

ANETA R. BORKOWSKA

Instytut Psychologii, Uniwersytet M. Curie-Skłodowskiej, Lublin  
Institute of Psychology, Maria-Curie Skłodowska University, Lublin  
e-mail: aneta.borkowska@poczta.umcs.lublin.pl

PIOTR FRANCUZ

Instytut Psychologii, Katolicki Uniwersytet Lubelski, Lublin  
Institute of Psychology, Catholic University of Lublin, Lublin

## Ruchy gałek ocznych podczas oceny poprawności zapisu wyrazów jako wskaźnik rozwoju świadomości ortograficznej młodzieży z dysortografią<sup>1</sup>

Eye movement while evaluating the correctness of spelling  
as an indicator of the development of spelling awareness in adolescents  
with a spelling disorder

**Abstract.** In this paper we discuss the problem whether the disorder of the development of spelling awareness visible in the form of spelling errors occurs at the level of the visual perception of words. It was assumed that, in an eye-tracker study, adolescents aged 13–15 years with a spelling disorder (N = 32) will have a different pattern of eye movement in the task of evaluating the correctness of spelling in word and pseudo-word tasks than good spellers (N = 19).

The main result was the lack of inter-group differences with regard to most indicators of eye movement. This means that both groups examine the words with a spelling difficulty in a similar, visual way. There is no difference between the level of engagement and direction of visual attention. The disorder of the development of spelling awareness, therefore, is not the result of the problems with perception and attention.

**Keywords:** spelling disorder, orthographic awareness, eye-tracking, fixations, saccades

**Słowa kluczowe:** dysortografia, świadomość ortograficzna, okulografia, fiksacje, sakkady

### WPROWADZENIE

Pomimo że trudności z przetwarzaniem języka pisanego ujawniają się w postaci problemów w czytaniu i pisaniu, badania, których celem jest opis poznawczych mechanizmów tych trudności, koncentrują się głównie na dysleksji (Bogdanowicz, 2007; Démonet, Taylor, Chaix, 2004; Habib, 2000; Krasowicz-Kupis, 2008; Richards, Berninger, 2008;

Thomson, Chenault, Abbott, Raskind, Richards, Aylward, Berninger, 2005). Tylko pojedyncze prace poświęcone są izolowanym trudnościom w zakresie poprawnego pisania (Bogdanowicz, 1989; Gebauer, Enzinger, Kronbichler, Schurz, Reishofer, Koschutnig, Kargl, Purgstaller, Fazekas, Fink, 2012; Pietras, 2008; Richards, Berninger, Fayol, 2009).

Jedną z metod stosowanych w analizach trudności w zakresie czytania i pisania jest

badanie okulograficzne. Stanowi ono źródło istotnych danych na temat funkcjonowania poznawczego, w tym czasowego i przestrzennego przetwarzania informacji wzrokowych podczas czytania (Rayner, 1998; Rayner, Slatery, Bélanger, 2010) oraz pisania (Alamargot, Plane, Lambert, Chesnet, 2010). Począwszy od lat 50. XX wieku, okulograf jest stosowany w badaniach dzieci z dysleksją (De Luca, Borrelli, Judica, Spinelli, Zoccolotti, 2002; Dürrwächter, Sokolov, Reinhard, Klosinski, Trauzettel-Klosinski, 2010; Hutzler, Wimmer, 2004; Jones, Kelly, Corley, 2007; Kuperman, van Dyke, 2011; Pavlidis, 1981; Prado, Dubois, Valodois, 2007; Tinker, 1958), dysleksją współwystępującą z ADHD (Thaler, Urton, Heine, Hawelka, Engl, Jacobs, 2009), dyskalkulią rozwojową (Moeller, Neuburger, Kaufmann, Landerl, Nuerk, 2009), ale nie z izolowanymi trudnościami w pisaniu.

Odmienny wzór ruchów gałek ocznych osób z dysleksją w zróżnicowanych zadaniach prezentowanych wzrokowo był wielokrotnie badany i weryfikowany. Pierwotnie uważano go za przyczynę trudności w czytaniu (Pavlidis, 1981), obecnie jest traktowany jako wtórny wobec deficytu wzrokowego przetwarzania materiału językowego (Kuperman, Van Dyke, 2011; Prado *et al.*, 2007).

Wyniki wielu badań oraz modele zależności pomiędzy ruchami oczu a czytaniem wskazują na to, że właściwości słowa determinują, kiedy i gdzie zostaną wykonane ruchy oczu podczas czytania (Reichle, Pollatsek, Rayner, 2006; Reilly, Radach, 2006). Drugą ważną zmienną są specyficzne cechy osoby czytającej, a zwłaszcza poziom jej zdolności językowych (Kuperman, Van Dyke, 2011).

W grupie dzieci z dysleksją opisuje się specyficzny wzór ruchów gałek ocznych podczas czytania. Charakteryzuje się on wydłużonym czasem pojedynczych fiksacji, istotnie wyższą liczbą fiksacji na każdym słowie, krótszymi sakkadami, mniejszą amplitudą sakkad i częstszym występowaniem sakkad powrotnych (regresji) w porównaniu do grupy kontrolnej (De Luca *et al.*, 2002; Hutzler, Wimmer, 2004).

W zadaniu czytania dzieci dyslektyczne wykazywały wydłużony czas pojedynczej fik-

sacji (290 ms vs 230 ms w grupie kontrolnej) i podwojenie liczby fiksacji na każdym słowie (De Luca *et al.*, 2002). Podczas czytania przez dzieci z dysleksją posługujące się językami regularnymi zaobserwowano tzw. efekt długości słowa. Oznacza to, że wraz ze wzrostem liczby liter niemal liniowo wzrastał czas czytania, niezależnie od tego, czy materiałem były słowa, pseudosłowa czy tekst. U osób dobrze czytających nie stwierdzono tego efektu w odniesieniu do słów i tekstu, natomiast efekt na poziomie tendencji stwierdzono w odniesieniu do pseudosłów (Ferrand, New, 2003). Wyniki te stały się źródłem wniosków o stosowaniu mało efektywnych sposobów czytania u dzieci z dysleksją rozwojową, bazujących na odpowiedniości grafem – fonem.

Z powyższych przykładów wynika zasadność stosowania analizy ruchów gałek ocznych podczas czytania, która pozwala na uzyskanie istotnych danych dotyczących mechanizmów trudności dziecka z dysleksją. Pojawia się pytanie, czy i na ile metoda okulograficzna może pomóc w rozumieniu trudności rozwojowych u dzieci z dysortografią? Dysortografia, czyli specyficzne trudności w opanowaniu poprawnego zapisu, może występować jako część obrazu klinicznego dysleksji, może też występować w izolacji (Pietras, 2008). W obu przypadkach jest przejawem braku pełnej świadomości ortograficznej (Awramiuk, 2006). Świadomość ortograficzna jest elementem świadomości pisma, czyli rozumienia funkcji pisma i relacji pomiędzy mową a pismem. Jest konieczna do efektywnego posługiwania się językiem pisanym (Krasowicz-Kupis, 2005). Kształtuje się w okresie wczesnego i średniego dzieciństwa, a znaczny skok w rozumieniu celu i zasad funkcjonowania pisma dokonuje się w wieku 4–5 lat (Share, Gur, 1999). W tym kontekście świadomość ortograficzna to wiedza o systemie alfabetycznym, o relacjach między grafemem a fonemem oraz o pisowni indywidualnych słów. Moment pojawienia się pytania „A jak to się pisze?” jest traktowany jako wskaźnik zaistnienia świadomości ortograficznej (Awramiuk, 2006).

