

# Lingwistyka Stosowana

---

## Applied Linguistics Angewandte Linguistik

PRZEGLĄD / REVIEW

---

**TOM 20: 5/2016**

**Numer specjalny: Badania eyetrackingowe/ Eye Tracking Reserach**

**Zespół redakcyjny/ Editorial Team**

prof. dr hab. Sambor Gucza – redaktor naczelny/ Editor-in-Chief

dr hab. Monika Płużyczka – z-ca redaktora naczelnego/ Deputy Editor

dr Anna Bonek – asystent redaktora naczelnego/ Assistant to the Editor

dr Alicja Sztuk – asystent redaktora naczelnego/ Assistant to the Editor

mgr Agnieszka Kaleta – asystent redaktora naczelnego/ Assistant to the Editor

**Redaktor tomu/ Volume Editor**

dr Anna Bonek



Adres redakcji – Instytut Komunikacji Specjalistycznej i Interkulturowej UW,  
ul. Szturmowa 4, 02-678 Warszawa, [www.ls.uw.edu.pl](http://www.ls.uw.edu.pl), e-mail: [ls.wls@uw.edu.pl](mailto:ls.wls@uw.edu.pl)

Founded by prof. Sambor Gucza

ISSN 2080-4814

# SPIS TREŚCI / TABLE OF CONTENTENCE

## ARTYKUŁY / ARTICLES

### Badania eyetrackingowe/ Eye Tracking Reserach

**Agnieszka ANDRYCHOWICZ-TROJANOWSKA**

*Uwaga wzrokowa ucznia szybko czytającego, 1–17*

**Anna BONEK**

*Ergonomizacja procesu tłumaczenia pisemnego. Wyniki badania okulograficznego, 19–30*

**Agnieszka DĘBSKA, Tomasz SOLUCH, Sylwia SZOSTAKOWSKA**

*Metodologia badań nad przyjmowaniem perspektywy poznawczej podczas dialogu, 31–49,*

**Sambor GRUCZA**

*W sprawie translatoryki okulograficznej, 51–61*

**Magdalena KMIECIK, Małgorzata GUT, Bibiana BAŁAJ, Jacek MATULEWSKI**

*Ocena poziomu umiejętności matematycznych na podstawie danych okulograficznych, 63–82*

**Rafał LINOWIECKI, Jacek MATULEWSKI, Bibiana BAŁAJ, Agnieszka IGNACZEWSKA, Joanna DRESZER, Magdalena KMIECIK, Włodzisław DUCH**

*GCAF. Platforma tworzenia aplikacji kontrolowanych wzrokiem – nowy sposób przygotowywania w pełni interaktywnych eksperymentów z użyciem okulografu 83–99*

**Monika PŁUŻYCZKA,**

*Przestrzenne ruchy sakadowe a pamięć długotrwała 101–118*

**Sebastian SEYDA, Joanna WIŚNIEWSKA**

*Czy twarz naprawdę postrzegana jest jako całość? 119–125*

**Małgorzata SZUPICA-PYRZANOWSKA**

*Przetwarzanie fleksji języka angielskiego w czasie rzeczywistym – badanie eyetrackingowe 127–154*

**Agnieszka ANDRYCHOWICZ-TROJANOWSKA**

Uniwersytet Warszawski

## **Uwaga wzrokowa ucznia szybko czytającego**

### **Abstract:**

#### **Visual attention of a speed reading school student**

The following article is devoted to the results of two speed reading school students who took part in the eye-tracking pilot study aimed at analyzing the way the Polish secondary school students work with the English textbook material and at describing the strategies of completing the given tasks the students choose. The goal of the article is to show how the results of speed readers differ from the ones of ordinary school students.

The article gives some very basic theoretical background to the speed reading and eye tracking and presents the results of the pilot study based on a few basic parameters related to the movement of the eyes and the data prepared by the software in the form of sequence charts.

### **Wstęp**

Niniejszy artykuł jest poświęcony obserwacjom, jakich dokonałam podczas przeprowadzonych w 2015 roku dwóch pilotażowych badań okulograficznych w jednym z warszawskich liceów ogólnokształcących. Badania te, opisane szerzej w kilku artykułach piszącej te słowa (zob. A. Andrychowicz-Trojanowska 2015a, 2015b, 2016), koncentrowały się przede wszystkim na porównaniach uwagi wzrokowej uczniów z dysleksją i bez dysleksji podczas pracy z podręcznikiem do języka angielskiego. W ich trakcie okazało się jednak, że w grupie probantów znajdują się dwie osoby, których zapisane przez okulograf dane znacząco różniły się od danych innych uczestników. Z moich późniejszych ustaleń i rozmów z zainteresowanymi wynikało, że jedna z tych osób ukończyła kurs szybkiego czytania i dużo czytała w domu, stosując poznane zasady, ponadto nie cierpiała na dysleksję (dalej będę ją określać jako „ND+SC”, co oznacza „bez dysleksji, szybko czytająca”). Natomiast druga osoba miała zdiagnozowaną dysleksję, a zasady szybkiego czytania samodzielnie zgłębiała i ćwiczyła w domu (dalej będę ją określać jako „D+SC”, co oznacza „z dysleksją, szybko czytająca”). Ze względu na ciekawe różnice w skupieniu uwagi wzrokowej ucznia ND+SC i D+SC względem pozostałych w dalszej części artykułu krótko przedstawię ich wyniki.

### **1. Szybkie czytanie**

Czytanie jest złożonym procesem psychicznym, którego istotą jest spostrzeganie

umownych znaków graficznych, a następnie odtwarzanie z nich myśli zaszyfrowanych przez autora przy ich pomocy, co jest nazywane zrozumieniem (zob. F. Król 1982: 12). Warunkiem czytania ze zrozumieniem jest: (1) odpowiedni zasób doświadczeń, wiadomości itp. czytającego w dziedzinie, której dotyczy tekst, (2) odpowiednia biegłość czytania (sprawność spostrzegania i rozróżniania znaków graficznych, dobra znajomość ich umownego znaczenia, sprawność przekładania tych znaków na myśli), (3) świeży umysł oraz skupienie uwagi na czytanych treściach (zob. F. Król 1982: 12). Istotnym czynnikiem jest również tzw. rozczytanie, tj. zainteresowanie książką i wynikająca z niego utrwalona potrzeba czytania, która jest realizowana (zob. F. Król 1982).

Badania dotyczące czytania zapoczątkował ok. 1879 roku Louis E. Javal, który zmierzył, jak twierdzą niektórzy<sup>1</sup>, ruch gałki ocznej przy pomocy urządzenia zewnętrznego i wyciągnął wniosek, że czytanie ma charakter skokowy, a nie, jak wówczas uważano, ciągły (zob. T. Opach 2011) oraz krótko opisał sakadyczny ruch oka w trakcie czytania, używając do tego określenia *saccade* (fr.). Naukowe opracowania psychofizycznych podstaw szybkiego czytania mają swoje początki w okresie II wojny światowej, kiedy to konieczne było umożliwienie pilotom samolotów wojskowych sprawnego i bezbłędnego rozpoznawania w trakcie lotu widzianych z daleka samolotów. Do ćwiczenia tej umiejętności wykorzystano tachistoskop (urządzenie umożliwiające wyświetlanie materiałów wizualnych w bardzo krótkim i ściśle określonym przedziale czasowym), który przez moment w różnych odstępach czasu wyświetlał na dużym ekranie obrazy. Okazało się, że w zasadzie każdy jest w stanie nauczyć się natychmiastowego rozróżniania zarysów typów samolotów. Na tej podstawie stwierdzono, że jeśli oczy są w stanie postrzegać z tak ogromną prędkością, to można znacznie zwiększyć także szybkość czytania (zob. T. Buzan 1999; por. E.C. Godnig 2003). Po wojnie rozpoczęły się prace nad metodyką szybkiego czytania m.in. z wykorzystaniem tachistoskopów.

Jak wiadomo umiejętność szybkiego czytania jest umiejętnością bardzo przydatną w życiu codziennym, szkolnym i zawodowym. Mimo że średnia prędkość czytania osoby dorosłej czytającej przeciętnie to 200–250 słów na minutę (dla Polaków średnia prędkość wynosi 250 słów na minutę) (zob. P. Okularczyk 2012a: 3), istnieją sposoby zwiększania szybkości czytania, do których należą: (1) zwiększenie szybkości spostrzegania wzrokowego tekstu oraz jednoczesne usuwanie psychofizycznych przeszkód hamujących percepcję; (2) selekcja informacji zawartych w tekście, polegająca na wybieraniu wyłącznie tych części informacji, które są istotne i/lub odpowiadają celom postawionym przez czytającego (zob. Z. Szkutnik 1979: 7). Pierwszy sposób wiąże się z czytaniem całego tekstu, co określane jest mianem czytania integralnego. Szybkie czytanie integralne jest w stanie 2-3-krotnie zwiększyć szybkość czytania, przy jednoczesnym zachowaniu percepcji całej informacji zawartej w tekście. Czytanie selektywne natomiast zwiększa szybkość czytania 6-10-krotnie, jednak konsekwencją jest częściowa utrata informacji zawartej w tekście (zob. Z. Szkutnik 1979:

---

<sup>1</sup> N.J. Wade oraz B.W. Tatler poddają w wątpliwość to, czy, mimo ukucia terminu *sakada* w kontekście pracy oka podczas czytania, faktycznie L.E. Javal prowadził tego typu badania (więcej na ten temat zob. w N.J. Wade/ B.W. Tatler 2009).

7). W tym miejscu warto wspomnieć, że do osób szybko czytających należeli np. Napoleon Bonaparte (2000 słów na minutę), Honore Balzac (4000 słów na minutę), John F. Kennedy (2000 słów na minutę) (zob. Z. Szkutnik 1979), John Stuart Mill, Franklin D. Roosevelt, a jeszcze niedawno dziesiątka najszybciej czytających osób na świecie osiągała wyniki od 1500 do 3850 słów na minutę (zob. T. Buzan 1999).

Efektywne i szybkie czytanie utrudniają fiksacje, czyli zatrzymanie wzroku na ułamek sekundy na danym wyrazie, regresje, tj. cofanie wzroku do fragmentu, który właśnie został przeczytany, a także np. podświadome powtarzanie w myślach przeczytanego wyrazu (zob. P. Okularczyk 2012a: 4), co spowalnia czytanie. Pewnym ograniczeniem jest również dość wąskie pole widzenia – dobrze wyćwiczone ludzkie oko może widzieć peryferyjnie pod kątem ponad 180 stopni, co pozwala obejmować wzrokiem kilka wyrazów leżących obok siebie, a nawet całą linijkę tekstu (zob. P. Okularczyk 2012b: 3). Innym utrudnieniem jest towarzyszący niekiedy czytaniu szept osoby czytającej, nieznaczne poruszanie wargami w trakcie czytania czy tzw. mowa wewnętrzna, której nie towarzyszą żadne ruchy artykulacyjne, ale która jest słyszana przez czytającego jako własne ciche mówienie. Wszystkie te zachowania zmniejszają prędkość czytania, ponieważ procesy wzrokowe i myślowe zachodzą szybciej niż mówienie. Ponadto artykulacja obciąża uwagę, a przez to utrudnia zrozumienie tekstu (zob. F. Król 1982).

Wśród czynników istotnych podczas czytania i wpływających na jego wydajność wymieniane są przede wszystkim: pozycja, oświetlenie, świeże powietrze i organizacja miejsca pracy, ale również otaczające warunki (np. wyłączone radio, telewizor itp.), dobra kondycja fizyczna i psychiczna, tzw. świeżość umysłu.

W samej czynności, jaką jest czytanie, należy zwrócić uwagę na jej trzy etapy, tj. czytanie informacji zawartej w tekście, zrozumienie tej informacji oraz zapamiętanie jej. W procesie czytania, a szczególnie w szybkim czytaniu, najistotniejszym zmysłem jest wzrok, który dostarcza człowiekowi 80-90% informacji o otaczającym go świecie. Zrozumienie i zapamiętanie przeczytanego tekstu jest natomiast podstawowym celem czytania, dlatego też zwiększając tempo czytania nie można zapominać o usprawnianiu rozumienia czytanych treści (stąd duże znaczenie umiejętności kierowania swoją uwagą podczas czytania). Z tego punktu widzenia nie wolno zaniedbywać koncentracji na czytanych tekście, której nie sprzyja nieznajomość słownictwa zawartego w tekście, trudny pod względem pojęciowym materiał, nieodpowiednia szybkość czytania, niewłaściwe nastawienie psychiczne, zła organizacja, brak zainteresowania i brak motywacji (zob. T. Buzan 1999). Przewidywanie (antycypacja, domyślanie się wyrazu na podstawie pierwszych liter lub domyślanie się zdania na podstawie początkowych słów) znacząco ułatwia, a w konsekwencji przyspiesza, percepcję i rozumienie tekstu (zob. Z. Szkutnik 1979).

Osoba czytająca wolno prawie dwukrotnie częściej niż jest to potrzebne zatrzymuje wzrok na wyrazach, aby zrozumieć tekst. Wszelkie dodatkowe zatrzymania wzroku (cofanie się, czyli odruchowe powroty do przeczytanych fragmentów; regresje, tj. świadomy powrót do wyrazów, które, jak się osobie czytającej wydaje, zostały przez nią pominięte lub zrozumiane niewłaściwie) są u takich osób wynikiem ko-

nieczności powracania do przeczytanych już fragmentów, aby zweryfikować właściwe zrozumienie informacji. Najczęściej między kolejnymi zatrzymaniami wzroku przyswajany jest jeden wyraz. Natomiast osoba czytająca biegle nie wykonuje regresji, nie cofa się, za to wykonuje dłuższe skoki wzrokiem, przyswajając między kolejnymi zatrzymaniami wzroku od 3 do 5 wyrazów (zob. T. Buzan 1999). Osoby czytające biegle wykonują mniejszą liczbę fiksacji, ich ruchy oczu są regularne, nie wykonują przypadkowych cofnięć (zob. F. Król 1982).

## 2. Okulografia

Okulograf jest urządzeniem rejestrującym ruch gałek ocznych za pomocą systemu pomiarowego podłączonego lub zintegrowanego z komputerem, dzięki czemu określa on kierunki linii wzroku, tj. pozwala określić, gdzie w danym momencie padał wzrok badanego (zob. S. Grucza 2011: 156; więcej: K. Holmqvist et al. 2011, A. Duchowski 2007).

Podstawowymi pojęciami związanymi z ruchem oka są (wspomniane wyżej) *fiksacje*, tj. zatrzymanie ruchu gałek ocznych na fragmencie znajdującym się na linii wzroku, i *sakady* (w polskojęzycznej literaturze przedmiotu można również spotkać zapis *sakkada*, wzorowany na angielskim *saccade*), tj. przeniesienia wzroku z jednego do drugiego punktu fiksacji (por. M. Płużyczka 2015). Każda sakada kończy się fiksacją, w trakcie której rejestrowane są dane dotyczące poziomu pobudzenia fotoreceptorów w siatkówkach oczu, które są następnie przekazywane do mózgu jako informacja o widzianym w tym momencie fragmencie sceny wizualnej (zob. P. Francuz 2013: 104). Postrzeganie wzrokowe jest niezwykle złożonym procesem, ponadto ruchy oka są bezpośrednim odzwierciedleniem procesów przetwarzania językowego (zob. P. Soluch/ A. Tarnowski 2013: 129).

Na bazie pomiaru fiksacji i sakad oprogramowanie okulografu generuje szereg różnych danych. W tym celu badacz wyznacza w materiale będącym przedmiotem badania tzw. obszary zainteresowania (Areas of Interest, AOI), czyli te fragmenty prezentowanego materiału, którymi jest on szczególnie zainteresowany i dla których może otrzymać konkretne dane liczbowe (przykład materiałów wykorzystanych w opisywanym badaniu z zaznaczonymi obszarami zainteresowania pokazany został na rysunkach 1 i 2).

## 3. Badanie

Opisywane poniżej wyniki są rezultatem badania będącego częścią pilotażową projektu naukowo-badawczego dotyczącego uwagi wzrokowej uczniów szkół średnich w pracy z podręcznikiem do nauki języka angielskiego. Badanie to zostało przeprowadzone w kwietniu 2015 roku w jednym z warszawskich liceów ogólnokształcących i zostało bardziej szczegółowo opisane we wcześniejszych artykułach piszącej te słowa (zob. np. A. Andrychowicz-Trojanowska 2016), dlatego też w tym miejscu nie będę poświęcać opisowi badania więcej miejsca i ograniczę się jedynie do podania podstawowych informacji dotyczących narzędzia, uczestników, wykorzystanego materiału i przebiegu badania.

### 3.1. Narzędzie i uczestnicy

Narzędziem wykorzystanym do przeprowadzenia badania uwagi wzrokowej był okulograf SMI RED 500, który rejestruje ruch gałek ocznych za pomocą systemu zintegrowanego z komputerem.

W badaniu wzięło udział 21 uczniów jednego z warszawskich liceów (chłopcy i dziewczęta; płeć nie była czynnikiem istotnym w badaniu), w tym 8 uczniów ze stwierdzoną dysleksją. Uczniowie reprezentowali wszystkie trzy oddziały szkoły ponadgimnazjalnej (klasa I, II i III), a ich znajomość języka angielskiego odpowiadała poziomowi od Pre-Intermediate do Upper-Intermediate.

W niniejszym artykule uwaga zostanie skoncentrowana na dwóch uczestnikach badania, którzy znali i stosowali zasady szybkiego czytania. Jeden z nich ukończył kurs szybkiego czytania i czynnie korzystał z poznanych na kursie zasad (uczeń podkreślał, że dużo czyta w domu), drugi natomiast sam opanował tę umiejętność. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że pierwszy z nich nie miał stwierdzonej dysleksji (uczeń „ND+SC”), a drugi miał orzeczenie poradni psychologiczno-pedagogicznej stwierdzające dysleksję (uczeń „D+SC”). Obydwaj znali język angielski na poziomie zaawansowanym.

### 3.2. Materiał

Materiałem wykorzystanym w badaniu był przygotowany przeze mnie zestaw imitujący strony zeszytu ćwiczeń do języka angielskiego oraz strony podręcznika do nauki tego języka (podsekcja Reading). Obydwie części zostały opracowane i przygotowane przeze mnie na podstawie analizy wybranych 13 podręczników trzech wiodących na polskim rynku wydawnictw (Oxford, Pearson, Express Publishing) oraz na podstawie wniosków i założeń z pierwszego badania pilotażowego, przeprowadzonego w styczniu 2015 roku (zob. Andrychowicz-Trojanowska 2015a, Andrychowicz-Trojanowska 2015b).

W materiałach wyznaczono obszary zainteresowania (AOI), które miały dostarczyć istotne informacje na temat sposobu pracy wzrokiem. Na poniższych dwóch rysunkach zostały przedstawione materiały będące przedmiotem badania wraz z zaznaczonymi na nich AOI.

Należy zauważyć, że długość tekstu do przeczytania w materiale czarno-białym wynosiła 2199 znaków/406 słów, a tekstu w materiale kolorowym 2310 znaków/408 słów.



Rysunek 1. Materiał czarno-biały z zaznaczonymi obszarami zainteresowania (AOI).



Rysunek 2. Materiał kolorowy z zaznaczonymi obszarami zainteresowania (AOI).

### 3.3. Przebieg badania

Przed przystąpieniem do badania jego uczestnicy otrzymali podstawowe informacje na temat urządzenia oraz przebiegu badania. Uczestnicy siedzieli w odległości ok. 60 cm od 22-calowego monitora, do którego dolnej krawędzi przymocowana była mini-kamera (okulograf). Badanie rozpoczęło się kalibracją okulografu, tj. dostosowaniem urządzenia do specyfiki ruchu gałek ocznych badanego. Następnie na ekranie



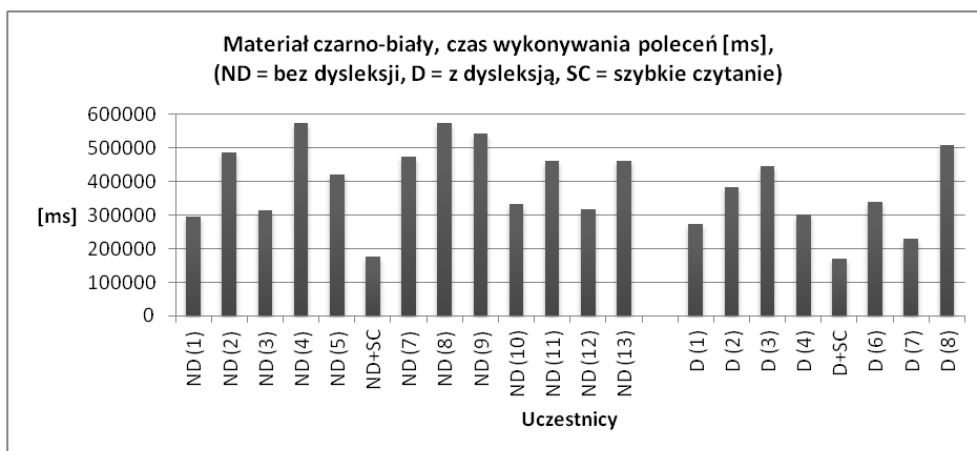
wyświetlany był materiał czarno-biały oraz padało pierwsze polecenie („Wykonaj zadanie 2. Odpowiedzi podaj na głos”). Po wykonaniu polecenia badany słyszał kolejne („Wykonaj zadanie 3. Odpowiedzi podaj na głos”) i przystępował do wykonywania go. Następnie wyświetlany był materiał kolorowy i padało pierwsze polecenie („Wykonaj zadanie 2. Odpowiedzi podaj na głos”), a po jego wykonaniu – drugie polecenie („Wykonaj zadanie 3. Odpowiedzi podaj na głos”). Czas wykonywania poleceń był nieograniczony, aby nie wprowadzać dodatkowego czynnika stresującego, wpływającego na wyniki. Ruch gałek ocznych był rejestrowany z częstotliwością próbkowania 250 Hz. Zwieńczeniem badania było udzielenie odpowiedzi w ankiecie papierowej na pytania dotyczące badania i jego przebiegu (więcej na temat przebiegu badania w A. Andrychowicz-Trojnowska 2016).

#### 4. Otrzymane wyniki

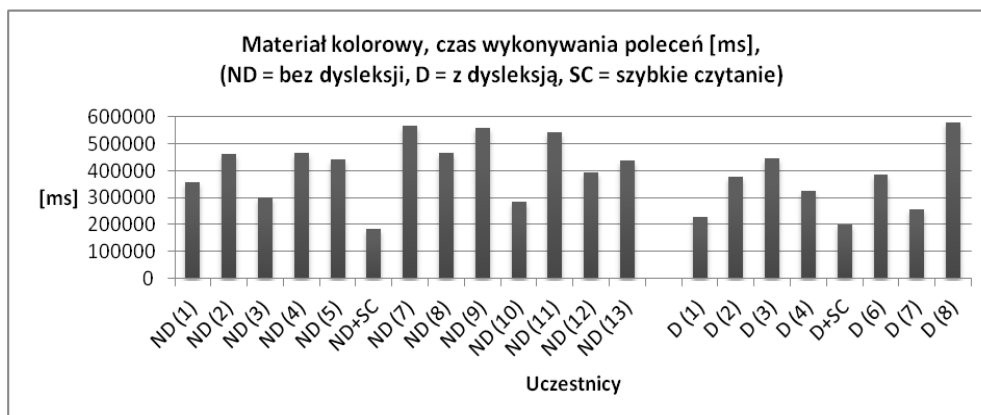
Poniżej prezentuję wyniki dla wybranych parametrów okoruchowych dla obydwu szybko czytających uczniów w porównaniu z pozostałymi, wraz z krótkim komentarzem (szerszy opis wyników dla pozostałych badanych można znaleźć w moich wcześniejszych artykułach, na które powoływałam się wyżej). Wśród prezentowanych parametrów znalazły się takie, jak: czas wykonania poleceń, liczba fiksacji i całkowity czas fiksacji, liczba sakad, jak również kolejność „wydarzeń wzrokowych”.

##### 4.1 Czas wykonywania poleceń

Pierwszym parametrem odróżniającym dwóch szybko czytających badanych od pozostałych był łączny czas poświęcony na wykonanie obydwu poleceń. W przypadku materiału czarno-białego (rys. 3 poniżej) czas ten był prawie o połowę krótszy od czasu uśrednionego dla poszczególnych podgrup badanych. Podobnie sytuacja przedstawia się w przypadku materiału kolorowego (rys. 4 poniżej).



Rysunek 3. Materiał czarno-biały, czas wykonywania poleceń dla każdego z uczestników.



*Rysunek 4. Materiał kolorowy, czas wykonywania poleceń dla każdego z uczestników.*

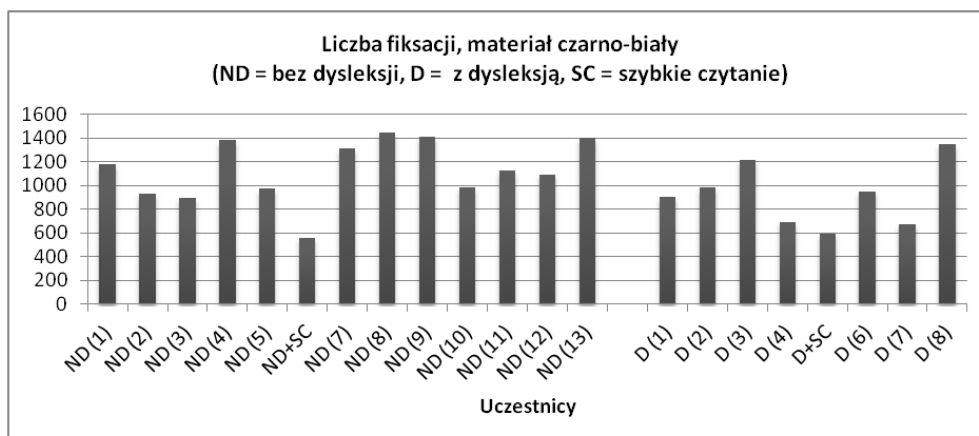
Jak widać w powyższych tabelach, obydwaj uczniowie szybko czytający pracowali z wyświetlonymi materiałami znacznie krócej od pozostałych. Zarówno w przypadku materiału czarno-białego, jak i kolorowego obydwie osoby szybko czytające wykonały zadanie trzykrotnie szybciej od osoby najwolniej pracującej w danej grupie.

Należy zauważyć, że szybkie tempo pracy nie wpłynęło negatywnie na poprawność udzielonych odpowiedzi (poprawność odpowiedzi ucznia ND+SC wyniosła 85%, a ucznia D+SC 90%), co oznacza, że obydwaj szybko czytający uczniowie czytali ze zrozumieniem.

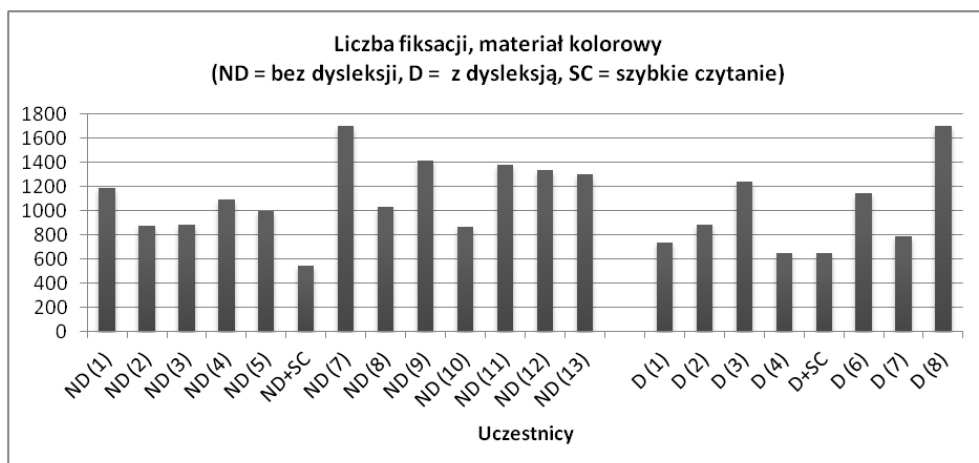
#### 4.2 Liczba fiksacji i całkowity czas fiksacji

Liczba fiksacji jest parametrem pokazującym liczbę wszystkich fiksacji, tj. skupień wzroku, na konkretnych fragmentach materiału (tekstu, ilustracji itp.) będącego przedmiotem badania. W trakcie fiksacji oko pozostaje względnie nieruchome przez 200-300 ms, w zależności od tego, na czym skupiany jest wzrok. Nie na wszystkich słowach w czytanej treści oko wykonuje fiksację (zob. K. Rayner 1998). Im słowo jest dłuższe, tym większe prawdopodobieństwo fiksacji na nim (zob. K. Rayner/ G.W. McConkie 1976). Przyjmuje się, że podczas fiksacji zachodzi proces poznawczy – w trakcie jej trwania bodźce docierają do mózgu, gdzie są świadomie analizowane i przetwarzane (zob. M. Płużyczka 2015).

W przypadku uczniów szybko czytających widać (rys. 5 i 6), że ich liczba skupień wzroku w trakcie pracy z obydwoma materiałami była mniejsza od liczby skupień u pozostałych badanych. W grupie osób bez dysleksji uczeń szybko czytający wykonał w materiale czarno-białym 2,5-krotnie mniej, a w materiale kolorowym 3-krotnie mniej fiksacji niż osoba z największą ich liczbą. W grupie osób z dysleksją wartości te dla ucznia szybko czytającego były, odpowiednio, ponad dwukrotnie i ponad 2,5-krotnie mniejsze. Należy zwrócić uwagę na to, że wśród uczniów z dysleksją znajdował się badany (na rysunkach oznaczony symbolem D 4), którego wyniki w ramach tego parametru były zbliżone do wyników ucznia szybko czytającego.

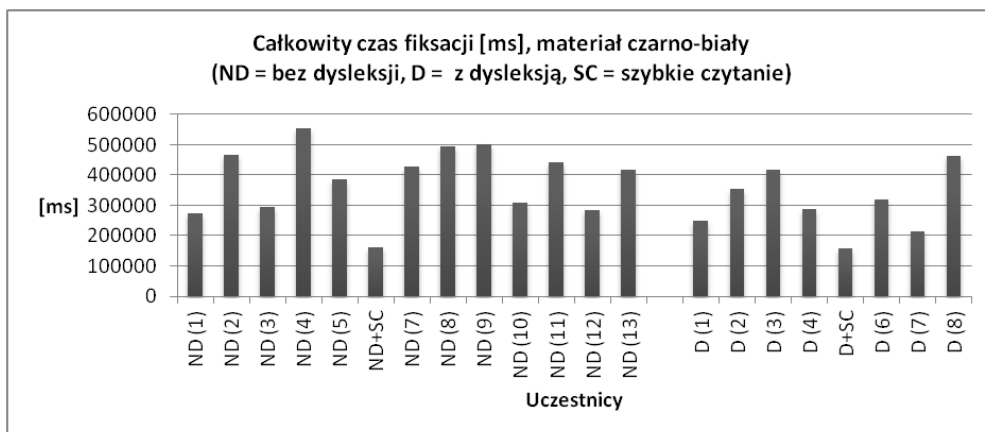


Rysunek 5. Liczba fiksacji dla każdego z uczestników badania w trakcie pracy z materiałem czarno-białym.

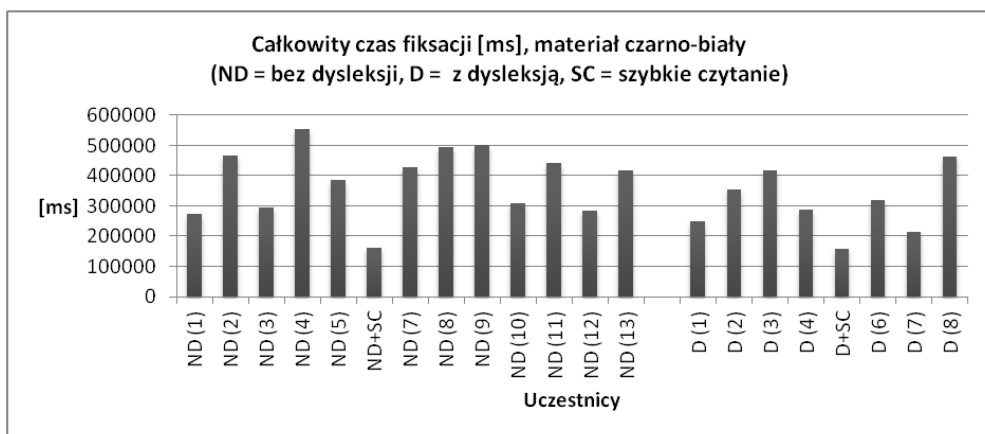


Rysunek 6. Liczba fiksacji dla każdego z uczestników badania w trakcie pracy z materiałem kolorowym.

