnozy psychologiczno-pedagogicznej jest długotrwały i obciążający – obejmuje rozmowy z dzieckiem i rodzicami, analizę dokumentacji szkolnej, testy oceniające zdolności intelektualne, badania percepcji wzrokowej, słuchowej, funkcji kinestetycznych oraz analizę umiejętności czytania. Diagnoza wymaga zaangażowania specjalistów i często jest dostępna dopiero w momencie, gdy dziecko już doświadcza trudności edukacyjnych. Stąd bardzo istotną kwestią wydaje się opracowanie szybkiego komputerowego narzędzia przesiewowego, które pozwoliłoby na wczesne wykrycie ryzyka dysleksji, bez konieczności angażowania diagnosty na etapie wstępnych przesiewów. Automatyczna analiza funkcji słuchowo-językowych, wzrokowo-przestrzennych czy uwagowych już na etapie przedszkolnym umożliwiłaby szybsze wdrożenie odpowiednich działań wspierających rozwój dziecka, zanim pojawią się poważniejsze trudności w nauce. Badania pokazują, że trening skojarzeń liter z dźwiękami mowy może znacząco poprawić umiejętności czytania zarówno u dzieci rozwijających się typowo [61], jak i dzieci z dysleksją [62].

Pomimo szerokiego zakresu badań, obejmujących aspekty poznawcze, językowe, neurobiologiczne i edukacyjne, wciąż napotykamy na paradoksy związane z dysleksją, które utrudniają skuteczną identyfikację i wsparcie osób z tym zaburzeniem. Pierwszy paradoks został opisany przez Frith [63], która wskazała na brak jednolitej definicji i niespójności w wyjaśnianiu mechanizmów dysleksji. Według jej koncepcji wielość podejść teoretycznych i różnorodność definiowanych symptomów doprowadziły do sprzeczności w diagnozowaniu i rozumieniu tego zaburzenia. Frith zaproponowała model przyczynowy (ang. *causal modelling framework*), obejmujący trzy poziomy opisu – behawioralny, poznawczy i biologiczny – którego celem było uporządkowanie wiedzy na temat dysleksji. Chociaż model ten uporządkował wiele wcześniejszych niejasności, nie wyeliminował całkowicie trudności związanych z jednoznacznością identyfikacją i klasyfikacją dysleksji.

Drugi paradoks dotyczy opóźnionej diagnozy dysleksji. W wielu krajach, w tym w Polsce, diagnoza dysleksji jest często stawiana dopiero po upływie okresu najbardziej efektywnego dla interwencji terapeutycznych, co ogranicza możliwość skutecznej pomocy dzieciom z trudnościami w czytaniu. Mimo że istnieją dobrze udokumentowane wczesne predyktory ryzyka dysleksji, przesiewowe diagnozowanie trudności w czytaniu na wczesnym etapie edukacji nadal nie jest standardem. To zjawisko bywa określane w literaturze międzynarodowej jako paradoks dysleksji [35], przy czym podkreśla się, że wciąż nie wykorzystujemy w pełni dostępnej wiedzy celem wczesnej identyfikacji i wsparcia dzieci zagrożonych trudnościami w czytaniu. Nowoczesne podejścia do diagnozy trudności w czytaniu i pisaniu coraz częściej opierają się na zastosowaniu zautomatyzowanych, zintegrowanych narzędzi diagnostycznych. Takie rozwiązania umożliwiają ocenę szerokiego spektrum

zdolności językowych i poznawczych w sposób obiektywny i efektywny czasowo. Badania przesiewowe, oparte na krótkich zadaniach diagnostycznych, są nieocenione w identyfikacji dzieci zagrożonych trudnościami edukacyjnymi, w tym dysleksją. Takie narzędzia umożliwiają wcześniejsze wdrażanie interwencji wspierających, dzięki czemu zwiększają szanse na sukces edukacyjny. Obecnie w krajach wysoko rozwiniętych są powszechnie stosowane takie badania przesiewowe, dzięki którym możliwe jest szybkie zidentyfikowanie dzieci zagrożonych trudnościami. W badaniach tych, aby określić poziom ryzyka dysleksji, wykorzystywane są różnorodne narzędzia, takie jak testy komputerowe, oceny nauczycieli czy kwestionariusze obserwacyjne [48,64].

W Polsce dostępne są różne standaryzowane narzędzia do oceny ryzyka dysleksji, takie jak: *Bateria diagnozy rozwoju psychomotorycznego dzieci pięcio- i sześciolletnich* (BATERIA 5/6) [65], *Bateria metod diagnozy przyczyn niepowodzeń szkolnych u dzieci ośmioletnich* [66], czy *Bateria testów czytania* (BTCZ) [67] opracowana przez Instytut Badań Edukacyjnych (IBE). Niemniej wiele z tych narzędzi wymaga znacznego nakładu czasu, co utrudnia ich zastosowanie w masowych badaniach przesiewowych.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie wyników pilotażowego badania przesiewowego, którego głównym założeniem było, po pierwsze, sprawdzenie możliwości zastosowania komputerowych zadań do oceny umiejętności poznawczych i fonologicznych powiązanych z nauką czytania u dzieci w wieku szkolnym, a po drugie, zweryfikowanie, czy zadania te pozwalają uchwycić przewidywalne prawidłowości rozwojowe dla mierzonych zdolności. Uzyskanie takich danych stanowi pierwszy krok w kierunku stworzenia wiarygodnego narzędzia do wczesnej identyfikacji dzieci z ryzykiem trudności w czytaniu, co w przyszłości zapewniłoby skuteczne działania diagnostyczne i interwencyjne. Należy zaznaczyć, że celem niniejszej pracy nie była ocena trafności testu w rozpoznawaniu konkretnych zaburzeń, lecz określenie jego przydatności w kontekście profilaktyki i monitorowania rozwoju umiejętności związanych z czytaniem.

Material i metoda

Grupa badana

Badanie zostało przeprowadzone w marcu 2024 roku i objęło 504 dzieci uczęszczających do klas 1–8 w podwarszawskich szkołach podstawowych. Do ostatecznej analizy włączono 413 dzieci. Z analizy wykluczono: uczestników, których kwestionariusze były niekompletne (tj. brakowało odpowiedzi na pytania w częściach wypełnianych przez rodziców), dzieci z orzeczeniami innymi niż dysleksja, a także dzieci nie posługujące się językiem polskim na co dzień lub wychowujące się w środowisku dwujęzycznym. Wszystkie dzieci, zarówno te z diagnozą dysleksji, jak i te bez trudności w czytaniu, zostały zaproszone do udziału w badaniu w celu weryfikacji zadań przesiewowych. Dzięki temu możliwe było przeanalizowanie potencjalnej użyteczności zadań w różnych grupach wiekowych uczniów (tabela 1).

Tabela 1. Liczebności dzieci włączonych do analiz w podziale na klasy

Table 1. Distribution of children included in the analyses by school grade

Klasa	Liczebność	[%]
1	76	18,4
2	62	15,0
3	74	17,9
4	59	14,3
5	49	11,9
6	36	8,7
7	37	9,0
8	20	4,8

Przebieg badania

Zadania przesiewowe realizowane były w formie komputerowej typu *proof-of-concept* (czyli wstępnej, testowej wersji narzędzia), które opracowano i wdrożono za pomocą oprogramowania PsychoPy w wersji 2023.2. Przygotowano salę do badań z 10 stanowiskami komputerowymi. Dzieci, wyposażone w słuchawki wyciszające Sennheiser (dostosowane do przesiewowych badań słuchu), samodzielnie rozwiązywały na komputerach zadania w postaci animacji audiowizualnych zawierających instrukcje dostosowane do wieku dziecka. Cały proces przesiewowy obejmował wykonanie siedmiu zadań zaprojektowanych w celu oceny różnych umiejętności poznawczych i językowych, zintegrowanych w jedną spójną procedurę badawczą (rycina 1). Badanie przesiewowe było kontrolowane przez dwoje wykwalifikowanych badaczy, którzy w razie potrzeby na etapie instrukcji lub treningu wyjaśniali wymagania związane z zadaniami.

Zadania, które zostały włączone do badania, wybrano, opierając się na przeglądzie literatury dotyczącej wczesnych predyktorów dysleksji – uwzględniono najważniejsze obszary poznawcze i językowe związane z ryzykiem trudności w czytaniu. W celu oceny świadomości fonologicznej oraz przetwarzania liter i dźwięków zastosowano zadania z zakresu integracji głoski i litery (GL) oraz słuchu fonematycznego (SF), które pozwalały na sprawdzenie umiejętności rozróżniania fonemów i ich powiązań z literami. Zadanie SF oceniało zdolność różnicowania minimalnych par fonologicznych, co umożliwiła identyfikację deficytów percepcji fonemów, które to deficyty stanowią istotny predyktor trudności w nauce czytania i pisania. Choć świadomość fonologiczna obejmuje szeroki zakres umiejętności metajęzykowych, percepcja fonemów stanowi jej podstawowy element i jest bazą do precyzyjnego odwzorowania fonologicznej struktury języka w procesie czytania i pisania. Umiejętność identyfikowania i różnicowania bodźców wizualnych oraz koncentracji uwagi wzrokowej oceniano za pomocą zadania sprawdzającego umiejętność wyszukiwania i różnicowania wizualnego (WRW), która jest istotnym wskaźnikiem zdolności percepcyjnych. Natomiast zadania z obszaru uwagi słuchowej (US) pozwalały na analizę przetwarzania czasowego oraz



Rycina 1. Ekrany z procedury badawczej. Obrazki przedstawiają różne elementy procedury. A – zadanie WRW; B – ekran zadania GL; C – ekran zadania WO; D – ekran zadania CZ; E – ekran zadania SF; F – mapa postępów dziecka

Figure 1. Screens from the experimental procedure. The images illustrate different components of the procedure. A – WRW task; B – GL task screen; C – WO task screen; D – CZ task screen; E – SF task screen; F – child's progress map

zdolności selektywnego reagowania na dźwięk targetowy (głoska /r/ dla starszych dzieci, słowo „nie” dla klasy 1–2) wśród innych dystraktorów słuchowych.

Rozumienie ze słuchu (RzS) odgrywa zasadniczą rolę w ocenie pamięci roboczej, ale także zdolności do rozumienia języka i wyciągania wniosków z usłyszanych treści, co jest istotne dla globalnego przetwarzania językowego. Wrażliwość ortograficzna (WO) uwzględniała nie tylko zdolność do identyfikowania poprawnych struktur językowych, ale także intuicje gramatyczne, pozwalające na ocenę poprawności zapisanych form wyrazów. Z kolei czytanie zdań (CZ) odzwierciedla tempo przetwarzania językowego oraz automatyzację procesu czytania, co w literaturze jest powiązane z szybkim zautomatyzowanym nazywaniem (RAN) [29,30]. Warto podkreślić, że *Test szybkiego nazywania* (TSN) w oryginalnym paradygmacie byłby trudny do zaimplementowania w prostym komputerowym przesiewie, ponieważ wymagałoby to zastosowania mikrofonu oraz automatycznego rejestrowania i analizy danych głosowych dziecka, co w warunkach standardowego badania przesiewowego stanowiłoby istotne wyzwanie

technologiczne. W związku z powyższym, opierając się na wynikach badań, zdecydowano się na wykorzystanie alternatywnych zadań oceniających tempo przetwarzania językowego oraz zdolność szybkiego dostępu do reprezentacji fonologicznych. Taki dobór zadań pozwala na kompleksową i efektywną ocenę ryzyka dysleksji w sposób dostosowany do warunków badania przesiewowego. Poniżej znajduje się szczegółowy opis każdego zadania.

Wyszukiwanie i różnicowanie wizualne (WRW)

Zadanie to miało na celu ocenę zdolności wzrokowej analizy bodźców niejęzykowych oraz selektywnej uwagi wzrokowej. Dzieci analizowały 10 poziomych linii, z których każda zawierała kilka wizerunków kaczek – jedną wzorcową oraz kilka różniących się od niej w subtelny sposób, m.in. kolorem dzioba, ułożeniem skrzydeł, liczbą nóżek czy wzorem na piórach. Uczestnicy musieli uważnie przyglądać się każdej linii i jak najszybciej zidentyfikować odróżniające się od wzoru kaczki, zaznaczając je kolejno od lewej do prawej. Oceniano zarówno poprawność, jak i czas reakcji. Zadanie zostało poprzedzone dwuetapowym

treningiem, w którym stopniowo zwiększano poziom trudności – początkowo różnice między kaczkami były wyraźne, natomiast w drugim etapie stawały się coraz bardziej subtelne. Maksymalny czas wykonania zadania właściwego wynosił 30 s, z 15-sekundowym limitem na każdy poziom.