Rozwój świadomości ortograficznej jest widoczny w rodzajach błędów popełnianych

przez dzieci na poszczególnych etapach nauki pisania (Awramiuk, 2006). W wieku gimnazjalnym, gdy dzieci znajdują się na zaawansowanym etapie nauczania szkolnego, istotnie często przejawiają problemy zastosowania jednego z dwóch grafemów równorzędnych – par grafemów, które odpowiadają jednemu fonemowi i mają tę samą wartość fonologiczną (Awramiuk, 2006). Poprawny zapis wyrazów stanowi ostateczny etap nabywania świadomości ortograficznej (Pietras, 2008).

Celem niniejszego badania było poszukiwanie odpowiedzi na pytanie, czy zakłócenie przebiegu rozwoju świadomości ortograficznej widoczne w postaci błędów w pisowni następuje na poziomie percepcji wzrokowej wyrazu? Czy młodzież z dysortografią ma świadomość szczególnego znaczenia miejsca trudności ortograficznej? Sformułowaliśmy hipotezę, że badane dzieci z dysortografią będą się charakteryzować odmiennym niż osoby dobrze piszące sposobem analizy wzrokowej wyrazów zawierających trudność ortograficzną, czego wskaźnikiem będzie odmienny wzór ruchów gałek ocznych. Zakładaliśmy także, że deficyt percepcyjny i uwagi wzrokowej jest mechanizmem powstawania trudności o charakterze dysortografii, czyli będzie widoczny w zadaniu uczenia się zapisu nowych słów. Dlatego zgodnie z drugą hipotezą oczekiwaliśmy, że także podczas uczenia się nowych, nieznanymi wyrazów (pseudosłów) zawierających trudności ortograficzne, analogiczne jak w rzeczywistych wyrazach, młodzież z dysortografią będzie wykazywać odmienny niż grupa kontrolna wzór aktywności okoruchowej. Wyniki badania okulograficznego pozwalają na charakterystykę percepcji, kierunku i koncentracji uwagi wzrokowej na wybranych fragmentach bodźca.

W celu weryfikacji postawionych hipotez przeprowadziliśmy badanie składające się z dwóch odrębnych zadań, w których do badania ruchów gałek ocznych został zastosowany okulograf. Pierwsze z nich dotyczyło oceny poprawności zapisu wyrazów z języka polskiego, a drugie – oceny poprawności zapisu pseudosłów.

## METODA

### Osoby badane

W badaniu uczestniczyły 32 osoby z dysortografią (grupa DYS) oraz 19 osób bez trudności w pisaniu (grupa KONTR) w wieku 13–15 lat. Procentowy udział chłopców i dziewcząt w obu grupach był taki sam. W grupie z dysortografią 13 osób (40%) to dziewczynki, 19 (60%) to chłopcy, w grupie kontrolnej odpowiednio 7 (40%) i 12 (60%). Osoby badane wykonywały dwa zadania, jedno po drugim. W zadaniu pierwszym materiałem bodźcowym były polskie słowa z trudnością ortograficzną, w zadaniu drugim wykorzystano pseudosłowa.

Ze względu na specyfikę badania okulograficznego dane niektórych osób badanych są usuwane z analiz statystycznych z powodu ich niekompletności. Najczęstszymi przyczynami są rozkalibrowanie okulografu w trakcie eksperymentu lub nadmierna ruchliwość głowy osób badanych w wyniku zmęczenia, zniecierpliwienia lub frustracji związanej z trudnością zadania. W prezentowanych badaniach z dalszych analiz zostały usunięte dane jednej osoby z grupy kontrolnej w zadaniu pierwszym oraz dane ośmiu osób z dysortografią i jednej z grupy kontrolnej w zadaniu drugim. Podsumowując, analizy statystyczne zostały przeprowadzone na 50 osobach w odniesieniu do zadania pierwszego i na 42 osobach w odniesieniu do zadania drugiego.

Wszystkie osoby badane były narodowości polskiej, język polski był dla nich językiem ojczystym. Kryteria kwalifikacji do grupy z dysortografią były następujące: (1) izolowane trudności w pisaniu zdiagnozowane w poradni psychologiczno-pedagogicznej przez zespół specjalistów (psycholog, pedagog); (2) w historii edukacji nie występowały trudności w czytaniu; (3) IQ > 85. Równieśnicy z grupy kontrolnej nie wykazywali trudności w pisaniu ani czytaniu. Uczestnicy badania nie byli chorzy neurologicznie, nie mieli zaburzeń sensorycznych. Rodzice oraz młodzież wyrazili zgodę na udział w badaniu.

Tabela 1 przedstawia dane opisowe dla obu grup oraz istotności różnic międzygrupowych

w odniesieniu do wieku, poziomu inteligencji oraz umiejętności w zakresie poprawnej pisowni badanych. W celu oceny umiejętności poprawnego zapisu zastosowano dyktando Zdzisławy Saduś (narzędzie powszechnie stosowane w poradniach psychologiczno-pedagogicznych). Składa się z 26 wyrażen dwuwyrazowych z wieloma trudnościami ortograficznymi, w tym typu: rz-ż, ó-u lub ch-h, np. rzadkie wyróżnienie, chór młodzieżowy, bieżący komentarz. Wskaźnikiem wykonania jest liczba popełnionych błędów. W badaniu nie ma ograniczeń czasowych.

### Aparatura badawcza

Ruchy gałek ocznych rejestrowano za pomocą okulo grafu SMI (iView X Hi-Speed) z częstotliwością próbkowania 1250 Hz, czasem latencji 0,5 ms., i rozdzielczością 0,01°. Do ekspozycji bodźców zastosowano 20" monitor Dell Professional 2009W (1680 × 1050). Osoby badane reagowały za pomocą klawiatury Ergodex DX1 ze zmiennym układem klawiszy. Eksperyment został napisany w E-prime 2.0. Dane okoruchowe zostały poddane analizie za pomocą programu OGAMA 4.2 oraz opracowane statystycznie za pomocą pakietu STATISTICA 8.0.

### ZADANIE 1

#### Materiały

W zadaniu 1 zastosowano osiemnaście wyrazów z trudnością ortograficzną, po sześć w każdej kategorii: ó-u, rz-ż, ch-h. Każdy wy-

raz posiadał dwie „wersje”: poprawną i błędną, np. porządek – poządek, zatem łączna liczba wyrazów wynosiła 36. Słowa różniły się długością: od 5 do 10 liter. Średnia długość słowa wynosiła w każdej kategorii odpowiednio: 7,17 (SD = 1,11), 7,83 (SD = 1,11) i 7,50 (SD = 1,44) liter. Różnice w zakresie długości wyrazów nie były istotne statystycznie ( $p > 0,4$ ). W każdej parze jedno słowo napisane było poprawnie i jedno niepoprawnie (patrz: załącznik nr 1). W każdej kategorii połowa słów zapisana była poprawnie z pierwszym grafemem z pary np. z u, a połowa z drugim grafemem z pary np. ó. Wszystkie słowa zapisane były czcionką Courier monospace. Każda litera była wpisana w kwadrat (3 × 3 cm) w obszarze odpowiadającym 2,4° kąta pola widzenia.