Uzupełnieniem powyższych informacji mogą być dane dotyczące całkowitego czasu fiksacji, który, jak należy się spodziewać, był krótszy dla obydwu szybko czytających uczniów w porównaniu z pozostałymi badanymi. Czas ten był w przypadku ucznia szybko czytającego bez dysleksji (ND+SC) prawie 3,5-krotnie krótszy w przypadku materiału czarno-białego w porównaniu z uczniem bez dysleksji o najdłuższym odnotowanym całkowitym czasie fiksacji oraz, w przypadku materiału kolorowego, 3-krotnie krótszy w porównaniu z podobnym uczniem. Te same wartości dla ucznia szybko czytającego z dysleksją (D+SC) są prawie 3-krotnie mniejsze w obydwu przypadkach, odpowiednio. Bardziej szczegółowe dane zostały przedstawione na rysunkach 7 i 8 poniżej.



Rysunek 7. Całkowity czas fiksacji dla każdego z uczestników badania w trakcie pracy z materiałem czarno-białym.



Rysunek 8. Całkowity czas fiksacji dla każdego z uczestników badania w trakcie pracy z materiałem kolorowym.

W tym miejscu należy wspomnieć o obserwacjach (popartych badaniami) M.A. Justa, P.A. Carpenter i M.E.J. Massona, którzy stwierdzili, że osoby szybko czytające nie były w stanie odpowiedzieć na szczegółowe pytania dotyczące przeczytanego tekstu, podczas gdy osoby czytające w normalnym tempie nie miały z odpowiedziami problemu. Okazało się, że te ostatnie ze względu na dość dużą gęstość fiksacji „docierały” wzrokiem do fragmentów tekstu, w których znajdowały się odpowiedzi, a osoby czytające szybko, które często nie wykonywały fiksacji w rejonach z odpowiedzią, w konsekwencji nie były w stanie jej udzielić (zob. M.A. Just/ P.A. Carpenter/ M.E.J. Masson 1982; por. M.A. Just/ M.E.J. Carpenter 1987). Oznacza to, że szybkie czytanie może prowadzić do wybiórczej percepcji treści, wynikającej z rzadszych fiksacji.

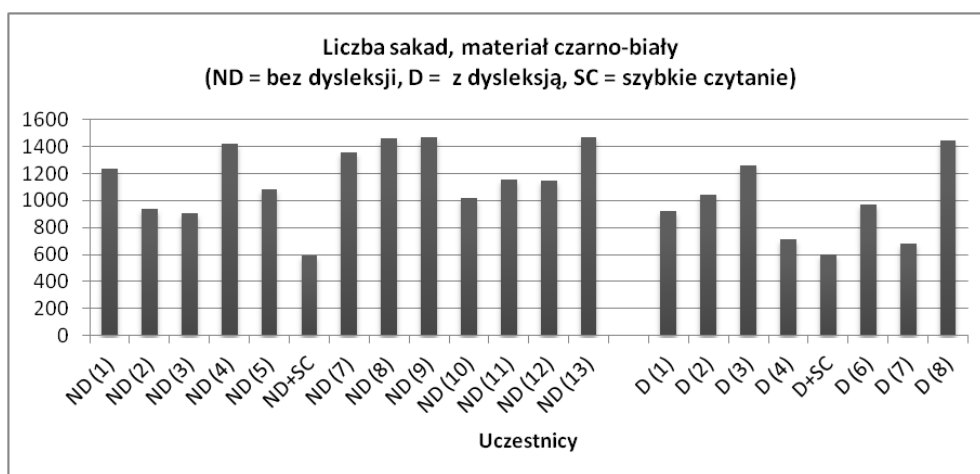
### 4.3 Liczba sakad

Liczba sakad jest parametrem związanym z organizacją przestrzenną tekstu i zawartej

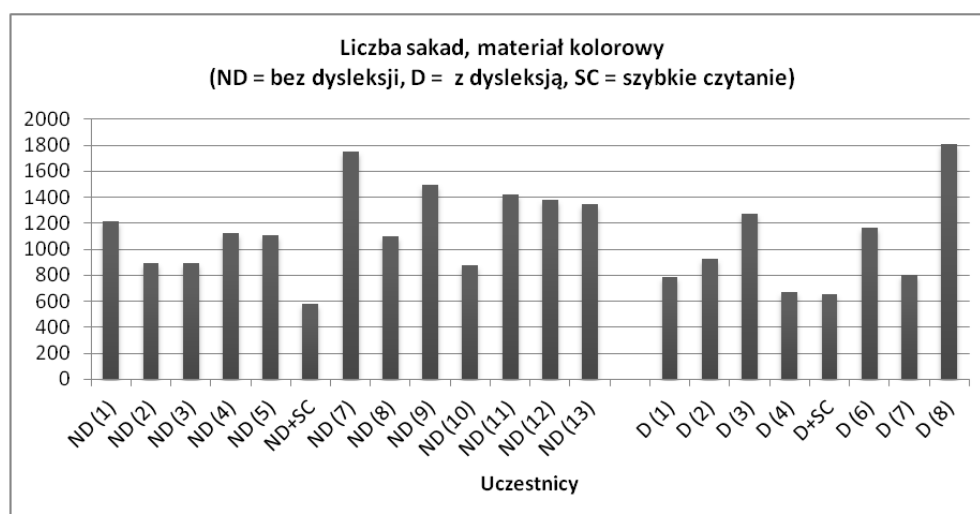
w nim informacji, w związku z czym jest brana pod uwagę w badaniach, w których ważne jest sprawdzenie rozmieszczenia przestrzennego elementów i reakcji odbiorców na nie (zob. M. Płużyczka 2015) i dlatego ma zastosowanie w moich badaniach.

Jak zostało to wspomniane wcześniej, sakady to linie przeniesienia wzroku pomiędzy dwiema fikscjami. Są gwałtownym ruchem gałek ocznych, którego prędkość może osiągać nawet 500° na sekundę (zob. K. Rayner 1998). Ze względu na tak dużą prędkość, podczas sakad nie zachodzi proces poznawczy.

Podobnie jak w przypadku fikscji, tutaj również wartości otrzymane dla uczniów szybko czytających są mniejsze od tych dla pozostałych badanych, co przedstawiają rysunki 9 i 10 poniżej.



Rysunek 9. Liczba sakad dla każdego z uczestników badania w trakcie pracy z materiałem czarno-białym.



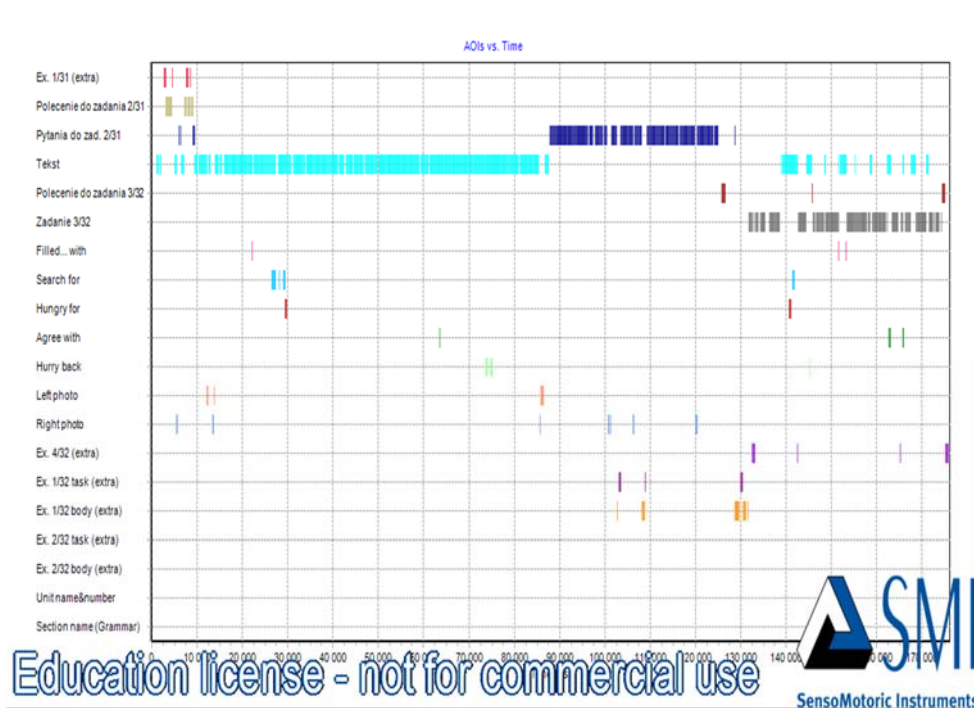
Rysunek 10. Liczba sakad dla każdego z uczestników badania w trakcie pracy z materiałem kolorowym.

U ucznia szybko czytającego bez dysleksji odnotowano w materiale czarno-białym prawie 2,5-krotnie, a w materiale kolorowym 3-krotnie mniej sakad w porównaniu z osobami o największej ich liczbie w każdej z grup. W przypadku ucznia szybko czytającego z dysleksją wartości te są prawie 2,5-krotnie i ponad 2,5-krotnie, odpowiednio, mniejsze. Mniejsza liczba sakad ma związek z mniejszą liczbą fiksacji i świadczy o sprawniejszym poruszaniu się wzrokiem po tekście.

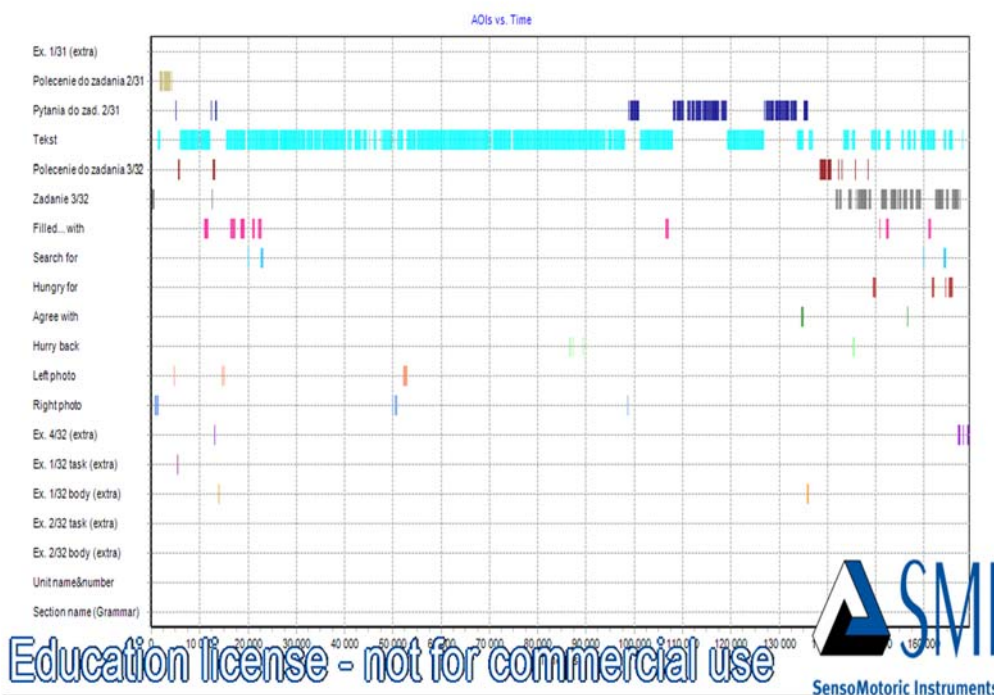
#### 4.4 Kolejność „wydarzeń wzrokowych”

Kolejność wydarzeń wzrokowych (ang. AOI sequence chart) może być odtwarzana na podstawie graficznej reprezentacji (rys. 11–14 poniżej), jak również na podstawie analizy danych liczbowych generowanych przez oprogramowanie, które jednak nie będą prezentowane w niniejszym opracowaniu. Parametr ten zawiera informacje dotyczące momentu wykonywania konkretnej czynności wzrokowej oraz m.in. czasu jej trwania, dlatego też należy analizować go indywidualnie dla każdego badanego.

W celu zobrazowania wyglądu otrzymywanych danych graficznych poniżej zamieszczono zapisy „wydarzeń wzrokowych” w czasie. Zapisy te zostały wygenerowane osobno dla każdego z dwóch szybko czytających badanych, osobno dla każdego materiału. Po lewej stronie zostały zamieszczone nazwy poszczególnych AOI. Oś pozioma jest osią czasu (ms). Wszystkie poniższe rysunki łączy podobna liczba i gęstość pionowych kresek, oznaczających skupienie wzroku na danym AOI. Każdy kolor oznacza inny ze zdefiniowanych obszarów zainteresowania.

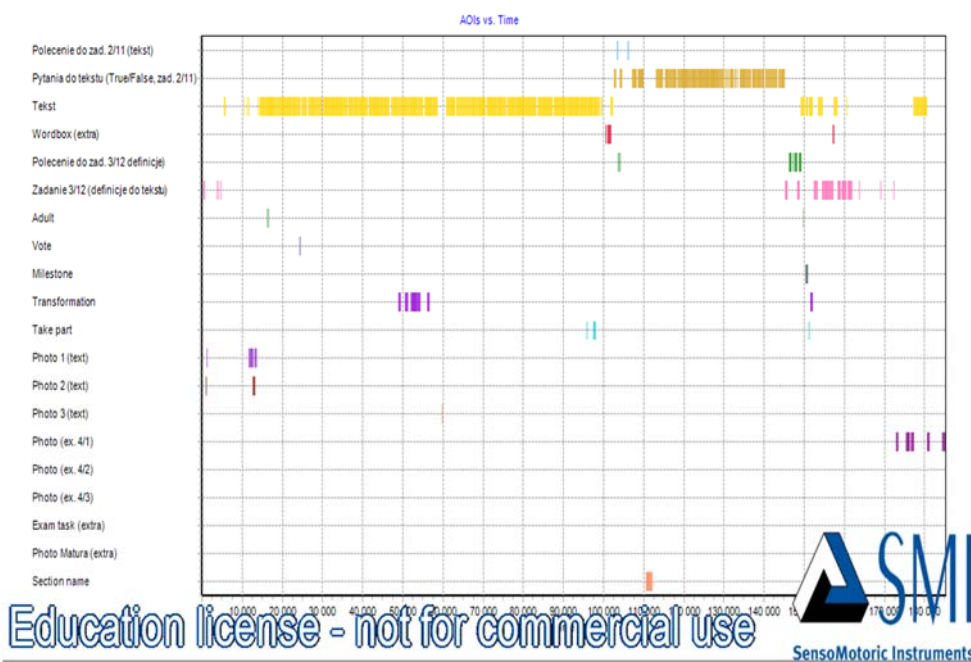


Rysunek 11. Kolejność „wydarzeń wzrokowych” ucznia szybko czytającego bez dysleksji (ND+SC) w materiale czarno-białym.

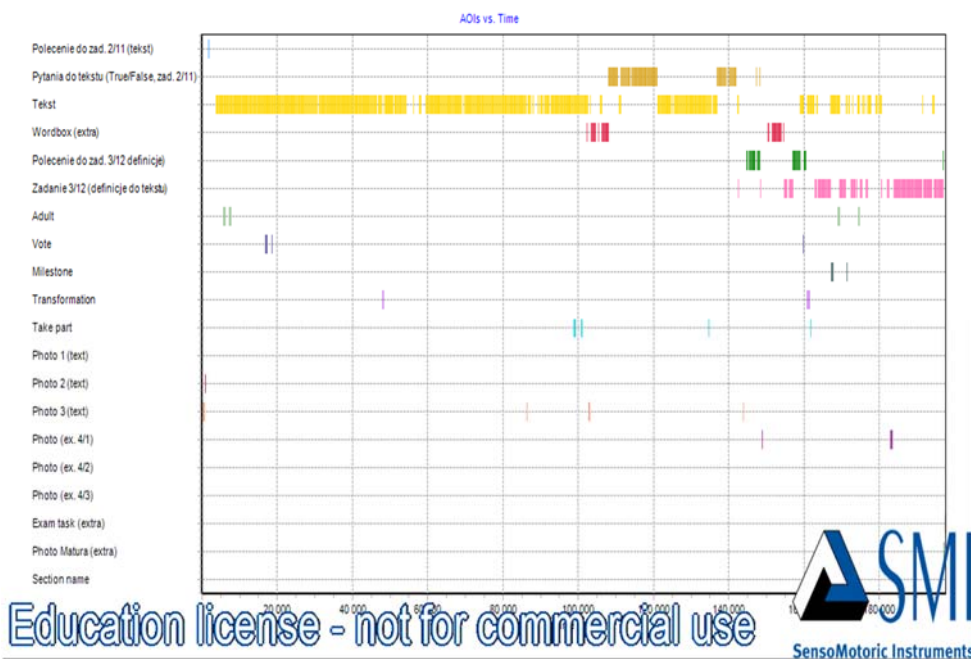


Rysunek 12. Kolejność „wydarzeń wzrokowych” ucznia szybko czytającego z dysleksją (D+SC) w materiale czarno-białym.

Na powyższych dwóch rysunkach wyraźnie zarysowuje się sposób pracy z tekstem (materiał czarno-biały) obydwu szybko czytających uczniów. To, na co należy zwrócić uwagę, to fakt, że obydwaj uczniowie zapoznali się z poleceniem do zadania 2 (pierwsze z dwóch wykonywanych), następnie przeczytali cały tekst i przystąpili do udzielania odpowiedzi. Uczeń ND+SC (rys. 12) udzielał odpowiedzi po kolei, bez powracania wzrokiem do tekstu, natomiast uczeń D+SC odpowiadał po kolei, weryfikując jednak każdą z odpowiedzi w tekście. Istotne jest, że w trakcie czytania tekstu żaden z tych uczniów nie odchodził wzrokiem do innych części materiałów (inne AOI). W przypadku kolejnego zadania (zad. 3) obydwaj uczniowie zapoznali się najpierw z treścią polecenia, a następnie przystąpili do udzielania odpowiedzi, przechodząc wzrokiem pomiędzy zadaniem a tekstem. W trakcie pracy w zasadzie nie odchodził wzrokiem do innych fragmentów materiałów (innych AOI). Powyższe zachowania wzrokowe nie były typowe dla pozostałych badanych, którzy często nie potrafili pracować z tekstem, co przejawia się w chaotycznym sposobie wykonywania zadania (nieczytanie poleceń, przeskakiwanie pomiędzy częściami materiałów, czytanie fragmentów tekstu zamiast całości itp.).



Rysunek 13. Kolejność „wydarzeń wzrokowych” ucznia szybko czytającego bez dysleksji (ND+SC) w materiale kolorowym.



Rysunek 14. Kolejność „wydarzeń wzrokowych” ucznia szybko czytającego z dysleksją (D+SC) w materiale kolorowym.



W materiale kolorowym (rys. 13–14) sposób pracy szybko czytających uczniów był podobny, choć należy zwrócić uwagę na to, że uczeń ND+SC nie skupił wzroku na poleceniu do zadania 2, co oznacza, że nie przeczytał tego polecenia. Wynika to najprawdopodobniej z tego, że uczeń na podstawie spojrzenia na charakterystyczną dla zadań typu prawda/fałsz (True/False) tabelkę domyślił się, jakie jest polecenie. Nie bez znaczenia mogło również być doświadczenie z wykonywania zadań w wyświetlanym chwilę wcześniej materiale czarno-białym, w którym było tego typu zadanie. Obydwaj uczniowie najpierw przeczytali cały tekst bez odchodzenia od niego wzrokiem, a następnie rozpoczęli udzielanie odpowiedzi – uczeń ND+SC udzielił wszystkich odpowiedzi po kolei, bez powracania wzrokiem do tekstu; uczeń D+SC, podobnie jak w materiale czarno-białym, powracał wzrokiem do tekstu. Obydwaj uczniowie przed przystąpieniem do wykonywania zadania 3 przeczytali jego polecenie.

## 5. Wnioski

Jak zauważyłam we wstępnej części artykułu, zarejestrowane wyniki badania okulo-graficznego uczniów szybko czytających odbiegają od wyników pozostałych uczniów (które zostały opisane w moich wcześniejszych opracowaniach). Przedstawione powyżej przykładowe rezultaty pozwalają wyciągnąć wniosek o większej sprawności w pracy z materiałem podręcznikowym takich uczniów. Uczniowie ci, w odróżnieniu od ogółu przebadanych, potrafią skutecznie pracować z tekstem, co przejawia się w sposobie realizacji postawionego przed nimi zadania (przeczytanie polecenia, przeczytanie tekstu, sukcesywne udzielanie odpowiedzi). Ich praca z materiałem jest metodyczna, a tekst jest czytany ze zrozumieniem. Ponadto uczniowie ci nie poświęcają uwagi wzrokowej elementom nieistotnym z punktu widzenia realizowanego zadania. Należy oczywiście pamiętać, że powyższe dotyczy uczniów dość dobrze znających język angielski, co na pewno wpływa na sprawność i efektywność ich pracy.

Wcześniej opisywane rezultaty badań pilotażowych prowadzą do dość smutnego wniosku o braku umiejętności pracy z tekstem, jaką charakteryzuje się większość przebadanych uczniów szkoły ponadgimnazjalnej. Ze względu na to, że uczniowie ci mają za sobą przynajmniej 9 lat nauki w szkole (6 lat szkoły podstawowej oraz 3 lata gimnazjum), oznacza to, że nie zostali oni na żadnym etapie swojej edukacji właściwie przygotowani do tego zadania<sup>2</sup>. Skoro zatem rezultaty uczniów szybko czytających są lepsze, a badania pokazują większą efektywność ich pracy z materiałem podręcznikowym, wynikającą z nabytej umiejętności, oraz wydajniejszy rozkład uwagi wzrokowej, warto zastanowić się nad położeniem większego nacisku na poznawanie, a następnie egzekwowanie, takiego sposobu pracy z tekstem na lekcjach w szkole.

---

<sup>2</sup> Z moich rozmów z uczniami licealnymi wynika, że niektórzy z nich mieli elementy kursu szybkiego czytania na wcześniejszych etapach edukacji, jednak, jak podkreślają, nikt z nich nie jest w stanie stosować ich w praktyce.

**Bibliografia**

- Andrychowicz-Trojanowska, A. (2016), *Perception of textbook material by dyslectic and non-dyslectic students: an eye-tracking experiment*, (w:) *Linguistica Silesiana*, 37, 409–427.
- Andrychowicz-Trojanowska, A. (2015a), *Materiał glottodydaktyczny w podręczniku do nauki języka angielskiego dla szkół średnich a jego odbiorca*, (w:) *Lingwistyka Stosowana/ Applied Linguistics/ Angewandte Linguistik* 14, 1–15. ([www.ls.uw.edu.pl/documents/7276721/13367523/1+Lingwistyka+Stosowana+14+Agnieszka+Andrychowicz-Trojanowska.pdf](http://www.ls.uw.edu.pl/documents/7276721/13367523/1+Lingwistyka+Stosowana+14+Agnieszka+Andrychowicz-Trojanowska.pdf); pobrano 04.07.2016).
- Andrychowicz-Trojanowska, A. (2015b), *Uwaga wzrokowa ucznia w pracy z podręcznikiem do nauki języka angielskiego*, (w:) *Komunikacja Specjalistyczna*, 9, 104–124.
- Buzan, T. (1999), *Podręcznik szybkiego czytania*. Łódź.
- Duchowski, A. (2007), *Eye Tracking Methodology*. Clemson.
- Francuz, P. (2013), *Imagia. W kierunku neurokognitywnej teorii obrazu*. Lublin.
- Godnig, E.C. (2003), *The tachistoscope. Its history & uses*, (w:) *Journal of Behavioral Optometry* 14 (2), 39–42.
- Grucza, S. (2011), *Lingwistyka antropocentryczna a badania okulograficzne*, (w:) *Lingwistyka Stosowana/ Applied Linguistics/ Angewandte Linguistik* 4, 149–162. ([www.ls.uw.edu.pl/documents/7276721/11203934/LS4\\_2011art GRUCZA.Pdf](http://www.ls.uw.edu.pl/documents/7276721/11203934/LS4_2011art GRUCZA.Pdf); pobrano 19.06.2015).
- Holmqvist, K./ M. Nyström/ R. Andersson/ R. Dewhurst/ H. Jarodzka/ J. van de Weijer (2011), *Eye Tracking. A comprehensive guide to methods and measures*. New York.
- Just, M.A./ P.A. Carpenter (1987), *The psychology of reading and language comprehension*. Boston.
- Just M.A./ P.A. Carpenter/ M.E.J. Masson (1982), *What eye fixations tell us about speed reading and skimming (Eye-lab Technical Report)*. Pittsburgh, PA.
- Król, F. (1982), *Sztuka czytania*. Warszawa.
- Okularczyk, P.<sup>3</sup> (2012a), *Kurs Szybkiego Czytania i Technik Pamięciowych*. Grodzisk Mazowiecki.
- Okularczyk, P.<sup>4</sup> (2012b), *Kurs Szybkiego Czytania i Technik Pamięciowych 2*. Grodzisk Mazowiecki.
- Opach, T. (2011), *Zastosowanie okulografii (techniki eye-tracking) w kartografii*, (w:) *Polski Przegląd Kartograficzny*, 43 (2), 155–169.
- Płużyczka, M. (2015), *Tłumaczenie a vista. Rozważania teoretyczne i badania eye-trackingowe*. Warszawa.
- Rayner, K. (1998), *Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research*, (w:) *Psychological Bulletin*, 124 (3), 372–422.
- Rayner, K./ G.W. McConkie (1976), *What Guides a Reader's Eye Movements?* (w:)

---

<sup>3</sup> Na okładce nie widnieje nazwisko autora/autorów, natomiast P. Okularczyk jest autorem projektu i opracowania *Kursu Szybkiego Czytania i Technik Pamięciowych*.

<sup>4</sup> j.w.

Vision Research, 16, 829–837.

Soluch, P./ A. Tarnowski (2013), *O metodologii badań eyetrackingowych*, (w:) *Lingwistyka Stosowana/ Applied Linguistics/ Angewandte Linguistik*, 7, 115–134. ([www.ls.uw.edu.pl/documents/7276721/11196346/LS7\\_2013\\_art\\_SoluchTarnowski.pdf](http://www.ls.uw.edu.pl/documents/7276721/11196346/LS7_2013_art_SoluchTarnowski.pdf); pobrano 19.06.2015).

Szkutnik, Z. (1979), *Szybkie czytanie. Wskazówki metodyczne*. Warszawa.

Wade, N.J./ B.W. Tatler (2009), *Did Javal measure eye movements during reading?* (w:) *Journal of Eye Movement Research*, 2 (5), 1–7.

**Anna BONEK**

Uniwersytet Warszawski

## **Ergonomizacja procesu tłumaczenia pisemnego. Wyniki badania okulograficznego**

### **Abstract:**

#### **Ergonomization of translation processes: Eye-tracking study.**

The Eye-Tracking Experimental Linguistics Laboratory conducted an eye-tracking study on the translation of German administrative acts translated into Polish, engaging a group of five participants. The aim of the study was to identify critical factors which may slow down the translation process and affect the quality of the translation. **Research method:** The study was carried out with the SMI RED 500 eye-tracker and utilized the method of dynamic areas of interest, which allowed the participants to freely move the windows on the monitor and use a PDF document, a text editor and a web browser at the same time. **Results:** If the source-language text contained numbers and special characters, the speed of the target-language text production considerably decreased. No correlation was found between the keyboard fixation duration at the time of the target text production and the translation speed. Placing the text editor on the right-hand side of the monitor and locating both the source text and the web browser on the left-hand side of the screen helped reduce the number of unnecessary computer mouse movements. The target-language text formatting comprised from 8 to 30 % of the total translation time, with the time of the proper text arrangement performed after the completion of the translation being shorter than that of carried out while translating the source text. **Conclusions:** Numbers and special character typing skills, use of local and language content filters and comprehensive knowledge of text formatting options of text editors may significantly facilitate the translation process and develop “computer competence” of translators. Moreover, it is necessary to develop a list of reliable Internet sources for translators and effective search strategies for translation equivalents.

### **Wstęp<sup>1</sup>**

W roku akademickim 2014/2015 w Laboratorium Eksperymentalnej Lingwistyki Okulograficznej (LELO)<sup>2</sup> Instytutu Komunikacji Specjalistycznej i Interkulturowej (Uniwersytet Warszawski) przeprowadzono badanie okulograficzne procesu tłumaczenia pisemnego niemieckich aktów administracyjnych na język polski. Tłumaczenie wykonywane było na komputerze zintegrowanym z okulografem. Celem badania była analiza procesu tłumaczenia pisemnego tekstów specjalistycznych pod kątem jego ergonomizacji (usprawnienia).

---

<sup>1</sup> W tym miejscu pragnę serdecznie podziękować Panu Profesorowi Samborowi Gruczy za wszelką pomoc okazaną podczas sporządzania niniejszego artykułu.

<sup>2</sup> <http://www.lelo.uw.edu.pl/> (29.09.2016).

Podstawę teoretyczną badania oraz dalszych rozważań stanowiła antropocentryczna teoria języków specjalistycznych S. Gruczy oraz translatoryka antropocentryczna F. Gruczy i S. Gruczy. Tłumacz (mówca-słuchacz) wraz z umiejscowionymi w mózgu właściwościami translacyjnymi oraz zachodzącymi w jego mózgu operacjami translacyjnymi staje w centrum zainteresowania rozważań translacyjnych (por. S. Grucza 2014: 127). Badania okulograficzne licznie stosowane obecnie w translatoryce przyczyniły się do pozyskania nowej, a także do weryfikacji obecnej wiedzy dotyczącej kompetencji translacyjnych (por. m. in. S. Grucza 2014, M. Płużyczka 2015, S. Göpferich 2008, A. Bonek 2017). Podstawą stosowania okulografu w badaniach translacyjnych stało się przekonanie, że ruchy gałek ocznych sterowane są procesami mentalnymi (kognitywnymi), które zachodzą w mózgu danej osoby, co powinno umożliwić rekonstrukcję tych procesów (por. m.in. S. Grucza 2011: 157, N. Pavlović/K.T.H. Jensen 2009: 94). M.A. Just i P.A. Carpenter w 1980 r. sformułowali hipotezę dotyczącą powiązania długości fiksacji oka na wyrazie z długością jego przetwarzania przez osobę badaną<sup>3</sup>.

Badania okulograficzne stosowane do tej pory przy analizie tłumaczenia pisemnego realizowane były przy pomocy oprogramowania Translog (np. Š. Timarová/ B. Dragsted/ G. Hansen 2011), co uniemożliwiało przeprowadzenie badania procesu tłumaczenia w warunkach naturalnych dla tłumacza i z wykorzystaniem znajomego interfejsu, czyli edytora tekstu, przeglądarki internetowej, a także tekstu wyjściowego w formacie PDF. Użycie programu Translog wymuszało na osobach badanych wykonywanie tłumaczenia w nieznanym programie, czyli warunkach nie odpowiadających przyzwyczajeniom tłumaczy, co mogło mieć znaczny wpływ na ruchy gałek ocznych badanych. Do tej pory przeprowadzono również badania okulograficzne procesu tłumaczenia pisemnego wykonywanego w programach dedykowanych dla tłumaczy SDL Trados oraz Across (np. Sh. O'Brien 2006). Na chwilę obecną nie są mi znane badania okulograficzne procesu tłumaczenia pisemnego przeprowadzone z użyciem metody dynamicznych obszarów zainteresowania z zastosowaniem trzech okien roboczych (tekstu wyjściowego, tekstu docelowego oraz przeglądarki internetowej). Mimo nieustającego rozprzestrzenienia się oprogramowania dedykowanego tłumaczom nadal rozpowszechniony pozostaje tradycyjny sposób wykorzystywania wyżej wymienionych trzech programów jednocześnie. Potrzebę wdrożenia tego typu badań umożliwiających analizę ruchów gałek ocznych podczas obsługi okien roboczych przez tłumacza zasygnalizowała S. Göpferich (2008).