Uwaga słuchowa (US)

Zadanie miało na celu ocenę zdolności przetwarzania słuchowego, selektywnej uwagi oraz szybkości reakcji na dźwięki targetowe. Uczestnicy słuchali serii 18 słów, które odtwarzano w losowej kolejności. W zależności od grupy wiekowej zadanie miało dwa warianty:

- dzieci z klas 1–2 miały zareagować na słowo „nie” nacisnięciem spacji;
- starsze dzieci (klasa 3 i wyżej) miały zareagować na każde słowo kończące się na głoskę [r] (np. traktor, upiór).

Cała lista zawierała 100 słów, w tym 20 powtórzeń słowa docelowego rozmieszczonych losowo. Zadanie oceniano zarówno poprawność identyfikacji słowa targetowego, jak i szybkość reakcji. Uczestnicy musieli skupić się na bodźcach dźwiękowych i ignorować słowa dystraktory, co pozwalało na ocenę przetwarzania czasowego i selektywnej reakcji na istotne elementy dźwiękowe. Maksymalny czas trwania zadania wynosił 2 minuty. Zadanie zostało opracowane na podstawie badania dzieci portugalskojęzycznych [68].

Integracja głoski i litery (GL)

Celem zadania była ocena zdolności fonologicznych i umiejętności integracji symboli wizualnych (liter) z odpowiadającymi im dźwiękami. Na ekranie komputera wyświetlano pojedynczą literę, a w tym samym czasie w słuchawkach odtwarzano nagranie z głoską. Zadaniem uczestników było stwierdzenie, czy prezentowany dźwięk jest realizacją prezentowanej litery. Jeśli tak, należało nacisnąć zielony przycisk, jeśli nie – czerwony. W zadaniu zaprezentowano zarówno poprawne (spójne), jak i niepoprawne (niespójne) pary liter i głosek. Połowa prób była spójna, a druga połowa zawierała niezgodności, np. prezentowana była litera „K”, ale dźwięk odpowiadał głosce [t]. W celu zapewnienia równych warunków testowania każda sesja obejmowała trzy próbne pary (dwie spójne i jedną niespójną), a następnie 50 właściwych prób. Całe zadanie trwało 2 minuty. Mierzono zarówno liczbę poprawnie udzielonych odpowiedzi, jak i czas reakcji, co pozwoliło na analizę efektywności przetwarzania fonologicznego.

Rozumienie ze słuchu (RzS)

Zadanie mierzyło zdolność do przetwarzania i interpretowania informacji językowej, a także oceniano pamięć słuchową i umiejętność wyciągania wniosków z usłyszanych treści. Uczestnicy słuchali trzech krótkich opowiadań dostosowanych do wieku pod względem trudności i długości. W przypadku młodszych dzieci były to opowieści o codziennych sytuacjach, natomiast dla starszych uczestników przygotowano narracje bardziej złożone. Po każdym opowiadaniu uczestnicy musieli odpowiedzieć na trzy pytania sprawdzające zrozumienie i umiejętność wyciągania logicznych wniosków. Pytania miały formę zamkniętą

– uczestnicy udzielali odpowiedzi, wybierając jedną z dwóch opcji: „tak” lub „nie”. Zadanie trwało 3 minuty i pozwalało na ocenę zdolności przetrzymywania informacji w pamięci słuchowej oraz dedukcji na podstawie usłyszanych informacji. Mierzono zarówno poprawność (procentowo), jak i czas reakcji.

Wrażliwość ortograficzna (WO)

Zadanie miało na celu ocenę znajomości regularności ortograficznych oraz zdolności do oceny poprawności zapisu form językowych na podstawie wzorców charakterystycznych dla języka polskiego. Na ekranie prezentowano pary pseudowyrazów (nieistniejących słów), utworzonych sztucznie, ale zgodnie z zasadami fonotaktyki języka, tzn. ich struktura dźwiękowa i graficzna odpowiadała typowym kombinacjom głosek i liter występujących w polskich słowach. W każdej parze jeden z pseudowyrazów był bardziej zgodny z typowymi regułami ortograficznymi (np. „kówka”) niż drugi, który zawierał formę mniej typową lub niezgodną z tymi zasadami (np. „kółka”). Uczestnicy mieli wskazać, który z pseudowyrazów wygląda na poprawnie zapisany. Zadanie nie polegało więc na wykrywaniu błędów ortograficznych (ponieważ pseudowyrazy nie występują w słowniku), lecz na intuicyjnej ocenie poprawności zapisu na podstawie znanych schematów pisowni – bazującej na kompetencji ortograficznej oraz znajomości dystrybucji wzorców ortograficznych w języku. Czas trwania zadania wynosił 30 sekund. Mierzono zarówno poprawność odpowiedzi, jak i czas reakcji.

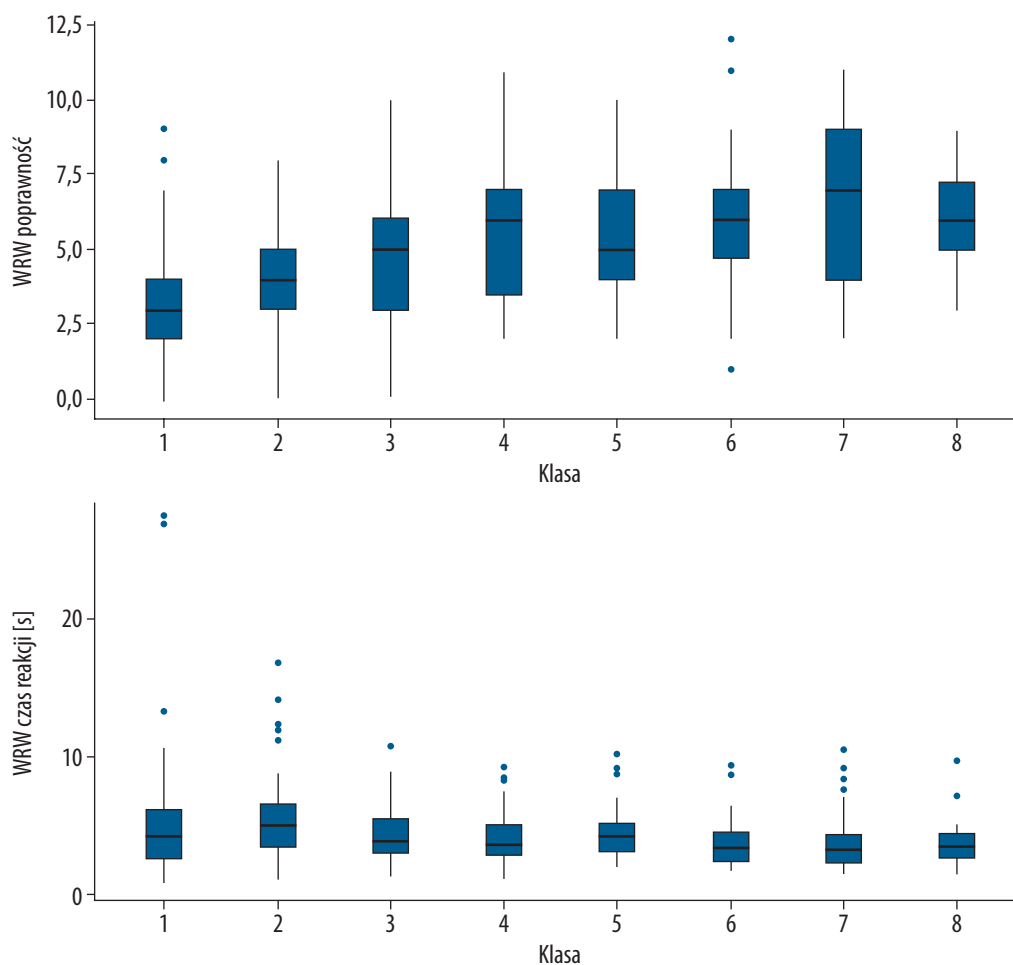
Czytanie zdań (CZ)

Zadanie to badało tempo i poprawność przetwarzania tekstu pisanego. Polegało na prezentowaniu na ekranie krótkich zdań, składających się z trzech do pięciu słów. Uczestnicy, po cichym przeczytaniu zdania, mieli nacisnąć zielony przycisk, jeśli było ono prawdziwe, lub czerwony, jeśli było fałszywe. Zadanie trwało 60 sekund, a dzieci miały za zadanie przeczytać jak najwięcej zdań w zadanym czasie. Oceniano zarówno poprawność, jak i szybkość reakcji, co pozwoliło na analizę płynności czytania i efektywności przetwarzania językowego.

Słuch fonematyczny (SF)

Zadanie oceniano zdolność do rozróżniania minimalnych par fonologicznych, czyli par wyrazów różniących się tylko jedną cechą fonologiczną. Uczestnicy słyszeli słowo i musieli wybrać spośród dwóch obrazków ten, który najlepiej pasował do usłyszanej formy. Przykłady par minimalnych użytych w zadaniu: „płacz” – „płać”, „leki” – „lekki”, „kos” – „koc”. Oceniano poprawność odpowiedzi oraz czas reakcji. Zadanie pozwalało na identyfikację potencjalnych trudności fonologicznych, które są istotnym predyktorem dysleksji.

Wszystkie zadania zostały zoptymalizowane pod kątem różnic rozwojowych między młodszymi i starszymi uczestnikami, a dane zbierano w sposób ujednolicony dla całej grupy. Dzięki temu możliwa była kompleksowa analiza zdolności poznawczych i językowych istotnych w rozwoju umiejętności czytania.



Rycina 2. Mediany poziomu poprawności (panel górny) i czasu reakcji (panel dolny) w zadaniu WRW w podziale na klasy. Wąsy dolne obrazują 25% najniższych wyników, a wąsy górne 25% najwyższych wyników. Kropki oznaczają wartości odstające

Figure 2. Medians of accuracy (top panel) and reaction time (bottom panel) in the WRW task by grade level. The lower whiskers represent the bottom 25% of scores, the upper whiskers represent the top 25%, and the dots indicate outliers

Analiza statystyczna

W celu zweryfikowania, czy zadania dobrze różnicują poziom badanych zdolności, przeprowadzono szereg testów Kruskala–Wallisa z porównaniami post hoc Dunna–Bonferroni. Przyjęto poziom istotności statystycznej $\alpha = 0,05$. Aby sprawdzić, czy zadania faktycznie mierzyły różne specyficzne aspekty językowe, wykonano szereg korelacji Spearmana w celu oceny siły zależności między analizowanymi zmiennymi. W analizach wykorzystano mediany czasu poprawnych odpowiedzi. Średnia mogłaby prowadzić do zniekształcenia wyników, dlatego zdecydowaliśmy się na statystykę bardziej odporną na wartości odstające. Analizy statystyczne zostały przeprowadzone z wykorzystaniem programu JAMOVI (wersja 2.3.28).