#### Procedura

Osoby badane siedziały około 70 cm od ekranu komputera. Głowa badanych była unieruchomiona w kolumnie okulo grafu. Wyrazy z trudnościami ortograficznymi były pojedynczo wyświetlane na ekranie komputera w porządku losowym. Każdy wyraz (zarówno zapisany poprawnie, jak i niepoprawnie) był eksponowany trzykrotnie. Badani byli proszeni o podjęcie decyzji, czy słowo jest napisane poprawnie czy nie. Każda osoba badana wykonywała 108 prób (36 wyrazów × 3 ekspozycje). Przykładowo, gdy na ekranie pojawił się wyraz „argument”, badany klikał myszką na jeden z kwadratów umieszczonych na dole ekranu z napisem „tak” lub „nie” w od-

Tabela 1. Statystyki opisowe dla obu grup

Grupa Zmienna	DYS.		KONTR.		t	p
	Średnia	SD	Średnia	SD		
Wiek (w miesiącach)	165.84	7.80	167.11	7.20	-0.57	n.i.
IQ w skali pełnej	106.06	14.50	110.53	13.90	-1.08	n.i.
IQ w skali werbalnej	104.50	14.80	111.21	11.73	-1.68	n.i.
IQ w skali niewerbalnej	106.72	15.20	108.58	15.20	-.42	n.i.
Liczba błędów w dyktandzie	20.15	5.77	2.68	1.82	12.78	0,001

powiedzi na pytanie „Czy eksponowany wyraz napisany jest poprawnie?”. Czas prezentacji słów nie był ograniczony. Rejestrowano trafność rozpoznania wyrazu oraz dane dotyczące ruchów gałek ocznych podczas czytania całego słowa i spoglądania w miejsce trudności ortograficznej.

## Wyniki

Punktem wyjścia do wszystkich analiz statystycznych w odniesieniu do danych okoruchowych było sprawdzenie, czy osoby z dysortografią rzeczywiście ujawniają większe trudności w trafnym rozpoznawaniu prezentowanych im wyrazów w porównaniu do osób z grupy kontrolnej. W tym celu zastosowano test U-Manna-Whitneya ze względu na skośność rozkładów zmiennej zależnej i stwierdzono istotne statystycznie różnice między porównywanymi grupami ( $U = 55,00$ ;  $z = -4,84$ ;  $p < 0,001$ ). Osoby z dysortografią popełniały znacznie więcej błędów podczas rozpoznawania poprawności wyrazów niż osoby z grupy kontrolnej.

### *Analiza danych okoruchowych dla całego słowa*

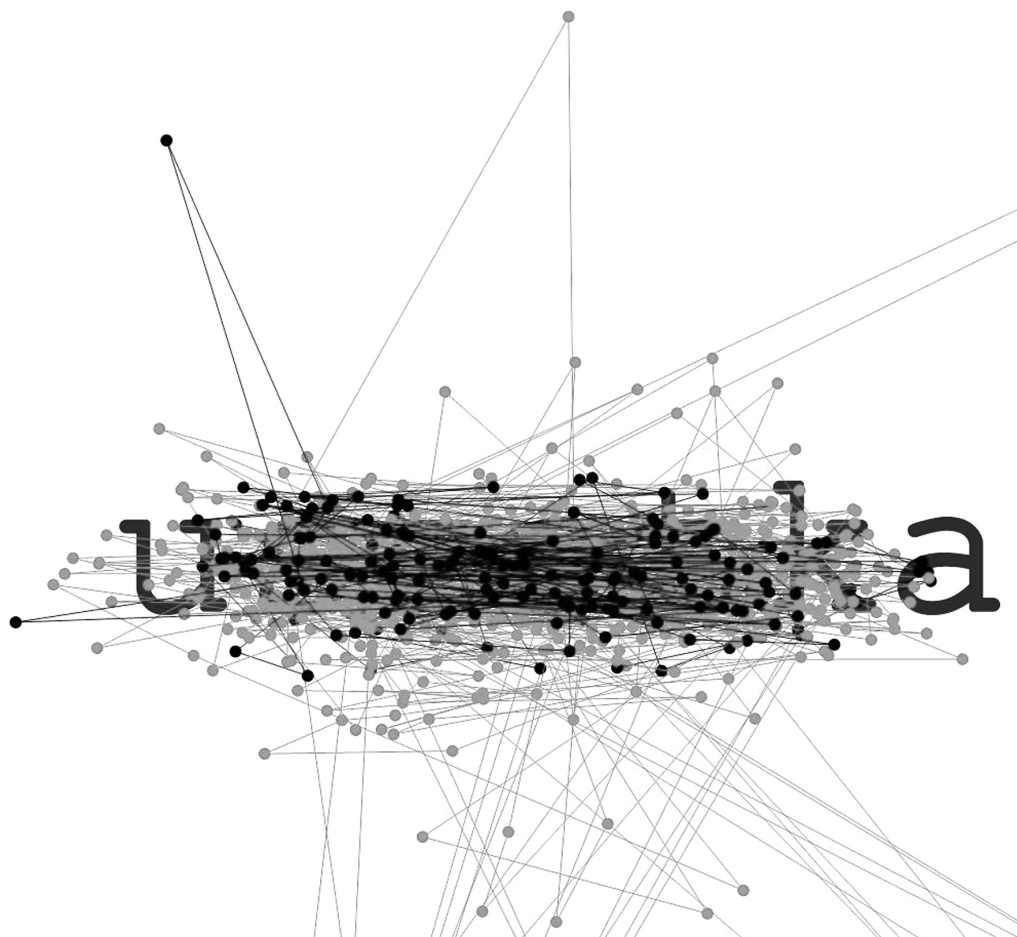
Dla każdego wyrazu zarejestrowano ruchy gałek ocznych wszystkich osób badanych. Analizowano liczbę fiksacji, średni czas fiksacji, średnią długość (amplituda) i prędkość sakkady oraz sumaryczną długość ścieżki skanowania. Liczba fiksacji jest wskaźnikiem ogólnej aktywności okoruchowej i potrzeby eksploracji pola percepcyjnego. Średni czas fiksacji to sumaryczny czas poświęcony na czytanie wyrazu pomniejszony o sumaryczny czas sakkad (tj. przeniesień spojrzeń w inne miejsce obrazu) podzielony przez liczbę fiksacji. Jest on wskaźnikiem głębokości przetwarzania danych wzrokowych. Im więcej wysiłku poznawczego wkłada obserwator w interpretację danych sensorycznych w punktach fiksacji, tym dłuższy jest średni ich czas. Sakkada oznacza ruch gałki ocznej, którego efektem jest przeniesienie spojrzenia z jednego miejsca dwuwymiarowej płaszczyzny, prostopadłej do osi widzenia w inne. Jej miarą jest od-

ległość między dwoma punktami fiksacji, wyrażona w jednostkach metrycznych. Średnia długość sakkad jest ilorazem sumarycznej długości ścieżki skanowania przez liczbę punktów fiksacji. Jest wskaźnikiem przyjętej strategii skanowania obrazu. Większa średnia amplituda sakkad oznacza bardziej globalną strategię, której celem jest budowanie mapy poznawczej obrazu i rekonstrukcja jego kompozycji. Krótsza średnia amplituda sakkad wskazuje na strategię lokalną, czyli koncentrację na niejednoznacznych lub trudno rozpoznawalnych szczegółach obrazu. Średnia prędkość sakkad jest z kolei wskaźnikiem dynamiki przeszukiwania pola percepcyjnego. Jest pochodną własności zadania (np. ograniczeń w czasie) oraz cech indywidualnych obserwatora.