Celem badania okulograficznego procesu tłumaczenia wspomaganego komputerowo był:

- 1) pomiar ruchów gałek ocznych podczas recepcji tekstu wyjściowego, tekstu docelowego oraz przeglądarki internetowej;
- 2) ustalenie związku pomiędzy szybkością pisania na klawiaturze a czasem tłumaczenia;

---

<sup>3</sup> Badania okulograficzne procesu tłumaczenia a vista prowadzone przez M. Płużyczkę w 2015 r. częściowo podważyły te założenia dowodząc, że przestrzenne ruchy sakadowe świadczą mogą o przetwarzaniu kognitywnym podczas tłumaczenia a vista.

- 3) sprawdzenie wpływu rozkładu uwagi wzrokowej pomiędzy klawiaturą a monitorem na czas tłumaczenia;
- 4) ustalenie optymalnego układu okien roboczych na monitorze podczas tłumaczenia;
- 5) wpływ odzwierciedlania formatowania w tekście docelowym na czas tłumaczenia.

Sposób korzystania przez osoby badane z przeglądarki internetowej znalazł się również w centrum zainteresowania niniejszych badań. Uwaga była poświęcona również ruchom gałek ocznych studentów podczas wyszukiwania poprawnego tłumaczenia niemieckich wyrazów w źródłach internetowych w celu zrozumienia, czym osoby badane kierowały się najczęściej przy wyborze źródła internetowego.

## 1. Opis badania

W badaniu uczestniczyło pięć studentów ostatniego roku studiów magisterskich na kierunku tłumaczenia specjalistyczne w Instytucie Komunikacji Specjalistycznej i Interkulturowej Uniwersytetu Warszawskiego. Każdy student miał za zadanie przetłumaczyć decyzję o przyjęciu na studia wyższe w Niemczech z języka niemieckiego na język polski. Średni czas tłumaczenia dla wszystkich pięciu osób wyniósł ok. 40 minut. Badanie przeprowadzono w Laboratorium Eksperymentalnej Lingwistyki Stosowanej, w którym podczas tłumaczenia znajdowała się osoba badana oraz osoba nadzorująca badanie. Pomieszczenie było odizolowane od osób postronnych. Studenci byli obeznani z tego rodzaju tekstami, gdyż podobne decyzje administracyjne były tłumaczone z nimi w czasie trwania semestru akademickiego. Ponadto przed badaniem studenci zostali pouczeni o tym, że ich tłumaczenie nie będzie uwzględniane w ich ocenie końcowej. W czasie tłumaczenia do dyspozycji były zarówno słownik drukowany dwujęzyczny (Słownik ekonomiczny i prawniczy A. Kilian i A. Kilian) oraz Internet. Badania okulograficzne wspomagane były nagraniami wideo oraz audio. Czas tłumaczenia był nieograniczony. Studenci mogli dowolnie przesuwac okna robocze na monitorze (tekst wyjściowy – format PDF, tekst docelowy – program WordPad, przeglądarka internetowa – Mozilla Firefox). Polecenie brzmiało: „Proszę zapoznać się z tekstem, zaś następnie go przetłumaczyć”<sup>4</sup>. Studenci wykonywali tłumaczenie na monitorze o przekątnej 22". W badaniu użyto okulografu firmy SMI typu RED500. Częstotliwość próbkowania wyniosła 60Hz<sup>5</sup>. Odległość od oczu badanych od monitora wynosiła ok. 50–70 cm, maksymalne odchylenie pomiaru < 0,4°, latencja (end to end): < 10ms, obszar śledzenia 40° w poziomie ( $\pm 20^\circ$ ), 60° w pionie (+ 20 / - 40°). Dane uzyskane w procesie badania okulograficznego były analizowane w programie BeGaze z zastosowaniem metody dynamicznych obszarów zainteresowania (por. K. Holmqvist i in. 2011: 209).

---

<sup>4</sup> Ogólny sposób sformułowania polecenia miał za zadanie sprawdzić, czy studenci zwrócą się za dodatkową informacją uszczegółowiającą cel lub odbiorcę tekstu docelowego.

<sup>5</sup> Częstotliwość próbkowania została wybrana ze względu na długi czas badania (209 minut) oraz towarzyszące badaniu nagrania audio i video, które znacznie spowolniły czas przetwarzania danych podczas analizy wyników badania.

## 2. Wyniki badania

W wyniku całościowej analizy nagrań z monitora komputera połączonych z analizą ruchów gałek ocznych, a także nagraniami wideo dokonano analizy rozkładu uwagi pomiędzy oknami roboczymi na monitorze komputera oraz zbadano kilka czynników mogących wpływać na całościowy czas wykonania tłumaczenia. Przedmiotem analizy był: 1) rozkład uwagi studentów pomiędzy oknami roboczymi na monitorze (tekst wyjściowy, tekst docelowy, przeglądarka internetowa), 2) szybkość pisania na klawiaturze, 3) rozkład uwagi wzrokowej pomiędzy monitorem a klawiaturą w czasie wykonywania tłumaczenia, 4) optymalny układ okien roboczych na monitorze, 5) czas formatowania w tekście docelowym i czas tłumaczenia oraz 6) sposób wyszukiwania źródeł internetowych w przeglądarce internetowej.

### 2.1. Rozkład uwagi studentów pomiędzy oknami roboczymi na monitorze

W celu zbadania rozkładu uwagi wzrokowej pomiędzy oknami roboczymi używanymi przez studentów na monitorze (tekst wyjściowy, tekst docelowy, przeglądarka internetowa) zdefiniowano trzy obszary zainteresowania. Analiza okulograficzna procesu tłumaczenia przeprowadzona w programie BeGaze umożliwiła wyliczenie oraz zestawienia czasu fiksacji, liczby fiksacji oraz czasu fiksacji i sakad podczas recepcji trzech okien roboczych zdefiniowanych, jako obszary zainteresowania (Areas of Interests). Z powodu niejednorodności kolorystycznej okien roboczych, a stron wyświetlanych w przeglądarce internetowej parametr szerokości źrenicy nie był uwzględniony w badaniach. Wybór użytych w niniejszym badaniu parametrów (długość fiksacji, liczba fiksacji, czas fiksacji i sakad) uzasadniony jest wynikami badań okulograficznych w translatoryce przeprowadzonych przez m.in. V.C.Y. Chang (2011), A.C. Sjørup (2011) oraz M. Płużyczka (2015).

Osoba	czas fiksacji [ms] TW	czas fiksacji [ms] TD	czas fiksacji [ms] @	Liczba fiksacji TW	Liczba fiksacji TD	Liczba fiksacji @	Czas fiksacji i sakad [ms] TW	Czas fiksacji i sakad [ms] TD	Czas fiksacji i sakad [ms] @
P01	242587	<u>537945,2</u>	404154,1	757	1105	<u>1154</u>	260430,1	<u>563089</u>	436068,1
P02	492929	<u>956379,8</u>	474220,2	1487	<u>2830</u>	1378	560372,2	<u>1087626</u>	528933,9
P03	84338,9	<u>270444,7</u>	34451,2	540	<u>1380</u>	200	142385	<u>470506</u>	82110,8
P04	338429	<u>544395,9</u>	161895	967	<u>1342</u>	435	359536,5	<u>572190</u>	172964,1
P05	198725	<u>494521,4</u>	314046,1	731	<u>1591</u>	1061	217030,5	<u>564017</u>	346549

*Tabela 1. Rozkład czasu fiksacji (fixation duration), liczby fiksacji (fixation count) oraz czasu fiksacji i sakad (dwell time) podczas recepcji tekstu wyjściowego (TW), tekstu docelowego (TD) oraz przeglądarki internetowej (@).*

Z tabeli nr 1 wynika, że pięć osób badanych najwięcej uwagi pośród trzech obszarów zainteresowania poświęcili edytorowi tekstu WordPad<sup>6</sup>. Wynik ten oznacza, że największe obciążenie kognitywne<sup>7</sup> towarzyszyło produkcji tekstu docelowego. Studenci poświęcili najwięcej czasu produkcji tekstu. Powyższe parametry wybrano bazując na założeniach M. A. Justa i P. A. Carpentera z 1980 r. (fixation duration, fixation count) oraz M. Płużyczki z 2015 r. (dwell time) uwzględniając w badaniach ruchy sakadowe. Za wyjątkiem jednego przypadku (szósta kolumna drugi wiersz) wszystkie trzy parametry osiągnęły najwyższe wartości podczas recepcji tekstu docelowego. Niniejsze wnioski ukierunkowały dalsze pytania badawcze w niniejszym artykule w stronę szczegółowej analizy procesu produkcji tekstu docelowego. Rozszerzenie grupy badawczej do piętnastu osób oraz statystyczna analiza obszarów roboczych angażujących największą oraz najmniejszą pracę kognitywną podczas ich recepcji znajduje się w A. Bonek (2017).

## 2.2. Szybkość pisania na klawiaturze

W niniejszym punkcie przedstawię wyniki analizy szybkości produkcji tekstu docelowego podczas tłumaczenia. Niniejsze wyniki uzyskano analizując nagrania z monitoru (screen recording) porównując nagranie ze ścieżką nagrania ukazującą wszystkie uderzenia klawiatury oraz kliknięcia myszką podczas procesu tłumaczenia. Szybkość pisania badanych na klawiaturze była mierzona kierując się nagraniami z monitora (screen recording) oraz ze ścieżki rejestrującej uderzenia na klawiaturze. Stwierdzono, że produkcja tekstu następuje w sekwencjach składających się co do zasady z recepcji fragmentu tekstu wyjściowego, następczej produkcji jednostki tekstu wyjściowego oraz następczej kontrolnej recepcji tekstu docelowego. Zauważono, że zarówno długość, jak i prędkość produkcji fragmentów tekstu docelowego różni się w zależności od osoby badanej. Czas produkcji tekstu w czasie sekwencji związanej z produkcją tekstu był odnotowywany. Następnie zauważono, że czas produkcji tekstu docelowego znacznie się wydłuża, jeśli w jednostce produkowanego tekstu pojawiają się liczby lub znaki szczególne typu: „/, -, -”.

osoba	Średni czas produkcji fragmentu tekstu bez znaków szczególnych i liczb [s]	Średni czas produkcji fragmentu tekstu ze znakami szczególnymi i liczbami [s]
P01	10,0	39,0
P02	40,0	19,0
P03	8,6	21,0
P04	9,7	17,5
P05	7,0	22,0

Tabela 2. Średni czas produkcji fragmentu tekstu docelowego zawierającej znaki szczególne oraz bez takich znaków.

<sup>6</sup> Z powodu małej liczby osób badanych oraz porównywanych liczb zrezygnowano w niniejszym artykule z przeprowadzenia wyliczeń statystycznych.

<sup>7</sup> Odnośnie różnicy pomiędzy obciążeniem kognitywnym a pracą kognitywną patrz M. Płużyczka (2015).



Z tabeli Nr 2 wynika, że wśród czterech badanych pojawianie się w czasie produkcji tekstu docelowego znaków szczególnych w tekście wyjściowym spowalniało w znacznym stopniu produkcję tekstu docelowego. U pierwszej osoby szybkość wpiisywania fragmentu tekstu docelowego spadła prawie czterokrotnie. Wśród pozostałych trzech osób szybkość produkcji tekstu zmniejszała się prawie dwukrotnie. Odnotowany stan rzeczy wynikać może z tego, że studenci sprawniej posługiwali się klawiaturą zawierającą litery niż znaki szczególne bądź liczby. Można wysnuć wniosek sugerujący, że sprawniejsze opanowanie klawiatury komputera prowadzić może do zwiększenia całkowitego czasu wykonywania tłumaczenia.

### 2.3. Rozkład uwagi wzrokowej pomiędzy monitorem a klawiaturą w czasie wykonywania tłumaczenia

W mniejszym punkcie przedstawione będą wyniki analizy rozkładu uwagi wzrokowej pomiędzy monitorem a klawiaturą podczas procesu tłumaczenia. Ponadto otrzymany czas skupienia uwagi na klawiaturze zostanie porównany z czasem całkowitym tłumaczenia u poszczególnych osób. W ten sposób sprawdzone będzie istnienie zależności pomiędzy długością spoglądania na klawiaturę podczas produkcji tekstu a szybkością tłumaczenia. Tego rodzaju badanie może pomóc wysnuć wnioski dotyczące wpływu pisania bezwzrokowego na czas tłumaczenia.

Czas spoglądania na klawiaturę podczas produkcji tekstu docelowego [s]	Całkowity czas tłumaczenia [s]
204127	3107264 (ok. 51 minut)
504162	1754892 (ok. 29 minut)
542975	1968936 (ok. 32 minut)
667108	2218283 (ok. 36 minut)
1191471	3682309 (ok. 61 minut)

Tabela 3. Czas spoglądania na klawiaturę podczas produkcji tekstu docelowego.

Dane z tabeli Nr 3 uzyskane zostały na podstawie obserwacji nagrań z monitoru screen recording, nagrań ścieżki wzroku oraz nagrań wideo. Czas był mierzony podczas spoglądania na klawiaturę w celu produkcji tekstu docelowego. Na podstawie rosnącego ułożenia wyników w prawej kolumnie (z wyjątkiem pierwszego wiersza) otrzymano w czterech przypadkach wynik korelujący z długością spoglądania na klawiaturę podczas produkcji tłumaczenia. Stąd wniosek, iż wśród osób badanych długość spoglądania na klawiaturę podczas pisania tekstu docelowego może wpływać na czas tłumaczenia<sup>8</sup>. Wyniki badań okولوجraficznych na większej grupie osób pomogą

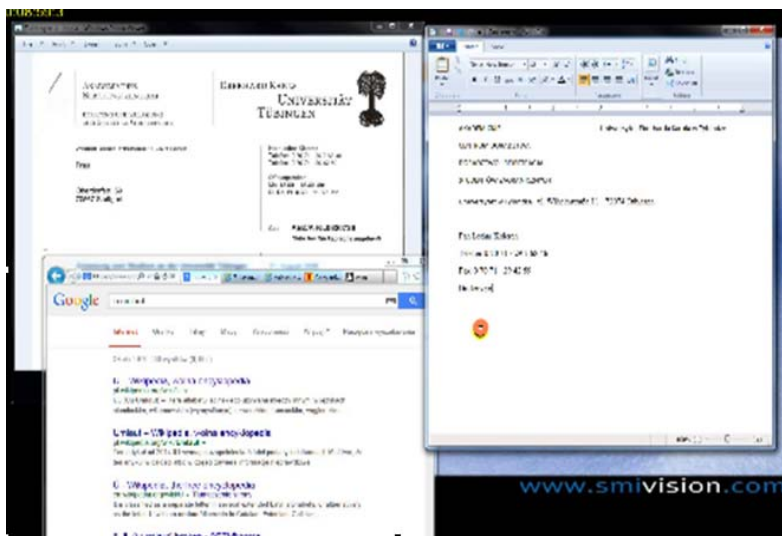
<sup>8</sup> Na podstawie grupy piętnastoosobowej oraz wyliczenia statystycznego (por. A. Bonek 2017) uzyskałam wynik świadczący o braku istotnie statystycznej korelacji pomiędzy długością spo-

pomóc stwierdzić, czy wdrożenie kursów pisania bezwzrokowego wśród tłumaczy może się przyczynić do przyspieszenia procesu tłumaczenia.

#### 2.4. Optymalny układ okien roboczych na monitorze

W niniejszym punkcie zostaną przedstawione wyniki analizy materiału screen recording osób badanych, nagranych przez oprogramowanie okulograficzne, wraz ze ścieżką wzroku osób badanych podczas wykonywania tłumaczenia. Studenci zostali pouczeni o możliwości swobodnego przesuwania okien roboczych podczas tłumaczenia, a także zostali zachęteni do wygodnego dla nich ułożenia okien na monitorze. Celem tej części badania było sprawdzenie, jaki układ okien roboczych z uwzględnieniem ścieżki wzroku osób badanych umożliwi najmniejszą liczbę zbędnych przesunięć oraz sprawniejsze przeprowadzenie procesu tłumaczenia. Pytanie badawcze dotyczące układu okien roboczych na monitorze podczas pracy tłumacza zostało postawione przez E. Zwierchoń-Grabowską (2011).

Szczegółowa analiza nagrań screen recording oraz ścieżek wzroku osób badanych umożliwiła wyciągnięcie wniosku dotyczącego rozkładu okien roboczych, który umożliwiał osobom badanym sprawne poruszanie się pomiędzy obszarami roboczymi oraz uniknięcie zbędnych operacji wykonywanych za pomocą myszki komputerowej. Poniżej znajduje się prezentacja przykładowego układu okien roboczych, wybranego przez kilka osób badanych.



Rysunek 1. Optymalny układ tekstu wyjściowego, tekstu docelowego oraz przeglądarki internetowej podczas wykonywania tłumaczenia.

głównie na klawiaturę podczas produkcji tekstu a czasem tłumaczenia. Wynik dotyczy jednakże wyłącznie grupy badanej. W celu wyciągnięcia jednoznacznych wniosków w tym zakresie niezbędne są dalsze badania okulograficzne i statystyczne.

Rysunek nr 1 prezentuje optymalny układ okien roboczych, który wypracowano na podstawie przeanalizowanych nagrań screen recording, ścieżek wzroku oraz kliknięć i przesunięć myszką wśród pięciu osób badanych<sup>9</sup>. Powyższy układ tekstu wyjściowego, tekstu docelowego oraz przeglądarki internetowej potwierdza wnioski z pkt nr 1), który dowodzi, że największa praca kognitywna związana była z produkcją tekstu docelowego, stąd rysunek nr 1 ukazuje, że program edytorski prezentowany jest na ekranie w całości, zaś tekst wyjściowy oraz przeglądarka internetowa współdzielią lewą stronę monitora. Wydaje się, że prezentowany układ okien roboczych może ułatwić sposób poruszania się tłumaczy pomiędzy trzema programami używanymi jednocześnie.

## 2.5. Czas formatowania w tekście docelowym i czas tłumaczenia.

Podczas analizy nagrań screen recording oraz ruchów gałek ocznych osób badanych zauważono, że odzwierciedlenie formatowań tekstu wyjściowego w tekście docelowym jest czasochłonną częścią procesu tłumaczenia. Przy tym osoby badane wybierały różne strategie formatowań tekstu docelowego. Osoby badane stosowały dwie strategie formatowań. Pierwsza grupa rozpoczynała formatowanie fragmentu tekstu docelowego natychmiast po zakończeniu jego tłumaczenia na język polski, natomiast druga grupa rozpoczynała formatowanie tekstu docelowego dopiero po zakończeniu tłumaczenia. Całkowity czas tłumaczenia w drugiej grupie był znacznie mniejszy niż w pierwszej. Osoby rozpoczynające formatowanie tekstu docelowego po zakończeniu tłumaczenia szybciej ukończyły formatowanie, niż osoby, które dokonywały formatowania w trakcie tłumaczenia. Przyczyną tego stanu rzeczy było to, że nowy tekst, pojawiający się w trakcie tłumaczenia w edytorze tekstu powodował przesunięcie się w edytorze już sformatowanych i przetłumaczonych fragmentów tekstu, co wymuszało na osobach badanych ponowne formatowanie tych samych fragmentów tekstu. Czas poświęcony formatowaniu oraz całkowity czas tłumaczenia zaprezentowano w poniższej tabeli.

<u>osoba</u>	<u>Tłumaczenie [s]</u>	<u>Tłumaczenie bez formatowania [s]</u>	<u>A-B</u> <u>Formatowania [s]</u>	<u>A-B%</u> <u>Formatowania [%]</u>
<u>P01</u>	2300	1772	528	22,9
<u>P02</u>	3745	3243	502	13
<u>P03</u>	3164	2258	906	28,6
<u>P04</u>	2297	1616	681	29,6
<u>P05</u>	1819	1666	153	8,4

Tabela 4. Całkowity czas tłumaczenia oraz czas poświęcony formatowaniu tekstu docelowego.

W ostatniej kolumnie tabeli nr 4 ukazano wyliczony na podstawie danych zebranych przez okulograf czas wykonywania formatowania tekstu docelowego przedstawiony w wartościach procentowych. Z ostatniej kolumny wynika, że czas formatowania stanowi od 8 do 30 % całkowitego czasu tłumaczenia. Nasuwa się wniosek, że

<sup>9</sup> Badania w grupie piętnastoosobowej w A. Bonek (2017) potwierdziły ten wniosek.

w celu przyspieszenia procesu tłumaczenia, czas poświęcony formatowaniom tekstu powinien być skrócony. Aby tego dokonać niezbędne jest doskonalenie obsługi programu edytorskiego, a także rozpowszechnianie użycia programów dedykowanych dla tłumaczy np. Across, który umożliwia przejęcie formatowań do tekstu docelowego jednym kliknięciem myszy. Sprawniejsza obsługa programów edytorskich powinna przyczynić się do ergonomizacji procesu tłumaczenia pisemnego.

## 2.6. Sposób wyszukiwania źródeł internetowych w przeglądarce internetowej

W niniejszym punkcie przedstawiony będzie przegląd źródeł elektronicznych wykorzystywanych przez osoby badane w czasie przygotowywania tłumaczenia (tabela nr 5), a także zaprezentowany będzie sposób formułowania zapytań w przeglądarce internetowej google.pl (tabela nr 6). Uzyskane dane będą przeanalizowane pod kątem usprawnienia procesu wyszukiwania i obsługi przeglądarki internetowej.

Źródła elektroniczne	Liczba zapytań
<a href="#">Pons.eu</a>	13
<a href="#">Linguee.pl</a>	5
<a href="#">Pl.bab.la</a>	8
<a href="#">Ling.pl</a>	2
<a href="#">Glos.pl</a>	3
<a href="#">wikipedia</a>	3
<a href="#">wiktionary</a>	1
<a href="#">m.translator.pl</a>	1
<a href="#">Proz.pl</a>	5
<a href="#">Glosbe.pl</a>	4
<a href="#">Wiki.pl</a>	1
<a href="#">Pl.ozali</a>	1
<a href="#">Diki.pl</a>	1
Teksty paralelne	2

Tabela 5. Źródła internetowe używane w czasie tłumaczenia.

Analiza nagrań screen recording oraz ruchy gałek ocznych osób badanych wykazały, że studenci wpisywali wyszukiwane hasła w górny pasek wyszukiwania w przeglądarce internetowej, zaś ścieżka wzroku osób badanych wykazała, że wybór dokonywali przeglądając zaledwie pierwsze trzy propozycje sugerowane przez wyszukiwarkę *google*. Wyniki zaprezentowane w tabeli nr 5 pokazują, że badani często korzystali z przypadkowych źródeł (duża liczba źródeł była wyświetlana zaledwie kilka razy). Powyższe wyniki świadczą o braku strategii w wyborze źródeł elektronicznych oraz o korzystaniu z przypadkowych źródeł zasugerowanych przez wyszukiwarkę *google*. Zaobserwowano konieczność korzystania z jednojęzycznych słowników, encyklopedii tematycznych, tekstów paralelnych, czy też korpusów językowych. Brak zainteresowania głębszym wyjaśnieniem tłumaczonego tekstu świadczyć może o braku wiedzy specjalistycznej niezbędnej dla porównania różnic pomiędzy polskimi i niemieckimi instytucjami prawnymi. Jednakże to właśnie wiedza specjalistyczna

niezbędna jest dla tłumaczenia tekstów specjalistycznych. Ponadto tabela nr 5 ukazuje, że istnieje pilna potrzeba zdefiniowania zaufanych źródeł internetowych dla potrzeb studentów<sup>10</sup>, co umożliwiłoby nie tylko usprawnienie procesu tłumaczenia, ale także podniesienie jakości translatu.

Oprócz źródeł internetowych wykorzystywanych w czasie tłumaczenia w centrum zainteresowania znalazł się sposób formułowania wyszukiwanych haseł w przeglądarce internetowej. Poniższa tabela przedstawia, jakie dodatkowe uściślające wyrażenia były dodawane przez studentów, aby sprecyzować szukane zapytanie. W cudzysłowie podawane są wyrażenia, które były wpisywane wraz z szukanym hasłem.

Rodzaj zapytania	Liczba zapytań
Zapytanie w j. niemieckim	20
Propozycje tłumaczenia w j. polskim	14
Zapytanie w j. niemieckim + „po polsku”	13
Zapytanie w j. niemieckim + „słownik”	8
Zapytanie w j. niemieckim + „niemiecki”	3
Zapytanie w j. polskim + „po niemiecku”	3
Zapytanie w języku niemieckim + słowa z kontekstu	2

Tabela 6. Sposób formułowania zapytań w wyszukiwarce *google.pl*.

Analiza nagrań screen recording potwierdziła, że osoby badane wyszukiwały hasła nie zmieniając ustawień językowych oraz regionalnych przeglądarki *google.pl*, co mogło by w znaczny stopień usprawnić poszukiwanie haseł zwłaszcza tych, które były wyszukiwane w języku niemieckim. Zmiana ustawień regionalnych przeglądarki umożliwi szybsze odnalezienie sposobu posługiwania się danym wyrażeniem w kulturze wyjściowej lub docelowej. Zmiana ustawień językowych i regionalnych zmieni preferencje wyszukiwania i ułatwi odnalezienie poszukiwanej informacji, zwłaszcza, że osoby badane skupiały swój wzrok na pierwszych trzech hasłach proponowanych przez wyszukiwarkę. Umiejętne zarządzanie filtrami wyszukiwarki usprawni dotarcie do szukanego celu, pod warunkiem oczywiście, że zostanie uprzednio zdefiniowany. Wnioskując z danych uzyskanych w tabeli nr 6 wydaje się konieczne ustalenie strategii wyboru źródła internetowego oraz wykształcenie umiejętności definiowania celu, który towarzyszyć winien poszukiwaniom niezbędnych rozwiązań translacyjnych. Ponadto wyniki wyszukiwania wskazują na to, że osoby badane poszukiwały już gotowe tłumaczenie danego wyrażenia w tekstach dedykowanych od i dla tłumaczy, takich jak teksty dwujęzyczne bądź fora tłumaczy. Otrzymane wyniki mogą okazać się również ciekawe w kontekście rozwoju pomocy elektronicznych dla tłumaczy oraz określenia potrzeb, a także luk wśród istniejących programów dla tłumaczy tekstów specjalistycznych.

<sup>10</sup> Lista polecanych źródeł elektronicznych została opublikowana na stronie Instytutu Tłumaczeń Ustnych i Pisemnych na Uniwersytecie im. Karla Ruprechta w Heidelbergu (<http://www.uni-heidelberg.de/fakultaeten/neuphil/iask/sued/seminar/abteilungen/russisch/russisch.html>) [Pobrano 26.11.2016].

### 3. Podsumowanie

Zebrane w wyniku badania okulograficznego dane umożliwiły określenie czynników wpływających na czas tłumaczenia oraz jakość translatu. Wyniki przeprowadzonego badania zasygnalizowały obszary możliwych badań okulograficznych w translatoryce oraz możliwości, jakie niesie ze sobą okulograf przy rekonstrukcji kompetencji translacyjnych. Uzyskane wyniki wykazały miejsca krytyczne w procesie tłumaczenia oraz czynniki mogące spowolnić, a także przyspieszyć proces tłumaczenia.

Usprawnienie procesu tłumaczenia można osiągnąć dzięki doskonaleniu umiejętności obsługi programów komputerowych, takich jak edytor tekstu, w którym powstaje tekst docelowy oraz ustawień zaawansowanych w przeglądarce internetowej. Kursy szybkiego pisania na klawiaturze ze szczególnym uwzględnieniem znaków szczególnych i liczb mogą pomóc skrócić proces tłumaczenia, jednakże pozytywny wpływ pisania bezwzrokowego na proces tłumaczenia nie został do tej pory stwierdzony w badaniach okulograficznych i wymaga dalszych badań (por. A. Bonek 2017).

Ponadto stwierdzona została konieczność dostosowania sposobu formułowania zapytań w przeglądarce internetowej oraz ustawień jej filtrów dla celów translacyjnych. Filtry wyszukiwarki muszą być ustawione w ten sposób, aby możliwie najpełniej odpowiadały naszemu celowi. Większe rozeznanie w zasobach źródeł internetowych oraz poznanie możliwości, jakie Internet oferuje tłumaczom, pomoże precyzyjniej formułować zapytania oraz umożliwi skuteczniejsze korzystanie z zasobów komputerowych oraz internetowych.

W tym zakresie dobrym rozwiązaniem mogą okazać się szkolenia pozwalające udoskonalić warsztat pracy tłumacza ze źródłami online. Powyższe umiejętności przyporządkować można „kompetencji komputerowej” tłumacza, która stanowi nieodzowny element warsztatu pracy tłumacza. Zdefiniowanie producenta tekstu wyjściowego i odbiorców tekstu docelowego oraz określenie, czy szukane hasło powinno się pojawić w kontekście kultury wyjściowej czy docelowej powinno pomóc szybciej dotrzeć do szukanego rozwiązania. Ponadto zachodzi potrzeba poszerzenia wiedzy specjalistycznej studentów tłumaczeń specjalistycznych w zakresie dziedziny, z której pochodzi tłumaczony tekst specjalistyczny, której braku uwidoczniły się na podstawie wykorzystywanych źródeł przez osoby badane.

Wypracowanie wiarygodnej i zaufanej listy źródeł internetowych oraz korzystanie z literatury pochodzącej z dziedziny specjalistycznej (teksty paralelne oraz encyklopedie specjalistyczne) powinno zminimalizować wystąpienie błędów merytorycznych w tłumaczeniu.

### Bibliografia

- Bonek, A. (2017; w druku), *Eyetracking-Analyse computergestützten Übersetzungsprozesses. Übersetzung deutschsprachiger Verwaltungsakte ins Polnische*. Frankfurt/ M.
- Chang, V.C.Y. (2011), *Translation Directionality and the Revised Hierarchical Model: An Eye-Tracking Study*, (w:) Sh. O'Brien (red.), *Cognitive Explorations of Translation (Continuum Studies in Translation)*. London/ New York, 154–75.

- Göpferich, S. (2008), *Translationsprozessforschung. Stand – Methoden – Perspektiven*. Tübingen.
- Grucza, S. (2011), *Lingwistyka antropocentryczna a badania okulograficzne*, (w:) *Lingwistyka Stosowana/ Applied Linguistics/ Angewandte Linguistik*, 4, 149–162.
- Grucza, S. (2013), *Die Augen reden mächtiger als die Lippen. Eye-Tracking-„Einblicke“ in die Sprache*, (w:) *Zeitschrift des Verbandes Polnischer Germanisten/ Czasopismo Stowarzyszenia Germanistów Polskich*, 2, 189–202. ([www.ejournals.eu/ZVPG/Tom-2\(2013\)/Zeszyt\\_2\\_\(2013\)/art/2647/](http://www.ejournals.eu/ZVPG/Tom-2(2013)/Zeszyt_2_(2013)/art/2647/); pobrano 22.12.2016).
- Grucza, S. (2014), *Grundzüge der anthropozentrischen Translatorik*, (w:) A. Łyp-Bielecka (red.), *Mehr als Worte. Sprachwissenschaftliche Studien*. Professor Dr. habil. Czesława Schatte und Professor Dr. habil. Christoph Schatte gewidmet. Katowice, 127–137.
- Holmqvist, K./ M. Nyström/ R. Andersson/ R. Dewhurst/ H. Jarodzka/ J. Van de Weijer (2011), *Eye Tracking – A Comprehensive Guide to Methods and Measures*. Oxford.
- Just, M.A./ P.A. Carpenter (1980), *A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension*, (w:) *Psychological Review*, 87 (4), 329–354.
- Kilian, A./ A. Kilian (2009), *Słownik języka prawniczego i ekonomicznego/ Wörterbuch der Rechts- und Wirtschaftssprache. Niemiecko-polski. Deutsch-polnisch*. Tom I. Warszawa.
- O'Brien, Sh. (2006), *Eye-tracking and translation memory matches*, (w:) *Perspectives: Studies in Translatology*, 14, 185–205.
- Pavlović, N./ K.T.H. Jensen (2009), *Eye tracking translation directionality*, (w:) A. Pym/ A. Perekrstenko (red.), *Translation Research Projects 2*. Tarragona, 93–109 ([http://isg.urv.es/publicity/isg/publications/trp\\_2\\_2009/index.htm](http://isg.urv.es/publicity/isg/publications/trp_2_2009/index.htm); pobrano 24.11.2016).
- Plużyczka, M. (2015), *Thumaczenie a vista. Rozważania teoretyczne i badania eye-trackingowe*. Warszawa.
- Sjørup, A.C. (2011), *Cognitive Effort In Metaphor Translation: an Eye-Tracking Study*, (w:) Sh. O'Brien (red.), *Cognitive Explorations of Translation*. London/ New York, 197–215.
- Timarova, Š./ B. Dragsted/ G. Hansen (2011), *Time lag in translation and interpreting: A methodological exploration*, (w:) C. Alvstad/ A. Hild/ E. Tiselius (red.), *Methods and Strategies of Process Research. Integrative approaches in Translation Studies*. Amsterdam/ Philadelphia, 121–149.
- Zwierzchoń-Grabowska, E. (2011), *Okulograficzne wsparcie badań nad procesem tłumaczenia pisemnego*, (w:) *Lingwistyka Stosowana/ Applied Linguistics/ Angewandte Linguistik*, 4, 199–210.