Wyniki

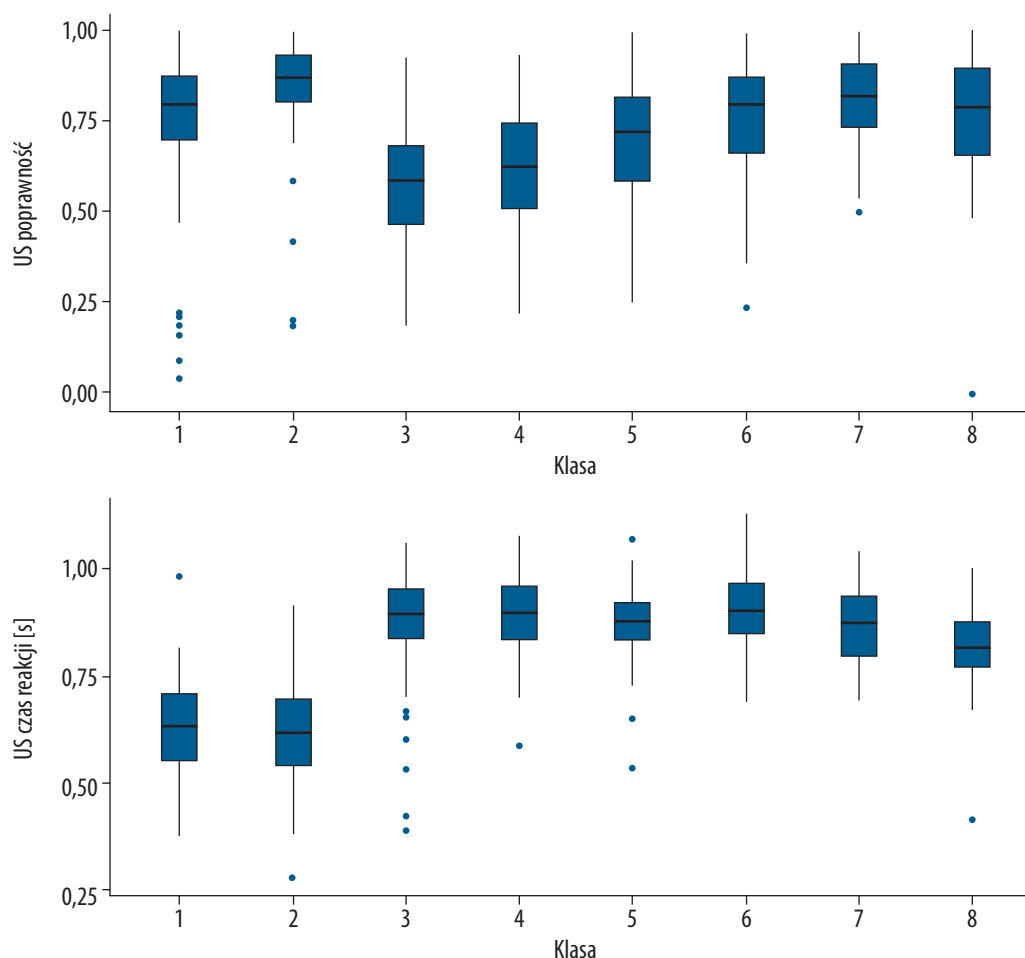
Analiza zadań

Analiza statystyczna różnych zadań poznawczych i językowych realizowanych przez dzieci w klasach 1–8,

przeprowadzona za pomocą testu Kruskala–Wallisa wykazała istotne różnice między dziećmi z różnych klas w większości badanych zmiennych.

Wyszukiwanie i różnicowanie wizualne (WRW)

Najwyższą średnią poprawność, wynoszącą 6,76, osiągnęły dzieci z klasy 7, podczas gdy najniższą – z klasy 1 (3,31). Wyniki w tym zadaniu były bardzo zróżnicowane – od 0 poprawnych odpowiedzi do 12 – najlepszy wynik. Najdłuższy średni czas reakcji [s] odnotowano u dzieci z klasy 2 (5,54 s), a najkrótszy – z klasy 6 (3,85 s). Czasy reakcji miały dużą rozpiętość – najkrótszy wynosił 0,97 s, a najdłuższy 27,51 s. Wyniki dla zadania WRW wskazują na istotne różnice w liczbie poprawnych odpowiedzi ($\chi^2(7) = 58,08$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,23$), co sugeruje, że wynik ten różnicuje poziom wykonania między klasami. Analiza post hoc ujawniła, że dzieci z klasy 1 uzyskały istotnie niższe wyniki w porównaniu z dziećmi z klas 3–8 ($p < 0,001$), co świadczy o znaczącym wzroście umiejętności WRW wraz z wiekiem. Nie zaobserwowano jednak różnicy między wynikami dzieci z klas 1 i 2 ($p = 0,53$), co



Rycina 3. Mediany poziomu poprawności (panel górny) i czasu reakcji (panel dolny) dla zadania US w podziale na klasy. Wąsy dolne obrazują 25% najniższych wyników, a wąsy górne 25% najwyższych wyników. Kropki oznaczają wartości odstające

Figure 3. Medians of accuracy (top panel) and reaction time (bottom panel) in the US task by grade level. The lower whiskers represent the lowest 25% of scores, the upper whiskers represent the highest 25%, and the dots indicate outliers

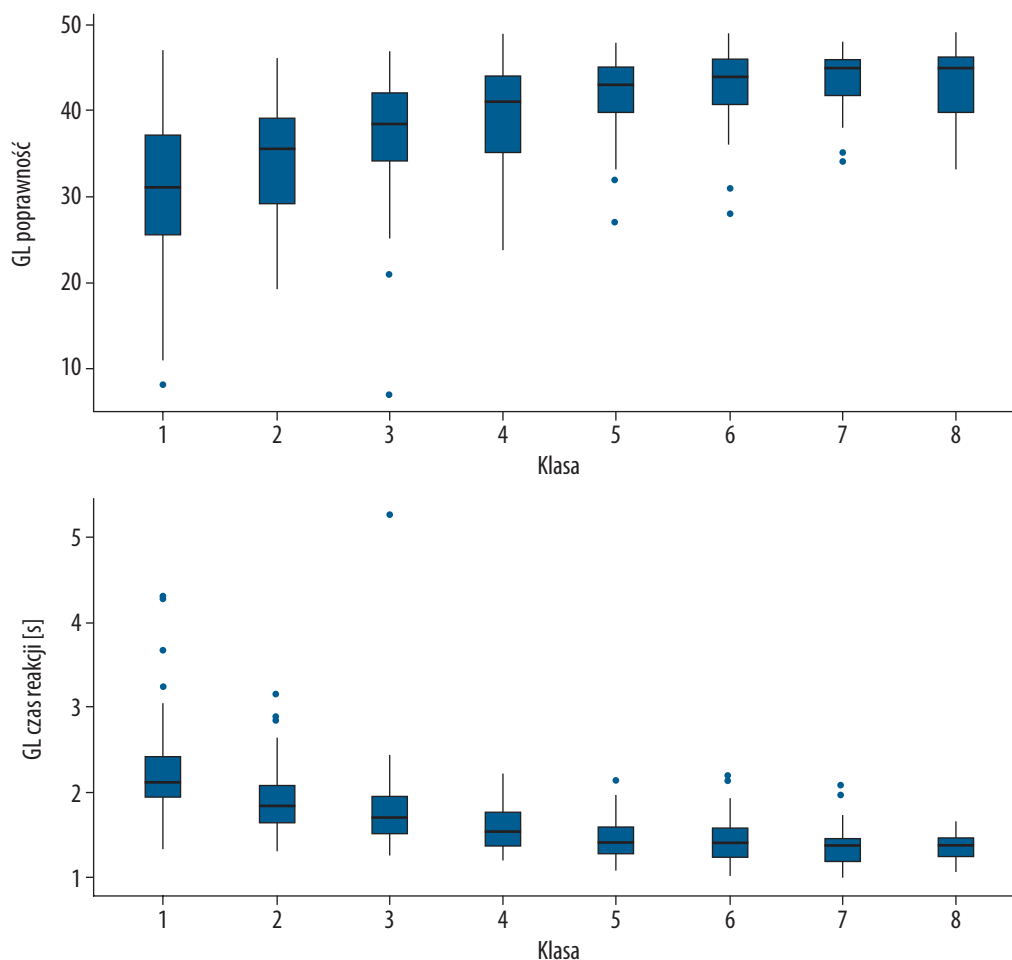
sugeruje, że rozwój tych umiejętności w najmłodszych grupach przebiega na podobnym poziomie. Wyniki dzieci z klasy 2 nadal różniły się istotnie od wyników dzieci z klas 4–8 ($p < 0,001$), co potwierdza dalszy rozwój zdolności w starszych grupach wiekowych. Wyniki dzieci z klasy 3 wykazały istotną różnicę jedynie w porównaniu z dziećmi z klasy 7 ($p = 0,003$). Różnice pomiędzy starszymi dziećmi (z klas 4–8) nie były istotne statystycznie. Czas reakcji w zadaniu WRW ($\chi^2(7) = 9,32$; $p = 0,230$; $\eta^2 = 0,04$) nie różnił się istotnie między klasami, co wskazuje na względnie jednorodny poziom. Wyniki zadania WRW służącemu ocenie poprawności oraz czasu reakcji przedstawiono na rycinie 2.

Uwaga słuchowa (US)

Najwyższa średnia poprawność została osiągnięta przez dzieci z klasy 2 (0,84), natomiast najniższa – z klasy 3 (0,56). Zakres wyników był szeroki – najmniejsza wartość wynosiła 0,04, a maksymalna 1,00, co oznacza pełną poprawność. Średni czas reakcji [s] był najdłuższy w klasie 6 (0,91 s), a najkrótszy w klasie 2 (0,62 s). Czasy reakcji

wahały się od 0,29 s do 1,13 s. Zadanie dla klas 1–2 oraz dla klas starszych różniły się poziomem trudności. W związku z powyższym różnice należy interpretować tylko pomiędzy dziećmi z klas 1 i 2 oraz między dziećmi z klas 3 i 8. W przypadku młodszych dzieci (klasy 1 i 2) odnotowano istotne różnice w poprawności odpowiedzi ($Z = 1627,00$; $p < 0,001$; $r = 0,40$), dzieci z klasy 2 osiągały wyższą poprawność. Nie wykazano natomiast istotnych różnic dla czasu reakcji ($Z = 2562,00$; $p = 0,362$; $r = 0,09$).

Analiza wyników starszych dzieci (klasy 3–8) wykazała, że zadanie nie różnicuje dzieci pod względem czasu reakcji ($\chi^2(5) = 9,31$; $p = 0,097$; $\eta^2 = 0,03$), natomiast różnicuje wyniki dzieci, jeśli chodzi o poprawność odpowiedzi ($\chi^2(5) = 74,90$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,24$). Analiza post hoc wyników dzieci z klas 3–8 wykazała, że: dzieci z klasy 3 myliły się częściej niż dzieci z klas 5–7 ($p < 0,001$); dzieci z klasy 4 uzyskiwały niższe wyniki poprawności w porównaniu do dzieci z klas: 5 ($p = 0,032$), 6 ($p < 0,001$), 7 ($p < 0,001$) i 8 ($p = 0,006$); także wyniki dzieci z klasy 5 różniły się istotnie od wyników dzieci z klasy 7 ($p = 0,029$). Wyniki dzieci z klas 6–8 były porównywalne, a różnice nie były



Rycina 4. Mediany poziomu poprawności (panel górny) i czasu reakcji (panel dolny) dla zadania dot. integracji głoski i litery w podziale na klasy. Wąsy dolne obrazują 25% najniższych wyników, a wąsy górne 25% najwyższych wyników. Kropki oznaczają wartości odstające.

Figure 4. Medians of accuracy (top panel) and reaction time (bottom panel) in the letter–sound integration task by grade level. The lower whiskers represent the bottom 25% of scores, the upper whiskers represent the top 25%, and the dots indicate outliers

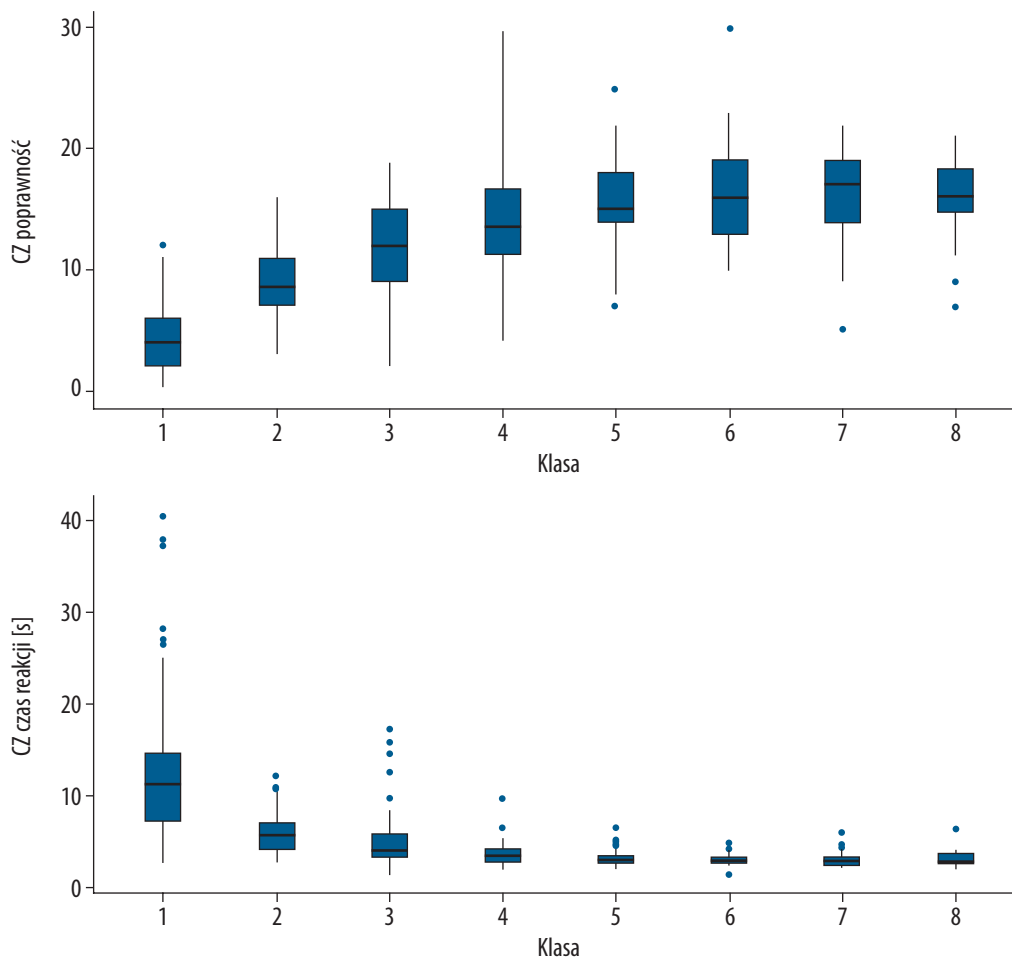
istotne statystycznie ($p > 0,05$). Wyniki zadania US dla poprawności oraz czasu reakcji przedstawiono na **rycynie 3**.