Po połączeniu wszystkich ruchów gałek ocznych dla każdego wyrazu uzyskano określony wzór aktywności okoruchowej. Poniżej zaprezentowano przykładowy zapis trajektorii ruchów gałek ocznych zarejestrowany podczas oceny poprawności zapisu wyrazu „uszatka” (rysunek 1).

W odniesieniu do każdej z wymienionych zmiennych zależnych zastosowano analizę wariancji ANOVA ze zmienną [GRUPA] (osoby z dysortografią vs kontrolna) jako czynnikiem międzygrupowym oraz trafnością rozpoznania słowa [TRAFNOŚĆ] (trafne vs nietrafne rozpoznanie) i poprawnością zapisu ortograficznego [POPRAWNOŚĆ] (poprawny vs niepoprawny zapis) jako czynnikami wewnątrzgrupowymi. Trafność rozpoznania rozumiana jest jako prawidłowa reakcja danej osoby badanej. Dotyczy zarówno wyrazów zapisanych poprawnie (trafne rozpoznanie wyrazu zapisanego poprawnie), jak i niepoprawnie (trafne rozpoznanie wyrazu zapisanego niepoprawnie, czyli rozpoznanie błędu). Czynniki POPRAWNOŚĆ odnosił się do zastosowanych wyrazów, z których połowa zapisana była poprawnie, a połowa niepoprawnie.

Nie stwierdzono istotnego efektu głównego zarówno zmiennej GRUPA [ $F(1,48) = 2.19$ ;  $MSE = 30.32$ ;  $p = .145$ ], jak i zmiennej POPRAWNOŚĆ [ $F(1,48) = 1.01$ ;  $MSE = 2.73$ ;  $p = .472$ ] w odniesieniu do liczby punk-



Rysunek 1. Trajektorie ruchów gałek ocznych podczas oceny poprawności zapisu wyrazu „uszatka” w grupie z dysortografią (linie z jasnymi kropkami) oraz kontrolnej (linie z ciemnymi kropkami)

tów fiksacji wzroku na prezentowanych wyrazach zawierających trudność ortograficzną. Stwierdzono natomiast istotny efekt zmiennej TRAFNOŚĆ [ $M_{\text{TRAF}} = 6.62$  fiksacji;  $M_{\text{NIE-TRAF}} = 8.34$  fiksacji;  $F(1.48) = 52.93$ ;  $MSE = 2.56$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2 = .52$ ] oraz istotny efekt interakcji zmiennych GRUPA  $\times$  TRAFNOŚĆ [ $F(1.48) = 5.75$ ;  $MSE = 2.56$ ;  $p = .020$ ;  $\eta^2 = .11$ ]. O ile w odniesieniu do nietrafnych odpowiedzi nie ma różnic między grupami ze względu na liczbę fiksacji wzroku na prezentowanych wyrazach [Test Newmana-Keulusa;  $p = .46$ ], o tyle udzielenie odpowiedzi trafnych przez grupę DYS było poprzedzone istotnie większą

liczbą fiksacji wzroku niż w grupie KONTR [ $M_{\text{DYS}} = 7.50$  fiksacji;  $M_{\text{KONTR}} = 5.54$  fiksacji; Test Newmana-Keulusa;  $p = .04$ ].

Nie stwierdzono różnic między grupami w odniesieniu do sumarycznej długości ścieżki skanowania. Stwierdzono natomiast istotny efekt zmiennej TRAFNOŚĆ w odniesieniu do sumarycznej długości ścieżki skanowania, co jest bezpośrednią konsekwencją liczby punktów fiksacji [ $F(1.48) = 32.21$ ;  $MSE = 197747$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2 = .40$ ]. Istotnie dłuższa sumaryczna ścieżka skanowania poprzedza nietrafne rozpoznania niż trafne. Nie stwierdzono wpływu żadnej ze zmiennych niezależnych (GRU-

PA, TRAFNOŚĆ i POPRAWNOŚĆ) na następujące parametry ruchu gałek ocznych: średni czas fiksacji, przeciętna długość sakkad oraz przeciętna prędkość sakkad podczas rozpoznawania poprawności zapisu wyrazów zawierających trudność ortograficzną.

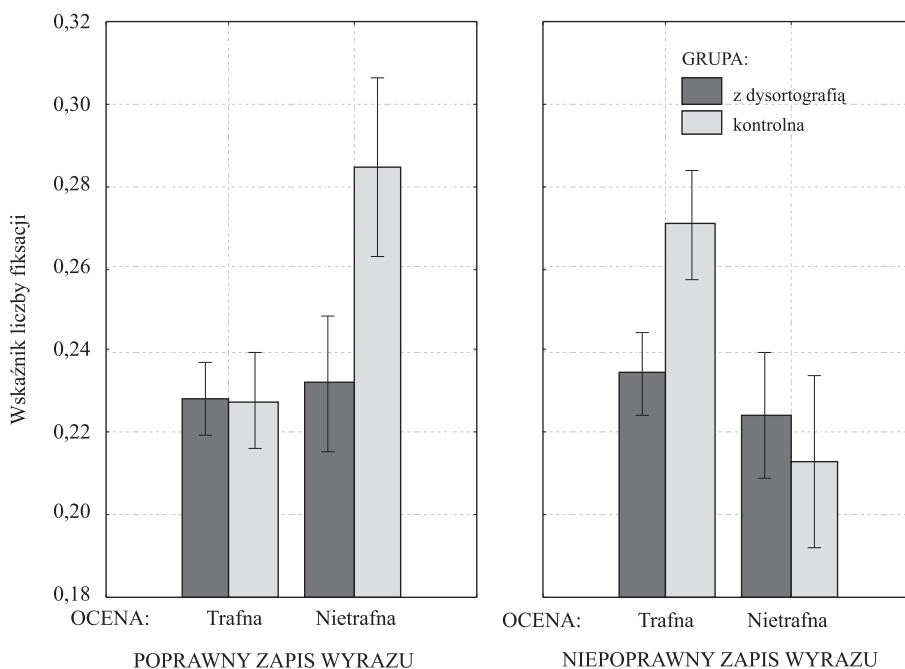
### *Analiza danych okoruchowych w miejscu trudności ortograficznej*

W niniejszej analizie wzięto pod uwagę następujące wskaźniki zaangażowania uwagi wzrokowej w analizę miejsca zawierającego trudność ortograficzną: (1) stosunek liczby fiksacji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do wszystkich fiksacji, (2) stosunek czasu poświęconego na analizę miejsca zawierającego trudność ortograficzną do całkowitego czasu udzielania odpowiedzi na pytanie o poprawność zapisu ortograficznego, (3) średni czas fiksacji w miejscu trudności ortograficznej. Wszystkie zmienne zależne były analizowane za pomocą analizy wariancji ANOVA

ze zmienną [GRUPA] (osoby z dysortografią vs kontrolna) jako czynnikiem międzygrupowym oraz trafnością rozpoznania słowa [TRAFNOŚĆ] (trafne vs nietrafne rozpoznanie) i poprawnością zapisu ortograficznego [POPRAWNOŚĆ] (poprawny vs niepoprawny zapis) jako czynnikami wewnątrzgrupowymi.