**Agnieszka DĘBSKA**  
Polska Akademia Nauk

**Tomasz SOLUCH**  
Institute of Sensory Analysis – ISA

**Sylwia SZOSTAKOWSKA**  
Polska Akademia Nauk

## **Metodologia badań nad przyjmowaniem perspektywy poznawczej podczas dialogu<sup>1</sup>**

### **Abstract:**

#### **The methodology of conversational perspective-taking studies.**

The goal of the article is to critically analyze the methodology of research on cognitive perspective-taking in the context of dialogue. It will be examined how well the experimental method is suited to the research questions. Furthermore, the available data analysis strategies based on behavioral and eye-tracking sources will be presented. The critics will concern elements of the method associated with the choice of visual stimuli and scenarios of interaction used in the experimental setup. We proposed modifications of the method that may improve experimental approach in the further studies.

### **Wstęp**

Aby zrozumieć, co chciał nam przekazać nasz rozmówca poprzez swoją wypowiedź powinniśmy właściwie zrekonstruować jego intencje komunikacyjne lub pewien zakres jego przekonań. Musimy zatem przyjąć jego perspektywę poznawczą (zrozumieć, co wie, a czego nie wie nasz interlokutor na pewien temat). To podstawowe pragmatyczne założenie dotyczące interpretacji wypowiedzi stało się przedmiotem badań na gruncie psycholingwistyki (zob. H.H. Clark 1996, 1992). Badania psychologiczne koncentrują się na tym, jak efektywnie osoby dorosłe są w stanie wykorzystać informacje na temat wiedzy rozmówcy w procesie interpretacji wypowiedzi (psychologia komunikacji)? Jakie zdolności poznawcze oraz różnice indywidualne wpływają na efektywne rekon-

---

<sup>1</sup> Praca wykorzystuje fragmenty nieopublikowanej pracy doktorskiej pierwszego autora, pt. *Rekonstruowanie wiedzy i perspektywy poznawczej drugiej osoby w procesie komunikacji*. Autor uzyskał środki finansowe na przygotowanie rozprawy doktorskiej z Narodowego Centrum Nauki w ramach finansowania stypendium doktorskiego na podstawie decyzji numer UMO-2015/16/T/HS6/00328.



struowanie perspektywy innych osób (psychologia poznawcza)? I w końcu, jak zdolność do przyjmowania perspektywy zmienia się w ciągu życia człowieka (psychologia rozwojowa)?

Celem niniejszej pracy jest szczegółowe przedstawienie metody eksperymentalnej opierającej się na *paradygmacie świata wizualnego* (ang. *Visual World Paradigm*, zob. M.K. Tannehaus i in. 1995), która powstała na potrzeby badania przyjmowania perspektywy poznawczej w czasie dialogu. W pracy opiszemy, w jaki sposób metoda ta została rozwinięta i udoskonalona, oraz przedstawimy problemy związane z zastosowaniem metody jak i zarysujemy perspektywę dalszych badań.

Będziemy koncentrować się na użyciu metody w obszarze psychologii komunikacji. Praca opisuje paradygmat, który początkowo dotyczył jedynie badań z udziałem typowych osób dorosłych. Niewątpliwie jednak metodę można przystosować do badania przyjmowania perspektywy w kontekście rozwojowym oraz klinicznym, co zostanie opisane w ostatniej części pracy. Opisany zostanie również alternatywny sposób badania przyjmowania perspektywy poznawczej poza kontekstem komunikacji językowej (zob. A. Quershi i in. 2010).

### **1. Źródła badania przyjmowania perspektywy poznawczej w czasie dialogu**

W latach 80 XX w. Herbert H. Clark zaproponował teorię komunikacji opartą na wspólnej wiedzy (ang. *common knowledge*, *common ground*, H.H. Clark/ C.R. Marshall 1978, zob. też H.H. Clark 1992, 1996). *Wspólna wiedza* (lub *wspólny grunt*) to pojęcie stosowane na określenie zbioru podzielanych przekonań i presupozycji pary rozmówców, które są dodatkowo rozpoznane przez obu rozmówców jako wspólnie dzielane. Nie będzie zatem częścią wspólnego gruntu indywidualna wiedza obu stron (np. że osoba X wydaje przyjęcie urodzinowe), jeśli obaj rozmówcy sądzą, że tylko oni, ale nie druga osoba, o tym wiedzą (np. zaproszenia zostały wysłane w tajemnicy). Ale jeśli ta informacja pojawi się w trakcie rozmowy, np. rozmówcy omawiają prezent, który chcą wspólnie kupić, lub zostaną zaproszeni przez X w momencie, kiedy są razem, wtedy informacja „X wydaje przyjęcie urodzinowe” staje się częścią ich wspólnej wiedzy.

Jeden ze sposobów operacjonalizacji reguł dotyczących wspólnej wiedzy i przełożenia ich na konkretne procesy psychologiczne zaproponował sam H.H. Clark (H.H. Clark/ T.B. Carlson 1981). Postawił on hipotezę „ograniczonego przeszukiwania” mówiącą, że kiedy odbiorca próbuje zinterpretować przekaz nadawcy, ogranicza się automatycznie do informacji, które są częścią ich wspólnej wiedzy. Jednak, aby zrekonstruować wiedzę rozmówcy i zakres wspólnej wiedzy, należy efektywnie przyjąć jego perspektywę poznawczą.

Hipoteza o ograniczonym przeszukiwaniu oraz natychmiastowym przyjmowaniu perspektywy drugiej osoby zostały poddane w wątpliwość w badaniach B. Keysara i współpracowników (B. Keysar i in. 1998, B. Keysar i in. 2000, B. Keysar i in. 2003). Skupili się oni na badaniu komunikacji w czasie rzeczywistym i na analizie poszczególnych etapów procesu interpretacji wypowiedzi. Analiza szczegółowego przebiegu interpretacji wypowiedzi była możliwa dzięki zastosowaniu pomiaru ruchu oczu z użyciem mobilnego okulografu.

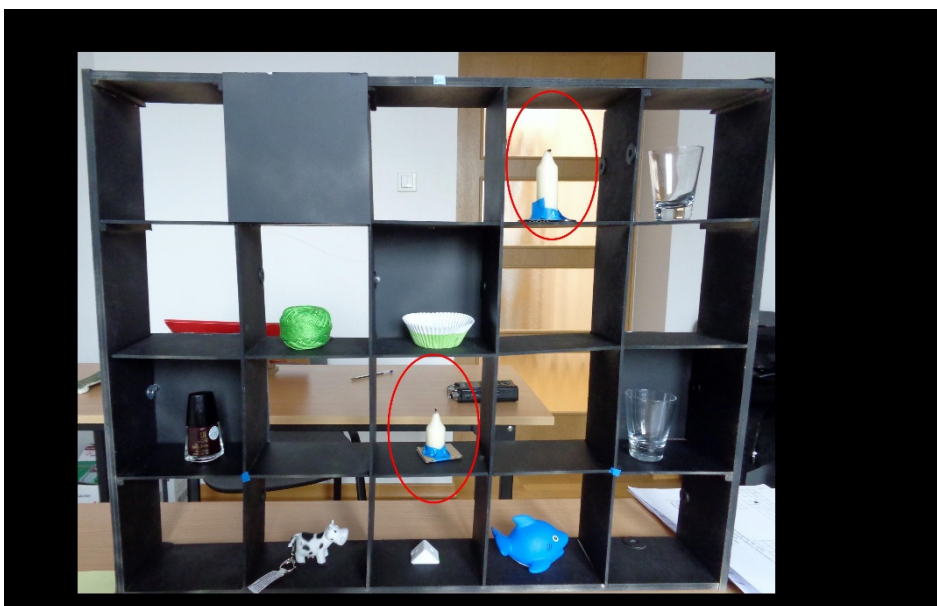
B. Keysar i współpracownicy (B. Keysar i in. 2000) zaprojektowali grę komunikacyjną (ang. *director task*), w której badani mieli przesuwać przedmioty zgodnie z poleceniami instruktora (niejawnego pomocnika eksperymentatora). Pomiędzy odbiorcą (badanym) a nadawcą (instruktorem) postawiono szafkę, w której niektóre przegródki były widoczne z obu stron, a inne zostały zasłonięte z jednej strony tak, aby tylko odbiorca (badany) mógł zobaczyć, co jest w środku (por. rys. 1).



Rysunek 1. Sytuacja eksperymentalna.  
Polecenie: „Przesuń dużą świeczkę (...)”.

Przed rozpoczęciem eksperymentu badany był oprowadzany dookoła szafki tak, by przekonał się, że ze strony nadawcy nie można zobaczyć zasłoniętych przedmiotów. Sytuacja została też przedstawiona tak, by było jasne, że nadawca (instruktor) również pełni rolę badanego i nie wie, co jest w zablokowanych przegródkach. Wyniki osób, które domyśliły się, że instruktor jest pomocnikiem eksperymentatora, nie były brane pod uwagę w dalszej analizie. W ten sposób zostało stworzone pole wspólnej perspektywy wizualnej (*common ground*) składające się z przedmiotów, które osoba badana i instruktor widzieli wspólnie, oraz prywatny obszar (*privileged ground*) składający się z przedmiotów widzianych tylko przez badanego. W warunkach eksperymentalnych zarówno w polu wspólnym, jak i prywatnym znalazły się przedmioty należące do tej samej kategorii, np. na szafce badany widział trzy świeczki: większą i mniejszą w przestrzeni wspólnej oraz największą w przestrzeni prywatnej (por. rys. 1). Krytyczna instrukcja wypowiedziana przez instruktora w trakcie zadania brzmiała np.: „Przesuń dużą świeczkę pod włóczkę”. Jeśli badany bierze pod uwagę perspektywę instruktora, powinien zignorować największą świeczkę, gdyż wie, że instruktor nie może się do niej odnieść, i zamiast tego przesunąć świeczkę średnią ze swojej perspektywy, ale

dużą z perspektywy instruktora. Dzięki mierzeniu ruchów oczu za pomocą okulografu można odpowiedzieć nie tylko na pytanie, jaki przedmiot ostatecznie wybrał badany, ale również, jakie przedmioty rozważał jako potencjalne odniesienia wypowiedzi. W wersji kontrolnej eksperymentu w szafce znajdowały się tylko dwie świece: większa i mniejsza, obie we wspólnej przestrzeni; natomiast w przestrzeni prywatnej znajdował się obiekt niebędący konkurentem semantycznym obiektów w przestrzeni wspólnej (np. lakier do paznokci zamiast świecek, por. rys. 2.).



*Rysunek 2. Sytuacja kontrolna.  
Polecenie: „Przesuń dużą świeczkę (...)”.*

Różnica w czasie reakcji jak i w czasie zlokalizowania właściwego przedmiotu na szafce pomiędzy grupą kontrolną a grupą eksperymentalną miała być miarą efektywności w przyjmowaniu perspektywy, tzn. pokazywać, na ile osoba badana skutecznie potrafi zignorować przedmioty prywatne, które nie są częścią wspólnej przestrzeni i o których nie wie nadawca wypowiedzi. Wybór prywatnego przedmiotu, o którym nie wiedział nadawca, uznawano za reakcję egocentryczną (tylko na podstawie własnej perspektywy).

W badaniu B. Keysara i współpracowników (2000) badanym przedstawiono 12 różnych ułożeń przedmiotów, po 6 w warunku kontrolnym i eksperymentalnym (Eksperyment 1, 20 osób badanych) lub 10 ułożeń, po 5 w każdym warunku (Eksperyment 2, 40 osób badanych).

Wyniki okazały się zaskakujące: w warunku eksperymentalnym średnio w 17% przypadków badani przynosili ukryty przedmiot, a w 6% przypadków wyciągali po niego rękę i po chwili cofali, by wybrać ostatecznie przedmiot ze wspólnej przestrzeni (Eksperyment 1, B. Keysar i in. 2000). Replikacje tych wyników wykazały wyraźny błąd egocentryczny na poziomie 15% (przestawianie) i 5% (sięganie) (B. Keysar i in. 2000, Eksperyment 2). Innymi słowy, każdy badany średnio raz w ciągu całego bada-

nia przeniósł lub sięgnął po ukryty przedmiot (w przypadku 5 sytuacji w warunkach eksperymentalnym).

Analiza danych okulograficznych wskazała, że badani rozważali ukryte obiekty jako potencjalne odniesienie wypowiedzi: średni czas pierwszych fiksacji na ukrytym obiekcie był wcześniejszy od czasu pierwszych fiksacji na przedmiocie wspólnym (który należało przełożyć). Co więcej, czas ostatnich fiksacji na przedmiocie wspólnym po usłyszeniu polecenia, a przed sięgnięciem po ten przedmiot, był istotnie wydłużony w sytuacji, gdy ukryty obiekt był konkurentem semantycznym, w porównaniu do czasu reakcji w grupie kontrolnej. Świadczy to o tym, że badani rozważali wybór ukrytego przedmiotu, nawet, jeśli ostatecznie go nie wybrali.

Podsumowując, wyniki eksperymentów mogą świadczyć o tym, że, przeciwnie do twierdzeń H.H. Clarka, odbiorca nie ogranicza automatycznie obszaru interpretacji tylko do obszaru wspólnej wiedzy. Autorzy badań (np. B. Keysar i in. 1998, 2000, 2003) twierdzą, że pierwszy etap interpretacji jest zawsze egocentryczny; dopiero na drugim etapie i przy wystarczających zasobach poznawczych dokonuje się korekta interpretacji z egocentrycznej na taką, która uwzględnia perspektywę rozmówcy (H. Shintel/ B. Keysar 2009). Podobne rezultaty uzyskano w analogicznym do opisanego powyżej badaniu (B. Keysar i in. 2003), w którym konkurujące obiekty miały homonimiczne nazwy, mogące odnosić się do dwóch różnych przedmiotów (np. mysz komputerowa i mysz-maskotka). W takiej sytuacji badany po usłyszeniu wieloznacznego polecenia (np. „Podaj mysz.”) potrzebował więcej czasu na jego interpretację. Odbiorca popełniał więcej błędów egocentrycznych nawet w sytuacji, gdy przedmiot-konkurent, o którego istnieniu wiedział tylko on, ukryty był w zamkniętej papierowej torbie. Zatem sama wiedza o obecności tego przedmiotu powodowała rozważanie go jako potencjalne odniesienie wypowiedzi (badany nie musiał go nawet widzieć przed sobą). B. Keysar i współpracownicy wskazują na fakt, że, w przeciwieństwie do egocentrycznej interpretacji, dokonywanie korekty jest czynnością wymagającą zasobów poznawczych. W badaniu S. Lini i współpracowników (2010) pokazano, że lepsza kontrola tendencji egocentrycznej w takim samym zadaniu korelowała pozytywnie z poziomem pamięci roboczej, zaś spadała wraz z dodatkowym obciążeniem poznawczym.

Zadanie B. Keysara i innych, a także jego wersje komputerowe (np. I. Dumontheil i in. 2010, I.A. Apperly i in. 2010) i wersje alternatywne (np. S. Brown-Schmidt 2009, J.E. Hanna i in. 2003) stały się przydatnym narzędziem do pomiaru stopnia przyjmowania perspektywy poznawczej a także kontroli egocentryzmu dla różnych grup osób badanych. Poniżej przedstawię szczegółowy opis metody, zwracając uwagę na szerszy kontekst metodologiczny. Wymienię podstawowe wskaźniki wykorzystywane podczas pomiaru, związane również z zastosowaniem mobilnego i stacjonarnego okulografu. Na końcu krytycznie analizuję metodę, wskazując na jej ograniczenia oraz zalety w innych badaniach.

## **2. Badanie procesów poznawczych podczas komunikacji i współpracy**

Metoda zaprojektowana przez B. Keysara została oparta na bardziej ogólnym paradygmacie badawczym analizującym proces interpretacji w czasie rzeczywistym (*on-*

*line*), który zaproponował M.K. Tanenhaus wraz ze współpracownikami (M.K. Tanenhaus i in. 1995, M.K. Tanenhaus/ J.C. Trueswell 1995). Był to nowatorski sposób badania procesów językowych, który umożliwił śledzenie, jak szczegółowe procesy poznawcze wpływają na interpretację wypowiedzi. Dzięki tej metodzie można badać nie tylko efekty procesu interpretacji, czyli końcowe decyzje, ale sam przebieg procesu, w bardziej naturalnym niż dotychczas kontekście komunikacyjnym. Metoda umożliwia również badanie dialogu i współpracy z drugą osobą w świecie fizycznym.

Zgodnie z paradygmatem VWP (*Visual World Paradigm*) badanemu zostaje zaprezentowany pewien układ przedmiotów (bezpośrednio przed nim lub na ekranie komputera). Zadaniem badanego jest manipulowanie przedmiotami zgodnie z instrukcją. Zarówno ruchy jego ciała, jak i oczu są rejestrowane. Używany jest okulograf mobilny w przypadku, gdy badany ma manipulować prawdziwymi przedmiotami, lub okulograf stacjonarny, gdy przedmioty wyświetlane są na ekranie komputera. M.K. Tanenhaus i współpracownicy (1995) udowodnili, że moment przeniesienia wzroku na dany obiekt jest równoznaczny z potraktowaniem tego przedmiotu jako odniesienia wypowiedzi. Wypowiedzenie nazwy przedmiotu powoduje, że badany z istotnie większym prawdopodobieństwem przeniesie wzrok na konkretny obiekt a pominię inne. Rezultaty te pozwoliły na potwierdzenie dwóch istotnych faktów: badanie ruchu oczu za pomocą okulografu może dać wgląd w przebieg procesu interpretacji wypowiedzi oraz proces interpretacji odbywa się w sposób przyrostowy (*incremental*). Znaczący to, że, przetwarzając wypowiedź językową, na bieżąco gromadzi się i wykorzystuje dane pozwalające na zlokalizowanie odniesienia (M.A. Tanenhaus/ J.C. Trueswell 1995). Na przykład, na początku wypowiedzenia słowa „bu...”, gdy potencjalnym odniesieniem jest kilka przedmiotów, w tym burak i butelka, po ok. 200 ms proporcja fiksacji na obu tych przedmiotach będzie porównywalna i większa niż na innych obiektach. Jednak po wypowiedzeniu całego słowa „burak”, po następnych 200 ms wystąpi znaczna przewaga fiksacji wzroku na buraku a spadnie liczba fiksacji na butelce (oryginalne przykłady: *beaker* i *beetle*, w: P.D. Allopenna i in. 1998). Nie tylko informacja fonetyczna i semantyczna, ale także pragmatyczna (np. ułożenie przedmiotów w scenie wizualnej) może zmodyfikować bieżący proces interpretacji. Inny jest przebieg interpretacji zdania „*Put the apple on the towel in the box*”, jeśli badani widzą przed sobą dwa jabłka, jedno na ręczniku, drugie na serwetce, niż w przypadku, gdy słyszą polecenie „*Put the apple that's on the towel in the box*” (M. Spivey i in. 2002).

W badaniu interpretacji i procesów poznawczych w czasie dialogu wykorzystuje się Paradygmat Świata Wizualnego (VWP), stosując go w grze komunikacyjnej między nadawcą a odbiorcą wypowiedzi. W takich grach badany zazwyczaj pełni rolę osoby manipulującej przedmiotami (*matcher*) zgodnie z instrukcją od nadawcy (*director*), który przeważnie jest jawnym bądź ukrytym pomocnikiem eksperymentatora i wydaje polecenia zgodnie z rozpisany wcześniej skrypcem. Zwykle przedstawianie przedmiotów wiąże się z określonym celem, np. odbiorca ma poukładać je na szafce tak, by ostateczne ustawienie przedmiotów było identyczne ze zdjęciem lub schematem, które dostał nadawca. W przypadku zadania w formie komputerowej, scena wizualna przedstawiona jest na ekranie i polecenia wydaje albo nagrany głos (np. D.J. Barr 2008), albo awatar symbolizujący nadawcę polecenia (I. Dumontheil i in. 2010). Z

reguły w przypadku badań komputerowych dba się o urealnienie postaci nadawcy. W tym celu badany może zostać na przykład poinformowany, że usłyszy głos osoby siedzącej w innym pokoju (D.J. Barr 2008). Istnieje również bardziej ekologiczna odmiana tego paradygmatu, w której badany podaje drugiej osobie (instruktorowi) przedmioty, które są jej potrzebne, by wykonać jakąś czynność. Na przykład badany jest pomocnikiem kuchennym, więc podaje naczynia i składniki na prośbę kucharza-nadawcy (J.E. Hanna/ M.K. Tanenhaus 2004).

Wiele elementów tej metody ma wpływ na uzyskane wyniki – przede wszystkim to, czy pomocnik eksperymentatora ma przygotowany wcześniej skrypt, czy też dialog i współpraca są spontaniczne (A.K. Kuhlen/ S.E. Brennan 2012), a także to, czy zadanie jest przedstawione w sposób bardziej lub mniej przypominający naturalną sytuację współpracy (J.E. Hanna i in. 2003). W tym miejscu warto przytoczyć analizę A.K. Kuhlen/ S.E. Brennan (2012), zgodnie z którą naturalność i spontaniczność dialogu może mieć wpływ na efekty związane z projektowaniem wypowiedzi lub interpretowaniem jej z uwzględnieniem perspektywy rozmówcy. Badaczki wskazują na cztery zagrożenia w badaniu dialogu, w momencie, gdy tylko jeden rozmówca jest faktycznym badanym, a drugi jest pomocnikiem eksperymentatora, które mogą spowodować nietypowe zachowania (por. przegląd badań w S.E. Brennan/ A.K. Kuhlen 2012). Są nimi: po pierwsze, użycie skryptów komunikacji, które czasem mogą nie wpasować się naturalnie w dialog, zaburzając typowe dla dialogu mechanizmy; po drugie, zbyt duża wiedza pomocnika mogąca wpływać na jego niewłaściwe reakcje zwrotne; po trzecie, pomocnik może być zbyt dobrze poinformowany o celu eksperymentu i nieświadomie wpływać na badanych tak, by uzyskać zamierzony przez eksperymentatora efekt; wreszcie po czwarte, badany może mieć podejrzenia, że rzekomy rozmówca jest tak naprawdę współpracownikiem eksperymentatora. Każde niebezpieczeństwo jest do pewnego stopnia kontrolowane w badaniach nad przyjmowaniem perspektywy poznawczej w czasie dialogu (m.in. osobno analizuje się wyniki osób badanych, które przyznały, że podejrzewały rozmówcę o bycie pomocnikiem eksperymentatora, np. B. Keysar 2000). Nadal jednak większość badań przyjmowania perspektywy w czasie dialogu opiera się na skryptach komunikacyjnych, ponieważ istotne jest, by podczas dialogu padły określone słowa, skoro to właśnie reakcja na nie jest przedmiotem badania.

### **3. Wskaźniki użyte w zadaniu B. Keysara i innych.**

Paradygmat Świata Wizualnego daje możliwość mierzenia, na jakie konkretnie przedmioty badany patrzył zaraz po usłyszeniu wieloznacznej nazwy – a więc jakie przedmioty rozważał on jako potencjalne odniesienie wypowiedzi. Dzięki temu eksperymentator ma dostęp nie tylko do wyniku procesu interpretacji (którym jest sięgnięcie po określony przedmiot po usłyszeniu jego nazwy), ale także do przebiegu procesu interpretacji (badany może patrzeć na jakiś przedmiot, ale ostatecznie go nie wybrać).

Podstawowym celem zadania komunikacyjnego B. Keysara i innych jest porównanie reakcji osoby badanej w dwóch sytuacjach: gdy osoba badana słyszy polecenie, które może odnosić się do przedmiotu znajdującego się zarówno w przestrzeni prywatnej, jak i w przestrzeni wspólnej oraz gdy osoba badana słyszy polecenie, które odnosi

się tylko do przedmiotu w przestrzeni wspólnej. To, czy i jak efektywnie osoba badana weźmie pod uwagę, że nadawca nie wie o przedmiotach w prywatnej przestrzeni, jest miarą zdolności do przyjmowania perspektywy poznawczej i kontroli egocentryzmu. W przypadku szczegółowej analizy samego procesu interpretacji wypowiedzi (czyli tego, jaki przedmiot jest właściwym odniesieniem wypowiedzi), celem badania jest określenie, jak efektywnie użyte są wskazówki dotyczące perspektywy nadawcy wypowiedzi w procesie interpretacji (lokalizowania odniesienia przedmiotowego).

Można więc powiedzieć, że badanie czasu reakcji i błędów egocentrycznych bardziej oddaje *efekt* procesu interpretacji (wyboru właściwego lub niewłaściwego przedmiotu), natomiast wskaźniki okulograficzne oddają *przebieg* procesu interpretacji (np. jak często osoba badana patrzyła na przedmiot w prywatnej przestrzeni zanim podjęła decyzję o wyborze przedmiotu we wspólnej przestrzeni).

Aby móc opisać podstawowe wskaźniki w zadaniu komunikacyjnym, należy najpierw przedstawić jego podstawową strukturę, wspólną dla opisywanego już oryginalnego zadania B. Keysara, a także dla wersji komputerowych, gdzie obraz szafki i instruktora przeniesiony jest na ekran komputera czy alternatywnych (np. S. Brown-Schmidt 2009, A. Dębska/ J. Rączaszek-Leonardi 2016), gdzie badany nie widzi szafki, ale przestrzeń podzieloną w inny sposób. Podczas zadania badany ma do czynienia z dwoma rodzajami sytuacji.

W sytuacji jednoznacznej osoba badana słyszy polecenie: „Przesuń świeczkę...” i widzi we wspólnej przestrzeni jedną świeczkę, która jest właściwym odniesieniem wypowiedzi (nazywanym też *przedmiotem docelowym, targetem*). W literaturze (od B. Keysar i in. 2000) taka sytuacja nazwana jest *warunkiem kontrolnym*.

W sytuacji wieloznacznej osoba badana (odbiorca) słyszy: „Przesuń świeczkę ...”, ale widzi dwie świeczki: jedną znajdującą się we wspólnej przestrzeni między odbiorcą a nadawcą wypowiedzi oraz drugą, o której wie tylko odbiorca. Jest to sytuacja nazywana *warunkiem eksperymentalnym*. Na potrzeby przykładu założmy, że są to dwie identycznie wyglądające świeczki, chociaż w klasycznych zadaniach komunikacyjnych sytuacja jest bardziej skomplikowana (przedmioty mogą różnić się np. wielkością).

Osoba badana (odbiorca) ma do rozwiązania tzw. konflikt odniesienia (*reference resolution*, zob. J.E. Hanna i in. 2003), który polega na tym, że opis przedmiotu w sensie semantycznym może odnosić się do obu świeczek: świeczki w prywatnej przestrzeni oraz świeczki we wspólnej przestrzeni. Natomiast w sensie pragmatycznym wypowiedź odnosi się do „wspólnej” świeczki, bo taka jest intencja nadawcy wypowiedzi. Dlatego na konflikt odniesienia składają się tak naprawdę dwa konflikty. Pierwszy z nich jest semantyczny i polega na konieczności wyboru przedmiotu najlepiej pasującego do opisu. W przypadku, gdy dwa przedmioty są identyczne, jest to konflikt nierozstrzygalny bez pozyskania dalszych informacji. Drugim jest konflikt perspektyw oparty na konieczności zastosowania informacji o tym, że druga osoba nie wie o jednym z przedmiotów, więc należy go wykluczyć, jako właściwe odniesienie w procesie interpretacji wypowiedzi.

Z powodu połączenia dwóch rodzajów konfliktów w jednym zadaniu badanie zdolności do przyjmowania perspektywy w procesie komunikacji jest specyficznym sposobem pomiaru efektywności w przyjmowaniu perspektywy innej osoby. Zawsze

uzyskuje się informację o zastosowaniu zdolności do przyjmowania perspektywy w kontekście przebiegu procesu interpretacji wypowiedzi. Z tego też powodu poznawcze aspekty przyjmowania perspektywy poznawczej drugiej osoby bada się za pomocą różnych zadań, niekoniecznie związanych z przetwarzaniem wypowiedzi podczas dialogu (np. A. Quershi i in. 2010). Z drugiej strony metoda zadania komunikacyjnego dostarcza wielu informacji na temat tego, jak przebiega proces interpretacji wypowiedzi, w którym interpretator musi wykorzystać informacje z wielu źródeł i rozstrzygnąć, jak rozwiązać konflikty semantyczny i pragmatyczny podczas interpretacji. Zatem wynik badań z użyciem takiej metody będzie cenny zarówno dla psychologów poznawczych, jak i dla psychologów języka i komunikacji.

Do pomiaru tego, jak efektywnie badany jest w stanie rozwiązać konflikt odniesienia za pomocą informacji dotyczących perspektywy innej osoby, używa się trzech rodzajów wskaźników (poniżej będą się opierać na literaturze przedmiotu, m. in. B. Keysar i in. 2000, 2003, I.A. Apperly i in. 2010, S. Lini in. 2010, S. Brown-Schmidt 2009, 2012, M.K. Tanenhaus i in. 2003, J.E. Hanna/ M.K. Tannehaus 2004, J.J. Wangi i in. 2015).

Pierwszy rodzaj wskaźnika przyjmowania perspektywy w czasie komunikacji to *czas reakcji*. Czas reakcji mierzony jest od momentu wypowiedzenia przez nadawcę kluczowej nazwy (np. Przesuń świeczkę...) do momentu wyboru przedmiotu kursorem myszy na ekranie komputera, albo przez dotknięcie przedmiotu na szafce, jeśli eksperyment ma miejsce w świecie rzeczywistym. Z analizy wykluczane są błędne próby, tzn. takie, w których badany przedstawił niewłaściwy przedmiot. Standardowo oczekuje się dłuższego czasu reakcji w warunkach eksperymentalnych względem kontrolnego. Ten wydłużony czas reakcji interpretuje się zwykle jako czas rozwiązywania konfliktu perspektywy. Im dłuższy czas, tym większy koszt poznawczy tego procesu dla danej osoby.

Druga grupa wskaźników przyjmowania perspektywy w czasie komunikacji to liczba i rodzaj wyraźnych błędów egocentrycznych. Wyraźne błędy egocentryczne to takie, które wskazują, że osoba badana wybrała, lub jawnie rozważała jako właściwe, odniesienie wypowiedzi ukryty przedmiot (przedmiot w prywatnej przestrzeni). W literaturze można spotkać dwa rodzaje takich błędów (od: B. Keysar i in. 2000). Są to: przedstawienie ukrytego przedmiotu na wskazane miejsce (w zadaniach komputerowych i fizycznych) oraz wyciągnięcie ręki po ukryty przedmiot i dotknięcie go, a następnie cofnięcie ręki (w zadaniach fizycznych, choć odpowiednikiem komputerowym mógłby być pomiar trajektorii ruchu myszy komputerowej, zob. np. N.D. Duran/ R. Dale 2014). Nieanalizowanym do tej pory rodzajem wyraźnego błędu egocentrycznego są reakcje językowe świadczące o konflikcie egocentrycznym. Przykładem może być m. in. dopytanie nadawcy, „którą dużą świeczkę?” ma na myśli lub pytanie: „**ta** z dołu, czy **ta** z góry?”.

Trzecia grupa wskaźników przyjmowania perspektywy to wskaźniki związane z przebiegiem procesu interpretacji, mierzone za pomocą okulografu. Przede wszystkim bada się przebieg procesu interpretacji w zdefiniowanym oknie czasowym: od momentu wypowiedzenia krytycznej nazwy do momentu wyboru przedmiotu, zarówno na



ekranie komputera (za pomocą stacjonarnego okulografu), jak i w świecie fizycznym (za pomocą mobilnego okulografu). W szczególności bada się:

1. *Czas od momentu wypowiedzenia krytycznej nazwy do momentu rozpoczęcia pierwszych fiksacji na przedmiocie docelowym, będącym właściwym odniesieniem wypowiedzi.*

Ten wskaźnik mówi o tym, jak szybko badany lokalizuje przedmiot docelowy i zaczyna rozważać go, jako odniesienie wypowiedzi. Przewiduje się, że czas pierwszych fiksacji na obiekcie docelowym będzie późniejszy w warunku eksperymentalnym niż kontrolnym.