Integracja głoski i litery (GL)

Dzieci z klasy 7 osiągnęły najwyższą średnią poprawność – średnia liczba poprawnie wskazanych par wyniosła 44,06; natomiast najniższa średnia wystąpiła w klasie 1–30,88 poprawnie wskazanych par. Wyniki były bardzo zróżnicowane – wahały się od 7 do 49 poprawnych odpowiedzi. Najdłuższy średni czas reakcji [s] wystąpił u dzieci z klasy 1 (2,23 s), a najkrótszy – z klasy 7 (1,36 s). Czasy reakcji wahały się od 1,02 s do 5,24 s. W zadaniu GL zaobserwowano istotne różnice zarówno w poprawności odpowiedzi ($\chi^2(7) = 90,63$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,35$), jak i w czasie wykonania ($\chi^2(7) = 133,42$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,51$), co wskazuje na wyraźne różnice między grupami wiekowymi. Analiza post hoc pozwoliła na szczegółowe porównania pomiędzy parami grup. W ocenie poprawności odpowiedzi istotne różnice zaobserwowano pomiędzy dziećmi z klasy 1 a wszystkimi pozostałymi dziećmi ($p < 0,001$), co wskazuje na niższe wyniki w tej grupie wiekowej. Dzieci z klasy

2 różniły się istotnie od dzieci z klas 4–8 ($p < 0,001$), ale nie od dzieci z klasy 3 ($p = 0,305$). Wyniki dzieci z klasy 3 różniły się istotnie od wyników dzieci z klas 5–8 ($p < 0,001$), natomiast nie wykazywały istotnych różnic w porównaniu z wynikami dzieci z klasy 4 ($p = 0,158$). W starszych grupach wiekowych (klasy 4–8) różnice w poprawności odpowiedzi były w większości nieistotne, z wyjątkiem wyników dzieci z klasy 4 i 7 ($p = 0,002$).

W przypadku czasu wykonania zadania istotne różnice zaobserwowano pomiędzy dziećmi z klasy 1 a wszystkimi pozostałymi dziećmi ($p < 0,001$), dzieci z klasy 1 potrzebowały znacznie więcej czasu na wykonanie zadania. Wyniki dzieci z klasy 2 różniły się istotnie od wyników dzieci z klas 4–8 ($p < 0,001$), ale nie od dzieci z klasy 3 ($p = 0,139$). Różnice pomiędzy dziećmi w klasach 3 i 4 ($p = 0,008$) oraz 4 i 7 ($p = 0,003$) były istotne, natomiast w starszych grupach wiekowych (dzieci z klas 5–8) nie odnotowano istotnych różnic. Wyniki względem poprawności oraz czasu reakcji w zadaniu GL przedstawiono na **rycynie 4**.



Rycina 5. Mediany poziomu poprawności (panel górny) i czasu reakcji (panel dolny) dla zadania CZ w podziale na klasy. Wąsy dolne obrazują 25% najniższych wyników, a wąsy górne 25% najwyższych wyników. Kropki oznaczają wartości odstające

Figure 5. Medians of accuracy (top panel) and reaction time (bottom panel) in the CZ task by grade level. The lower whiskers represent the bottom 25% of scores, the upper whiskers represent the top 25%, and the dots indicate outliers

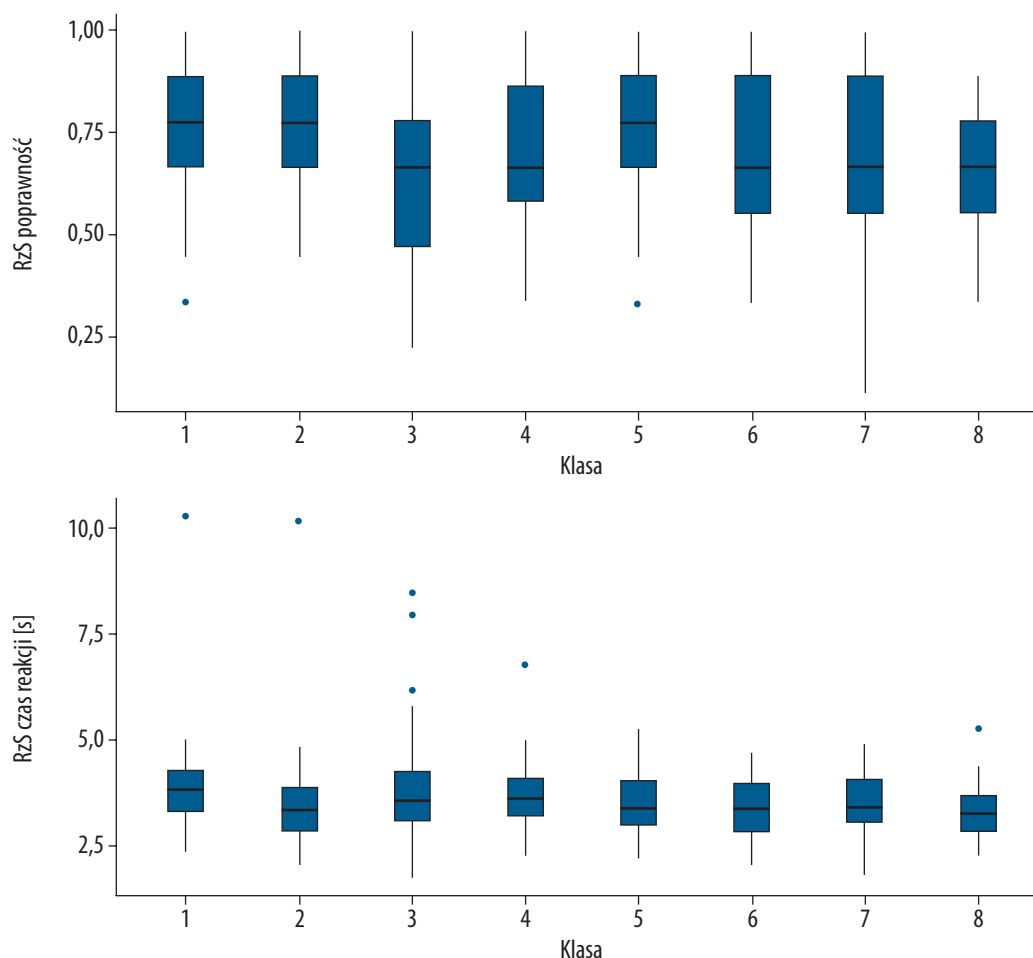
Czytanie zdań (CZ)

Najwyższą średnią poprawność osiągnęły dzieci z klasy 6 (16,47), a najniższą dzieci z klasy 1 (4,39). Wyniki rozciągały się od 0 do 30 poprawnych odpowiedzi. Najdłuższy średni czas reakcji uzyskały dzieci z klasy 1 (13,20 s), a najkrótszy – z klasy 6 (3,01 s). Czasy reakcji mieściły się w przedziale od 1,18 s do 40,59 s. W zadaniu CZ zaobserwowano istotne różnice zarówno w czasie wykonania zadania ($\chi^2(7) = 152,23$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,58$), jak i w poprawności odpowiedzi ($\chi^2(7) = 154,78$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,59$). Analiza post hoc wykazała, że w odniesieniu do czasu wykonania zadania różnice były istotne między dziećmi z klasy 1 a wszystkimi innymi dziećmi ($p < 0,001$), co pokazuje, że dzieci te potrzebowały istotnie więcej czasu na wykonanie zadania. Wyniki dzieci z klasy 2 różniły się istotnie od wyników dzieci z klas 3–8 ($p < 0,001$) z wyjątkiem porównania z dziećmi z klasy 3, gdzie różnica była niższa ($p = 0,017$). Wyniki dzieci z klas starszych (4–8) różniły się w mniejszym stopniu, a różnice istotne statystycznie dotyczyły tylko wybranych grup, takich jak wyniki dzieci z klas 3 i 4 ($p = 0,034$) oraz klas 4 i 7 ($p = 0,029$).

Odnosnie poprawności odpowiedzi istotne różnice odnotowano między wynikami dzieci z klasy 1 a wszystkimi innymi dziećmi ($p < 0,001$), wyniki dzieci z klasy 1 były niższe. Wyniki dzieci z klasy 2 również wykazały istotne różnice w porównaniu z wynikami dzieci z klas 4–8 ($p < 0,001$), ale różnica pomiędzy wynikami dzieci z klas 2 i 3 była mniejsza, choć wciąż istotna ($p = 0,005$). W przypadku dzieci z klas starszych (4–8) różnice były mniej wyraźne, a większość porównań nie była istotna statystycznie, z wyjątkiem porównania wyników dzieci z klasy 4 do dzieci z klasy 7 ($p = 0,031$). Wyniki zadania CZ pod względem poprawności odpowiedzi oraz czasu reakcji przedstawiono na **rycynie 5**.

Rozumienie ze słuchu (RzS)

Najwyższa średnia poprawność została osiągnięta przez dzieci z klasy 2 (0,80), natomiast najniższa – z klasy 3 (0,65). Najniższy wynik oceniający poprawność wyniósł 0,11, a najwyższy – 1,00. Najdłuższy średni czas reakcji [s] odnotowano u dzieci z klasy 1 (3,83 s), a najkrótszy – klasy 8 (3,34 s). Rozpiętość czasu reakcji mieściła się



Rycina 6. Mediany poziomu poprawności (panel górny) i czasu reakcji (panel dolny) dla zadania RzS w podziale na klasy. Wąsy dolne obrazują 25% najniższych wyników, a wąsy górne 25% najwyższych wyników. Kropki oznaczają wartości odstające