### **Stosunek liczby fiksacji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do wszystkich fiksacji**

Nie stwierdzono efektu głównego żadnej ze zmiennych niezależnych (GRUPA, TRAFNOŚĆ i POPRAWNOŚĆ) dla proporcji liczby fiksacji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do wszystkich fiksacji. Stwierdzono natomiast dwie istotne interakcje zmiennych TRAFNOŚĆ  $\times$  POPRAWNOŚĆ [ $F(1.48) = 12.95$ ;  $MSE = .001$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2 = .21$ ] i GRUPA  $\times$  TRAFNOŚĆ  $\times$  POPRAWNOŚĆ [ $F(1.48) = 8.05$ ;  $MSE = .001$ ;  $p = .007$ ;  $\eta^2 = .14$ , Zob. rysunek 2]. Wartości częstościowego wskaźnika zaangażowania uwagi w miejscu trudności



Rysunek 2. Proporcja liczby fiksacji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do wszystkich fiksacji w odniesieniu do wyrazów z trudnością ortograficzną zapisanych poprawnie i błędnie, trafnie i nietrafnie rozpoznanych przez osoby z grupy DYS i KONTR

ści ortograficznej przez grupę DYS nie różnią się istotnie ze względu na poprawność zapisu wyrazu oraz trafność w jego rozpoznaniu. Stwierdzono natomiast, że w grupie KONTR istotnie więcej fiksacji w miejscu trudności ortograficznej poprzedzało nietrafne niż trafne rozpoznanie wyrazów zapisanych poprawnie [Test Newmana-Keulusa;  $p = 0,027$ ; zob. rysunek 2, lewa strona] oraz trafnie niż nietrafnie rozpoznanych wyrazów zapisanych z błędem ortograficznym [Test Newmana-Keulusa;  $p = .034$ , zob. rysunek 2, prawa strona].

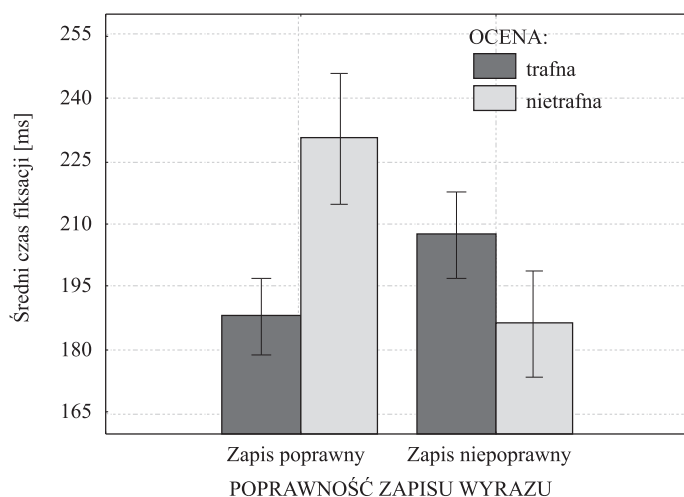
#### Stosunek czasu poświęconego na analizę miejsca zawierającego trudność ortograficzną do całkowitego czasu udzielania odpowiedzi na pytanie o poprawność zapisu ortograficznego

Wyniki analizy proporcji sumarycznego czasu koncentracji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do sumarycznego czasu fiksacji na całym wyrazie potwierdzają analizę liczby fiksacji. Podobnie jak w poprzedniej analizie, nie stwierdzono efektu głównego żadnej ze zmiennych niezależnych. Stwierdzono natomiast dwie istotne interakcje zmiennych

TRAFNOŚĆ  $\times$  POPRAWNOŚĆ [F(1.48) = 11.64; MSE = .001;  $p < .001$ ;  $\eta^2 = .20$ ] i GRUPA  $\times$  TRAFNOŚĆ  $\times$  POPRAWNOŚĆ [F(1.48) = 4.45; MSE = .001;  $p = .040$ ;  $\eta^2 = .09$ ]. Rozkład wartości wskaźnika był analogiczny jak na rysunku 2.

#### Średni czasu fiksacji w miejscu trudności ortograficznej

Podobnie jak w odniesieniu do dwóch poprzednich analiz nie stwierdzono efektów głównych żadnej ze zmiennych niezależnych. Stwierdzono natomiast istotną interakcję TRAFNOŚĆ  $\times$  POPRAWNOŚĆ [F(1.48) = 24.70; MSE = 1887;  $p < .001$ ;  $\eta^2 = .34$ , zob. rysunek 3]. Trafne rozpoznania wyrazów poprawnie zapisanych były poprzedzone istotnie krótszym średnim czasem fiksacji na miejscu trudności ortograficznej niż wyrazów niepoprawnie zapisanych [Test Newmana-Keulusa;  $p < .001$ ]. Z kolei nietrafne rozpoznania wyrazów poprawnie zapisanych były poprzedzone istotnie dłuższym średnim czasem fiksacji na miejscu trudności ortograficznej, niż wyrazów niepoprawnie zapisanych [Test Newmana-Keulusa;  $p = .004$ ].



Rysunek 3. Średni czas fiksacji wzroku w miejscu trudności ortograficznej w odniesieniu do wyrazów z trudnością ortograficzną zapisanych poprawnie i błędnie, trafnie i nietrafnie rozpoznanych przez wszystkie osoby badane razem



## ZADANIE 2

### *Material*

W zadaniu zastosowano dziewięć pseudosłów z trudnością ortograficzną, po trzy w każdej z trzech kategorii: ó-u, rz-ż, ch-h (patrz: załącznik nr 2). Podobnie jak w przypadku wyrazów, każde pseudosłowo miało dwie „wersje”: zapis poprawny i niepoprawny, zatem ostatecznie wykorzystano 18 pseudosłów. W każdej z par wyrazów jeden był arbitralnie traktowany jako zapisany poprawnie, a drugi jako błędnie. Przykładowo w parze pseudosłów kiserzap – **kiseżap** wersja druga (pogrubiona) jest poprawna. Wyrazy składały się z 5 do 8 liter, średnia liczba liter w każdej kategorii była taka sama ( $p > .6$ ). Wielkość liter była taka sama jak w zadaniu 1.