2. *Czas od momentu wypowiedzenia krytycznej nazwy do momentu pojawienia się ostatnich fiksacji na przedmiocie docelowym przed wybraniem go.*

Ten wskaźnik powinien dawać podobne informacje jak i wskaźnik czasu reakcji, to znaczy, na ile istnienie konkurenta semantycznego, ale leżącego w prywatnej przestrzeni, spowodowało wydłużenie czasu interpretacji (zakończonego wyborem właściwego odniesienia). Konkurent semantyczny właściwego odniesienia nazwany jest też *dysraktorem*, ponieważ „odciąga” uwagę od właściwego przedmiotu i tym samym utrudnia jego wybór. Przewiduje się, że czas ostatnich fiksacji na obiekcie docelowym będzie późniejszy w warunku eksperymentalnym niż kontrolnym.

3. *Średnią liczbę fiksacji na obszarze zajmowanym przez konkurenta semantycznego.*

Ten wskaźnik mówi, jak często osoby badane zwracają uwagę na konkurenta semantycznego w warunku eksperymentalnym, czyli na ile rozważają ten przedmiot jako możliwe odniesienie wypowiedzi w oknie czasowym pomiędzy usłyszeniem krytycznej nazwy a wybraniem przedmiotu. Średnią liczbę fiksacji na dysraktorze w warunku eksperymentalnym porównuje się do średniej liczby fiksacji na ten sam obszar w warunku kontrolnym, gdy w danym obszarze nie ma przedmiotu, który odpowiada opisowi. Warunek kontrolny traktuje się jako bazowy punkt odniesienia.

W badaniu J.J. Wang (2015) zaproponowano również, by śledzić kierunek spojrzenia osób badanych przed usłyszeniem krytycznego polecenia, a w szczególności w tzw. *czasie inspekcji*. Czas inspekcji to początkowy moment zadania, trwający 4-5 sekund, od momentu zobaczenia przez osoby badane przedmiotów, do których będą się odnosiły polecenia (długość czasu inspekcji była wybrana arbitralnie). W tym czasie można się spodziewać, że badany będzie przygotowywał się do wykonania zadania i śledził przedmioty zarówno w prywatnym, jak i we wspólnym obszarze. Dzięki pomiarowi fiksacji w czasie inspekcji można stwierdzić, np. czy badani skupiają uwagę najpierw (na obszarze wspólnym czy prywatnym) i czas na jaki się na nim zatrzymują – czyli który z tych obszarów uznają za bardziej relewantny w procesie komunikacji.

Sposoby operacjonalizacji wyżej opisanych wskaźników będą się różnić w zależności od konkretnego zadania komunikacyjnego, np. w zależności od tego, czy zadanie jest wykonywane przez komputer, czy też w świecie fizycznym. Poniżej znajduje się wykres przedstawiający kolejne punkty czasowe charakterystyczne dla zachowania odbiorcy-badane po usłyszeniu polecenia przez nadawcę. Moment od wypowiedzenia krytycznej nazwy po sięgnięcie po przedmiot jest określany jako czas reakcji.



Wykres 1. Linia czasowa standardowo analizowana w zadaniu B. Keysara i innych.

#### 4. Krytyczna analiza zadania B. Keysara i innych.

Celem tej części pracy jest omówienie kontrowersyjnych metodologicznie elementów przedstawionego powyżej zadania. Zwrócę uwagę przede wszystkim na te aspekty zadania, które mogą wpływać na obserwowaną liczbę błędów i zaobserwowanych reakcji egocentrycznych w eksperymentach. W pierwszej kolejności opiszę zarzut dotyczący tendencyjnego doboru przedmiotów użytych w zadaniu. Następnie skupię się na niejednoznacznej instrukcji i celach zadania w sytuacji eksperymentalnej.

##### *Bodźce użyte w zadaniu*

Podstawowa krytyka zadania B. Keysara dotyczy faktu, że przedmioty w prywatnej przestrzeni, które miały być ignorowane przez uczestników badania, były zawsze najlepszym odniesieniem danej wypowiedzi pod względem wyrazistości wizualnej lub typowości semantycznej. Na przykład, w reakcji na polecenie instruktora: „Przesuń małą świeczkę...” w momencie, kiedy na szafce znajdują się trzy świeczki: największa, średnia i najmniejsza, oczekiwano, że badany zignoruje najmniejszą świeczkę, którą widzi tylko on, i przesunie średnią pod względem wielkości świeczkę, którą widzi wspólnie z nadawcą wypowiedzi. Podobnie na polecenie: „Podaj taśmę.” (B. Key-sar 2003), zgodnie z oczekiwaniami, badany powinien zignorować ukrytą taśmę klejącą (*scotch tape*) i wybrać taśmę magnetofonową (*cassette tape*), mimo że nie kontrolowano, czy taśma klejąca nie jest bardziej typowym lub częściej używanym odniesieniem słowa „taśma” niż taśma magnetofonowa.

Zatem krytyka dotyczy faktu, iż osoba badana, słysząc wieloznaczne polecenie i widząc dwa przedmioty: jeden, o którym wie tylko ona, ale który bardzo dobrze pasuje też do opisu, oraz drugi, wspólny z nadawcą, ale trochę gorzej pasujący do opisu, musiała rozwiązać dwa rodzaje konfliktu – konflikt semantyczny (ignorowania najlepiej pasującego odniesienia) i konflikt perspektyw (ignorowania przedmiotu niedostępnego dla nadawcy). Można przewidywać, że oba te konflikty niezależnie od siebie (lub wchodząc w interakcję) powodowały wydłużenie czasu reakcji i tendencje egocentryczne. Tę interpretację (przedstawioną w: J.E. Hanna i in. (2003), S. Brown-Schmidt/ J.E. Hanna (2011), ale także rozwiniętą przez autorów niniejszej pracy (A. Dębska/ J. Rączaszek-Leonardi 2016, A. Dębska i in. w przygotowaniu) potwierdzają wyniki badań J.E. Hanny i współpracowników (2003), wedle których rozmówcy potrafili ograniczyć zakres interpretacji do wspólnego gruntu szybko i efektywnie, gdy przedmioty użyte w zadaniu były odpowiednio dobrane.

W badaniu J.E. Hanny i współpracowników (2003), przeprowadzonym w analogicznym do keysarowskiego schemacie eksperymentalnym, rozmówcy grali w grę

komunikacyjną, która polegała na przesuwaniu figur geometrycznych po tablicach. Każdy z rozmówców miał przed sobą swoją tablicę, a nadawca-instruktor był jednocześnie współpracownikiem eksperymentatora. Pośród różnych figur geometrycznych znajdował się „sekretny obiekt”. Badany został poinformowany, że tylko on wie o „sekretnym obiekcie”. Autorzy badania przeanalizowali czas poświęcony na fiksację na sekretnym obiekcie i na odpowiadającym mu obiekcie wspólnym (np. na „sekretnym” trójkącie i identycznym z nim „wspólnym” trójkącie) po usłyszeniu krytycznej instrukcji: „Połóż trójkąt na kwadracie”. Badani rozpoczęli fiksację na wspólnym trójkącie natychmiast po usłyszeniu instrukcji (ok. 200 ms). Badani faktycznie doświadczali interferencji ze strony „sekretnego” trójkąta – patrzyli na niego częściej niż na inne obiekty na tablicy. To znaczyłoby, że traktowali go przez pewien czas (ok. 400 kolejnych ms) jako bardziej prawdopodobne odniesienie wypowiedzi, niż inne przedmioty, ale istotnie mniej prawdopodobne, niż przedmiot wspólny. Nie wystąpił natomiast wyraźny etap egocentryczny postulowany przez B. Keysara, w którym badani na równi rozważaliby jako odniesienie zarówno sekretny, jak i wspólny obiekt. W tym badaniu informacje na temat wspólnego gruntu natychmiast ograniczyły możliwy konflikt odniesienia. Ważne jest to, że w badaniu przedmiot „prywatny” i przedmiot „wspólny” wyglądały identycznie, zatem badany nie musiał rozwiązywać trudnego konfliktu semantycznego, polegającego na zignorowaniu przedmiotu najlepiej pasującego do opisu.

Ponadto badanie A. Dębskiej/ J. Rączaszek-Leonardi (2016) pokazało, że koszt semantyczny wykonania zadania (wynikający z konieczności ignorowania najbardziej wyrazistych pod względem opisu lub najbardziej typowych przedmiotów) jest niezależny od kosztów rozwiązywania konfliktu perspektyw i pojawia się zarówno w zadaniu przyjmowania perspektywy jak i w analogicznym zadaniu poznawczym, niezwiązanym z komunikacją.

#### *Niejasna rola „prywatnych” przedmiotów w zadaniu*

W klasycznym zadaniu B. Keysara (por. szczególnie B. Keysar i in. 2000) badany oraz współpracownik eksperymentatora (grający rolę drugiej osoby badanej) byli rękoma losowo przydzielani do roli nadawcy instrukcji i odbiorcy poleceń. Badany zawsze pełnił rolę odbiorcy poleceń, a współpracownik eksperymentatora zawsze wydawał instrukcje co do przedstawiania przedmiotów na szafkach. Zadanie zostało przedstawione jako gra komunikacyjna, w której należało wspólnie przeorganizować półkę z przedmiotami. Instruktor dostawał zdjęcia przedstawiające docelowe ułożenie przedmiotów na szafce. Miał formułować polecenia tak, by osoba badana ułożyła przedmioty w sposób odpowiadający temu, co widział na fotografii (w rzeczywistości instruktor wypowiadał zdania według skryptu). Szafka na zdjęciach również miała zablokowane półki, podobnie jak szafka w rzeczywistości. W czasie próby badani jeden raz zamieniali się rolami z instruktorem. B. Keysar (2000) w opisie metody nie precyzuje, czy badani przechodzili na miejsce eksperymentatora i widzieli szafkę z jego punktu widzenia, czy tylko wydawali polecenia). Dodatkowo badani zostali poinformowani, że „utrudniono zadanie, umieszczając przedmioty na zablokowanych półkach” (B. Keysar i in. 2000: 34), a także, że instruktor otrzymał zdjęcia przedstawiające lustrzane odbicie ich widoku szafki. W konsekwencji w trakcie zadania instruktor popełniał okazjo-

nalnie błędy związane z myleniem prawej i lewej strony szafki. Na końcu zadania proszono badanych by zgadli, czy instruktor mógł być pomocnikiem eksperymentatora (dwie na 40 osób badanych w Eksperymentcie 2 (B. Keysar i in. 2000) zgadło, że mogło tak być, jednak ich wyniki nie odbiegały od ogólnego wzorca reakcji).

Mimo bardzo prostej instrukcji, jaką otrzymują w tym zadaniu osoby badane (można ją zrekonstruować jako: „przesuwaj przedmioty zgodnie z poleceniem instruktora, by doprowadzić przedmioty na szafce do właściwego ułożenia”, niestety B. Keysar (2000) nie podaje dosłownego zapisu instrukcji), wybór właściwej strategii postępowania nie jest w tym wypadku jednoznaczny.

Po pierwsze, badany może nie być pewny, jaką rolę odgrywają w całym zadaniu ukryte przedmioty. Innymi słowy – czy te przedmioty są częścią zadania i mają być brane pod uwagę przez badanego, czy też są one poza zestawem przedmiotów biorących udział w zadaniu.

Po drugie, zasadniczym problemem jest to, że jako poprawną reakcję w zadaniu określa się jedynie tę opartą na zinterpretowaniu nazwy przedmiotu jako nazwy indywidualnej, a nie ogólnej. To znaczy, jako takiej nazwy, dla której desygnatem (odniesieniem nazwy) jest pewien konkretny przedmiot, który nadawca miał na myśli, a nie jakikolwiek przedmiot pasujący do opisu. Badany mogą nie być pewni, czy w docelowym ułożeniu przedmiotów liczy się ich wygląd (a więc każda mała świeczka spełni swoje zadanie), czy też muszą to być konkretne, indywidualne przedmioty. Zatem w czasie zadania badany musiał nie tylko zrozumieć, że nadawca nie wie o pewnych przedmiotach, ale że rolą badanego jest przesuwanie przedmiotów, które „ma na myśli” nadawca, a nie dowolnych pasujących do opisu. Co więcej, pomyłka może nie zostać skorygowana w trakcie eksperymentu ponieważ, w klasycznym zadaniu B. Keysara i in., instruktor nie daje informacji zwrotnej gdy osoba badana popełnia błąd egocentryczny. Czyli w sytuacji, gdy osoba badana przestawi ukryty przedmiot, nie jest ona poprawiana przez instruktora. Jest to niezgodne z pragmatyką komunikacji i współpracy, ponieważ badani mogą oczekiwać, że w przypadku błędnego przedstawienia przedmiotu instruktor zauważy i skoryguje ich pomyłkę. W tym przypadku w osobach badanych wzmacniane jest przekonanie o poprawności zachowania, co może skutkować powtarzaniem błędu w kolejnych turach ustawiania przedmiotów.

Przy okazji warto zauważyć, że strategia ignorowania przedmiotów, o których nie wie partner w interakcji, nie jest uniwersalna, a dotyczy tylko pewnych rodzajów zadań. Można sobie wyobrazić sytuacje, w których warto wziąć pod uwagę, że druga osoba nie mówi o pewnych przedmiotach, ale mówiłaby o nich, gdyby o nich wiedziała. Na przykład, jeśli dwie osoby współpracują, by osiągnąć wspólny cel, i jedno z narzędzi (np. śrubokręt 1), o którym wie tylko jedna z osób, jest bardziej przydatne do ukończenia prac niż drugie narzędzie, o którym wiedzą obie osoby (np. śrubokręt 2). Wtedy, ze względu na wspólny cel, bardziej racjonalnym zachowaniem wydaje się podanie narzędzia, które lepiej pasuje do osiągnięcia celu, niż tego, które ma na myśli nadawca polecenia, nieświadomy istnienia innych narzędzi. Trudno uznać w tym przypadku podanie najbardziej optymalnego narzędzia za błąd egocentryczny w procesie interpretacji. To, jakiego rodzaju zachowanie będzie uznane za błąd egocentryczny, a

jakie przeciwnie – za dowód dostosowania do rozmówcy, będzie wynikać w dużej mierze ze sposobu rozumienia sytuacji komunikacji językowej i współpracy.

Z analizy tej wynika, że badany może przyjmować perspektywę drugiej osoby w konkretnej sytuacji komunikacyjnej (nie być egocentrycznym), a jednocześnie nie użyć tej wskazówki w interpretacji wypowiedzi, mimo że jest ona dostępna. Klasyczna instrukcja i kontekst zadania B. Keysara zawierają niejasności co do wiedzy i intencji komunikacyjnych nadawcy oraz roli ukrytych przedmiotów w ukończeniu zadania, co sprawia, że badany może nie mieć pewności, która interpretacja intencji nadawcy jest właściwa dla wykonania zadania.

W badaniu A. Dębskiej i in. (2016, w przygotowaniu) z uwagi na niejasne instrukcje i wątpliwy dobór bodźców w oryginalnych eksperymentach, porównano w jednym zadaniu trzy sytuacje eksperymentalne, jednocześnie przedstawiając badanym zmodyfikowane i jednoznaczne instrukcje<sup>2</sup>.

W pierwszej sytuacji eksperymentalnej obiekt prywatny, który należało zignorować i obiekt wspólny, który należało wybrać wyglądały identycznie jak w klasycznym zadaniu, tzn. obiekt prywatny był bardziej wyrazistym odniesieniem danej nazwy (np. największa świeczka, por. rys. 1). W drugiej sytuacji eksperymentalnej przedmiot prywatny i wspólny równie dobrze pasowały do opisu zawartego w poleceniu, ale różniły się między sobą jedną cechą, np. odcieniem koloru. W trzeciej sytuacji eksperymentalnej przedmiot zarówno prywatny, jak i wspólny wyglądały identycznie (por. rys. 2, kieliszki). Żaden z nich nie był zatem bardziej wyrazisty percepcyjnie. Wyniki badania potwierdziły, że największy konflikt egocentryczny, mierzony czasem reakcji i ilością błędów egocentrycznych, wystąpił, gdy koszt semantyczny ignorowania przedmiotu był największy (a więc w pierwszej sytuacji eksperymentalnej). Kontrola egocentryzmu była istotnie łatwiejsza w sytuacji, gdy oba przedmioty, prywatny i wspólny, wyglądały tak samo.

Zatem dobór instrukcji jak i bodźców może w dużym stopniu modyfikować ostateczne wyniki badania. Jeśli badacz decyduje się na użycie opisywanej metody powinien każdorazowo analizować czy wybrany zestaw bodźców, instrukcje i schemat badawczy są dostosowane do celów badania.

## 5. Przyszłość badań nad przyjmowaniem perspektywy poznawczej

W jakim stopniu metoda stworzona przez B. Keysara i innych jest przydatną miarą efektywności w przyjmowaniu perspektywy rozmówcy? W pierwszej kolejności opiszę zalety metody oraz możliwości jej wykorzystania w badaniach eksperymentalnych, następnie przedstawię zagrożenia związane z jej używaniem oraz opiszę zadanie alternatywne.

Przede wszystkim, zadanie „z szafką” jest stosunkowo wysoko ekologicznym sposobem badań nad współpracą z drugim człowiekiem. Szczególnie dotyczy to zadań w rzeczywistej przestrzeni fizycznej. Po pierwsze, kontekst komunikacji jest naturalnym kontekstem, w którym ludzie uczą się przyjmować i zwracać uwagę na swoją perspek-

---

<sup>2</sup> Dokładny opis instrukcji i dokonanych modyfikacji zawarty jest w pracy A. Dębska (2016: 76–80) (nieopublikowana praca doktorska).

tywę. Po drugie, zadanie wprowadza intuicyjne i widoczne rozróżnienie dla dwóch perspektyw: wspólnej i prywatnej. Nie wymaga dodatkowego procesu, jakim byłoby zapamiętywanie, jaka część pola widzenia jest wspólna a jaka nie, w przeciwieństwie do zadań komputerowych opartych na idei badania z szafką, gdzie zaznacza się tylko kolorami tła, które przedmioty są „wspólne” a które „prywatne” (zob. np. S. Brown-Schmidt 2009). Wymaga to jednak od badanego zapamiętania dodatkowych informacji w trakcie zadania.

Zadanie B. Keysara przez swoją ekologiczność stanowi bardzo dobrą alternatywę dla werbalnych zadań mierzących tzw. teorię umysłu, a więc zdolność do rozumowania o stanach mentalnych innych osób. W dużej mierze zadania te (w wersji dla osób dorosłych) opierają się na ocenie, jak zachowują się bohaterowie historyjek, które ogląda lub czyta osoba badana (np. T. German/ J.A. Hehman 2006, S.A.J. Birch/ P. Bloom 2007, P. Mitchell in. 2006). Wydaje się, że rozwiązanie problemu różnicy perspektyw w trakcie rzeczywistej interakcji daje nam lepszy wgląd w procesy poznawcze towarzyszące zachowaniem społecznym niż efektywność mierzona poprzez wyobrażenie sobie opisaną lub narysowaną historię.

Metoda B. Keysara i in. zaczęła być używana również do badania innych grup niż typowe osoby dorosłe. Przede wszystkim okazała się przydatna w badaniu rozwoju kontroli egocentryzmu w grupach dzieci i nastolatków (J.J. Wangi in. w druku, I. Dumontheil i in. 2010, N. Epley i in. 2004, I. Symeonidou 2016). Jest wykorzystywana w badaniach grup klinicznych, obecnie w grupach osób ze spektrum autyzmu, które wykazują zaburzenia społeczne i językowe, m in. związane z ograniczeniami w przyjmowaniu perspektywy innych (I. Santiesteban 2015, S. Begeer i in. 2010). Istnieją również badania porównujące grupy osób z tendencjami autystycznymi i schizofrenicznymi w wykonaniu zadania (A. Abu-Akel i in. 2015). To samo zadanie było też używane w badaniach neuropsychologicznych (np. I. Dumontheil i in. 2010, I. Santiesteban 2012) dla ustalenia mózgowego podłoża odpowiedzialnego za przyjmowanie perspektywy rozmówcy w trakcie współpracy.

Z drugiej strony metoda ta może być także źródłem nietrafnych interpretacji, ponieważ zawsze oddaje ona przebieg co najmniej dwóch rodzajów procesów: przyjmowania perspektywy i interpretacji wypowiedzi. Z tego względu należy przede wszystkim w badaniach z użyciem metody w restrykcyjny sposób kontrolować koszty interpretacji leksykalnej, a więc w praktyce kontrolować sposób opisu, wygląd i ułożenie bodźców (por. A. Dębska/ J. Rączaszek-Leonardi 2016). Oczywiście, rodzaj kontroli bodźców będzie zależał od rodzaju celów badawczych. Jeśli celem badania jest rozstrzygnięcie, w jakim stopniu typowe osoby dorosłe (lub inna grupa demograficzna) są egocentryczne w czasie konwersacji, wtedy należy zwrócić uwagę, by różnice między grupą kontrolną a eksperymentalną dotyczyły tylko różnicy w zakresie podzielanej perspektywy, a nie odnosiły się do wyglądu bodźców. Jeśli jednak celem badania jest określenie różnic między dwoma grupami, na przykład porównanie jak efektywność w przyjmowaniu perspektywy różni się w sytuacji, gdy rozmówca jest godny lub niegodny zaufania (zob. A. Dębska 2016, nieopublikowana praca doktorska), wtedy różnice między warunkiem eksperymentalnym a kontrolnym można uznać za pomijalne, ponieważ występują one dla obu grup osób badanych. Trzecia grupa sytuacji dotyczy

badan gdzie wpływ zarówno różnic w wyglądzie i opisie bodźców jak i różnicy perspektyw może mieć znaczenie dla wykonania zadania. Na przykład, gdy porównujemy wykonanie dwóch grup wiekowych dzieci pod kątem nasilenia egocentryzmu. J.J. Wangi in. (w druku) wykazała, że złożoność językowa ma wpływ na wykonywania zadania B. Keysara i innych przez dzieci, zatem dodatkowym, niekontrolowanym czynnikiem może się stać koszt leksykalny rozwiązywania konfliktu odniesienia. Podobnie należałoby kontrolować taki koszt w przypadku badań porównawczych – międzykulturowych, w procesie tłumaczenia wyrażen krytycznych i doboru bodźców.

Jeśli chce się całkowicie pominąć wpływ języka w badaniach nad przyjmowaniem perspektywy poznawczej można wykorzystać testy niewerbalne. Jednym z przykładowych jest test zaproponowany przez A. Quershi'ego i in. (2010). W tym zadaniu komputerowym badany ma określić, ile kropek w pokoju widzi awatar (cudza perspektywa) lub, ile kropek jest w pokoju (perspektywa osoby badanej). Awatar może widzieć albo taką samą ilość kropek co badany (warunek SPÓJNY) lub mniejszą ilość (warunek NIESPÓJNY). Na początku każdej próby wyświetla się informacja zgodnie z jaką perspektywą badany ma oszacować, ile jest kropek w pokoju (np. ON 2, co oznacza: „Czy prawdą jest, że awatar widzi dwie kropki?”). Następnie pojawia się widok pokoju, w którym stoi awatar i kropki na jednej lub dwóch ścianach pokoju (awatar nie może zobaczyć kropek na ścianie, do której jest odwrócony tyłem). W czasie 1500 ms badany musi zdecydować, czy informacja przedstawiona na początku jest prawdziwa czy fałszywa (czy awatar widzi 2 kropki, czy nie). W zadaniu mierzy się czas reakcji oraz poprawność odpowiedzi. Powstają zatem 4 warunki w schemacie 2x2: (PERSPEKTYWA: ja, on x SPÓJNOŚĆ: spójne, niespójne). Oryginalne badanie składa się łącznie ze 152 prób w 4 blokach.

W poprzednich badaniach wykazano, że badani najszybciej reagują, kiedy perspektywy awatara i ich są spójne, niezależnie od tego, czy mają ocenić perspektywę ludzika czy swoją. Kiedy perspektywy są niespójne badany popełnia dwa rodzaje błędów: **błąd egocentryczny** – kiedy wolniej przetwarza odpowiedź, bo musi zignorować swoją perspektywę a przyjąć perspektywę awatara – lub **błąd allocentryczny** – kiedy przetwarza odpowiedź wolniej, bo przetwarza perspektywę awatara, zamiast odpowiedzieć tylko na podstawie swojej własnej perspektywy. Tendencja do przetwarzania perspektywy awatara, mimo polecenia przetwarzania tylko własnego punktu widzenia, jest dowodem na spontaniczne przetwarzanie perspektywy wizualnej. Zaletą metody jest to, że może jednocześnie mierzyć procesy egocentryczne, jak i allocentryczne, oraz ich stopień na skali ilościowej (czas reakcji) bez wpływu procesów związanych z interpretacją i produkcją języka.

## 6. Podsumowanie

W pracy przedstawiono metodę badania przyjmowania perspektywy poznawczej drugiej osoby w czasie komunikacji językowej. Opisano szczegółowo sposób a także zakres stosowania metody. Zwrócono uwagę na zalety i problemy związane z jej użyciem w badaniach eksperymentalnych.

## Bibliografia

- Abu-Akel, A./ S. Wood/ P. Hansen/ I. Apperly (2015), *Perspective-taking abilities in the balance between autism tendencies and psychosis proneness*, (w:) Royal Society Publishing B, 282, 1–8. (<http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/282/1808/20150563>; pobrano 22.12.2016).
- Allopenna, P.D./ J.S. Magnuson/ M.K. Tanenhaus (1998), *Tracking the time course of spoken word recognition using eye movements: Evidence for continuous mapping models*, (w:) Journal of Memory and Language, 38, 419–439.
- Apperly, I.A./ D.J. Carroll/ D. Samson/ A. Qureshi/ G.W. Humphreys/ G. Moffatt (2010), *Why are there limits on theory of mind use? Evidence from adults' ability to follow instructions from an ignorant speaker*, (w:) Quarterly Journal of Experimental Psychology, 63 (6), 1201–1217.
- Barr, D.J. (2008), *Pragmatic expectations and linguistic evidence: listeners anticipate but do not integrate common ground*, (w:) Cognition, 109 (1), 18–40.
- Begeer, S./ B.F. Malle/ M.S. Nieuwland/ B. Keysar (2010), *Using Theory of Mind to represent and take part in social interactions: Comparing individuals with high-functioning autism and typically developing controls*, (w:) European Journal of Developmental Psychology, 7, 104–122.
- Birch, S.A.J./ P. Bloom (2007), *The Curse of Knowledge in Reasoning About False Belief*, (w:) Psychological Science, 18, 382–386.
- Brown-Schmidt S. (2009), *The role of executive function in perspective-taking during on-line language comprehension*, (w:) Psychonomic Bulletin and Review, 16, 893–900.
- Brown-Schmidt, S./ J.E. Hanna (2011), *Talking in another person's shoes: Incremental perspective-taking in language processing*, (w:) Dialog and Discourse, 2, 11–33.
- Clark, H.H./ C.R. Marshall (1978), *Reference diaries*, (w:) D.L. Waltz (red.), Theoretical Issues in Natural Language Processing 2 (University of Illinois at Urbana-Champaign, July 25–27, 1978). New York, 57–63.
- Clark, H.H. (1992), *Arenas of Language Use (Psychology. Linguistics. Computer Science)*. Chicago.
- Clark, H.H. (1996), *Using language*. Cambridge.
- Clark, H.H./ T.B. CARLSON (1981), *Context for comprehension*, (w:) J. Long/ A. Baddeley (red.), Attention and performance IX. Hillsdale, 313–330.
- Dębska, A./ J. Rączaszek-Leonardi (w druku), *What makes us more egocentric in communication? The role of referent features and individual differences. Discourse Processes*.
- Dębska, A./ T. Soluch/ S. Gajownik/ M. Denkiewicz/ J. Rączaszek-Leonardi (w przygotowaniu), *Semantic and pragmatic costs of interpretation in dialogue. The perspective-taking study*.
- Dębska, A. (2016), *Rekonstruowanie wiedzy i perspektywy poznawczej drugiej osoby w procesie komunikacji*. (Nieopublikowana praca doktorska).
- Dumontheil, I./ O. Kuster/ I.A. Apperly/ S.J. Blakemore (2010), *Taking perspective into account in a communication task*, (w:) Neuroimage, 52 (4), 1574–1583.



- Duran, N.D./ R. Dale (2014), *Perspective-taking in dialogue as self-organization under social constraints*, (w:) *New Ideas in Psychology*, 32/ 1, 131–146.  
([http://cognaction.org/rdmaterials/php.cv/pdfs/article/duran\\_dale\\_newideas\\_2013.pdf](http://cognaction.org/rdmaterials/php.cv/pdfs/article/duran_dale_newideas_2013.pdf); pobrano 04.03.2013).
- Epley, N./ C.K. Morewedge/ B. Keysar (2004), *Perspective Taking in Children and Adults: Equivalent Egocentrism but Differential Correction*, (w:) *Journal of Experimental Social Psychology*, 40, 760–768.
- German, T./ J.A. Hehman (2006), *Representational and executive selection resources in “theory of mind: Evidence from compromised belief-desire reasoning in old age*, (w:) *Cognition*, 101, 129–152.
- Hanna, J.E./ M.K. Tanenhaus (2004), *Pragmatic effects on reference resolution in a collaborative task: evidence from eye movements*, (w:) *Cognitive Science*, 28, 105–115.
- Hanna, J.E./ M.K. Tanenhaus/ J.C. Trueswell (2003), *The effects of common ground and perspective on domains of referential interpretation*, (w:) *Journal of Memory and Language*, 49, 43–61.
- Keysar, B./ D.J. Barr/ J.A. Balin/ J.S. Brauner (2000), *Taking perspective in conversation: The role of mutual knowledge in comprehension* (w:) *Psychological Sciences*, 11, 32–38.
- Keysar, B./ D.J. Barr/ J.A. Balin/ T.S. Peak (1998), *Definite reference and mutual knowledge: Process models of common ground in comprehension*, (w:) *Journal of Memory and Language*, 39, 1–20.
- Keysar B./ S. Lin/ D.J. Barr (2003), *Limits on theory of mind use in adults*, (w:) *Cognition*, 89, 25–41.
- Kuhlen, A.K./ S.E. Brennan (2013), *Language in dialogue: When confederates might be hazardous to your data*, (w:) *Psychonomic Bulletin & Review*, 20 (1), 54–72.
- Lin, S./ B. Keysar/ N. Epley (2010), *Reflexively mindblind: Using theory of mind to interpret behavior requires effortful attention*, (w:) *Journal of Experimental Social Psychology*, 46, 551–556.
- Mitchell, P./ E.J. Robinson/ J.E. Isaacs/ R.M. Nye (1996), *Contamination in reasoning about false belief: An instance of realist bias in adults but not children*, (w:) *Cognition*, 59, 1–21.
- Qureshi, A./ I.A. Apperly/ D. Samson (2010), *Executive function is necessary for perspective-selection, not Level-1 visual perspective-calculation: Evidence from a dual-task study of adults*, (w:) *Cognition*, 117 (2), 230–236.
- Rączaszek-Leonardi, J./ A. Dębska/ A. Sochanowicz (2014), *Pooling the ground: understanding and coordination in collective sense making*, (w:) *Frontiers in Psychology*, 5, 1233.
- Santiesteban, I./ P. Shah/ S. White/ G. Bird/ C. Heyes (2015), *Mentalizing or submentalizing in a communication task? Evidence from autism and a camera control*, (w:) *Psychon Bull Rev*, 22 (3), 844–9.
- Santiesteban, I./ M.J. Banissy/ C. Catmur/ G. Bird (2012), *Enhancing social ability by stimulating right temporoparietal junction*, (w:) *Current Biology*, 22/ 23.