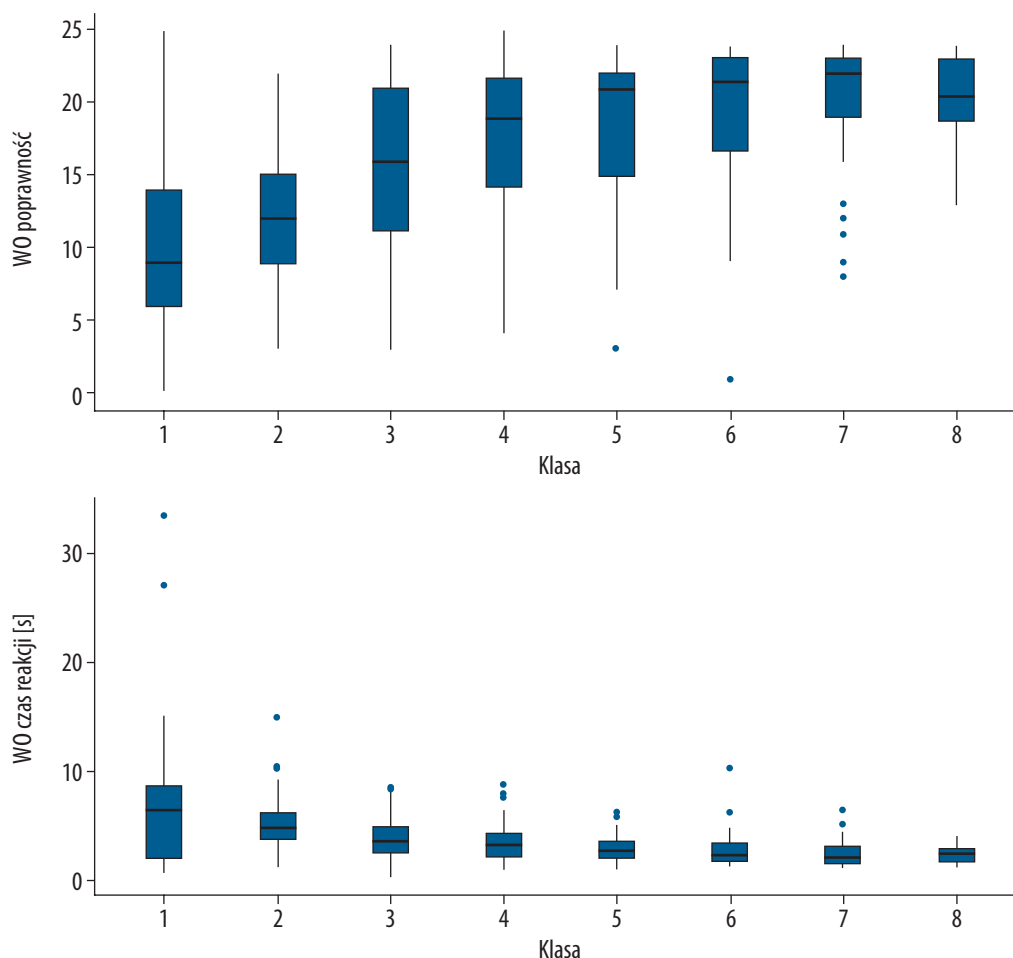
Figure 6. Medians of accuracy (top panel) and reaction time (bottom panel) in the RzS task by grade level. The lower whiskers represent the bottom 25% of scores, the upper whiskers represent the top 25%, and the dots indicate outliers

w przedziale od 1,78 s do 10,29 s. Zadania RzS dla dzieci z klas 1–2 oraz dla klas starszych różniły się poziomem trudności. W związku z powyższym analiza dotyczyła porównania wyników dzieci z klas 1 i 2 oraz od 3 do 8, oddzielnie. Zadanie RzS różnicowało klasy 1 i 2 jedynie pod względem czasu reakcji – dzieci z klasy 2 szybciej odpowiadały na zadane pytania niż dzieci z klasy 1 ($Z = 2070$; $p = 0,002$). Nie odnotowano różnic w ocenie poprawności odpowiedzi. Natomiast w przypadku dzieci z klas 3–8 klasy, zadanie RzS nie różnicowało dzieci ani pod względem poprawności odpowiedzi ($\chi^2(5) = 8,35$; $p = 0,138$; $\eta^2 = 0,03$), ani czasu reakcji ($\chi^2(5) = 6,24$; $p = 0,284$; $\eta^2 = 0,02$). Wyniki zadania RzS pod względem poprawności oraz czasu reakcji przedstawiono na **rycynie 6**.

Wrażliwość ortograficzna (WO)

Najwyższą średnią liczbę poprawnych odpowiedzi (19,97) uzyskały dzieci z klasy 8, a najniższą (9,83) – dzieci z klasy 1. Wyniki były zróżnicowane – od 0 do 25 poprawnych odpowiedzi. Najdłuższy średni czas reakcji odnotowano u dzieci z klasy 1 (6,62 s), a najkrótszy – z klasy 8 (2,50 s).

Czasy reakcji mieściły się w przedziale od 0,40 s do 33,68 s. W zadaniu WO uzyskano istotne różnice w poprawności odpowiedzi ($\chi^2(7) = 102,33$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,39$), co wskazuje na duży wpływ wieku i poziomu edukacji na rozwój tej umiejętności. Analiza post hoc wykazała, że istotne różnice w poprawności odpowiedzi zaobserwowano między wynikami dzieci z klasy 1 a pozostałymi dziećmi ($p < 0,001$); u dzieci z klasy 1 odnotowano istotnie niższe wyniki. Podobne różnice występowały między wynikami dzieci z klasy 2 i klas 4–8 ($p < 0,001$). Wyniki dzieci z klasy 3 różniły się istotnie od wyników dzieci z klas: 5 ($p = 0,028$), 6 ($p = 0,013$) i 7 ($p = 0,002$), ale nie 4 ($p = 0,337$). U dzieci z klas 5–8 różnice były w większości nieistotne ($p > 0,05$), co wskazuje na stabilizację tej umiejętności w wyższych klasach. Nie odnotowano różnic istotnych statystycznie w odniesieniu do czasu wykonania zadania WO w przypadku większości grup, a jedynie dla wyników dzieci z klasy 1 w porównaniu z wynikami dzieci z klas: 3 ($p = 0,044$), 4 ($p = 0,017$) i 5 ($p = 0,003$) – dzieci z klasy 1 potrzebowały więcej czasu na wykonanie zadania. Wyniki analogicznego porównania przeprowadzonego dla dzieci z klas starszych (4–8) były w większości nieistotne



Rycina 7. Mediany poziomu poprawności (panel górny) i czasu reakcji (panel dolny) dla zadania WO w podziale na klasy. Wąsy dolne obrazują 25% najniższych wyników, a wąsy górne 25% najwyższych wyników. Kropki oznaczają wartości odstające

Figure 7. Medians of accuracy (top panel) and reaction time (bottom panel) in the WO task by grade level. The lower whiskers represent the bottom 25% of scores, the upper whiskers represent the top 25%, and the dots indicate outliers

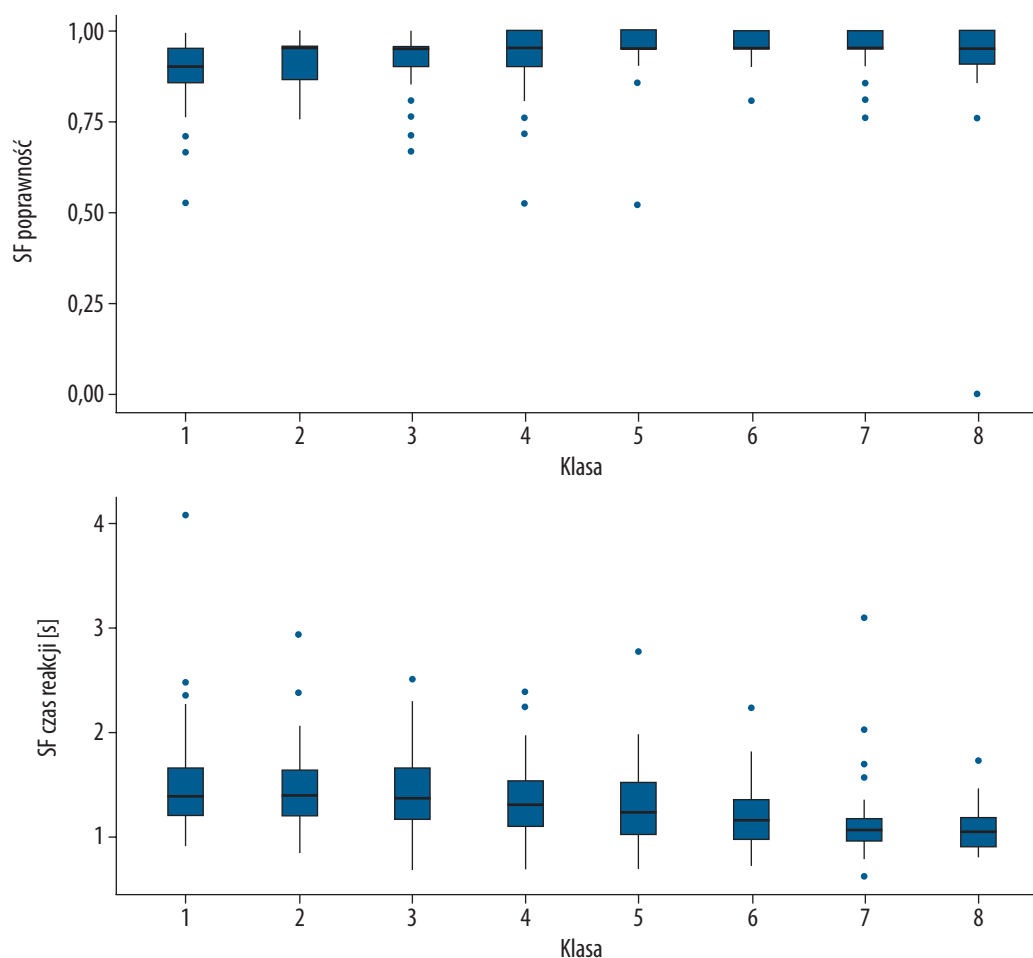
statystycznie. Wyniki zadania WO dla poprawności oraz czasu reakcji przedstawiono na **rycinie 7**.

Słuch fonematyczny (SF)

Najwyższą średnią poprawność uzyskały dzieci z klasy 6 (0,96), a najniższą – z klasy 1 (0,89). Wyniki mieściły się w przedziale od 0,50 do 1,00. Najdłuższy średni czas reakcji [s] odnotowano u dzieci z klasy 1 (1,51 s), a najkrótszy – z klasy 8 (1,09 s). Czasy reakcji wahały się od 0,61 s do 4,08 s. Istotne różnice zaobserwowano w poprawności odpowiedzi ($\chi^2(7) = 37,7$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,15$), szczególnie pomiędzy wynikami dzieci z klasy 1 w porównaniu do wyników dzieci z klas 5, 6 i 7 ($p < 0,001$). Wyniki dzieci z klasy 2 różniły się istotnie od wyników dzieci z klas: 6 ($p = 0,005$) i 7 ($p = 0,028$). Różnice pomiędzy wynikami dzieci z klas 4–8 w większości nie były istotne statystycznie. Natomiast w przypadku czasu wykonania zadania odnotowano istotne różnice, szczególnie między dziećmi z klasy 1 a wynikami dzieci z klas 5–8 ($p < 0,001$), gdzie młodsze dzieci potrzebowały więcej czasu na wykonanie zadania. Podobnie wyniki dzieci z klasy 2 różniły

się istotnie od wyników dzieci z klas 6 ($p = 0,003$) i 7 ($p < 0,001$). Porównania pomiędzy dziećmi z klas 4–8 nie wykazały różnic istotnych statystycznie. Wyniki zadania SF w ocenie poprawności oraz czasu reakcji przedstawiono na **rycinie 8**.

Wyniki analizy statystycznej wykazały, że w przypadku większości zmiennych zaobserwowano istotne różnice między dziećmi, z wyjątkiem czasu wykonania w zadaniu WRW oraz czasu odpowiedzi w zadaniu RzS. Miary efektu, mierzone współczynnikiem η^2 , wykazały najsilniejsze efekty różnicujące klasy w zadaniu CZ, zarówno dla czasu reakcji ($\eta^2 = 0,58$), jak i poprawności realizacji zadania ($\eta^2 = 0,59$), a także w czasie reakcji w zadaniu US ($\eta^2 = 0,57$) oraz w zadaniu GL ($\eta^2 = 0,51$). Analizy post hoc wykazały, że istotne różnice między dziećmi występują do trzeciej klasy szkoły podstawowej (włącznie), podczas gdy w klasach 4–8 zaobserwowano stosunkowo wysoką homogeniczność wyników badanych zmiennych. Statystyki dla wszystkich zadań zostały zebrane w **tabeli 2**.



Rycina 8. Mediany poziomu poprawności (panel górny) i czasu reakcji (panel dolny) dla zadania SF w podziale na klasy. Wąsy dolne obrazują 25% najniższych wyników, a wąsy górne 25% najwyższych wyników. Kropki oznaczają wartości odstające

Figure 8. Medians of accuracy (top panel) and reaction time (bottom panel) in the SF task by grade level. The lower whiskers represent the bottom 25% of scores, the upper whiskers represent the top 25%, and the dots indicate outliers

Korelacje zadań

Analiza korelacji Spearmana wykazała umiarkowane i słabe związki pomiędzy wynikami zadań, co potwierdza, że poszczególne zadania mierzą różne aspekty funkcji poznawczych i językowych. Czas reakcji w zadaniu WRW wykazuje umiarkowaną ujemną korelację z liczbą poprawnych odpowiedzi w tym samym zadaniu ($r_s = -0,49$; $p < 0,001$), co sugeruje, że dzieci, które szybciej wykonywały zadanie, osiągały w nim większą precyzję. Korelacje poprawności wykonania zadania WRW z poprawnością w zadaniu WO z pseudosłowami ($r_s = 0,34$; $p < 0,001$) czy poprawnością w zadaniu CZ, mierzącym tempo czytania zdań ($r_s = -0,40$; $p < 0,001$) i ich poprawność ($r_s = 0,40$; $p < 0,001$), są umiarkowane, co wskazuje na częściowe współdzielenie procesów poznawczych między tymi zadaniami przy jednoczesnym zachowaniu odrębności mierzonych funkcji.