### *Procedura*

W pierwszej, treningowej części eksperymentu osoby badane uczyły się, który zapis pseudosłowa jest poprawny, a który błędny. Po każdej odpowiedzi otrzymywały informację zwrotną o poprawności odpowiedzi. Pseudosłowa prezentowano w losowej kolejności. Pseudosłowa prezentowane były do momentu osiągnięcia przez badanego kryterium wyuczenia na poziomie 85% prawidłowych odpowiedzi. W drugiej, testowej części wykorzystano wszystkie pseudosłowa z części treningowej. Na ekranie komputera pseudosłowa pojawiały się pojedynczo, każde trzykrotnie, w losowej kolejności. Osoby badane prośzone były o odpowiedź, czy poszczególne słowa są zapisane poprawnie czy nie. Rejestrowano trafność rozpoznawania oraz trajektorie ruchów gałek ocznych.

## WYNIKI

### *Analiza danych okoruchowych dla całego słowa*

Analizowano analogiczne wskaźniki trajektorii ruchów gałek ocznych jak w zadaniu 1. W odniesieniu do każdego wskaźnika zastosowano analizę wariancji ANOVA ze zmienną [GRU-

PA] (osoby z dysortografią vs kontrolna) jako czynnikiem międzygrupowym oraz trafnością rozpoznania słowa [TRAFNOŚĆ] (trafne vs nietrafne rozpoznanie) i poprawnością zapisu ortograficznego [POPRAWNOŚĆ] (poprawny vs niepoprawny zapis) jako czynnikami wewnątrzgrupowymi. Nie stwierdzono istotnego efektu głównego zarówno zmiennej GRUPA [ $F(1.40) = .52$ ;  $MSE = 12.84$ ;  $p = .477$ ], jak i zmiennej POPRAWNOŚĆ [ $F(1.40) = 1.08$ ;  $MSE = 1.56$ ;  $p = .304$ ] w odniesieniu do liczby punktów fiksacji wzroku na prezentowanych pseudowyrazach zawierających trudność ortograficzną. Stwierdzono natomiast istotny efekt zmiennej TRAFNOŚĆ [ $M_{\text{TRAFNE}} = 4.97$  fiksacji,  $M_{\text{NIETRAFNE}} = 5.76$  fiksacji;  $F(1.40) = 9.99$ ;  $MSE = 2.52$ ;  $p = .003$ ;  $\eta^2 = .20$ ].

Stwierdzono również istotny efekt zmiennej TRAFNOŚĆ w odniesieniu do sumarycznej długości ścieżki skanowania, co jest bezpośrednią konsekwencją liczby punktów fiksacji [ $F(1.40) = 10.66$ ;  $MSE = 82544$ ;  $p < .002$ ;  $\eta^2 = .21$ ]. Istotnie dłuższa sumaryczna ścieżka skanowania poprzedza nietrafne rozpoznanie niż trafne. Nie stwierdzono różnic między grupami w odniesieniu do tej zmiennej.

Analogicznie jak w odniesieniu do wyrazów, również w odniesieniu do pseudowyrazów nie stwierdzono efektu żadnej ze zmiennych niezależnych (GRUPA, TRAFNOŚĆ i POPRAWNOŚĆ) w odniesieniu do następujących miar ruchu gałek ocznych: średniego czasu fiksacji, przeciętnej długości sakkad, przeciętnej prędkości sakkad podczas wzrokowego analizowania wyrazów zawierających trudność ortograficzną.

### *Analiza danych okoruchowych w miejscu trudności ortograficznej*

W niniejszej analizie wzięto pod uwagę następujące wskaźniki zaangażowania uwagi wzrokowej w analizę miejsca zawierającego trudność ortograficzną: (1) stosunek liczby fiksacji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do wszystkich fiksacji, (2) stosunek czasu poświęconego na analizę miejsca zawierającego trudność ortograficzną do całkowitego czasu udzielania odpowiedzi na pytanie o popraw-

ność zapisu ortograficznego, (3) średni czas fiksacji w miejscu trudności ortograficznej.

#### **Stosunek liczby fiksacji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do wszystkich fiksacji**

Nie stwierdzono efektu głównego żadnej ze zmiennych niezależnych (GRUPA, TRAFNOŚĆ i POPRAWNOŚĆ) dla proporcji liczby fiksacji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do wszystkich fiksacji. Stwierdzono natomiast istotną interakcję zmiennych TRAFNOŚĆ  $\times$  POPRAWNOŚĆ [ $F(1.40) = 5.46$ ;  $MSE = .001$ ;  $p < .024$ ;  $\eta^2 = .12$ ]. Niezależnie od grupy osób badanych stwierdzono, że proporcja liczby fiksacji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do wszystkich fiksacji była znacznie wyższa w odniesieniu do poprawnie zapisanych pseudowyrazów, które zostały nietrafnie rozpoznane, w stosunku do trafnie rozpoznanych [Test Newmana-Keulusa;  $p = .006$ ]. Nie stwierdzono istotnych różnic między proporcjami liczby fiksacji na miejscu trudności ortograficznej w stosunku do pseudowyrazów z błędem ortograficznym [Test Newmana-Keulusa;  $p = .995$ ].

#### **Stosunek czasu poświęconego na analizę miejsca zawierającego trudność ortograficzną do całkowitego czasu udzielania odpowiedzi na pytanie o poprawność zapisu ortograficznego**

Stwierdzono istotny efekt zmiennej TRAFNOŚĆ na proporcję sumarycznego czasu koncentracji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do sumarycznego czasu fiksacji na całym pseudowyrazie [ $F(1.40) = 4.28$ ;  $MSE = .001$ ;  $p = .045$ ;  $\eta^2 = .10$ ]. Istotnie więcej czasu poświęcano miejscom trudności ortograficznej w pseudowyrazach, które zostały nietrafnie niż trafnie rozpoznane. Stwierdzono również istotną interakcję zmiennych TRAFNOŚĆ  $\times$  POPRAWNOŚĆ [ $F(1.40) = 6.20$ ;  $MSE = .005$ ;  $p = .017$ ;  $\eta^2 = .13$ ]. Rozkład wyników był analogiczny do wyników analizy wskaźnika częstościowego. Proporcja sumarycznego czasu koncentracji wzroku w miejscu trudności ortograficznej do sumarycznego czasu fiksacji na całym pseudowyrazie była

znacznie wyższa w odniesieniu do poprawnie zapisanych pseudowyrazów, które zostały nietrafnie rozpoznane, w stosunku do trafnie rozpoznanych [Test Newmana-Keulusa;  $p < .001$ ]. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic między proporcjami czasów fiksacji na miejscu trudności ortograficznej w stosunku do pseudowyrazów z błędem ortograficznym [Test Newmana-Keulusa;  $p = .992$ ].

#### **Średni czas fiksacji w miejscu trudności ortograficznej**

Podobnie jak w odniesieniu do analizy wyrazów, również w odniesieniu do pseudowyrazów stwierdzono istotną interakcję TRAFNOŚĆ  $\times$  POPRAWNOŚĆ [ $F(1.40) = 12.74$ ;  $MSE = 5020$ ;  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .24$ ]. Trafne rozpoznania pseudowyrazów poprawnie zapisanych, analogicznie, jak w odniesieniu do wyrazów (por. zadanie 1) były poprzedzone istotnie krótszym średnim czasem fiksacji na miejscu trudności ortograficznej niż pseudowyrazów niepoprawnie zapisanych [Test Newmana-Keulusa;  $p < .001$ ]. Z kolei nietrafne rozpoznania pseudowyrazów poprawnie zapisanych były poprzedzone istotnie dłuższym średnim czasem fiksacji na miejscu trudności ortograficznej niż pseudowyrazów niepoprawnie zapisanych [Test Newmana-Keulusa;  $p = .034$ ].