- Spivey, M./ M.K. Tanenhaus/ K. Eberhard/ J. Sedivy (2002), *Eye movements and spoken language comprehension: Effects of visual context on syntactic ambiguity resolution*, (w:) *Cognitive Psychology*, 45, 447–481.
- Shintel, H./ B. Keysar (2009), *Less is more: A minimalist account of joint action in communication*, (w:) *Topics in Cognitive Science*, 1, 260–273.
- Symeonidou, I./ I. Dumontheil/ W.Y. Chow/ R. Breheny (2016), *Development of online use of theory of mind in adolescence: an eye-tracking study*, (w:) *Journal of Experimental Child Psychology*, 149, 81–97.
- Tanenhaus, M.K./ M.J. Spivey-Knowlton/ K.M. Eberhard/ J.C. Sedivy (1995), *Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension*, (w:) *Science*, 268, 1632–1634.
- Tanenhaus, M.K./ J.C. Trueswell (1995), *Sentence comprehension*, (w:) J. Miller, P. Eimas (red.), *Speech, language, and communication (Handbook of cognition and perception)*. San Diego, 217–262.
- Wang, J.J./ J.E. Cane/ H.J. Ferguson/ S. Frisson/ I.A. Apperly (2015), *Why is it sometimes difficult to take account of a speaker's perspective?* (Nieopublikowany manuskrypt).
- Wang, J.J./ S. Frisson/ M. Ali/ I.A. Apperly (w druku), *Language complexity modulates 8- and 10-year-olds' success at using their theory of mind abilities in a communication task*, (w:) *Journal of Experimental Child Psychology*.

**Sambor Grucza**

Uniwersytet Warszawski

## **W sprawie translatoryki okulograficznej**

### **Abstract:**

#### **On the subject of eye-tracking translation studies.**

The name “eye-tracking translation studies” occurs more and more frequently in scientific deliberations within the field of translation studies as well as in the results of eye-tracking analyses of translation. It is explicitly used by the authors to nominally single out a certain area of scientific interest within translation studies. The introduction of a new name has also raised the question of the legitimacy of such a distinction of eye-tracking translation studies. The present article tries to answer this question.

### **Wstęp**

Pierwsze uwagi dotyczące zakresu potencjału poznawczego lingwistycznie ukierunkowanych badań okulograficznej przedstawiłem w artykule zatytułowanym „Lingwistyka antropocentryczna a badania okulograficzne” (zob. S. Grucza 2011). Pewnych uściśleń dotyczących tego zagadnienia dokonałem nieco później w tekście „Die Augen reden mächtiger als die Lippen: Eye-Tracking-„Einblicke“ in die Sprache” (S. Grucza 2013a) oraz „Probleme? Nichts weiter als dornige Chancen: Zu Parametern und Maßeinheiten der Eye-Tracking-Translatorik” (S. Grucza 2013b). Natomiast szkic podstaw teoretycznych translatoryki antropocentrycznej, skonstruowanych przez F. Gruczę i jego uczniów (przede wszystkim J. Żmudzkiego), przedstawiłem w publikacji „Grundzüge der anthropocentrischen Translatorik” (S. Grucza 2014). Od czasu publikacji powyższych tekstów ukazało się kilka nader istotnych publikacji, wzmacniających podstawy teoretyczne zarówno translatoryki antropocentrycznej (w pierwszej kolejności zob. J. Żmudzki 2015, A. Małgorzewicz 2012), jak i podstawy teoretyczne translatoryki okulograficznej (w pierwszej kolejności zob. M. Płużyczka 2015<sup>1</sup>). Prace te, ale także kolejne, nowe, wskazują na systematyczny wzrost okulograficznymi badaniami translatorycznymi (niebawem ukaże się drukiem, nakładem Wydawnictwa Peter Lang w serii „Warschauer Studien zur Germanistik und

---

<sup>1</sup> Z wielkim uznaniem dodać trzeba, że jest to pierwsza monografia, która stanowiła podstawę do nadania na gruncie polskim pierwszego stopnia doktora habilitowanego opartego na badaniach z zakresu translatoryki okulograficznej.

Angewandten Linguistik” pierwsza rozprawa doktorska oparta właśnie na badaniach z zakresu translatoryki okulograficznej – zob. A. Bonek 2017).

W opublikowanych już wynikach rozważań i badań poświęconych okulograficznemu analizom translatorycznym coraz częściej pojawia się nazwa „translatoryka okulograficzna”, której ich autorzy *explicite* używają dla nominalnego wyróżnienia pewnego działu zainteresowań badawczych w obrębie translatoryki. Wraz z wprowadzeniem nowej nazwy, pojawiły się także pytania o zasadność wyróżniania translatoryki okulograficznej. Celem niniejszych rozważań jest próba przedstawienia na gruncie teorii nauki odpowiedzi na tak stawiane pytania.

## 1. Okulografia

Pytanie czym jest, na czym zasadza się okulografia dla osób zajmujących się badaniami okulograficznymi nie wymaga wyjaśnienia, dlatego tej kwestii nie poświęcę tu wiele miejsca. Niewtajemniczonym polecam lekturę rozdziału 3. monografii „Tłumaczenie a vista” M. Płużyczki (M. Płużyczka 2015). Zainteresowanych zakresem polskich badań okulograficznych w obrębie lingwistyki, translatoryki i glottodydaktyki odsyłam m.in. do następujących publikacji: S. Grucza/ M. Płużyczka/ J. Zając (2013); S. Grucza/ M. Płużyczka/ P. Soluch (2014); M. Płużyczka 2015, A. Bonek (2017) oraz do spisów publikacji zebranych na stronie Laboratorium Eksperymentalnej Lingwistyki Okulograficznej<sup>2</sup> oraz na stronie Laboratorium Przekładu Audiowizualnego<sup>3</sup>.

Powiem jedynie, że podstawą badań okulograficznych jest założenie, że pomiędzy ruchami gałek ocznych a procesami mentalnymi zachodzi korelacja, która polega na tym, iż ruchy gałek ocznych wskazują procesy mentalne, a procesy mentalne na ruchy gałek ocznych.

We are assuming that the observable, measurable data that can be gained from eye tracking are indicators of unobservable cognitive processes happening in the subjects' mind during the translation tasks. (...) We are furthermore assuming that the data related to the subjects' focus on the source text (ST) section of the screen are indicators of ST processing (reading, comprehension), while those data related to the subjects' focus on the target text (TT) section of the screen are related to TT processing (production, revision) (N. Pavlović/ K.T.H. Jensen, 2009: 94).

W konsekwencji, założenie to sprowadza się do stwierdzenia, że na podstawie analizy ruchów ocznych można wnioskować o sposobie przebiegu procesów mentalnych. W tej sprawie P. Soluch i A. Tarnowski piszą tak:

We believe that eye-tracking as a method can be of interest to researchers for a handful of reasons. First of all, the eye movement is probably the commonest potentially intentional human behavior – it occurs three times per second on average. Secondly, it precisely indicates what information is being received by the subject at the given time. Thirdly, at last, control of the eye movement unquestionably constitutes a model example of cooperation between automatic and controlled mechanisms, both in the aspect of perception as well as

<sup>2</sup> <http://www.lelo.uw.edu.pl/nasze-publicacje>

<sup>3</sup> <http://avt.ils.uw.edu.pl/>

action (P. Soluch/ A. Tarnowski 2013: 90).

Oczywiście, i nasze (ludzkie) intelektualne poznanie zasadza się w gruncie rzeczy na pewnym założeniu, a mianowicie na tym, że ludzie za pomocą swoich właściwości kognitywnych oraz umiejętności posługiwania się nimi, są w stanie dokonać jakiegoś poznania. Założenie to nazwałem kiedyś założeniem epistemicznym. W tym kontekście złożenie, że za pomocą okulografu jesteśmy w stanie dokonać poznania czegoś, co nie podlega bezpośredniej obserwacji zmysłowej, można nazwać (roboczo) założeniem okulograficznym. Dodać trzeba koniecznie jeszcze, że aparatura okulograficzna jest jedynie (mniej lub bardziej doskonałym) „przedłużeniem” naszych zmysłów, i że nie jest „przedłużeniem” naszych kompetencji epistemicznych. Bardzo wyraźnie podkreśla to m.in. Ch. Frith (2011: 27), pisząc:

Eksperymenty z obrazowaniem mózgu bardzo wyraźnie pokazują nieprzekraczalną przepaść pomiędzy obiektywną materią fizyczną a subiektywnym doświadczeniem umysłowym (...)

a dalej uzupełnia:

Wszystko, co wiemy – zarówno o świecie fizycznym, jak i umysłowym – jest zapośredniczone przez mózg. Ale związek naszego mózgu z fizycznym światem przedmiotów nie jest bardziej bezpośredni niż jego związek z umysłowym światem pojęć i idei (ibid. s. 28 i n.; tł. S.G.).

Zapewne też dlatego F. Grucza (1983: 59), pisząc o fizycznych narzędziach pracy naukowej, zaproponował podział na „zmysły” oraz „instrumenty wzmacniające je”.

Nie miejsce tu także na szczegółowe omówienie, chociażby w zarysie, metodologii badań okulograficznych – tu mogę jedynie odesłać do następujących opracowań: J.K. Ober et al. 2014, 2002, J.K. Ober/ J.J. Ober 2002a, 2002b, D.C. Richardson/ M.J. Spivey 2004, K. Holmqvist et al. 2011, A. Duchowski 2003, P. Soluch/ A. Tarnowski 2013, S. Grucza 2013. Jeżeli chodzi o metodologie translatorycznych badań okulograficznych, to raz jeszcze przywołam monografię M. Płużyczki „Tłumaczenie a vista. Rozważania teoretyczne i badania eyetrackingowe” (M. Płużyczka 2015). W rozdziale trzecim tej pozycji Autorka przedstawiła wyniki krytycznej analizy założeń metodologicznych przyjmowanych dotychczas w badaniach okulograficznych, w szczególności analizy miarodajności poznawczej wybranych (najczęściej używanych) wskaźników aktywności wzrokowej, które w literaturze przedmiotu określane są jako indykatory wzmożonej aktywności procesów mentalnych, czyli jak nazywa to M. Płużyczka – indykatorów obciążenia kognitywnego. Próby oceny takiej miarodajności, o ile mi wiadomo, nie były do tej pory przeprowadzane w Polsce ani za granicą.

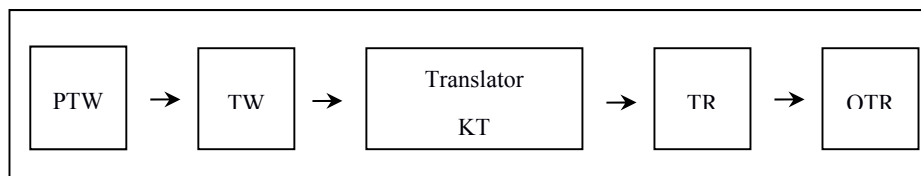
By sprawdzić miarodajność wybranych wskaźników wzrokowych, czyli określić te, które są w największym stopniu indykatorami obciążenia kognitywnego, M. Płużyczka wybrała różne wielkości jednostek analizy – tekst, akapit, zdanie, wyraz. Takie zaprojektowanie eksperymentu wymagało dużego nakładu pracy włożonego w analizę otrzymanych wyników, umożliwiło jednak otrzymanie wniosków o bardzo dużym stopniu relewancji.

Pierwszy wniosek, jaki wyprowadzić można w powyższych uwag na potrzeby od-

powiedzi na postawione wyżej pytanie dotyczące zasadności dziedzinowego wyróżniania translatoryki okulograficznej, jest oto taki: okulografia to specyficzny rodzaj poznania aparaturowego.

## 2. Translatoryka (antropocentryczna)

Przejdźmy teraz do spraw dotyczących translatoryki i rozpocznijmy od stwierdzenia, że podstawą wszelkich rozważań o zadaniach, metodach i przedmiotach translatoryki jest z jednej strony tzw. układ translacyjny, a z drugiej, model wyznaczania przedmiotu poznania nauk empirycznych. Jeżeli chodzi o układ translacyjny (przedstawiony w poniżej wersji po raz pierwszy przez Franciszka Gruczę (zob. F. Grucza 1981, 1984, 1985, 1993), to składa się on z pięciu elementów: producenta tekstu wyjściowego (twórcy oryginału) – PTW, tekstu wyjściowego (oryginału) – TW, kompetencji translacyjnych tłumacza – KT, tłumacza – TR oraz odbiorcy tłumacza – OTR<sup>4</sup>. Schematycznie model translacyjny, w ujęciu translatoryki antropocentrycznej<sup>5</sup>, przedstawiany jest w następujący sposób:



*Schemat 1: Holistyczny układ translacyjny.*

Szkielet translatoryki antropocentrycznej został w sposób znamieny rozbudowany przez J. Żmudzkiego poprzez wprowadzenie systemu konceptualnej (terminologicznej) eksplikacji wszystkich elementów, ich właściwości i relacji pomiędzy tymi właściwościami. Takie podejście określa on mianem holistycznej koncepcji translatoryki. Podkreślić trzeba, że obydwie nazwy „translatoryka antropocentryczna” i „translatoryka holistyczna” (w funkcjonalnym znaczeniu wprowadzonym przez J. Żmudzkiego) odnoszą się do tego samego modelu układu translacyjnego, tj. do tego samego zakresu desygnatywnego, uwypuklają jedynie nominalnie inne jego właściwości.

Centralnym elementem (antropocentrycznego/ holistycznego) układu translacyjnego jest tłumacz, a ściślej rzecz ujmując jego właściwości (kompetencje) translacyjne oraz budujące na nich operacje mentalne. Właściwości te stanowią zatem prymarny przedmiot translatoryki. W tej sprawie J. Żmudzki (2105: 22) pisze tak:

Seine Bestandteile sowie das funktionelle Ganze sind aus der Spezifik der interkulturellen Kommunikationsprozesse eruiert worden. Den zentralen Gegenstand der autonomen Erkenntnis der Translation bildet der Translator selbst und seine Texte unter Bezugnahme

<sup>4</sup> W innych pracach z zakresu translatoryki antropocentrycznej spotkać można odmienne propozycje zapisów. W znacznej większości przypadków nie zmieniają one istoty właściwości i relacji w obrębie układu translacyjnego.

<sup>5</sup> W sprawie „translatoryki antropocentrycznej” zob. m.in. S. Grucza 2014, J. Żmudzki 2015, M. Płużyczka 2015.

auf andere Disziplinen, vornehmlich auf die Linguistik. Der Translator als zentrales Objekt interessiert die Translatork v.a. hinsichtlich seiner inneren Ausstattung, seiner Eigenschaften, die ihn dazu befähigen, fremde (für einen jeden ZS-Adressaten) AS-Texte in äquivalente und funktionsfähige ZS-Texte umzuwandeln. Im Translationsgefüge wurden noch weitere Objekte unterschieden, und zwar die Texte als Originale und Translate und die Sprecher-Hörer als Textproduzenten und Rezipienten.

Moim zdaniem tylko takie podejście do rzeczywistości translacyjnej daje szansę na wypracowanie istotnych epistemicznie, a nie jedynie spekulatywnych, wniosków.

Czym zajmuje się translatoryka, co stanowi przedmiot jej badań, jakie są właściwości obiektów, którymi się interesuje? By sformułować odpowiedź na tak postawione pytanie w sposób spełniający wymogi współczesnej teorii nauki, trzeba wymienić konstytuujące ten przedmiot (a) konkretne obiekty, (b) ich konkretne właściwości i (c) zachodzące między tymi ostatnimi relacje. Formalna definicja przedmiotu jakiegokolwiek dziedziny nauki i/lub jakiegokolwiek poddziedziny ma postać zbioru składającego się z trzech podzbiorów (zob. F. Grucza 1983):  $[O_1, \dots O_x; W_1, \dots W_y; R_1, \dots R_z]$ . Zbiór  $\{O_1, \dots O_x\}$  to zbiór obiektów branych pod uwagę – zbiór branych pod uwagę tłumaczy, zbiór  $\{W_1, \dots W_y\}$  to zbiór właściwości tłumaczy (obiektów) branych pod uwagę, zbiór  $\{R_1, \dots R_z\}$  to zbiór relacji pomiędzy tymi właściwościami i relacji pomiędzy tłumaczami (obiektami) branymi pod uwagę. Właściwości  $\{W\}$  tłumaczy to, zgodnie z translatoryką antropocentryczną, kompetencje i operacje translacyjne.

Prymarnym zadaniem translatoryki jest rekonstrukcja odpowiednich kompetencji translacyjnych konkretnych tłumaczy, tj. ustalenie inwentarza współczynników ich wiedzy i/lub umiejętności, na podstawie których dokonali oni (mentalnych) operacji translacyjnych lub byli/są w stanie takie operacje wykonać. Dokładniej takich współczynników ich wiedzy i/lub umiejętności, na podstawie których rozumieją oni teksty sformułowane w jednym języku, lub byli/są w stanie je zrozumieć, czyli odtworzyć ich znaczenia, a także tych współczynników ich wiedzy i/lub umiejętności, na podstawie których są oni w stanie wytworzyć teksty na podstawie innego języka i to w taki sposób, aby wyrazić znaczenie wyrażone za pomocą tych pierwszych.

Konkretne teksty, wszelkie konkretne wyrażenia językowe – zarówno mowne, jak i pisemne – wytworzone przez jakiegokolwiek mówcę-słuchacza w jakimkolwiek konkretnym akcie komunikacyjnym, trzeba uznać za obiekty stanowiące prymarny materiał badawczy translatoryki. Nie są one jednak obiektami stanowiącymi właściwy przedmiot translatoryki. W żadnych tekstach nie zawierają się bowiem, ani żadne kompetencje (translacyjne) ich twórców, ani żadne procesy translacyjne. W tekstach nie zawiera się oczywiście także żadna wiedza, informacja, żadne znaczenie ani żadna treść. Teksty są językowymi zastępnikami (eksponentami, reprezentacjami) określonej wiedzy – jej pewnych elementów czy zakresów.

Co ważne, ani jakakolwiek kompetencja translacyjna, ani jakiegokolwiek procesy translacyjne nie są dostępne bezpośredniej obserwacji empirycznej, więc „opisanie kompetencji translacyjnej” i „opisanie procesów translacyjnych”, znaczy tyle, co dokonanie rekonstrukcji odpowiednich właściwości translacyjnych tłumacza, a w szczególności zrekonstruowanie fundującej je wiedzy.

Fakt, że kompetencja translacyjna jest czymś istniejącym w konkretnym mózgu i że jako taka nie jest dostępna bezpośredniej obserwacji empirycznej stanowi dopiero pierwszą część problemu, z jakim spotyka się każdy, kto chce zrekonstruować jakąkolwiek kompetencję translacyjną. Druga część problemu polega na tym, że żadna kompetencja translacyjna nie jest czymś w żadnym konkretnym mózgu wyraźnie wyodrębnionym, że w mózgu żadnego tłumacza nie ma wyraźnych granic między poszczególnymi jego właściwościami. Oznacza to, że kolejne pytanie, jakie musi sobie postawić translatoryka brzmi – w jaki sposób można w ogóle wyznaczyć przedmiotowy zakres danej kompetencji translacyjnej, albo inaczej – na jakiej podstawie można zdecydować, co należy zaliczyć do zakresu interesującej nas kompetencji, a co nie?

Jeżeli zatem rekonstrukcja kompetencji translacyjnej, na podstawie której badana osoba dokonała aktu tłumaczenia możliwa jest jedynie w drodze analizy konkretnych tekstów uznanych za wypowiedzi językowe, to powstaje pytanie, w jaki sposób można tego dokonać. Odpowiedź na to pytanie brzmi tak: w drodze (1) intelektualnych rozważań epistemicznych oraz za pomocą (2) inicjujących je lub weryfikujących je i/lub rozwijających je badań aparaturowych.

### 3. Translatoryka okulograficzna

Nie jest celem niniejszych uwag zreferowanie ani dotychczasowych wyników intelektualnych rozważań epistemicznych dotyczących kompetencji i procesów translacyjnych, ani stanu fundujących je badań aparaturowych. Ich celem jest próba przedstawienia na gruncie teorii nauki odpowiedzi na pytanie, czy, a jeżeli tak, to w jakim zakresie, zasadnym jest używanie nazwy „translatoryka okulograficzna”.

Moim zdaniem na tak postawione pytanie można udzielić różnych odpowiedzi. I tak:

Jeżeli wyrażenie „okulografia” potraktuje się jako wyrażenie odnoszące się do pewnej metody poznania, to na gruncie wspomnianej teorii nauki trudno znaleźć uzasadnienie dla stwierdzenia, że translatoryka okulograficzna to pewien zakres dziedziny translatoryki (w ogóle). A to dlatego, że przedmiotu poznania jakiejś dziedziny, i to bez względu na to, czy ma to być przedmiot *in toto*, czy też jakiś przedmiot częściowy, nie można wyznaczać w odniesieniu do tej czy innej metody (takiego czy innego sposobu) poznania. Nie można, bowiem „metody pracy naukowej istniejące jako swoiste jej wytwory są jednocześnie pewnym rodzajem środków, które są jak gdyby do dyspozycji podmiotu nauki” (F. Grucza 1983: 58). Środki poznania, a dokładnie rzecz ujmując właściwości tych środków, to jedno, a immanentne właściwości obiektów poznania, to drugie – pierwsze nie determinują drugich.

Powyższe ustalenia odnoszą się w tej samej mierze do narzędzi poznania – okulografów oraz ich oprogramowania. Ani żadne właściwości urządzeń (okulografów), ani żadne właściwości oprogramowania nie determinują właściwości obiektów poznania. Jedne i drugie determinują jedynie (co najwyżej) metodę okulograficzną, tj. właściwości sposobu poznania.

W opisanych w pkt. 1 i 2 przypadkach wyrażenie „translatoryka okulograficzna” znaczy tyle, co pewien zakres poznawczej pracy translatorycznej, w którym podmioty



tej pracy posługują się pewnymi urządzeniami poznania (okulografami) i pewnymi środkami poznania (metodami okulograficznymi). W takim zakresie używanie na gruncie teorii nauki nazwy „translatoryka okulograficzna” zdaje się być zasadne. Tak samo zasadne, jak np. używanie nazwy „translatoryka encefalograficzna”, itp.

Ale do wyznaczenia zakresu znaczeniowego wyrażenia „translatoryka okulograficzna” można podejść także inaczej. Zakres ten można bowiem ująć tak, że obejmie on te właściwości obiektów poznania, co do których zakłada się, że mogą podlegać poznaniu za pomocą okulograficznych środków poznania, tj. za pomocą metody okulograficznej oraz za pomocą urządzeń (okulografów), które zastosowanie tej metody umożliwiają. W takim ujęciu wyrażenie „translatoryka okulograficzna” znaczy tyle, co pewna translatoryka szczegółowa (cząstkowa), czyli taka, która zajmuje się pewnymi wybranymi właściwościami obiektów translatorycznego poznania, czyli pewnymi wybranymi kompetencjami translacyjnymi. W takim ujęciu przedmiot translatoryki okulograficznej (czyli określone kompetencje translatorskie) jest pewnym podprzedmiotem translatoryki ogólnej. Takie ujęcie translatoryki okulograficznej byłoby zgodne z założeniem, że:

(...) wewnętrzny podział danej nauki na nauki bardziej szczegółowe, na poddziedziny lub dziedziny odrębne, może polegać bądź na wyodrębnieniu w ramach pierwotnego przedmiotu określonych podprzedmiotów obejmujących jedynie niektóre komponenty obiektów wchodzących w skład przedmiotu pierwotnego, bądź też przez podział przedmiotu pierwotnego na równorzędne przedmioty cząstkowe, obejmujące albo jedynie określone podzbiory zbioru obiektów z przedmiotu pierwotnego, albo też obejmujące ten sam wprawdzie zbiór obiektów, jednakże ze względu na inne właściwości lub inne związki, aniżeli właściwości czy związki uwzględnione w przedmiocie pierwotnym (F. Grucza 1983: 28).

Oczywiście zbiór właściwości (czyli kompetencji translacyjnych), którymi dziś interesuje się translatoryka okulograficzna nie jest „dany raz na zawsze”. Kolejne rozważania i badania będą zapewne przyczyniać się do rozwoju translatoryki okulograficznej, czyli nie tylko do pogłębiania wiedzy na temat jej dzisiejszego (cząstkowego) przedmiotu poznania, ale także do poszerzania lub zmniejszania granic zakresu właściwości, którymi interesuje się ona dzisiaj.

Może się bowiem okazać, że granice te zostały zakreślone zbyt szeroko lub zbyt wąsko, że trzeba dokonać wewnętrznego podziału wyróżnionego przedmiotu, potraktowanego pierwotnie jako całość, na mniejsze fragmenty, a może także dojść do odkrycia w jego głębszych pokładach, przedmiotów nie dostrzeżonych na jego powierzchni (...) (F. Grucza 1983: 28)

W związku z powyższym nie można wykluczyć, że w obrębie translatoryki okulograficznej może nastąpić wyodrębnienie jakiś jej poddziedzin lub nowych niezależnych od niej bardziej szczegółowych (cząstkowych) translatoryk. Zaczynem konstituowania się czegoś na kształt takiej poddziedziny są np. prężnie rozwijające się badania nad tłumaczeniem *a vista* (zob. M. Płużyczka 2015, J. Żmudzki 2015). Czy i jak zostanie ona wyróżniona nominalnie, zobaczymy w przyszłości.

#### 4. Uwagi końcowe

W ostatnim okresie okulografia stała się modna. Jednak przy całej fascynacji okulografią, translatoryczne (ale też lingwistyczne i glottodydaktyczne) badania eksperymentalne są z naukowego punktu widzenia tylko o tyle relewantne, o ile w rzeczywisty sposób przyczyniają się do wytworzenia nowej lub weryfikacji pozyskanej wcześniej wiedzy naukowej, o ile przyczyniają się do naukowego poznania przedmiotu, translatoryki (lingwistyki, glottodydaktyki). Pisze o tym, ponieważ ostatnie lata przyniosły w tych obszarach i interesujące i wysoce spekulatywne interpretacje wyników różnych analiz. A dzieje się tak, ponieważ niektórzy nie dostrzegają, że „narzędziami pracy naukowej (= okulografem, S.G.) można tylko niekiedy posłużyć się w charakterze definiensa pracy naukowej” (F. Grucza 1983: 59).

Jednak rację ma też M. Płużyczka (2015: 199), pisząc:

Historia okulografii pokazuje wyraźnie, jak szybko wraz z rozwojem nowych, coraz bardziej zaawansowanych, technologii dokonywała się zmiana w stanie wiedzy dotyczącej badanych zakresów. Na podkreślenie zasługuje również szeroki zakres implementacji wyników badań okulograficznych. Trudno znaleźć obecnie dziedzinę, w której nie można byłoby zastosować metody okulograficznej. Nie jest to zresztą zaskakujące, skoro aż 80% wszystkich informacji, które do nas trafiają z otoczenia, uzyskujemy za pośrednictwem zmysłu wzroku.

Wzrost zainteresowania okulografią mierzyć można m.in. liczbą artykułów, w których jednym ze słów kluczy jest wyrażenie „eye tracking”. Jak podaje M. Płużyczka (2015: 175), przytaczając wyniki z analizy firmy iMotions, przeprowadzonej za pomocą Google Scholar, liczba publikacji w latach 1970–2009 powiększyła się prawie 50. krotnie (zob. pozycje 1–8)<sup>6</sup>. W latach 2010–2014 liczba artykułów podwoiła się w stosunku do okresu 2005–2010<sup>7</sup>. W pierwszym miesiącu 2017 r. Google Scholar wyszukał już prawie 4.000 publikacji<sup>8</sup>.

1.	1970–1974:	310
2.	1975–1979:	487
3.	1980–1984:	633
4.	1985–1989:	829
5.	1990–1994:	1.320
6.	1995–1999:	2.540
7.	2000–2004:	7.060
8.	2005–2009:	15.000
9.	2010–2014:	210.000
10.	2015–2016:	31.400
11.	styczeń 2017	1.000

Tabela 1. Dane dotyczące liczby artykułów, w których pojawia się wyrażenie „eye tracking”

Od analiz translatoryki okulograficznej (ani od analiz lingwistyki okulograficznej, ani

<sup>6</sup> Źródło: <http://imotionsglobal.com/blog/exponential-growth-in-academic-eye-tracking-papers-over-the-last-40-years/> (dostęp: 18.03.2014), za M. Płużyczka 2015: 175.

<sup>7</sup> Wyniki wyszukiwania w Google Scholar w dniu 03.02.2017 r.

<sup>8</sup> Zob. przypis nr 7.

też od analiz glottodydaktyki okulograficznej) nie można oczekiwać (już teraz) Wielkiego Wybuchu. Ich praca poznawcza translatoryki okulograficznej (tak samo jak pozostałych) jest jak układanie puzzli. Coraz więcej elementów poszczególnych układanek zaczyna do siebie pasować, ale daleko nam jeszcze do sformułowania koherentnych rekonstrukcji „anatomii kompetencji i procesów translacyjnych”. Bez wątpienia, pierwsze uwagi o niej możemy już przedstawić.

## Bibliografia

- Bonek, A. (2017, w druku), *Eyetracking-Analyse computergestützten Übersetzungsprozesses*. Warszawa.
- Duchowski, A. (2003): *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*. London.
- Frith, Ch. (2011), *Od mózgu do umysłu. Jak powstaje nasz wewnętrzny świat*. Warszawa.
- Grucza S. / M. Płużyczka, P. Soluch (red.) (2014, *Widziane inaczej. Z polskich badań eyetrackingowych*. Warszawa. ([www.sn.iksi.uw.edu.pl](http://www.sn.iksi.uw.edu.pl))
- Grucza, F. (1981), *Zagadnienia translatoryki*, (w:) F. Grucza (red.), *Glottodydaktyka a translatoryka*. Warszawa, 9–30.
- Grucza, F. (1983), *Zagadnienia metalingwistyki. Lingwistyka - jej przedmiot, lingwistyka stosowana*. Warszawa.
- Grucza, F. (1984), *Translatorik und Translationsdidaktik. Versuch einer formalen Bestimmung und Abgrenzung ihrer Gegenstände*, (w:) W. Wills/ G. Thome (red.), *Die Theorie des Übersetzens und ihr Aufschlußwert für die Übersetzungs- und Dolmetschdidaktik*. Tübingen, 28–36.
- Grucza, F. (1985), *Lingwistyka, lingwistyka stosowana, glottodydaktyka, translatoryka* F. Grucza (red.), *Lingwistyka, glottodydaktyka, translatoryka*. Warszawa, 19–44.
- Grucza, F. (1986), *Tłumaczenie, teoria tłumaczeń, translatoryka*. F. Grucza (red.), *Problemy translatoryki i dydaktyki translatorycznej*. Warszawa, 9–27.
- Grucza, F. (1990), *Zum Forschungsgegenstand und -ziel der Übersetzungswissenschaft*. In: R. Arntz/ G. Thome (red.), *Übersetzungswissenschaft: Ergebnisse und Perspektiven*. Tübingen, 9–18.
- Grucza, F. (1993), *Interkulturelle Translationskompetenz - ihre Struktur und Natur* A.P. Frank/ F. Paul/ H. Turk/ K.-J. (red.), *Übersetzen verstehen, Brücken bauen. Geisteswissenschaftliches und Literarisches Übersetzen im internationalen*. Berlin, 158–171.
- Grucza, S. (2011), *Lingwistyka antropocentryczna a badania okulograficzne*, (w:) *Lingwistyka Stosowana / Applied Linguistics /Angewandte Linguistik*, 4, 149–162. ([www.ls.uw.edu.pl/web/lingwistyka-stosowana/ls4](http://www.ls.uw.edu.pl/web/lingwistyka-stosowana/ls4))
- Grucza, S. (2013), *Die Augen reden mächtiger als die Lippen. Eye-Tracking-, „Einblicke“ in die Sprache*, (w:) *Zeitschrift des Verbandes Polnischer Germanisten/ Czasopismo Stowarzyszenia Germanistów Polskich* 2, 189–202. ([www.ejournals.eu/ZVPG/Tom-2\(2013\)/Zeszyt\\_2\\_\(2013\)/art/2647/](http://www.ejournals.eu/ZVPG/Tom-2(2013)/Zeszyt_2_(2013)/art/2647/)).