Z uwagi na fakt, że zadanie US miało dwie wersje – dla dzieci młodszych i starszych – przeprowadzono szereg korelacji (dla grupy dzieci młodszych, grupy dzieci starszych

oraz dla całej analizowanej grupy); wykazano znikome korelacje poprawności zadania US z innymi zadaniami w analizach w podziale na klasy. Natomiast w całej grupie dla czasu reakcji w zadaniu US wykazano szereg istotnych korelacji (umiarkowanych i niskich): najwyższą wartość korelacji odnotowano dla czytania zdań (CZ), zarówno pod względem poprawności CZ ($r_s = 0,42$; $p < 0,001$), jak i czasu reakcji CZ ($r_s = -0,42$; $p < 0,001$).

Poprawność wykonania zadania US przez dzieci młodsze słabo korelowała z czasem reakcji i poprawnością w zadaniach opierających się na znajomości liter (GL oraz CZ), a czas reakcji w zadaniu US z zadaniem RzS, mierzącym rozumienie ze słuchu (poprawność: $r_s = -0,18$; $p = 0,035$; czas reakcji: $r_s = 0,17$; $p = 0,045$).

Z kolei wykazano szereg istotnych korelacji (umiarkowanych i niskich) w grupie dzieci starszych: najwyższe wyniki współczynników korelacji uzyskano dla zadania CZ. Co ważne, jedyna istotna zależność dotycząca uwagi słuchowej (US) została wykazana między czasem reakcji w zadaniu US dla dzieci starszych a czasem reakcji w zadaniu RzS

Tabela 2. Statystyki Kruskala–Wallisa dla prób niezależnych dotyczące oceny poprawności i czasu reakcji w analizowanych zadaniach (zmienna grupująca: klasa)**Table 2.** Kruskal–Wallis statistics for independent samples for accuracy and reaction time across the analyzed tasks (grouping variable: grade level)

Zadania	χ^2	df	p	η^2
WRW poprawność	58,08	7	< 0,001	0,23
WRW czas	9,32	7	0,230	0,04
US poprawność*	78,34	7	< 0,001	0,30
US czas*	147,54	7	< 0,001	0,57
GL poprawność	90,63	7	< 0,001	0,35
GL czas	133,42	7	< 0,001	0,51
CZ poprawność	154,78	7	< 0,001	0,59
CZ czas	152,23	7	< 0,001	0,58
RzS poprawność*	33,63	7	< 0,001	0,13
RzS czas*	12,55	7	0,084	0,05
WO poprawność	102,33	7	< 0,001	0,39
WO czas	54,64	7	< 0,001	0,21
SF poprawność	37,78	7	< 0,001	0,15
SF czas	38,56	7	< 0,001	0,15

* Zadania różniły się materiałem – dotyczyły oddzielnie dzieci z klas 1–2 oraz dzieci z klas 3–8.

($r_s = 0,20$; $p < 0,001$), co wskazuje na wspólny aspekt słuchowy w obu zadaniach. Zadanie mierzące integrację głosek i liter (GL) wykazuje umiarkowane korelacje z zadaniami oceniającymi inne aspekty językowe, na przykład z poprawnością w zadaniu mierzącym rozumienie czytanych zdań (CZ: $r_s = 0,31$, $p < 0,001$), słuch fonematyczny (SF: $r_s = 0,23$; $p < 0,001$) oraz wrażliwość ortograficzną (WO: $r_s = 0,18$; $p < 0,001$). Stwierdzono brak korelacji pomiędzy poprawnością w zadaniu (CZ) a wnioskowaniem na podstawie słuchanych historii (RzS) ($r_s = -0,09$, $p = 0,08$). Dodatkowo czas reakcji pomiędzy tymi zadaniami ma niski współczynnik korelacji ($r_s = 0,27$; $p < 0,001$). Wyniki dzieci w zadaniu RzS (zarówno poprawność, jak i czas reakcji) korelują słabo lub umiarkowanie z wynikami innych zadań; najsilniejszą korelację wykazano z czasem reakcji w zadaniu GL ($r_s = 0,371$; $p < 0,001$). Współczynniki korelacji Spearmana przedstawiono w **tabeli 3**.

Dyskusja

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki pilotażowego badania przesiewowego, którego celem była ocena możliwości sprawdzenia najważniejszych umiejętności w kontekście czytania u dzieci w szkołach podstawowych, przy użyciu krótkiego komputerowego zestawu zadań przesiewowych. Wyniki badania sugerują, że niektóre zastosowane zadania mogą stanowić podstawę do opracowania ogólnopolskiego programu przesiewowej diagnostyki w kierunku trudności w czytaniu. Taki program mógłby znacznie zwiększyć dostępność wsparcia dla dzieci z ryzykiem dysleksji, szczególnie w pierwszych latach edukacji. Badanie zostało tak zaprojektowane, aby po pierwsze, zestaw zadań przesiewowych umożliwiał szybką i obiektywną ocenę zdolności istotnych dla nauki czytania, a po drugie, aby można je było łatwo przeprowadzić, zarówno

w warunkach szkolnych, jak i online, bez potrzeby angażowania specjalistycznej kadry do jego przeprowadzenia oraz analizy uzyskanych wyników. Co istotne, zadania zostały wybrane na podstawie szerokiego przeglądu literatury dotyczącej wczesnych predyktorów ryzyka dysleksji, których użyteczność w odróżnianiu dzieci rozwijających się typowo od dzieci z ryzykiem trudności w czytaniu potwierdziły badania [29,35,62,69–71], podniosło to dodatkowo ich wartość diagnostyczną w naszym badaniu. Warto zaznaczyć, że uzyskane przez nas wyniki okazały się zgodne z wynikami badań dotyczących tempa nauki asocjacji liter i dźwięków mowy u dzieci polskojęzycznych [72].

W kwietniu 2025 roku ukazał się artykuł autorstwa Beck i wsp. [72] opisujący badanie przeprowadzone na grupie dzieci przedszkolnych i szkolnych, którego celem było sprawdzenie szybkości nabywania umiejętności łączenia głosek i liter u dzieci polskojęzycznych. Oprócz zadania komputerowego mierzącego integrację liter i głosek (GL) autorzy zastosowali wydrukowane na papierze zadania – czytania słów, szybkości nazywania oraz umiejętności fonologicznych. Wyniki wykazały istotne różnice w poprawności dopasowywania liter do dźwięków oraz w czasach reakcji u dzieci z różnych klas, przy czym ogólna poprawa umiejętności dzieci była widoczna wraz z postępem edukacji formalnej. Co istotne, większość dzieci osiągnęła 80% poprawności po roku nauki czytania. Jednocześnie zaobserwowano systematyczny spadek czasów reakcji, aż do końcowych klas szkoły podstawowej. Stwierdzono również silną korelację pomiędzy poprawnością i szybkością dopasowywania głosek i liter a większymi umiejętnościami czytania i fonologicznymi [72].

Nasze wyniki, uzyskane na porównywalnej grupie badanej, również wskazują, że w młodszych klasach najważniejsza

Tabela 3. Współczynniki korelacji Spearmana między poszczególnymi zadaniami
Table 3. Spearman correlation coefficients between individual tasks

		WRW	WRW czas	US	US czas	US młod- sze	US czas młod- sze	US starsze	US czas starsze	GL	GL czas	CZ	CZ czas	RzS	RzS czas	WO	WO czas	SF
WRW	r_s	-0,485	—															
	ss	406	—															
	p	<0,001	—															
US	r_s	-0,013	0,095	—														
	ss	403	403	—														
	p	0,791	0,055	—														
US czas	r_s	0,241	-0,041	-0,254	—	0,091	—	-0,056	—									
	ss	403	403	407	—	133	—	272	—									
	p	<0,001	0,415	<0,001	—	0,295	—	0,359	—									
GL	r_s	0,353	-0,164	0,030	0,328	0,173	-0,081	0,255	-0,067	—								
	ss	406	406	407	407	133	133	272	272	—								
	p	<0,001	<0,001	0,550	<0,001	0,044	0,350	<0,001	0,272	—								
GL czas	r_s	-0,411	0,220	-0,010	-0,367	-0,211	0,144	-0,289	0,090	-0,797	—							
	ss	406	406	407	407	133	133	272	272	410	—							
	p	<0,001	<0,001	0,845	<0,001	0,014	0,095	<0,001	0,138	<0,001	—							
CZ	r_s	0,402	-0,105	0,051	0,424	0,246	-0,096	0,424	-0,115	0,574	-0,673	—						
	ss	405	405	406	406	133	133	271	271	409	409	—						
	p	<0,001	0,035	0,306	<0,001	0,004	0,267	<0,001	0,058	<0,001	<0,001	—						
CZ czas	r_s	-0,403	0,123	-0,029	-0,415	-0,203	0,072	-0,405	0,105	-0,538	0,674	-0,950	—					
	ss	405	405	406	406	133	133	271	271	409	409	409	—					
	p	<0,001	0,013	0,564	<0,001	0,018	0,409	<0,001	0,084	<0,001	<0,001	<0,001	—					
RzS	r_s	-0,118	0,098	0,160	-0,169	0,099	-0,181	0,088	0,055	-0,026	0,095	-0,088	0,096	—				
	ss	405	405	406	406	133	133	271	271	409	409	409	409	—				
	p	0,017	0,048	0,001	<0,001	0,255	0,035	0,147	0,369	0,603	0,055	0,076	0,053	—				
RzS czas	r_s	-0,106	0,149	-0,004	0,094	-0,081	0,173	0,010	0,205	-0,292	0,371	-0,247	0,270	0,014	—			
	ss	405	405	406	406	133	133	271	271	409	409	409	409	409	—			
	p	0,032	0,003	0,936	0,058	0,347	0,045	0,865	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,775	—			
WO	r_s	0,336	-0,132	-0,003	0,390	-0,024	-0,059	0,328	0,003	0,543	-0,472	0,689	-0,693	-0,029	-0,177	—		
	ss	405	405	406	406	133	133	271	271	409	409	409	409	409	409	—		
	p	<0,001	0,008	0,947	<0,001	0,781	0,495	<0,001	0,959	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,556	<0,001	—		
WO czas	r_s	-0,261	0,190	0,086	-0,250	0,199	0,076	-0,229	0,072	-0,322	0,380	-0,560	0,596	0,071	0,246	-0,696	—	
	ss	405	405	406	406	133	133	271	271	409	409	409	409	409	409	409	—	
	p	<0,001	<0,001	0,083	<0,001	0,021	0,379	<0,001	0,236	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,149	<0,001	<0,001	—	
SF	r_s	0,160	-0,010	0,095	0,205	0,097	-0,071	0,271	-0,002	0,258	-0,223	0,284	-0,245	0,092	-0,061	0,272	-0,098	—
	ss	404	404	405	405	133	133	270	270	408	408	408	408	408	408	408	408	—
	p	0,001	0,845	0,055	<0,001	0,261	0,412	<0,001	0,973	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,063	0,218	<0,001	0,047	—
SF czas	r_s	-0,233	0,150	0,003	-0,194	0,043	0,035	-0,150	0,009	-0,419	0,537	-0,347	0,352	0,113	0,318	-0,263	0,342	-0,040
	ss	404	404	405	405	133	133	270	270	408	408	408	408	408	408	408	408	408
	p	<0,001	0,002	0,953	<0,001	0,620	0,684	0,013	0,880	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,022	<0,001	<0,001	<0,001	0,414

Opis: Pogrubioną czcionką zaznaczono istotne korelacje; r_s – współczynnik korelacji Spearmana, ss – stopnie swobody, p – istotność, młodsze – grupa dzieci od 1 do 2 klasy włącznie, starsze – grupa dzieci od 3 do 8 klasy włącznie.

jest poprawność w rozpoznawaniu głosek i liter, natomiast w starszych klasach większą rolę odgrywa szybkość przetwarzania. Analiza wyników za pomocą testów Kruskala-Wallis wykazała istotne różnice między klasami w przypadku większości zmiennych, co potwierdza zdolność zadań do różnicowania poziomu tych umiejętności (brak efektu sufitowego lub efektu podłogi). Szczególnie wyraźne różnice w wykonywaniu zadań zaobserwowano u dzieci z młodszych klas (1–3), co wskazuje na intensywny rozwój podstawowych umiejętności związanych z czytaniem i pisanem w tym okresie.