#### **DYSKUSJA**

Badania ruchów gałek ocznych są nieinwazyjną metodą uzyskiwania szerokiego spektrum danych o przebiegu procesów poznawczych: percepcyjnych, wyobraźniowych, pamięciowych. Podczas obserwowania obiektów oczy zwracane są na fragmenty istotne z informacyjnego punktu widzenia. Uzyskiwane wzorce ruchów oczu nie odzwierciedlają pasywnego typu percepcji typu *bottom-up*. Reprezentują aktywne, celowo ukierunkowane czynności sterowane procesami wyższego rzędu. Dlatego wyniki badań okoruchowych mogą być traktowane jako źródło informacji o jakości przebiegu procesów poznawczych podczas spostrzegania.

Głównym rezultatem uzyskanym w badaniach był brak różnic między osobami z dysortografią (grupa DYS) i osobami bez trudności w pisaniu (grupa KONTR), w odniesieniu do większości wskaźników ruchów gałek ocznych (średniej liczby fiksacji, średniego czasu fiksacji, przeciętnej długości sakkad, przeciętnej prędkości sakkad). Dotyczyło to zarówno sytuacji w zadaniu 1, czyli podczas oceny poprawności zapisu wyrazów zawierających trudność ortograficzną, jak i w zadaniu 2, podczas testowania wyników uczenia się zapisu ortograficznego nowych wyrazów. Przyjmując, że ruchy gałek ocznych są wskaźnikiem przebiegu procesów przetwarzania informacji wzrokowych, można stwierdzić, że obie grupy w podobny sposób spostrzegają, analizują wzrokowo wyrazy z trudnością ortograficzną i nie ma między nimi różnic w poziomie zaangażowania uwagi wzrokowej. Także w podobny sposób analizują wyrazy nowe, w taki sam sposób koncentrują uwagę wzrokową na miejscu istotnym dla poprawności zapisu. Uzyskany wynik pozwala sugerować, że zakłócenia rozwoju świadomości ortograficznej nie wynikają z dysfunkcji percepcyjnych czy uwagowych. Ten wniosek ma duże znaczenie dla planowania procesu terapeutycznego. Dotychczas w programach terapeutycznych wiele czasu poświęcano kierowaniu uwagi wzrokowej (podkreślanie miejsca trudności ortograficznej, zaznaczanie jej innym kolorem) na grafemy ważne dla prawidłowego zapisu (Omiecińska, Saduś, 1996). Zakłada się bowiem, że dziecko z dysortografią nie koncentruje jej w wystarczający sposób w miejscu najistotniejszym w wyrazie, niejako nie dostrzegając jego znaczenia. Okazuje się jednak, że proces percepcji i uwagi wzrokowej realizowany jest poprawnie, czyli ten etap kształtowania świadomości ortograficznej – jak się wydaje – przebiega prawidłowo.

Dalsze analizy pozwoliły na uszczegółowienie pierwszego wniosku. Różnice międzygrupowe ujawniły się w odniesieniu do trafności rozpoznania i poprawności lub błędnego zapisu prezentowanych wyrazów. W tym kontekście istotnym wskaźnikiem okoruchowym okazała się średnia liczba fiksacji na prezen-

towanym wyrazie. Trafne rozpoznanie wyrazów przez grupę z dysortografią było poprzedzone istotnie większą liczbą fiksacji wzroku na nich niż trafne rozpoznanie wyrazów przez dzieci bez zaburzenia. Wysoka liczba fiksacji na rozpoznawanym wyrazie sugeruje większą potrzebę eksploracji wzrokowej, zaangażowania uwagi wzrokowej i słabszą jego znajomość (De Luca *et al.*, 2002; Dürrwächter *et al.*, 2010). W odniesieniu do nietrafnych odpowiedzi nie stwierdzono natomiast różnic między grupami ze względu na liczbę fiksacji wzroku na prezentowanych wyrazach. Popelniając błąd, obie grupy w podobny sposób analizowały wyrazy, równie dokładnie eksplorując je i prawdopodobnie nie mając pewności co do ostatecznej klasyfikacji.

Osoby z dysortografią, w odróżnieniu od grupy kontrolnej, w podobny sposób eksplorowały wzrokowo miejsce trudności ortograficznej we wszystkich słowach, niezależnie od tego, czy był to wyraz poprawnie zapisany czy niepoprawnie i czy trafnie go rozpoznały czy nie (podobna liczba fiksacji). Oznaczać to może, że dla grupy z dysortografią ten obszar wyrazu nie ma tak istotnego znaczenia dla rozpoznania poprawności jego zapisu jak dla osób z grupy kontrolnej. Z kolei dzieci dobrze piszące nietrafne rozpoznanie poprawnie napisanego wyrazu poprzedzały większą liczbą fiksacji na miejscu trudności ortograficznej niż trafne rozpoznania. Podobnie, gdy zapis był błędny, odpowiedzi trafne poprzedzone były większą liczbą fiksacji. Czyli w sytuacjach, gdy prawidłowe reprezentacje ortograficzne nie mogły być aktywowane w sposób automatyczny (słowa błędnie zapisane oraz poprawnie, ale niewystarczająco dzieciom znane), dzieci zdrowe wykazywały potrzebę zwiększonego zaangażowania uwagi wzrokowej podczas analizy ważnej części wyrazu.

W podsumowaniu wyników badań można stwierdzić, że dysortografia nie jest problemem percepcyjnym, ponieważ stwierdzono brak różnic międzygrupowych w zakresie większości miar okoruchowych. Przeprowadzone analizy w kontekście trafności rozpoznania i poprawności zapisu sugerują, że trudności młodzieży z dysortografią tkwią na

dalszych etapach przetwarzania. Wyniki świadczą o problemach pojawiających się dopiero na etapie podejmowania decyzji przynależności do kategorii „poprawnie” lub „błędnie” zapisanych wyrazów.

Jedną z najważniejszych wskazówek przynależności kategorialnej jest naturalna częstotliwość, z jaką dany obiekt (w tym również np. wyraz) był uprzednio klasyfikowany do określonej kategorii (Hoffrage, Gigerenzer, Krauss, Martignon, 2002; Gigerenzer, Hoffrage, 1995). Im częściej był w przeszłości klasyfikowany do jakiejś kategorii, tym większe

jest prawdopodobieństwo, że ponownie zostanie do niej zaklasyfikowany w nowej sytuacji. Być może zatem jednym z czynników torujących dysortografię jest trudność w kodowaniu częstości wystąpień kolejnych przypadków danego słowa jako poprawnego lub błędnie zapisanego. Wówczas problem rozwoju świadomości ortograficznej mógłby być traktowany jako przejaw trudności w zakresie kodowania i kategoryzacji percepcyjnej. Weryfikacja tych hipotez wymaga jednak odrębnych badań empirycznych.