- Grucza, S. (2013), *Probleme? Nichts weiter als dornige Chancen: Zu Parametern und Maßeinheiten der Eye-Tracking-Translatorik*, (w:) *Studia Translatorica* 4, 11–22.
- Grucza, S. (2014), *Grundzüge der anthropozentrischen Translatorik*, (w:) A. Łyp-Bielecka: Mehr als Worte. Sprachwissenschaftliche Studien. Professor Dr. habil. Czesława Schatte und Professor Dr. habil. Christoph Schatte gewidmet. Katowice, 127–137.
- Grucza, S./ M. Płużyczka/ J. Zając (red.) (2013), *Translation Studies and Eye-Tracking Analysis*. Frankfurt/ M.
- Hansen-Schirra, S./ S. Grucza (red.) (2016), *Eye Tracking and Applied Linguistics*. Berlin (<http://langsci-press.org/catalog/book/108>).
- Holmqvist, K./ M. Nystrom/ D.R. Andersson/ R. Jarodzka/ J. von de Weijer (2011), *Eye Tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford.
- Kielar, B.Z. (1994), *Kształtowanie się translatoryki w latach 1972-1992*, (w:) B.Z. Kielar/ L. Bartoszewicz/ J. Lewandowski (red.), *Polska szkoła lingwistyki stosowanej*. Warszawa, 45–60.
- Kielar, B.Z. (2003), *Zarys translatoryki*. Warszawa.
- Małgorzewicz, A. (2012), Die Kompetenzen des Translators aus kognitiver und translationsdidaktischer Sicht. Wrocław.
- Ober, J.K./ J. Dylak / W. Gryncewicz/ E. Przedpelska-Ober (2009), *Sakadometria – nowe możliwości oceny stanu czynnościowego ośrodkowego układu nerwowego*, *Nauka*, 4, 109–135.
- Ober, J.K./ J.J. Ober (2000a), *Pomiar ruchu oka metodą bezpośredniej podczerwieni cz. I*, (w:) *Technika Sensorowa Elektronizacji*, 2, 24–28.
- Ober, J.K./ J.J. Ober (200b), *Pomiar ruchu oka metodą bezpośredniej podczerwieni cz. II*, (w:) *Technika Sensorowa Elektronizacji*, 3, 21–24.
- Ober, J.K./ J.J. Ober/ M. Malawski/ W. Skibniewski/ E. Przedpelska-Ober/ J. Hryniewiecki (2002), Monitoring pilot's eye movements during the combat flight – the white box, (w:) *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 22 (2–3), 241–264.
- Pavlović, N./ K.T.H. Jensen (2009), Eye tracking translation directionality, (w:) A. Pym/ A. Perekretenko (red.), *Translation Research Projects 2*. Tarragona: Intercultural Studies Group, 93–109. ([http://isg.urv.es/publicity/isg/publications/trp\\_2\\_2009/index.htm](http://isg.urv.es/publicity/isg/publications/trp_2_2009/index.htm)).
- Płużyczka, M. (2015), *Thumaczenie a vista. Rozważania teoretyczne i badania eye-trackingowe*. Warszawa. ([www.sn.iksi.uw.edu.pl](http://www.sn.iksi.uw.edu.pl)).
- Richardson, D.C./ Spivey, M.J. (2004): *Part 1: Eye-Tracking: Characteristics and Methods; Part 2: Eye-Tracking: Research Areas and Applications*, (w:) *Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering*. ([www.eyethink.org/publications\\_assets/EyeTrackingEBBE.pdf](http://www.eyethink.org/publications_assets/EyeTrackingEBBE.pdf)).
- Soluch, P./ A. Tarnowski (2013), *Eye-Tracking Methods and Measures*, (w:) S. Grucza/ M. Płużyczka/ J. Zając (red.) (2013), *Translation Studies and Eye-Tracking Analysis*. Frankfurt/ M., 85–104
- Żmudzki, J. (1998), *Zum Stand der Translatorik in Polen*, (w:) F. Grucza (red.), *Deutsch und Auslandsgermanistik in Mitteleuropa. Geschichte – Stand – Ausblicke*. Warszawa, 487–499.

- Żmudzki, J. (2006), *Texte als Gegenstände der translatorischen Forschung und Lehre*, (w:) F. Grucza (red.), *Texte Gegenstände germanistischer Forschung und Lehre*. Toruń/ Warszawa, 41–61.
- Żmudzki, J. (2008), *Zum Stand der Translationsdidaktik in den polnischen Germanistikinstituten. Ein Arbeitsbericht*, (w:) *Glottodidactica*, 36, 153–172.
- Żmudzki, J. (2009), *Problemy, zadania i wyzwania translatoryki*, (w:) *Lingwistyka Stosowana/ Applied Linguistics/Angewandte Linguistik*, 1, 1–61.
- Żmudzki, J. (2015), *Blattdolmetschen in pradygmatischer Perspektive der anthropozentrischen Translatoryk*. Frankfurt/ M.

**Magdalena KMIECIK, Małgorzata GUT,  
Bibianna BAŁAJ, Jacek MATULEWSKI**  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

## **Ocena poziomu umiejętności matematycznych na podstawie danych okulograficznych**

### **Abstract:**

#### **The mathematical abilities assessment on the base of oculographic data**

Developmental Dyscalculia (DD) is a specific learning disability affecting the acquisition of basic mathematical skills in an otherwise-normal child. As DD prevalence is estimated between 5 and 7 % and it is becoming a serious problem, not only for DD children, but also for their relatives and teachers, there is an urgent need to work on the accurate and reliable methods of diagnosis. Here we present a critical review of some diagnostic tools, both the paper-pencil and computer-assisted ones. Independently on their advantages and disadvantages balance, those methods do not enable to assess the objective markers of cognitive mechanisms being the base of numerical material processing as well as its deficits. The use of eye-tracking, which is a technique useful for study such mechanisms, seems to be an important contribution to dyscalculia diagnosis process. This review presents the results obtained in studies using this method in the investigation of normal and disturbed cognitive processing of numbers.

### **Wstęp**

Dyskalkulia rozwojowa jest zaburzeniem, którego mechanizmy mogą być coraz dokładniej badane. Jednak niejednoznaczna jest jej geneza, co wciąż utrudnia precyzyjną diagnozę. Stosowane testy papierowe i narzędzia komputerowe nie zawsze są miarodajne. Zastosowanie w diagnozie takich technik pomiaru jak eye-tracking otwiera nowe możliwości. Metody obrazowania ruchów oczu dostarczają informacji na temat mechanizmów przetwarzania liczb w różnych formatach, operowania osią liczbową oraz wykonywania działań arytmetycznych. Dzięki temu możliwe jest zrozumienie strategii, które stosują dyskalkulicy w rozwiązywaniu zadań oraz dokładne określenie problemów osób zmagających się z tym zaburzeniem. To natomiast może być podstawą opracowania terapii dobranej do indywidualnych potrzeb osób dotkniętych tym deficytem.

## 1. Zależności numeryczno-przestrzenne

Badania nad przestrzenną reprezentacją liczb rozpoczęły się już w XIX wieku, kiedy Francis Galton (1880) poprosił osoby badane o przedstawienie ich wyobrażenia liczb. Większość zapytanych mówiła, że wyobraża sobie liczby jako punkty na osi. Odkrycie związku między liczbą i przestrzenią prowadzi do metafory Mentalnej Osi Liczbowej (ang. *Mental Number Line* – MNL), której dalszą charakterystyką zajął się Frank Restle (1970 za K. Cipora 2013). Aby porównać dwie liczby należy podzielić MNL na tyle części, by każda znalazła się w dwóch różnych obszarach. Stąd wynikać może tzw. efekt dystansu numerycznego – im większa jest odległość między dwiema liczbami na osi liczbowej, tym mniej czasu potrzeba na ich porównanie (zob. L. Cohen/ S. Dehaene/ G. Dehaene-Lambertz 1998). Orientacja przestrzenna Mentalnej Osi Liczbowej zależna jest od kierunku pisania, co zostało potwierdzone istnieniem tzw. efektu SNARC (ang. *Spatial-Numerical Association of Response Codes*) (S. Dehaene/ S. Bossini/ P. Giraux 1993). Polega on na tym, że osoby wychowujące się w kulturach, w których zapis odbywa się od lewej do prawej strony, szybciej reagują lewą ręką na niższe wartości liczbowe, a na wyższe – prawą. Odwrotnie jest w przypadku kultur, w których zapis odbywa się od strony prawej do lewej (S. Shaki/ M.H. Fischer/ W.M. Petrusic 2009).

## 2. Ogólna charakterystyka dyskalkulii

Umiejętności matematyczne są zależne od szeregu procesów poznawczych (A. Ardila/ M. Rosselli 2002), które często ulegają zaburzeniu wskutek uszkodzenia mózgu. Początkowo uważano, że dyskalkulia to ogólna nazwa dla wszystkich zaburzeń umiejętności matematycznych (R. Shalev/ D. Weirtman/ Z. Amir 1988 za A. Ardila/ M. Rosselli 2002). Jednak dalsza kategoryzacja pozwoliła na rozróżnienie dyskalkulii i akalkulii. Kolejne badania dowiodły, że etiologia tych zaburzeń jest inna: okazało się, że dyskalkulia to szeroko rozumiane zaburzenie rozwojowe, zaś tym związanym z uszkodzeniem mózgu jest akalkulia (A. Ardila/ M. Rosselli 2002).

Prawidłowy przebieg rozwoju umiejętności matematycznych przedstawiono poniżej (L. Kaufmann/ M. von Aster 2012). Jeżeli ich rozwój przebiega wolniej, może to świadczyć o dyskalkulii lub innych zaburzeniach, takich jak dysleksja lub ADHD.

Procesy poznawcze i okres ich rozwoju	Umiejętności obserwowane u dziecka
Podstawowe umiejętności numeryczne (okres niemowlęcy, przedszkole)	Rozumienie pojęcia ilości, podstawowe operacje na małych zbiorach, rozpoznawanie cyfr arabskich.
Wydobywanie wiedzy o faktach matematycznych (edukacja wczesnoszkolna)	Podstawowe działania na liczbach jednocyfrowych.
Operowanie metodami matematycznymi (późniejsze klasy szkoły podstawowej, dalsza edukacja)	Znajomość prawidłowej sekwencji kroków potrzebnych do rozwiązania zadania wymagającego wielu obliczeń.
Rozumowanie arytmetyczne, myślenie konceptualne (późniejsze klasy szkoły podstawowej, dalsza edukacja; umiejętności te są w dużej mierze zależne od metod nauczania)	Rozumienie skomplikowanych procedur matematycznych, znajomość podobieństw i różnic między poszczególnymi rodzajami operacji matematycznych.

Tabela 1. Rozwój umiejętności arytmetycznych w trakcie edukacji dziecka (oprac. L. Kaufmann/ M. von Aster 2012).

Dyskalkulię zaklasyfikowano do grupy specyficznych trudności w uczeniu się (ang. *specific learning disorders*, SLDs), które sprawiają, że konkretne umiejętności osoby nimi dotkniętej są na znacznie niższym poziomie w porównaniu z rówieśnikami (T. Guillemot 2007). Definicję dyskalkulii rozwojowej jako pierwszy podał L. Kość (1982). Jest to zaburzenie w zakresie zdolności matematycznych, czyli predyspozycji do rozumienia procedur matematycznych, posługiwania się nimi w praktyce.

Dyskalkulia bywa czasem traktowana jako „efekt uboczny” lub wręcz odmianę dysleksji, jednak obecnie badacze wskazują na odrębność tych zaburzeń (B. Wiśniewska/ D. Hulewicz 2007). Dzieci ze współwystępującymi trudnościami w czytaniu i liczeniu mają większe kłopoty w matematyce w porównaniu z dziećmi, które mają problemy arytmetyczne, ale czytają płynnie. U dzieci z tzw. czystą dyskalkulią umiejętności językowe i słuchowe pozostają w granicach normy. Na uwagę zasługuje też relacja między dyskalkulią i ADHD. Ocenia się, że procent dzieci z dyskalkulią, które mają też ADHD waha się w granicach od 15% do 26% (B. Wiśniewska/ D. Hulewicz 2007) podczas gdy u ogółu dzieci wynosi 6–7%. Nie wiadomo też, czy w przypadku dzieci dyskalkulicznych z ADHD można mówić o wielu deficytach, czy o jednym powodującym różne skutki.

Pierwsze objawy obniżonego poziomu umiejętności matematycznych można zaobserwować już u dzieci w wieku przedszkolnym. M.M.M. Mazzocco i R.E. Thompson (2005) odkryli, że dzieci, które osiągają wtedy gorsze wyniki w porównywaniu liczb lub nazywaniu cyfr arabskich, są w znacznie większym stopniu obciążone ryzykiem dyskalkulii w pierwszych latach nauki szkolnej. Najdokładniej opisanym objawem dyskalkulii jest zaburzenie struktury wiedzy o faktach arytmetycznych i procesu jej przywoływania (D.C. Geary 1993; D.C. Geary/ M.K. Howard 2001, L. Kaufmann i in. 2013). U dyskalkulików próby wykonywania obliczeń w oparciu o fakty arytmetyczne przywoływane z pamięci są nieudane. Dzieci z dyskalkulią częściej źle podchodzą do rozwiązania zadania, zaczynają liczyć od końca, co prowadzi do błędnych wyników (K. Landerl/ L. Kaufmann 2013). Ponadto, umiejętnością wyraźnie zaburzoną u dyskalkulików jest szacowanie (B. Butterworth 2003).

### 3. Mechanizmy mózgowe

Badania z użyciem neuroobrazowania wykazały, że neuronalnym podłożem przetwarzania reprezentacji wartości liczbowych jest lewa bruzda śródcieniowa (ang. *intraparietal sulcus*, IPS) (S. Dehaene i in. 2003). Wyniki późniejszych badań nie są jednoznaczne. Przetwarzanie liczb okazało się bardziej złożone niż początkowo zakładano i może angażować struktury niezwiązane bezpośrednio z rozumieniem matematyki (K. Landerl/ L. Kaufmann 2013). Na przykład badania interferencji językowej, czyli wpływu języka natywnego na odbiór drugiego języka, przeprowadzone z udziałem grupy zdrowych dorosłych wykazały, że struktury odgrywające rolę w przetwarzaniu materiału językowego ważne są także dla wykonywania dokładnych obliczeń (E.S. Spelke/ S. Tsivkin 2001). Ponadto bruzda śródcieniowa jest kluczowa przy przetwarzaniu i porównywaniu liczb (K. Landerl/ L. Kaufmann



2013), a w dokładne obliczenia najbardziej zaangażowane są: lewy zakręt kątowy i kora przedczołowa w lewej półkuli (K. Kucian i in. 2006).

Neuroobrazowanie struktury i organizacji funkcjonalnej mózgu osób zmagających się z dyskalkulią ujawniło pewne nieprawidłowości we wspomnianych obszarach. Price i współpracownicy (G.R. Price/ I. Holloway/ P. Räsänen/ M. Vesterinen/ D. Ansari D. 2007) wykazali, że u dzieci z dyskalkulią aktywacja w tym obszarze w trakcie wykonywania zadań matematycznych jest niższa niż u osób z grupy kontrolnej. Z drugiej strony, dane uzyskane przez K. Kucian i współpracowników (2014) dowiodły, że aktywacja bruzdy śródcieniowej u osób z trudnościami w zakresie matematyki jest wyraźnie większa. Jedną z potencjalnych przyczyn tych różnic może być fakt, że stopień deficytów funkcjonalnych jest zależny od poziomu trudności zadań i rodzaju wykonywanych czynności (E. Rykhlevskaia/ L.Q. Uddin/ L. Kondos/ V. Menon 2009). Np. pacjenci z uszkodzeniem IPS nie są w stanie poradzić sobie z zadaniami wymagającymi oszacowania wyniku, podczas gdy zadania wymagające działania mnożenia i dzielenia nie sprawiają im problemów.

Badania przeprowadzone z udziałem nastolatków wykazały, że osoby, u których umiejętności matematyczne były poniżej normy, charakteryzowały się bardzo niską gęstością istoty szarej w obszarze płata ciemieniowego (E.B. Isaacs i in. 2001). Z kolei badania mózgow bliźniąt, z których tylko u jednego zdiagnozowano dyskalkulię, wykazały znacznie większą aktywację w obszarze czołowym (zakręcie przedśrodkowym) i w grzbietowej części płata ciemieniowego u tego z dzieci, u którego stwierdzono niższy poziom umiejętności matematycznych. Wyniki takie sugerują, że dzieci te angażują większy obszar mózgu w wykonywanie obliczeń w pamięci, ponieważ procesy te są u nich w mniejszym stopniu zautomatyzowane niż u zdrowych rówieśników (K. Kucian i in. 2008).

## **4. Diagnoza**

### **4.1 Metody typu papier-olówek**

Celem diagnozy dyskalkulii jest ocena wszystkich mocnych i słabych stron dziecka w każdym obszarze istotnym dla umiejętności matematycznych i ważnych z punktu widzenia opracowywania odpowiedniej dla niego terapii (K. Landerl/ L. Kaufmann 2013). Gruntowna diagnoza dyskalkulii powinna być przeprowadzona w sposób wielowymiarowy. Poza oceną umiejętności matematycznych, należy też sprawdzić poziom zdolności wzrokowo-przestrzennych i funkcje uwagi. W ramach kompleksowej diagnozy należy też rozpoznać ewentualne występowanie zaburzeń współtowarzyszących dyskalkulii, np. ADHD lub dysleksji.

Aktualnie do oceny umiejętności matematycznych stosuje się wiele wystandaryzowanych metod (U. Oszwa 2008), np. próby eksperymentalne, oceniające umiejętności posługiwania się liczbami, wykonywania prostych działań oraz znajomości tabliczki mnożenia. Stosowane testy pozwalają na dostosowywanie stopnia trudności zadań do wieku i podstawy programowej. Test Kalkulia III autorstwa Ladislava Košća (1982) służy do diagnozowania poziomu umiejętności matematycznych dzieci w wieku 8–15 lat. Zadaniem badanego jest podanie liczby czarnych kropek

umieszczonych w kwadracie o wymiarach 10x10 jednostek. Poza czarnymi kropkami, w figurze znajdują się też kropki białe, które uczeń powinien pominąć w liczeniu. Układ kropek jest symetryczny, co umożliwi dziecku stosowanie różnych strategii: może je dodawać lub mnożyć. Na podstawie uzyskanych wyników oblicza się wiek matematyczny (WM) dziecka oraz iloraz matematyczny (IM). Interpretacja ilościowa testu Kalkulia III przeprowadzana jest na podstawie czterech tabel. Mimo, że narzędzie to jest powszechnie stosowane w diagnostyce, bardzo łatwo można dostrzec jego wady. Przede wszystkim, test jest bardzo nużący dla dziecka i wymaga od niego ciągłej koncentracji, a dla osób, które mają problemy z czytaniem i rozumieniem instrukcji, bez pomocy terapeuty może być wręcz niewykonalny.

Kolejnym testem opracowanym przez Ladislava Košča jest Trójkąt Liczbowy (L. Košča 1982). Jego głównym przeznaczeniem jest ocena umiejętności dodawania i poziomu orientacji wzrokowo-przestrzennej. Na początku badany proszony jest o zanotowanie w kolumnie 15 cyfr podawanych przez diagnostę. Następnie dodaje się po dwie cyfry, a wynik każdej z tych operacji zapisywany jest w połowie wysokości między składnikami. Jeżeli wynik dodawania jest liczbą dwucyfrową, to w kolejnej kolumnie należy zapisać jedynie jej cyfrę jedności. W każdej kolejnej kolumnie liczba zapisanych cyfr zmniejsza się więc o jeden w porównaniu z kolumną poprzednią. Zadanie kończy się, kiedy pozostaje tylko jedna cyfra jako wynik dodawania. Prawidłowy zapis przestrzenny powinien przypominać trójkąt. Sprawdzana jest liczba błędów popełnionych w trakcie dodawania i w zapisywaniu sumy. Uzyskany w teście wynik może być podstawą do rozpoznania wąskiego zakresu zaburzeń umiejętności matematycznych, czyli poziomu zautomatyzowania dodawania małych liczb i specyficznego sposobu ich zapisu.

W wielu krajach Europy i Ameryki Północnej stosuje się baterie testów pozwalające na dokładną ocenę umiejętności liczenia, czytania i pisania. British Abilities Scale (BAS) to zestaw zadań przeznaczony dla dzieci w wieku 6–17 lat (S. Parsons 2006), jednak diagnozowane są już nim nawet pięcioletki. W skład BAS wchodzi kilkanaście testów, które tworzą trzy podkategorie: skale zasadnicze (definiowanie słów, rozumowanie matematyczne, pamięć obiektów), skale dydaktyczne (pamięć cyfr, rozpoznawanie obrazków, szybkość przetwarzania informacji) i skale osiągnięć (pomiar umiejętności matematycznych, znajomości ortografii i czytania słów). Bateria ta pozwala na dokładną diagnozę i ocenę tego, jak badane dziecko wypada na tle grupy. Na podstawie uzyskanych wyników można też przewidzieć ścieżkę rozwoju dziecka i indywidualnie dobrać odpowiednie ćwiczenia. Niestety, skala ta jest dostosowana jedynie do brytyjskiego systemu nauczania, zatem stosowanie jej w innych krajach nie przyniesie pożądanego skutku.

Kwestionariusz Operowania Liczbami (Numeracy Questionnaire) D. Ansari (2002 za U. Osza 2008) został skonstruowany w celu wstępnej diagnozy trudności w zakresie umiejętności matematycznych. Narzędzie wykorzystuje informacje, których udzielić mogą rodzice dziecka lub uczący go nauczyciele. Składa się z 52 pytań wymagających zaznaczenia odpowiedzi na skali: jeśli dziecko nie umie wykonać danej czynności należy zaznaczyć „0”, jeśli wykonuje czasem – „5”, a gdy potrafi należy zakreślić „10”. Pytania zostały przyporządkowane do czterech kategorii:

sprawdzenie znajomości pojęcia liczby i umiejętności liczenia, ocena umiejętności posługiwania się liczbami w życiu codziennym, radzenie sobie z prostymi zadaniami rachunkowymi oraz wyniki osiągane w szkole na lekcjach matematyki. Na podstawie tego kwestionariusza Ansari i współpracownicy stworzyli test dla dzieci z trudnościami w zakresie umiejętności matematycznych – Numeracy Screener (N. Nosworthy i in. 2013). Rozwiązanie testu zajmuje bardzo mało czasu, a zadaniem dziecka jest porównywanie wielkości liczbowych w formatach symbolicznych i niesymbolicznych. Autorzy zaznaczają jednak, że nie jest to test przeznaczony do diagnozowania dyskalkulii. Służy on jedynie do określania słabych i mocnych stron ucznia w zakresie matematyki.

Skala Umiejętności Matematycznych U. Oszwy (2006) została dostosowana do programu nauczania matematyki obowiązującego w Polsce i sprawdza poziom umiejętności matematycznych dzieci w wieku 7–8 lat. Bateria obejmuje 70 pytań, które dotyczą wszystkich obszarów operowania materiałem liczbowym. Obserwacji i oceny tych umiejętności dokonuje nauczyciel. Na pytania należy odpowiadać „tak” lub „nie”, a w razie wątpliwości wybrać odpowiedź bliższą prawdzie. Jeśli istnieje taka konieczność, można zaaranżować sytuację eksperymentalną, aby sprawdzić, jak dziecko poradzi sobie z określonym problemem. Zastosowanie tej skali wymaga od nauczyciela znajomości ucznia i powinno być poprzedzone wnikliwymi obserwacjami jego zachowań i myślenia w działaniu.

Skala Gotowości Matematycznej i Ryzyka Dyskalkulii (SGMiRD), autorstwa Elżbiety Karpińskiej, Urszuli Sajewicz-Radtke i Bartosza Radtke (E. Karpińska i in. 2014), to narzędzie pozwalające ocenić poziom kompetencji matematycznych dziecka, jego gotowość matematyczną oraz ryzyko wystąpienia dyskalkulii. Bateria obejmuje osiemnaście wieloaspektowych zadań sprawdzających m.in. myślenie operacyjne, zdolność postrzegania stałości przedmiotu, znajomość cyfr i znaków matematycznych czy umiejętność przeliczania i szacowania.

W kontekście diagnozy poziomu kompetencji matematycznych poza oceną umiejętności radzenia sobie z zadaniami matematycznymi, bardzo ważna jest również ocena poziomu integracji informacji wzrokowo-przestrzennych (A. Ardila/ M. Rosselli 2002). W Polsce w tym celu używa się testu Figury Złożonej Raya (FZR). Test ten jest powszechnie stosowany w diagnostyce neuropsychologicznej (P. Przybylski/ U. Oszwa 2007). Badany proszony jest o wykonanie jak najdokładniejszej kopii FZR. Dziecko może zmieniać ułożenie kartki, aby jego rysunek był możliwie najlepszy. Oceny poziomu rozwoju funkcji wzrokowo-przestrzennych dokonuje się poprzez odniesienie wyniku surowego do norm dla określonego przedziału wiekowego.

Mimo tak szerokiej gamy testów, jakie można zastosować do diagnozowania dyskalkulii, nadal istnieje zapotrzebowanie na tworzenie dokładniejszych narzędzi. B. Adler opracował kompleksową metodę diagnozy dyskalkulii składającą się z trzech testów: neuropsychologicznego, neuropediatrycznego i neuropedagogicznego (zob. B. Wiśniewska/ D. Hulewicz 2007). W pierwszym etapie diagnozy rozwiązywany jest test neuropedagogiczny. Sprawdza, w jaki sposób uczeń radzi sobie z informacją, werbalną i wzrokowo-przestrzenną, czy dziecko jest w stanie samo-

dzielnie rozwiązać zadanie, czy potrzebuje pomocy w formie rysunków oraz w jaki sposób podchodzi do rozwiązywania zadań matematycznych. Test jest przygotowywany przez nauczyciela we współpracy z rodzicami, wychowawcą i psychologiem. Kolejnym etapem jest przeprowadzenie testu neuropsychologicznego. Tym razem ocenie podlega osobowość i rozwój poznawczy. Jak podkreśla B. Adler (2001), ocena rozwoju poznawczego może być kluczowym elementem diagnozy dyskalkulii, ponieważ pozwala stwierdzić, czy inne umiejętności (tj. językowe, artystyczne) są na poziomie adekwatnym do wieku badanego. Ostatnim, trzecim etapem jest test neuropediatryczny sprawdzający ogólny stan zdrowia dziecka. Przeprowadza go pediatra lub neurolog, aby sprawdzić, jak dziecko zachowuje się w naturalnym dla siebie środowisku. Lekarz musi się także zapoznać z historią przebytych chorób, aby wyeliminować choroby neurologiczne, które mogą być podłożem trudności w matematyce. Celem takiego badania jest dokładne określenie trudności dziecka oraz wybranie odpowiedniej terapii.

Powyżej opisane narzędzia nie są pozbawione wad. Metody te nie dostarczają dokładnej informacji na temat czasu i dokładności udzielanej przez dziecko odpowiedzi (J. Mazzeo i in. 1991). Zmienne te mogą być pomocne przy precyzyjnym określaniu trudności w zakresie matematyki. Ponadto, umieszczone w teście pytania bywają niewłaściwie skonstruowane, przez co mogą niewystarczająco wiarygodnie sprawdzać procesy poznawcze. Badany może więc nie rozumieć ich treści, co prowadzi do błędnych odpowiedzi. Na przykład, dziecko poproszone o policzenie, ile biedronek znajduje się na każdym z przedstawionych na obrazku liści, może podać ich łączną liczbę. Po drugie, nieodpowiednio sformułowane pytania utrwalają błędne myślenie o rozwiązywaniu zadań matematycznych u dzieci lub nauczycieli, którzy są mniej kompetentni (K.K.J Yeo 2006). Należy też pamiętać, że testy papierowe składają się z bardzo małej liczby próbek, a kolejność ich wykonywania nie zmienia się. Oznacza to, że ich rozkład może być zapamiętany przez ucznia. Rozwiązywanie testu na kartce jest też bardzo monotonne, przez co może się wydać badanemu mało atrakcyjne i zniechęcić go do pracy.

## 4.2 Metody komputerowe

Wraz z rozwojem technologii zaczęto modyfikować testy diagnostyczne oraz projektować narzędzia komputerowe, które stają się coraz bardziej powszechne. W trakcie wykonywania zadań, odpowiedzi udziela się najczęściej poprzez naciśnięcie właściwego klawisza na klawiaturze komputera, konsoli lub myszy. Komputer może poprawić wiarygodność badania dzięki automatycznej adaptacji testu do umiejętności dziecka.

Metody diagnozy nie są jednak rozwijane w sposób równomierny na całym świecie. Jednym z pierwszych narzędzi komputerowych do diagnozowania dyskalkulii jest opracowany przez B. Butterwortha (2003) „*Dyscalculia Screener*”. W procesie tworzenia tego testu wyodrębniono najbardziej miarodajne zadania. Uczeń reaguje poprzez naciśnięcie odpowiedniego klawisza na klawiaturze, a odpowiedź jest natychmiast analizowana przez komputer.

W pierwszym zadaniu badany jest czas reakcji prostej. Kolejnym zadaniem jest porównywanie liczby kropek z liczbą zapisaną w formacie symbolicznym. B. Butterworth podkreśla, że to zadanie jest dość proste i prawdopodobnie zarówno dzieci z trudnościami w zakresie matematyki, jak i te osiągające dobre wyniki udziela poprawnej odpowiedzi w większości próbek. Dzieci bez takich trudności odpowiedzą jednak szybciej, ponieważ ich umiejętności są lepiej usystematyzowane. Trzecim zadaniem jest Stroop numeryczny, w którym porównywane są dwie liczby, jednak w niektórych próbach liczby te różnią się wielkością fizyczną. W czwartym, ostatnim, zadaniu dziecko proszone jest o zweryfikowanie poprawności wyniku działania prezentowanego na ekranie. W wersji testu dla młodszych dzieci, uczniowie oceniają jedynie rezultat dodawania, natomiast dzieci powyżej 10. roku życia sprawdzają też wynik mnożenia. Również w tym przypadku można sądzić, że większość dzieci udzieli poprawnej odpowiedzi, dlatego bardzo ważny jest czas, którego potrzebują, aby odpowiedzieć właściwie. Wyniki z całego testu odnoszone są do wystandaryzowanych skal, które są automatycznie przetwarzane przez komputer. Test ten przeznaczony jest głównie do diagnozowania ryzyka dyskalkulii. Nie skupia się natomiast na ocenie osiągnięć ucznia w dziedzinie matematyki.

B. Cangöz i współpracownicy zaprojektowali narzędzie przeznaczone do diagnozy dla dzieci w wieku 6–9 lat, w którym wyodrębnili i opisali pięć zadań, których używanie w diagnostyce wspomaganej komputerowo jest najbardziej miarodajne (zob. B. Cangöz 2013). Test jest obsługiwany przy użyciu tabletów z oprogramowaniem typu Android. Zdaniem badaczy, korzystanie z nich w trakcie diagnozy jest łatwiejsze ze względu na ich mały rozmiar i wagę. Dzięki temu dotarcie do szkół z testem staje się prostsze.

Składa się on z dwóch części: próbnej i właściwej. W części testowej badani zapoznają się z formą zadań i ćwiczą udzielanie odpowiedzi. Część właściwa składa się z dwóch prób, każda trwa pół godziny. Badany odpowiada zaznaczając poprawną odpowiedź na ekranie tabletu. W pierwszym zadaniu dziecko proszone jest o podanie liczby kropek prezentowanych na ekranie w figurach geometrycznych. Następnym zadaniem jest Stroop numeryczny, opisany już przez B. Butterwortha. Kolejnym jest oszacowanie liczebności przedmiotów pojawiających się na obrazku. Na koniec dziecko proszone jest o zaznaczenie pozycji liczby na osi liczbowej bez podziałki oraz wykonanie prostych działań arytmetycznych.

W Polsce stworzono Test Oceny Behawioralnych Wskaźników Umysłowych Reprezentacji Liczb i Ryzyka Dyskalkulii Prokalkulia 6–9 (M. Gut/ Ł. Goraczewski/ J. Matulewski 2016, M. Gut i in. 2016), przeznaczony do oceny poziomu podstawowych umiejętności matematycznych u dzieci w wieku 6–9 lat. Jego konstrukcja jest podobna do opisanych wyżej narzędzi. W pierwszym zadaniu badany jest czas reakcji prostej. Następnie, zadaniem dziecka jest możliwie jak najszybsze wskazanie większej liczby z dwóch prezentowanych na ekranie poprzez naciśnięcie odpowiedniego klawisza na klawiaturze komputerowej. Liczby prezentowane są w różnych formatach: w postaci cyfr arabskich oraz kropek różnej wielkości. Kolejne zadania to Stroop numeryczny oraz zadanie pozwalające ocenić umiejętność szacowania. W drugiej części dziecko musi zaznaczyć położenie liczby (również prezentowanej w

różnych formatach) na osi liczbowej z podziałką i bez niej. Wykonanie testu trwa około pół godziny. Celem stosowania narzędzia jest ocena czasu reakcji i dokładności udzielanych przez dziecko odpowiedzi.