Wyniki dzieci ze starszych klas (4–8) były bardziej homogeniczne, co jest zgodne z teoriami rozwoju, według których badane zdolności stabilizują się na wyższym poziomie po wcześniejszym intensywnym rozwoju [71]. Wyniki uzyskane w niniejszym badaniu pilotażowym w odniesieniu do zadań oceniających słuch fonematyczny (SF) i integrację głosek z literą (GL) wskazują na potrzebę wczesnej interwencji, szczególnie w klasach 1–3. Należy podkreślić, że dzieciom, które uzyskały niskie wyniki w tych zadaniach, potrzebne jest dodatkowe wsparcie, aby mogły przezwyciężyć trudności w odwzorowywaniu dźwięków na grafemy. W Polsce obecna praktyka diagnozowania dysleksji po 10 roku życia prowadzi do utraty możliwości optymalnej interwencji w momencie krytycznego okna (ang. *critical window*), co zostało już wcześniej opisane jako paradoks dysleksji [35].

Wnioski

Nasze wyniki oraz dane literaturowe sugerują też, że skuteczne narzędzia diagnostyczne powinny uwzględniać szeroki zakres kompetencji językowych i poznawczych [7,9,73–75]. Warto również przeprowadzić badania podłużne, które pozwolą ocenić trafność diagnozy dokonywanej na podstawie zestawu zadań przesiewowych. Badanie, które pozwoliłoby śledzić rozwój dzieci wskazanych jako „zagrożone” dysleksją, mogłoby dostarczyć dodatkowych dowodów na skuteczność narzędzi przesiewowych w praktyce edukacyjnej. Korelacje między zmiennymi ujawniły umiarkowane związki między różnymi aspektami umiejętności istotnych w nauce czytania, co wskazuje na odrębność przeprowadzonych zadań przy jednoczesnym istnieniu wspólnych podstawowych umiejętności językowych. Zadania związane z rozumieniem tekstu, takie jak CZ czy RzS, wykazały umiarkowane powiązania z zadaniami fonologicznymi, co wskazuje na istotne, ale nie całkowicie nakładające się aspekty zdolności językowych. Co istotne, niska do umiarkowanej siły korelacji między czasem reakcji a poprawnością wskazuje, że szybkość przetwarzania nie była dominującym czynnikiem wpływającym na wyniki zadań, co dodatkowo potwierdza ich możliwą trafność diagnostyczną.

Za szczególnie wartościowe należy uznać wysokie wartości wskaźnika wielkości efektu dla takich zadań jak CZ (poprawność ($\eta^2 = 0,59$) czy GL (poprawność ($\eta^2 = 0,35$)), które wykazały silne zróżnicowanie między grupami dzieci. Zadania CZ i GL, zgodnie z wcześniejszymi badaniami, są również skuteczne w identyfikacji dzieci z ryzykiem dysleksji. Z drugiej strony, zadania o niższych wartościach η^2 , takie jak WRW czy RzS, wskazują mniejszą zdolność różnicowania, co może sugerować potrzebę ich dalszej kalibracji

w celu zwiększenia skuteczności w rozróżnianiu poziomów umiejętności istotnych w kontekście czytania lub wykluczenia ich z końcowej baterii zadań. Ze względu na pilotażowy, wstępny charakter badania nie przeprowadzono bardziej szczegółowych pomiarów, takich jak testy czytania z udziałem badacza czy badania na wyselekcjonowanej grupie dzieci z ryzykiem lub diagnozą dysleksji, albo też na próbie ogólnopolskiej, ze znacząco większą liczebnością.

Zaobserwowane korelacje między wynikami poszczególnych zadań przesiewowych a zadaniem CZ – również należącym do tej baterii – wskazują na potencjał zastosowanych zadań w ocenie ryzyka dysleksji. Jest to zgodne z literaturą przedmiotu, która podkreśla znaczenie szybkości i poprawności czytania jako zasadniczych elementów diagnostycznych w identyfikacji dysleksji [11,29], a zadanie CZ, w którym dzieci oceniały prawdziwość zdań po ich przeczytaniu, może być traktowane jako wskaźnik zbliżony do typowych testów szybkości i poprawności czytania [71–76]. Diagnoza dysleksji tradycyjnie opiera się na szczegółowej ocenie zdolności czytania, w tym szybkości i poprawności dekodowania słów. Zastosowanie nowoczesnych narzędzi diagnostycznych, takich jak testy komputerowe/ zadania przesiewowe, może znacząco przyspieszyć proces identyfikacji dzieci zagrożonych trudnościami w czytaniu. Co więcej, wyniki przeprowadzonego, w pełni komputerowego badania pozwalają w zgodzie z wcześniejszymi doniesieniami, że zróżnicowane zadania, mierzące zarówno podstawowe, jak i bardziej złożone zdolności językowe, mogą być pomocne w identyfikacji dzieci wymagających wsparcia na różnych etapach rozwoju [7,9,73–75].

Podsumowując, zastosowane zadania komputerowe, opracowane w oparciu o literaturę dotyczącą wczesnych predyktorów czytania, okazały się obiecującym narzędziem przesiewowym, umożliwiającym różnicowanie poziomów umiejętności związanych z czytaniem i pisanem, szczególnie we wczesnych klasach szkoły podstawowej. Wyniki pokazują zgodność zadań z oczekiwaniami rozwojowymi oraz ich przydatność w identyfikowaniu potencjalnych trudności u dzieci, które mogą wymagać dodatkowego wsparcia edukacyjnego. Jednocześnie otrzymane wyniki sugerują potrzebę dalszego doskonalenia użytych zadań, aby zapewnić trafność przesiewową, szczególnie w starszych grupach wiekowych, w przypadku których różnice między uczniami stają się mniej wyraźne, a poprawna diagnoza trudności w nauce (w tym dysleksji rozwojowej) jest jeszcze bardziej wymagająca diagnostycznie (szczególnie jeśli trudności są zniuansowane i nie zostały wykryte na wcześniejszych etapach edukacji [19,21,28,70]). Jednym z podstawowych wyzwań pozostaje też rozszerzenie grupy dzieci na populację ogólnopolską, a następnie przeprowadzenie badań na grupie dzieci starszych z diagnozą dysleksji lub wyłonionych na podstawie opisu nauczycieli, rodziców czy innych specjalistów, oraz na grupie dzieci młodszych z grupy ryzyka dysleksji. Ważnym celem będzie integracja zadań przesiewowych z istniejącymi programami edukacyjnymi w szkołach, a więc dostosowanie infrastruktury technicznej oraz przeszkolenie nauczycieli w zakresie interpretacji wyników i podejmowania działań wspierających. Istotne będzie również uwzględnienie w badaniach zmiennych środowiskowych, takich jak różnice w poziomie dostępu do zasobów edukacyjnych.

Finansowanie

Narodowe Centrum Nauki, grant PRELUDIUM
nr 2018/31/N/HS6/01109.

Piśmiennictwo

1. Ostaszewska D, Tambor J. Fonetyka i fonologia współczesnego języka polskiego. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN; 2000.
2. Smoczyńska A. Grafemika jako dział językoznawstwa – rozważania teoretyczne i perspektywy badań interdyscyplinarnych. *Linguistica Copernicana*, 2019; 15: 265–75; <https://doi.org/10.12775/LinCop.2018.016>.
3. Awramiuk E, Krasowicz-Kupis G. Odkrywanie słowa pisanego. Odbicie problemów z segmentacją fonologiczną w komunikacji pisemnej małych dzieci. W: Odkrywanie słowa. Historia i współczesność. Sokółska U (red.). Białystok: Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku; 2015, s. 595–607.
4. Biernacka M. Słuch fonematyczny, fonologiczny czy mowny – rozważania terminologiczne. W: Bogactwo językowe i kulturowe Europy w oczach Polaków i cudzoziemców. Maćkowiak R, Wojtczak E (red.). Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego; 2014.
5. Krasowicz-Kupis G. Rozwój świadomości językowej dziecka. Teoria i praktyka. Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej; 2004.
6. Brzezińska A. Gotowość dzieci w wieku przedszkolnym do czytania i pisania. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Adama Mickiewicza; 1987.
7. Krasowicz-Kupis G. Rozwój i ocena umiejętności czytania dzieci sześciolatków. W: Badanie gotowości szkolnej sześciolatków. Pawlina M (red.). Warszawa: Wydawnictwo Centrum Metodyczne Pomocy Psychologiczno-Pedagogicznej; 2006.
8. Ouellette GP. What's meaning got to do with it: the role of vocabulary in word reading and reading comprehension. *J Educ Psych*, 2006; 98(3): 554; <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.3.554>.
9. Krasowicz-Kupis G. Rozwój metajęzykowy a osiągnięcia w czytaniu u dzieci 6–9-letnich. Lublin: Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej; 1999.
10. Coltheart M. Dual route and connectionist models of reading: an overview. *Lond Rev Educ*, 2006; 4(1): 5–17; <https://doi.org/10.1080/13603110600574322>.
11. Ehri LC. Learning to read words: theory, findings, and issues. *Sci Stud Read*, 2005; 9(2): 167–88; https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0902_4.
12. Adams MJ. *Beginning to Read: Thinking and Learning About Print*. Cambridge, MA: MIT Press; 1994.
13. Goswami U, Bryant P. *Phonological Skills and Learning to Read*. Hove, East Sussex: Psychology Press; 2016.
14. Stanovich KE. Matthew effects in reading: some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Read Res Q*, 1986; 21(4): 360–407; <https://doi.org/10.1598/RRQ.21.4.1>.
15. Lonigan CJ, Burgess SR, Anthony JL. Development of emergent literacy and early reading skills in preschool children: evidence from a latent-variable longitudinal study. *Dev Psych*, 2000; 36(5): 596–613; <https://doi.org/10.1037/0012-1649.36.5.596>.
16. Snowling MJ, Hulme C. *The science of reading: a handbook*. Oxford: Blackwell; 2005.
17. Sigmund JL, Mehlhase H, Schulte-Körne G, Moll K. Early cognitive predictors of spelling and reading in German-speaking children. *Front Educ*, 2024; 9: 1378313.
18. Dams JE, Schaars MM, Segers E, Blom E. Understanding variation in prospective poor decoders: a person-centred approach from kindergarten to Grade 2. *Dyslexia*, 2023; 29(4): 312–29; <https://doi.org/10.1002/dys.1750>.
19. Shaywitz SE, Shaywitz BA. Dyslexia (specific reading disability). *Biol Psychiatry*, 2005; 57(11): 1301–9; <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2005.01.043>.
20. Melby-Lervåg M, Lyster SAH, Hulme C. Phonological skills and their role in learning to read: a meta-analytic review. *Psychol Bull*, 2012; 138(2): 322; <https://doi.org/10.1037/a0026744>.
21. Cantiani C, Lorusso ML, Guasti MT, Sabisch B, Männel C. Characterizing the morphosyntactic processing deficit and its relationship to phonology in developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 2013; 51(8): 1595–1607; <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.04.009>.
22. Buchanan L, McEwen S, Westbury C, Libben G. Semantics and semantic errors: Implicit access to semantic information from words and nonwords in deep dyslexia. *Brain Lang*, 2003; 84(1): 65–83; [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(02\)00521-7](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(02)00521-7).
23. Bogdanowicz M. O dysleksji, czyli specyficznych trudnościach w czytaniu i pisaniu – odpowiedzi na pytania rodziców i nauczycieli. Warszawa: Linea; 1994.
24. Ramus F, Rosen S, Dakin SC, Day BL, Castellote JM, White S, Frith U. Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 2003; 126(4): 841–65; <https://doi.org/10.1093/brain/awg076>.
25. Bogdanowicz M. Specyficzne trudności w czytaniu i pisaniu – dysleksja rozwojowa. W: Logopedia – pytania i odpowiedzi. Galkowski T, Jastrzębowska G (red.). Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego; 2003b, s. 491–535.
26. Buchweitz A, Araújo de Azeredo L, Bianchini Esper N, Prigol Dalfovo N, Wendt Viola T, Grassi-Oliveira R. Developmental dyslexia and the stress of reading: a social stress study of neuroendocrine response in children. *Mind Brain Educ*, 2023; 17(4): 312–23; <https://doi.org/10.1111/mbe.12361>.
27. Nicolson RI, Fawcett AJ. Development of dyslexia: the delayed neural commitment framework. *Front Behav Neurosci*, 2019; 13: 112; <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2019.00112>.
28. Lervåg A, Hulme C. Rapid automatized naming (RAN) taps a mechanism that places constraints on the development of early reading fluency. *Psychol Sci*, 2009; 20(8): 1040–8; <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02405.x>.
29. Norton ES, Wolf M. Rapid automatized naming (RAN) and reading fluency: implications for understanding and treatment of reading disabilities. *Ann Rev Psych*, 2012; 63: 427–52; <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100431>.
30. Dębska A, Łuniewska M, Zubeck J, Chyl K, Dynak A, Dzięgiel-Fivet G i wsp. The cognitive basis of dyslexia in school-aged children: a multiple case study in a transparent orthography. *Develop Sci*, 2022; 25(2): e13173; <https://doi.org/10.1111/desc.13173>.
31. Eden GF, Flowers DL. Dyslexia: neurodevelopmental basis. W: *Encyclopedia of Neuroscience*. Squire LR (red.). Academic Press; 2009, s. 741–7; <https://doi.org/10.1016/B978-008045046-9.00497-6>.