## PRZYPIS

<sup>1</sup>Badania przedstawione w artykule zostały sfinansowane z funduszy projektu badawczego NCN nr N106040038.

## BIBLIOGRAFIA

- Alamargot D., Plane S., Lambert E., & Chesnet D. (2010), Using eye and pen movements to trace the development of writing expertise: case studies of a 7<sup>th</sup>, 9<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> grader, graduate student, and professional writer. *Reading and Writing. An Interdisciplinary Journal*, 23, 7, 853–888.
- Awramiuk E. (2006), *Lingwistyczne podstawy początkowej nauki czytania i pisanja po polsku*. Białystok: Trans Humana.
- Bogdanowicz M. (1989), *Trudności w pisaniu u dzieci*. Gdańsk: Wydawnictwo UG.
- Bogdanowicz M. (2007), Świadomość dysleksji w Polsce – badania porównawcze [w:] M. Kostka-Szymańska, G. Krasowicz-Kupis (red.), *Dysleksja – problem znany czy nieznan*, 13–36. Lublin: Wydawnictwo UMCS.
- De Luca M., Borrelli M., Judica A., Spinelli D., & Zoccolotti P. (2002), Reading words and pseudowords: An eye movement study of developmental dyslexia. *Brain and Language*, 80, 617–626.
- Démonet J-F., Taylor M.J., Chaix Y. (2004), Developmental dyslexia. *Lancet*, 363, 1451–1460.
- Dürrwächter U., Sokolov A.N., Reinhard J., Klosinski G., Trauzettel-Klosinski S. (2010), Word length and word frequency affect eye movements in dyslexic children reading in a regular (German) orthography. *Annals of Dyslexia*, 60, 86–101.
- Ferrand L., New B. (2003), Syllabic length effects in visual word recognition and naming. *Acta Psychologica*, 113, 167–183.
- Gebauer D., Enzinger Ch., Kronbichler M., Schurz M., Reishofer G., Koschutnig K., Kargl R., Purgstaller Ch., Fazekas F., Fink A. (2012), Distinct patterns of brain function in children with isolated spelling impairment: New insights. *Neuropsychologia*, 50, 1353–1361.
- Gigerenzer G., Hoffrage U. (1995), How to improve Bayesian reasoning without instruction: frequency formats. *Psychological Reviews*, 102, 684–704.
- Habib M. (2000), The neurological basis of developmental dyslexia. An overview and working hypothesis. *Brain*, 123, 2373–2399.
- Hoffrage U., Gigerenzer G., Krauss S., Martignon L. (2002), Representation facilitates reasoning: what natural frequencies are and what they are not. *Cognition*, 84, 343–352.
- Hutzler F., Wimmer H. (2004), Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. *Brain and Language*, 89, 235–242.

- Jones M.W., Kelly L., Corley M. (2007), Adult dyslexic readers do not demonstrate regularity effects in sentence processing: evidence from eye-movements. *Reading and Writing*, 20, 933–943.
- Krasowicz-Kupis G. (2005), Pisać litery, pisać zwierzęta..., czyli o świadomości pisma u dzieci. *Psychologia Rozwojowa*, 10, 1, 81–90.
- Krasowicz-Kupis G. (2008), *Psychologia dysleksji*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Kuperman V., Van Dyke J.A. (2011), Effects of individual differences in verbal skills on eye-movement patterns during sentence reading. *Journal of Memory and Language*, 65, 42–73.
- Moeller K., Neuburger S., Kaufmann L., Landerl K., Nuerk H.C. (2009), Basic number processing deficits in developmental dyscalculia: Evidence from eye tracking. *Cognitive Development*, 24, 371–386.
- Omicieńska A., Saduś Z. (1996), *Ortografia. Kl. I–IV*. Opole: Wydawnictwo Oświatowe „Promyk”.
- Pavlidis G.T. (1981), Do eye movements hold the key to dyslexia? *Neuropsychologia*, 19, 57–64.
- Pietras I. (2008), *Dysortografia – uwarunkowania psychologiczne*. Gdańsk: Wydawnictwo Harmonia.
- Prado C., Dubois M., Valodois S. (2007), The eye movements of dyslexic children during reading and visual search: impact of the visual attention span. *Vision Research*, 47, 2521–2530.
- Rayner K. (1998), Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, 124, 3, 372–422.
- Rayner K., Slattery T.J., Bélanger N.N. (2010), Eye movements, the perceptual span, and reading speed. *Psychonomic Bulletin and Review*, 17, 6, 834–839.
- Reichle E.D., Pollatsek A., Rayner K. (2006), E-Z Reader: A cognitive control, serial-attention model of eye-movement behavior during reading. *Cognitive Systems Research*, 7, 4–22.
- Reilly R.G., Radach R. (2006), Some empirical tests of an interactive activation model of eye-movement control in reading. *Cognitive Systems Research*, 7, 34–55.
- Richards T.L., Berninger V.W. (2008), Abnormal fMRI connectivity in children with dyslexia during a phoneme task: Before but not after treatment. *Journal of Neurolinguistics*, 21, 294–304.
- Richards T., Berninger V., Fayol M. (2009), fMRI activation differences between 11-year-old good and poor spellers’ access in working memory to temporary and long-term orthographic representations. *Journal of Neurolinguistics*, 22, 327–353.
- Share D.L., Gur T. (1999), How reading begins: a study of preschoolers’ print identification strategies. *Cognition and Instruction*, 17, 2, 177–214.
- Thaler V., Urton K., Heine A., Hawelka S., Engl V., Jacobs A.M. (2009), Different behavioral and eye movement patterns of dyslexic readers with and without attentional deficits during single word reading. *Neuropsychologia*, 47, 2436–2445.
- Thomson J.B., Chenault B., Abbott R., Raskind W.H., Richards T., Aylward E., Berninger V.W. (2005), Converging evidence for attentional influences on the orthographic word form in child dyslexics. *Journal of Neurolinguistics*, 18, 93–112.
- Tinker M.A. (1958). Recent studies of eye movements in reading. *Psychological Bulletin*, 55, 215–231.

## ANEKS

### Załącznik 1. Wyrazy stosowane w zadaniu 1

Ó – U	RZ – Ź	CH – H
Skóra – skura	Rzekomy – żekomy	Walach – wałah
Szczegół – szczeguł	Porządek – pożądek	Machanie – mahanie
Ówczesny – uwczesny	Fałszerz – fałszeż	Choraǳiew – horaǳiew
Animusz – animósz	Kradzież – kradzierz	Wahadło – wachadło
Argument – argóment	Żyletka – rzyletka	Wataha – watacha
Uszatka – ószatka	Obzarstwo – obrzarstwo	Haniebnie – chaniebnie

## Załącznik 2. Pseudosłowa stosowane w zadaniu 2

<b>Ó – U</b>	<b>RZ – Ź</b>	<b>CH – H</b>
<b>Ókiesop</b> – ukiesop	Rzypodek – <b>żypodek</b>	Chosik – <b>hosik</b>
<b>Mosókir</b> – mosukir	Kiserzap – <b>kiseżap</b>	Girchum – <b>girhum</b>
Zypakó – <b>zypaku</b>	<b>Dolimerz</b> – dolimeż	<b>Swapich</b> – swapih