32. Fawcett AJ, Pickering S, Nicolson RI. Development of the DEST test for the early screening for dyslexia. *Facets of Dyslexia and its Remediation*, 1993; 3: 483–96; <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-89949-1.50038-9>.
33. Martinez-Murcia FJ, Ortiz A, Formoso MA, Lopez-Zamora M, Luque JL, Gimenez A. A neural approach to ordinal regression for the preventive assessment of developmental dyslexia. W: *Hybrid Artificial Intelligent Systems*. de la Cal EA, Villar Flecha JR, Quintián H, Corchado E (red.). Cham: Springer International Publishing; 2020, s. 620–30; https://doi.org/10.1007/978-3-030-61705-9_51.
34. O'Brien G, Yeatman JD. Bridging sensory and language theories of dyslexia: toward a multifactorial model. *Dev Sci*, 2021; 24(3): e13039; <https://doi.org/10.1111/desc.13039>
35. Ozernov-Palchik O, Gaab N. Tackling the 'dyslexia paradox': reading brain and behavior for early markers of developmental dyslexia. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*, 2016; 7(2): 156–76; <https://doi.org/10.1002/wcs.1383>
36. Tamboer P, Vorst HCM, Oort FJ. Five describing factors of dyslexia. *J Learn Disabil*, 2016; 49(5): 466–83; <https://doi.org/10.1177/0022219414558123>
37. Carroll JM, Solity J, Shapiro LR. Predicting dyslexia using prereading skills: the role of sensorimotor and cognitive abilities. *J Child Psychol Psychiatry*, 2016; 57(6): 750–8; <https://doi.org/10.1111/jcpp.12488>
38. Carioti D, Stucchi N, Toneatto C, Masia MF, Broccoli M, Carbonari S i wsp. Rapid automatized naming as a universal marker of developmental dyslexia in Italian monolingual and minority-language children. *Front Psychol*, 2022; 13: 783775; <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.783775>
39. Cohen M, Mahé G, Laganaro M, Zesiger P. Does the relation between rapid automatized naming and reading depend on age or on reading level? A behavioral and ERP study. *Front Hum Neurosci*, 2018; 12: 73; <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00073>
40. Psyridou M, Tolvanen A, Patel P, Khanolainen D, Lerkkanen M-K, Poikkeus A-M. Reading difficulties identification: a comparison of neural networks, linear, and mixture models. *Sci Stud Read*, 2023; 27(1): 39–66; <https://doi.org/10.1080/10888438.2022.2095281>
41. Wong SWL, McBride-Chang C, Lam C, Chan B, Lam FWF, Doo S. The joint effects of risk status, gender, early literacy, and cognitive skills on the presence of dyslexia among a group of high-risk Chinese children. *Dyslexia*, 2012; 18(1): 40–57; <https://doi.org/10.1002/dys.1434>
42. Carvalho A, Pereira M, Festas I. Indicadores precoces da dislexia de desenvolvimento: um estudo longitudinal. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 2017; 4(2): 71–88.
43. Justi CNG, Cunha N, Justi FRDR. Conhecimento do nome das letras: predizendo dificuldades de leitura e de escrita. *Estudos de Psicologia (Campinas)*, 2019; 37: e180173.
44. Plewko J, Chyl K, Bola Ł, Łuniewska M, Dębska A, Banaszkiewicz A i wsp. Letter and speech sound association in emerging readers with familial risk of dyslexia. *Front Hum Neurosci*, 2018; 12: 393; <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00393>.
45. Thompson PA, Hulme C, Nash HM, Gooch D, Hayiou-Thomas E i wsp. Developmental dyslexia: predicting individual risk. *J Child Psychol Psychiatry*, 2015; 56(9): 976–87; <https://doi.org/10.1111/jcpp.12412>.
46. Yu X, Ferradal S, Dunstan J, Carruthers C, Sanfilippo J, Zuk J i wsp. Patterns of neural functional connectivity in infants at familial risk of developmental dyslexia. *JAMA Netw Open*, 2022; 5(10): e2236102; <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.36102>.
47. van der Leij A, Van Bergen E, van Zuijen T, De Jong P, Maurits N, Maassen B. Precursors of developmental dyslexia: an overview of the longitudinal Dutch dyslexia programme study. *Dyslexia*, 2013; 19(4): 191–213; <https://doi.org/10.1002/dys.1463>.
48. Gaggi O, Palazzi CE, Ciman M, Galiazzo G, Franceschini S, Ruffino M i wsp. Serious games for early identification of developmental dyslexia. *Comp Entertain (CIE)*, 2017; 15(2): 1–24; <https://doi.org/10.1145/2629558>.
49. Gawron N, Jednoróg K, Bogdanowicz K, Wiejak K, Krasowicz-Kupis G. Niejęzykowe deficyty poznawcze u dzieci z dysleksją rozwojową i jej ryzykiem – przegląd badań. *Psychol Rozwoj*, 2014; 19(4): 15–30.
50. Rauschenberger M, Baeza-Yates R, Rello L. Screening risk of dyslexia through a web-game using language-independent content and machine learning. *Proceedings of the 17th International Web for All Conference*, 2020.
51. van Setten ERH, Hakvoort BE, van der Leij A i wsp. Predictors for grade 6 reading in children at familial risk of dyslexia. *Ann Dyslexia*, 2018; 68(3): 181–202; <https://doi.org/10.1007/s11881-018-0162-1>.
52. Bégel V, Dalla Bella S, Devignes Q, Vandenbergue M, Lemaître M-P, Dellacherie D. Rhythm as an independent determinant of developmental dyslexia. *Dev Psychol*, 2022; 58(2): 339–58; <https://doi.org/10.1037/dev0001293>.
53. Persici V, Stucchi N, Arosio F. Rhythmic and morphosyntactic predictions: the anticipation abilities of Italian children with developmental dyslexia. *Proceedings of the 43rd Annual Boston University Conference on Language Development (BUCLD 43)*, 2019; 537–48.
54. Njokiktjien C. Dyslexia: a neuroscientific puzzle. *Acta Paedopsychiatrica*, 1994; 56(3): 157–67; <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02299.x>.
55. Haslum MN. Predictors of Dyslexia? *Irish J Psych*, 1989; 10(4): 622–30; <https://doi.org/10.1080/03033910.1989.10557776>.
56. McBride-Chang C, Lam F, Lam C, Chan B, Fong CYC, Wong TTY i wsp. Early predictors of dyslexia in Chinese children: familial history of dyslexia, language delay, and cognitive profiles. *J Child Psychol Psychiatry*, 2011; 52(2): 204–11; <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02299.x>.
57. Richardson U, Kulju P, Nieminen L, Torvelainen P. Early signs of dyslexia from the speech and language processing of children. *Int J Speech-Lang Path*, 2009; 11(5): 366–80; <https://doi.org/10.1080/17549500903147545>.
58. Wang R, Bi H-Y. A predictive model for Chinese children with developmental dyslexia: based on a genetic algorithm optimized back-propagation neural network. *Exp Sys App*, 2022; 187: 115949; <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115949>.
59. Lyytinen H, Eklund K, Erskine J, Guttorm T, Laakso M, Leppänen P i wsp. Development of children at familial risk for dyslexia before school age. *Enfance*, 2004; 56(3): 289–309; <https://doi.org/10.3917/enf.563.0289>.
60. Domagała A, Mirecka U. Testy przesiewowe do badania umiejętności czytania i pisania. *Now Audiofonol*, 2015; 4(4): 45–50; <https://doi.org/10.17431/895302>.

61. Hulme C, Bowyer-Crane C, Carroll JM, Duff FJ, Snowling MJ. The causal role of phoneme awareness and letter-sound knowledge in learning to read: combining intervention studies with mediation analyses. *Psychol Sci*, 2012; 23(6): 572–7; <https://doi.org/10.1177/0956797611435921>.
62. Fraga González G, Žarić G, Tijms J, Bonte M, Blomert L, van der Molen MW. Brain-potential analysis of visual word recognition in dyslexics and typically reading children. *Front Hum Neurosci*, 2014; 8: 474; <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00474>.
63. Frith U. Paradoxes in the definition of dyslexia. *Dyslexia*, 1999; 5(4): 192–214; [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0909\(199912\)5:4<192::AID-DYS144>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0909(199912)5:4<192::AID-DYS144>3.0.CO;2-N).
64. Helland T, Morken F, Helland WA. Kindergarten screening tools filled out by parents and teachers targeting dyslexia. Predictions and developmental trajectories from age 5 to age 15 years. *Dyslexia*, 2021; 27(4): 413–35; <https://doi.org/10.1002/dys.1698>.
65. Bogdanowicz M, Kalka D, Sajewicz-Radtke U, Radtke BM. Bateria metod diagnozy rozwoju psychomotorycznego dzieci pięcio-i sześciolletnich. Bateria-5/6. Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych i Pedagogicznych; 2010.
66. Bogdanowicz M, Kalka D, Sajewicz-Radtke U, Radtke BM. Bateria metod diagnozy przyczyn niepowodzeń szkolnych u dzieci ośmioletnich – wersja skrócona. BATERIA-8S [B-8 „S”]. Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych i Pedagogicznych; 2010.
67. Krasowicz-Kupis G, Bogdanowicz KM, Wiejak K. Bateria testów czytania BTCZ IBE: podręcznik. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych; 2015.
68. Feniman MR, Ortelan RR, Lauris JR, Campos CF, Cruz MS. A proposed behavioral tool to assess sustained auditory attention. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2007; 73(4): 523–7; [https://doi.org/10.1016/s1808-8694\(15\)30104-x](https://doi.org/10.1016/s1808-8694(15)30104-x).
69. Lervåg A, Hulme C, Melby-Lervåg M. Unpicking the developmental relationship between oral language skills and reading comprehension: It's simple, but complex. *Child Dev*, 2018; 89(5): 2141–56; <https://doi.org/10.1111/cdev.12861>.
70. Wagner RK, Torgesen JK, Rashotte CA. Development of reading-related phonological processing abilities: new evidence of bidirectional causality from a latent variable longitudinal study. *Dev Psychol*, 1994; 30(1): 73–87; <https://doi.org/10.1037/0012-1649.30.1.73>.
71. Fischer K, Yan Z. The development of dynamic skill theory. W: *Conceptions of Development*. Hove, UK: Psychology Press; 2018, s. 279–312.
72. Beck J, Beck K, de Białynia-Woycikiewicz M, Jednoróg K. The trajectory of letter and speech sounds association in children: insights from a cross-sectional study. *Read Writ*, 2025; <https://doi.org/10.1007/s11145-025-10645-9>.
73. Caravolas M, Lervåg A, Mousikou P, Efrim C, Litavský M, Onochie-Quintanilla E i wsp. Common patterns of prediction of literacy development in different alphabetic orthographies. *Psychol Sci*, 2012; 23(6): 678–86; <https://doi.org/10.1177/0956797611434536>.
74. Bonte M, Brem S. Unraveling individual differences in learning potential: a dynamic framework for the case of reading development. *Dev Cogn Neurosci*, 2024; <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2024.101362>.
75. Bautista GF, Ghesquière P, Torbeyns J. Stimulating preschoolers' early literacy development using educational technology: a systematic literature review. *Int J Child-Comput Interact*, 2024; 39; <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2023.100620>.
76. Snowling MJ, Hulme C. Interventions for children's language and literacy difficulties. *Int J Lang Commun Dis*, 2012; 47(1): 27–34; <https://doi.org/10.1111/j.1460-6984.2011.00081.x>.

Dr n. ścis. i przyr. Joanna Beck, email: joannaludwikabeck@gmail.com •  0000-0001-7453-9242
 Mgr Martyna Bryłka, email: m.brylka@ifps.org.pl •  0000-0001-6817-5446