Metody komputerowe pozwalają na dokładniejszą ocenę umiejętności matematycznych. Komputer szybko oblicza poprawność odpowiedzi i precyzyjnie mierzy czas potrzebny do jej udzielenia. Informacje te mogą być bardzo ważne przy rozpoznawaniu dzieci z trudnościami w zakresie matematyki wśród tych, które takich problemów nie mają. Dodatkowym atutem tej formy diagnozy jest możliwość przetwarzania danych przez komputer, co oszczędza czas i pracę diagnosty. Ponadto, w tej formie diagnozy zadania mogą być złożone z większej liczby prób, przez co otrzymany wynik jest bardziej wiarygodny. Rozwiązywanie testu na komputerze jest dla dzieci formą zabawy i alternatywą dla nudnych zadań na kartce. Samo rozpowszechnianie testu również jest łatwiejsze, ponieważ nie wymaga drukowania wielokartkowych arkuszy odpowiedzi i obszernych instrukcji. Dodatkowo, wyniki badanych również przechowywane są na komputerze, dzięki czemu możliwy jest łatwy do nich dostęp i lepsza organizacja bazy danych.

Sceptycy dopatrują się jednak w diagnostyce komputerowej pewnych wad (J.L. Singleton 2004). Mianowicie, obserwator lub terapeuta ma tę przewagę nad programem komputerowym, że dostrzega aspekty, na których oprogramowanie się nie skupia. W szczególności dotyczy to niektórych zachowań społecznych i emocjonalnych, które mogą świadczyć o zaburzeniach (np. ADHD), a także o ogólnym stanie zdrowia osoby badanej.

## **5. Ruchy gałek ocznych podczas przetwarzania liczb**

Wykorzystywanie eye-trackingu w badaniach funkcji poznawczych jest bardzo użyteczne ze względu na dwa efekty znane z badań z wykorzystaniem tej metody. Po pierwsze, patrzenie na jakiś obiekt sugeruje, że jest to przedmiot, o którym aktualnie myślimy (M.K. Tanenhaus i in. 1995). Po drugie, wiadomo, że im dłużej wpatrujemy się w obiekt, tym więcej uwagi mu poświęcamy (zob. M.A. Just/ P.A. Carpenter 1980). Biorąc to pod uwagę, można przyjąć, że śledzenie fiksacji oka pozwala na dokładniejsze badanie procesów poznawczych, a także poznanie strategii stosowanych do rozwiązywania zadań (J. Mock i in. 2016). Jednakże, zastosowanie eye-trackingu w badaniach dotyczących przetwarzania liczb jest znacznie mniej popularne niż w badaniach koncentrujących się np. na umiejętnościach czytania.

### **5.1 Przetwarzanie liczb w formacie niesymbolicznym**

Pod koniec XIX wieku uważano, że dokładność liczenia jest ograniczona przez małą liczbę dobrowolnych sakkad (zob. E. Landolt 1897, za: J. Mock i in. 2015), czyli mimowolnych ruchów oka w których punkt spojrzenia znacząco zmienia pozycję. Podczas obserwacji sakkady następują przy przerzucaniu uwagi pomiędzy obserwowanymi detalami obiektu. E. Kolwer i R.M. Steinmann (1977) sprawdzili tę hipotezę. Zbadali oni dokładność w trakcie liczenia kresek tworzących powtarzalne wzory oraz kropek, które usytuowane były w sposób losowy. Okazało się, że w przy-

padku wzorów z kresek dokładność liczenia nie jest zależna od liczby ruchów sakkadowych. Jednakże, w przypadku losowo rozmieszczonych kropek, liczba sakkad korelowała dodatnio z poprawnością odpowiedzi.

Badania nad przetwarzaniem liczb prowadzone są nie tylko z udziałem osób w wieku szkolnym lub pełnoletnich, ale także w okresie niemowlęcym. Szczególnie interesujące jest identyfikowanie liczby elementów w małych zbiorach (ang. *subitizing*). C. Sophian i M.E. Crosby (2008) zbadali przy użyciu eye-trackera poziom zautomatyzowania tej umiejętności poprzez ocenę procesów przed-uwagowych i uwagowych w zadaniu wyliczania. Biorący udział w badaniu dorośli proszeni byli o podanie liczby strzałek, których grot skierowany był do dołu ekranu. Każdy uczestnik rozwiązywał zadanie w trzech warunkach eksperymentalnych: w pierwszym przypadku na ekranie nie pojawiały się dystraktory, natomiast w kolejnych dwóch na ekranie pojawiały się odpowiednio ukośne i pionowe linie, które miały rozproszyć uwagę badanego. Uzyskane dane wykazały, że najczęściej fiksacji odnotowano w pierwszym przypadku (bez dystraktorów), kiedy liczba strzałek skierowanych do dołu przekraczała 4. Jest to zgodne z założeniem, że człowiek jest w stanie automatycznie identyfikować małe zbiory elementów. Kiedy liczba elementów rośnie, potrzeba więcej czasu, aby ją zweryfikować, przez co rośnie czas fiksacji wzroku na zbiorze. Podobnych obserwacji nie poczyniono na podstawie analizy danych uzyskanych w drugim warunku eksperymentalnym.

W celu dookreślenia granicy między oszacowaniem liczebności małych zbiorów a umiejętnością przetwarzania elementów większych zbiorów przebadano 9-miesięczne niemowlęta (A. Ceulemans i in. 2014). Prezentowali oni dzieciom obrazki, na których parami przedstawiano zestawy kropek. Na jednym obrazku była jedna kropka i cztery kropki, a na drugim – cztery kropki i osiem kropek. Analiza czasu i długości fiksacji wykazała, że dzieci poprawnie odróżniały jedną kropkę od czterech, ale nie radziły sobie z drugą parą bodźców. Dane oko-ruchowe potwierdziły, że określanie liczebności małych zbiorów i zliczanie większych grup elementów angażują inne procesy wyliczania. Rozróżnianie elementów do czterech następuje w sposób całościowy, natomiast większe zbiory przetwarzane są sekwencyjnie.

## 5.2 Przetwarzanie liczb w formacie symbolicznym

Procesy postrzegania liczb można podzielić na te związane z percepcją cyfry jako informacji numerycznej w wieku wczesnoszkolnym oraz odczytywanie liczb wielocyfrowych w latach późniejszych (S. Deheane/ L. Cohen 1995). W związku z tym, badano podstawowy aspekt percepcyjny liczb symbolicznych: szybkość przetwarzania cyfr i czas ich detekcji. M. Milosavljevic i współpracownicy zainteresowali się przetwarzaniem liczb w trakcie porównywania ich parami (M. Milosavljevic i in. 2011). Sprawdzili oni maksymalną prędkość, z jaką człowiek może porównać dwie jednocyfrowe liczby za pomocą ruchów sakkadowych w prawo lub lewo. Uzyskany wynik (306 ms) sugeruje, że w mózgu zachodzą procesy zaangażowane w porównywanie jednocyfrowych liczb i równolegle mogą być one związane z przetwarzaniem cech fizycznych liczby. Rezultat ten jest zgodny z poprzednimi odkryciami, z których wiadomo, że człowiek potrzebuje około 370 ms na porównanie liczb znaj-

dujących się w bliskim położeniu względem siebie na osi liczbowej, a 390 ms na rozróżnienie tych leżących daleko od siebie (S. Dehaene, 1996). Ponadto J.-H. Song i K. Nakayama (2008) oszacowali czas potrzebny na porównanie liczb, które oddalone są od siebie o jedną lub o cztery pozycje na osi. Analiza uzyskanych danych wykazała, że w pierwszym przypadku jest to okres 338 ms, natomiast w drugim warunku eksperymentalnym zmniejsza się on do 313 ms.

Czas potrzebny na przetworzenie liczby w formacie symbolicznym zależy jest od liczby sylab, która występuje w jej nazwie (J. Pynte 1974). I. Gielen i współpracownicy dowiedli jednak, że liczba sylab ma znaczenie tylko wtedy, kiedy zadaniem badanego jest przypominanie sobie liczb (zob. I. Gielen i in. 1991). Natomiast, kiedy zadaniem badanego była ocena, czy środkowa cyfra z prezentowanej trzycyfrowej liczby jest średnią arytmetyczną dwóch pozostałych, to długość sylab nie wpływała na czas przetwarzania liczb. M. Brysbaert (1995) z kolei odkrył, że rozpoznanie liczby jest ułatwione poprzez uprzednie przetworzenie liczby znajdującej się w jej bliskim sąsiedztwie na mentalnej osi liczbowej. Ponadto, wzrost czasu potrzebnego do odczytania danej liczby może mieć związek z częstotliwością jej występowania. Im częściej ona występuje, tym szybciej jest rozpoznawana.

Przetwarzanie liczb wielocyfrowych jest bardziej złożonym procesem (zob. T. Dackermann i in. 2015). H.-C. Nuerk i K. Moeller (2011) wyodrębnili trzy modele przetwarzania tych wielkości liczbowych. Pierwszy z nich mówi o przetwarzaniu całościowym. W tym przypadku liczba odbierana jest jako integralna całość, nie ma potrzeby „rozbijania” jej na cyfry składowe (S. Dehaene/ E. Dupoux/ J. Mehle 1990). Odwrotna sytuacja zachodzi w przypadku przetwarzania sekwencyjnego: tutaj liczby rozkładane są na budujące je „atomy”, osobno analizowane są cyfry tysiący i setek (S.E. Poltrock/ D.R. Schwarz 1984). Osoba posługująca się trzecim rodzajem strategii (zgodnym z trzecim modelem) przetwarzania równoległego przyrównuje jednocześnie wartość każdej cyfry do wartości cyfry znajdującej się obok (H.-C. Nuerk/ K. Willmes 2005). Jednakże zauważono, że całościowe przetwarzanie liczb cztero-, pięcio- i sześciocyfrowych nie jest możliwe (Bahnmüller i in. 2015). Liczby te są po prostu za duże, zatem są przetwarzane w sposób sekwencyjny (M. Korvorst/ M.F. Damian 2008).

Ruchy gałek ocznych odzwierciedlają powyższe strategie (K. Moeller 2009). W przypadku przetwarzania całościowego średnia liczba fiksacji, czyli utrzymywanie oka na takiej pozycji, aby obraz padał na plamkę żółtą, jest taka sama dla każdej cyfry. Liczby odbierane są zatem jako całość. W przetwarzaniu równoległym najczęściej fiksacji odnotowano przy pierwszej cyfrze, a wraz z kolejnymi cyframi jest ich coraz mniej. W przypadku przetwarzania sekwencyjnego nie odnotowano prawie żadnych fiksacji poza pierwszą cyfrą. Reszta była przez badanego pomijana.

### **5.3 Ruchy gałek ocznych w trakcie rozwiązywania zadań arytmetycznych**

#### **5.3.1 Relacje między liczbą a przestrzenią**

Badania relacji między przestrzenią a liczbą zostały rozszerzone o arytmetykę na liczbach niesymbolicznych (zob. X. Liang i in. 2016). Jednym z dowodów na zaan-



gązowanie mentalnej osi liczbowej w działania arytmetyczne jest istnienie tzw. efektu pędu operacyjnego (ang. *operational momentum*, OM). K. McCrink, S. Dehaene i G. Dehaene-Lambertz (2007) prezentowali badanym krótkie filmy, w których prezentowane obiekty były do siebie dodawane lub od siebie odejmowane. Zadaniem uczestników było oszacowanie, czy prezentowany wynik jest poprawny. W przypadku dodawania szacowany wynik zwykle przewyższał poprawną odpowiedź. Odwrotna sytuacja zachodziła, kiedy prezentowano odejmowanie. Wtedy badani wybierali znacznie niższą liczbę niż docelowa.

Istnienie efektu OM zostało także potwierdzone w odniesieniu do działań arytmetycznych na cyfrach arabskich (M. Pinhas/ M.H. Fischer 2008). Badanym prezentowano działania dodawania i odejmowania oraz poziomą oś liczbową z zaznaczonymi pozycjami liczb 0 i 10. Zadaniem uczestników było obliczenie oraz zaznaczenie poprawnej odpowiedzi na osi. Okazało się, że kiedy badani rozwiązywali działanie  $4+2$ , to zaznaczali odpowiedź bliżej prawego krańca osi (w stosunku do właściwego miejsca) niż właściwa pozycja wyniku „6”, natomiast kiedy typowali wynik działania  $8-2$ , to umieszczali go bardziej z lewej strony. Zjawisko to wystąpiło nawet wtedy, kiedy drugim elementem działania była cyfra 0.

Czego o tym efekcie można się dodatkowo dowiedzieć śledząc ruchy oczu? M. Hartmann, F.W. Mast i M.H. Fischer (2015) sprawdzili, w jaki sposób efekt OM łączy się z ruchami gałek oczu w trakcie wykonywania działań. Badacze oczekiwali, że dodawanie będzie wywoływało przesunięcie uwagi w prawo lub do góry, natomiast odejmowanie – w lewo lub na dół. Celem była ocena preferencji przestrzennych w trakcie wykonywania działań matematycznych w pamięci. Zadaniem badanych było wypowiedzenie wyniku na głos. W trakcie całego testu patrzyli oni na pusty ekran. Analizy danych eye-trackerowych nie wykazały w tym przypadku różnic w poziomym położeniu spojrzenia, natomiast w przypadku dodawania odnotowano przesunięcie wzroku do góry w porównaniu z odejmowaniem. Różnica ta była spowodowana wpływem operatora działania, a nie procesem obliczeniowym. Wyniki te potwierdzają semantyczny związek między liczbą a przestrzenią.

### 5.3.2 Strategie liczenia

W trakcie rozwiązywania zadań ludzie posługują się różnymi typami strategii (zob. tab. 2; L. Kaufmann/ M. von Aster 2012). Pomiar ruchów oczu pozwala na dookreślenie tych strategii i zrozumienie procesów obliczeniowych (zob. J. Mock/ S. Huber/ E. Klein/ K. Moeller 2016). Wyniki uzyskane z pierwszego badania z wykorzystaniem eye-trackingu niestety nie pozwoliły na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków (P. Suppes i in. 1983). Jednakże, autorzy sformułowali teorię dotyczącą czterech typów ruchów oczu w trakcie wykonywania zadań: patrzeć na kolejny symbol (ang. forward), patrzeć w jeden punkt (stayput), powracanie do poprzedniej liczby (backtracking) oraz omijanie liczby i przechodzenie do kolejnej (skipping). P. Suppes i współpracownicy uznali jednak tę teorię za mało dokładną (ibid.).

Strategia	Przykład strategii użyty do rozwiązania działania 6+4
Sumowanie bezpośrednie	6+4=10
Zliczanie wszystkich elementów	1+1+1+1+1+1=6 1+1+1+1=4 6+4=10
Dodawanie do pierwszego składnika	6+1=7 7+1=8 8+1=9 9+1=10
Rozbijanie działania na komponenty	5+4=9 9+1=10
Rozbijanie działania na poszczególne kroki	(6-1)+(4+1)=5+5=10

*Tabela 2. Przykłady strategii stosowanych w trakcie wykonywania działań matematycznych; zob. L. Kaufmann/ M. von Aster 2012).*

Pewne różnice w ruchach gałek ocznych dorosłych i dzieci w trakcie rozwiązywania zadań zaobserwowali K. Moeller, E. Klein i H.-C. Nuerk (2011). Dzieci podczas liczenia skupiały swój wzrok na liczbie dziesiątek danej liczby, natomiast dorośli koncentrowali się na analizowaniu liczby jedności. W innych badaniach sprawdzono, jak treść zadań wpływa na poprawność ich wykonania. Zaobserwowano, że dzieci znacznie dłużej skupiały wzrok na poleceniu, kiedy zadanie było bardziej skomplikowane. Uczniowie, których poziom umiejętności był nieco niższy, kilkakrotnie przerzucali wzrok z treści na działanie.

Celem sprawdzenia, który znak matematyczny szybciej przykuwa uwagę, D.H. Landy i współpracownicy (zob. D.H. Landy i in. 2008) prezentowali badanym działania mieszane. Uczestnicy badania zostali poproszeni o rozwiązanie prostego zadania  $2 \times 3 + 4$ . Dodatkowo, modyfikowano odstęp pomiędzy znakami. Analizując dane eye-trackerowe wykazano, że badani najszybciej skupiali swój wzrok na znaku mnożenia, kiedy był usytuowany blisko cyfr. Oznacza to, że mały odstęp między liczbami i znak mnożenia podobnie angażują uwagę. Podobne badanie przeprowadzili E. Schneider, M. Maruyama, S. Dehaene i M. Sigman (zob. E. Schneider i in. 2012). Sprawdzili, w jaki sposób składnia działania wpływa na poprawność odpowiedzi. Badacze przedstawili uczestnikom zapisy działań matematycznych z wieloma nawiasami po lewej lub prawej stronie. Niezależnie od umiejscowienia nawiasów, wszyscy badani najpierw skupiali wzrok po lewej stronie działania. Jednakże, w przypadku, kiedy skomplikowane działanie było po stronie prawej, szybko przenosili wzrok na tę część, która powinna zostać wykonana jako pierwsza. W kolejnej próbie badacze wzbogacili swoje badanie o działania, w których wiele nawiasów było umieszczone w środku. Otrzymany wynik był analogiczny do tego z poprzedniej wersji eksperymentu. Oznacza to, że trudniejsze zadania są rozwiązywane wolniej, jednak nie wymagają większej liczby fiksacji. Zaobserwowano także, że liczba fiksacji zależna jest od złożoności działania, zaś czas ich trwania zależy od wielkości liczb. Obserwacja ta sugeruje, że rozwiązywanie problemów arytmetycznych może być zapisywane w prosty sposób, w którym jedna fiksacja odpowiada jednej operacji.

### 5.3.3 Przetwarzanie osi liczbowej

Zadania z osią liczbową, na której zaznaczono jedynie pierwszą i ostatnią liczbę, pozwalają łatwo sprawdzić przestrzenne reprezentacje wielkości liczbowych (R.S. Siegler/ J.E. Opfer 2003). J.L. Sullivan i współpracownicy (J.L. Sullivan i in. 2011) analizowali strategie stosowane przez dorosłych w trakcie rozwiązywania zadania z szacowaniem pozycji liczby na osi liczbowej. Autorzy zauważyli, że badani najpierw skupiali wzrok na możliwych punktach odniesienia, czyli na początku, na końcu i na środku osi. Ostateczne zaznaczenie pozycji liczby było poprzedzone długą fiksacją w pobliżu wybranej lokalizacji. Ponadto, zauważono, że kierunek pierwszej fiksacji był zależny od wielkości liczby – jeśli badani mieli do czynienia z mniejszą liczbą, najpierw kierowali wzrok na lewo. W przypadku, gdy prezentowana liczba była większa, patrzyli oni na prawo. Wskazuje to na dokładną transformację liczby na przestrzeń. We wcześniejszych badaniach M. Schneider i współpracownicy (M. Schneider i in. 2008) sprawdzili, jak z tego typu zadaniami radzą sobie dzieci w pierwszych latach szkoły podstawowej. Badacze zaobserwowali, że wraz ze wzrostem wiedzy spowodowanym przejściem do kolejnej klasy, dzieci częściej skupiają wzrok w miejscu poprawnego położenia liczby. Dzieci ze wszystkich klas skupiały też wzrok na początku, na końcu i na środku osi. Młodszy uczniowie rzadziej patrzyli jednak na prawą stronę, co prawdopodobnie było spowodowane nieznajomością większych liczb. Uzyskane wyniki sugerują, że wzory ścieżek wzrokowych odzwierciedlają rozwój kompetencji matematycznych u dzieci w wieku szkolnym.

### 5.3.4 Badania z udziałem dyskalkulików

Wykorzystywanie zapisu ruchów gałek ocznych w trakcie wykonywania zadań z osią liczbową jako narzędzia diagnozującego trudności matematyczne, może dostarczyć wielu informacji o procesach przetwarzania informacji liczbowej oraz o towarzyszących im deficytach (S. van Viersen i in. 2013). Fakt, że dane okoruchowe odzwierciedlają rozwój mentalnej osi liczbowej jest szczególnie interesujący dla badaczy zajmujących się dziećmi z dyskalkulią (J. Mock i in. 2015). Odpowiedzi udzielane przez tę grupę w zadaniach z szacowaniem pozycji liczby na osi są najmniej dokładne (J. E. van't Noordende i in. 2016). Nieznane są jednak powody tych trudności. Wykazano różnice w strategiach szacowania stosowanych przez dzieci z trudnościami w zakresie matematyki i tymi, które rozwijają się prawidłowo (J.E. van't Noordende/ M.E. Kolkman 2013 za: J.E. van't Noordende i in. 2016). Zadaniem uczniów było wyznaczenie pozycji liczby na osi. Mogli w tym celu wspomóc się punktem odniesienia, który usytuowany był na środku osi. Zgodnie z przypuszczeniami badaczy, dzieci z trudnościami rzadziej korzystały z punktu odniesienia, jednak, co ciekawe, patrzyły na niego znacznie częściej niż dzieci z grupy kontrolnej. Dzieci wiedziały więc, że mogą użyć punktu środkowego, ale nie były w stanie go zastosować w strategii lokalizacji liczby, której pozycję miały określić (zob. J.E. van't Noordende i in. 2016).

Kolejne badania pozwoliły na dokładniejsze zróżnicowanie strategii stosowanych przez dzieci dyskalkuliczne i dzieci, których poziom umiejętności matema-

tycznych był odpowiedni (S. van Viersen i in. 2013). Testowano użyteczność strategii korzystania z punktu odniesienia. Badacze sprawdzili między innymi, czy dzieci używają punktu początkowego, aby zaznaczyć liczbę 18 na osi liczbowej przedstawiającej liczby z zakresu 0-100. Bezużyteczna strategia to używanie punktu odniesienia znajdującego się w dużym oddaleniu od szacowanej liczby. Okazało się, że dziewczynka, która zmagala się z dyskalkulią, używała w trakcie rozwiązywania tego zadania bezużytecznych strategii aż o 26% częściej niż dzieci bez deficytów.

Prowadzono również badania testujące sposób, w jaki dzieci z dyskalkulią skupiają wzrok na osi liczbowej (W.D. Schot i in. 2015). Okazało się, że ich fiksacje były znacznie bardziej „rozrzucone” na osi liczbowej oraz zaobserwowano je dalej zarówno od liczby docelowej, jak i od odpowiedzi udzielanej przez grupę kontrolną. Wyniki te sugerują, że dyskalkulicy mają problem ze stosowaniem strategii szacowania miejsca liczby na osi.

Również w zadaniu ze zliczaniem kropek sprawdzano różnice w poprawności odpowiedzi udzielanych przez dzieci z dyskalkulią i grupę kontrolną (K. Moeller i in. 2009). Badanie to zostało zreplicowane przez P. Schleifer i K. Landerl (2011), jednak tym razem badacze skupili się nie tylko na poprawności odpowiedzi, ale także na ruchach oczu dzieci. Analiza okoruchowa wykazała, że uczniowie z dyskalkulią musieli liczyć kropki wiele razy, co odzwierciedla liczba fiksacji, która jest znacznie większa niż w przypadku normalnie rozwijających się dzieci. Dane te potwierdzają, że trudności w rozwiązywaniu podstawowych zadań niesymbolicznych wyłaniają się z deficytów na poziomie automatycznego i równoległego kodowania małych ilości przedstawionych w formatach niesymbolicznych.

## 9. Dyskusja

W niniejszym artykule zebrano dotychczasową wiedzę z zakresu diagnozowania dyskalkulii. Omówiono niektóre metody papierowe i komputerowe. Narzędzia te jednak skupiają się jedynie na obserwowanym poziomie umiejętności arytmetycznych. Z tego powodu zastosowanie eye-trackingu wydaje się być interesującym rozwiązaniem, ponieważ dostarcza informacji także o procesach leżących u podstaw przetwarzania liczb i pozwala na analizę poszczególnych etapów dochodzenia do rozwiązania w zadaniach matematycznych. Dane okulograficzne uzyskane z badań pomogły w zrozumieniu postrzegania cyfr i liczb wielocyfrowych oraz zależności przestrzennych między nimi. Dane z badań skupiających się na ruchach oczu w trakcie rozwiązywania zadań matematycznych pozwoliły na wyodrębnienie specyficznych ruchów oczu (P. Suppes i in. 1983) oraz zdefiniowanie strategii, którymi ludzie posługują się w trakcie liczenia (L. Kaufmann/ M. von Aster 2012). Badania porównujące strategie stosowane przez dorosłych i dzieci wykazały różnice w postrzeganiu zadań w tych dwóch grupach (K. Moeller/ E. Klein/ H. Nuerk 2011). Zastosowanie metody eye-trackingu pozwala również sprawdzić, jak rozwój kompetencji dziecka odzwierciedla jego znajomość osi liczbowej (M. Schneider i in. 2008). Badania (J. E. van't Noordende/ Kolkman, 2013 za J.E. van't Noordende i in. 2016) z udziałem dzieci zmagających się z dyskalkulią wykazały różnice. Wiadomo między innymi, że dzieci z dyskalkulią znacznie częściej używają bezuży-

tecznych strategii w zadaniach z szacowaniem pozycji liczby na osi liczbowej (S. van Viersen i in. 2013). Zestawienie razem powyższych wniosków, przekonuje do korzyści z zastosowania eye-trackingu przy diagnozowaniu trudności z matematyką. Dane okoruchowe pokazują, że szacowanie liczebności małych grup angażuje inne procesy niż zliczanie większej liczby elementów. Dostarczają one także wielu informacji na temat przetwarzania liczb i osi liczbowej u dyskalkulików. Dzięki kompleksowej analizie ruchów gałek ocznych można zrozumieć, w jaki sposób dzieci z trudnościami postrzegają liczby i na czym najbardziej skupiają się w trakcie rozwiązywania zadań. Dostrzeżenie różnic w tych procesach postrzegania między dyskalkulikami i osobami bez trudności jest kluczowe w zrozumieniu indywidualnych trudności z matematyką. Poczynione obserwacje mogą być pomocne przy opracowywaniu optymalnej terapii dostosowanej do potrzeb i deficytów dziecka.

## Bibliografia

- Adler, B. (2001). *What is dyscalculia?* Kognitivt Centrum Sweden.
- Ardila, A./ M. Rosselli (2002), *Acalculia and Dyscalculia*, (w:) *Neuropsychology Review*, 12 (4), 179–231.
- Brysbaert, M. (1995), *Arabic number reading: On the nature of the numerical scale and the origin of phonological recoding*, (w:) *Journal of Experimental Psychology*, 124 (4), 434–452.
- Butterworth, B. (2003), *Dyscalculia Screener by Brian Butterworth. Highlighting pupils with specific learning difficulties in maths*. Londyn.
- Cangoz, B./ A. Altun/ S. Olkun/ F. Kacar (2013), *Computer based screening dyscalculia: cognitive and neuropsychological correlates objects actions core knowledge social partners space number*, (w:) *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12 (3), 33–38.
- Ceulemans, A./ D. Titeca/ T. Loeys/ K. Hoppenbrouwers/ S. Rousseau/ A. Desoete (2014), *Enumeration of small and large numerosities in adolescents with mathematical learning disorders* (w:) *Research in developmental disabilities*, 35 (1), 27–35.
- Cohen, L./ S. Dehaene/ G. Dehaene-Lambertz (1998), *Abstract representations numbers in the animal and human brain*, (w:) *Trends in Neurosciences*, 21 (8), 355–361.
- Cipora, K. (2013), *Czym jest liczba?* (w:) *Rocznik Kognitywistyczny*, 6, 1–10.
- Dackermann, T./ S. Huber/ J. Bahnmueller/ H.-C. Nuerk/ K. Moeller (2015), *An integration of competing accounts on children's number line estimation*, (w:) *Frontiers in Psychology*, 6, art 884.
- Dehaene, S./ E. Dupoux/ J. Mehler (1990). *Is Numerical Comparison Digital? Analogical and Symbolic Effects in Two-Digit Number Comparison*, (w:) *Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance*, 16 (3), 626–641.
- Dehaene, S./ S. Bossini/ P. Giroux (1993), *The Mental Representation of Parity and Number Magnitude*, (w:) *Journal of Experimental Psychology*, 122 (3), 371–396.

- Dehaene, S. (1996), *The organization of brain activations in number comparison: Event-related potentials and the additive-factors methods*, (w:) Journal of Cognitive Neuroscience, 8, 47–68.
- Dehaene, S./ M. Piazza/ P. Pinel/ L. Cohen (2003), *Three parietal circuits for number processing*, (w:) Cognitive Neuropsychology, 3, 487–506.
- Deheane, S./ L. Cohen (1995), *Towards an anatomical and functional model of number processing*, (w:) Science Open, 83–112.
- Galton, F. (1880), *Visualised Numerals*, (w:) Nature, 15, 254–256.
- Geary, D.C. (1993), *Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components*, (w:) Psychological Bulletin, 114, 345–362.
- Geary, D.C./ M.K. Hoard (2001), *Numerical and arithmetical deficits in learning-disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia*, (w:) Aphasiology, 15 (7), 635–647.
- Gielen, I./ M. Brysbaert/ A. Dhondt (1991), *The syllable-length effect in number processing is task-dependent*, (w:) Perception & Psychophysics, 50 (5), 449–458.
- Guillemot, T. (2007), *Dyscalculia – An Overview of Research on Learning Disability. Teacher Education Programme*, (w:) Mathematics and Computing, 1–6.
- Gut, M./ Ł. Goraczewski/ J. Matulewski (2016) *Prokalkulia 6–9. Test oceny behawioralnych wskaźników umysłowych reprezentacji liczb i ryzyka dyskalkulii*. Rotmanka.
- Gut, M./ Ł. Goraczewski/ J. Matulewski/ K. Finc/ A. Ignaczewska/ B. Bałaj/ J. Dreszer/ M. Kmieciak/ J. Stępińska/ J. Majewski/ E. Bendlin/ P. Cholewa/ W. Duch. (2016). *Trening poznawczy przy użyciu komputerowej gry matematycznej a przetwarzanie informacji numerycznej u dzieci – wyniki badań pilotażowych*, (w:) M. Suchacka (red.) *Cywilizacja zabawy, rozrywki i wypoczynku*. Będzin, 89–126.
- Hartmann, M./ F.W. Mast/ M.H. Fischer (2015), *Spatial biases during mental arithmetic: evidence from eye movements on a blank screen*, (w:) Frontiers in Psychology, 6, 1–8.
- Isaacs, E. B./ C.J. Edmonds/ A. Lucas/ D.G. Gadian (2001), *Calculation difficulties in children of very low birthweight*, (w:) Brain, 124, 1701–1707.
- Just, M. A./ P.A. Carpenter (1980), *A theory of reading: From eye fixations to comprehension*, (w:) Psychological Review, 87/ 4, 329–354.
- Karpińska, E./ U. Sajewicz-Radtke/ B. M. Radtke (2014), *Skala Gotowości Matematycznej i Ryzyka Dyskalkulii*.
- Kaufmann, L./ M. von Aster (2012), *The Diagnosis and Management of Dyscalculia*, (w:) Deutsches Ärzteblatt International, 109/ 45, 767–777.
- Kolwer, E./ R. M. Steinmann (1979), *Small saccades serve no useful purpose: reply to a letter by R. W. Ditchburn* (w:) Vision research, 20, 273–276.
- Kucian, K./ T. Loenneker/ T. Dietrich/ M. Dosch/ E. Martin/ M. Von Aster (2006). *Behavioral and Brain Functions Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: a functional MRI study*, (w:) Behavioral and Brain Functions, 17, 1–17.

- Kucian, K./ G. Red/ C. Hospitals/ T. Loenneker/ T. Dietrich/ E. Martin (2008), *Development of Neural Networks for Exact and Approximate Calculation: A fMRI Study*, (w:) *Developmental Neuropsychology*, 33 (4), 447–473.
- Kucian, K. / S. Schwizer Ashkenazi/ J. Hänggi/ S. Rotzer/ L. Jäncke/ E. Martin/ M. von Aster (2014) *Developmental dyscalculia: a dysconnection syndrome?* (w:) *Brain Structure and Function*, 5, (219), 1721–1733.
- Landerl, K./ L. Kaufmann (2013), *Dyskalkulia*. Gdańsk.
- Landy, D.H./ M.N. Jones/ R.L. Goldstone (2008), *How the Appearance of an Operator Affects its Formal Precedence*, (w:) *Cognitive Science Society*, 2109–2114.
- Liang, X./ X. Shen/ D. Xiang/ J. Feng/ L. Lin/ S. Yan (2016) *Semantic object parsing with local-global long short-term memory*. Tekst zaprezentowany na konferencji Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition w 2016 r.
- Mazzeo J./ B. Druesne/ P. C. Rafeld/ K. T. Checketts/ A. Muhlstein (1991) *Comparability of Computer and Paper-and-Pencil Scores for Two CLEP. General Examinations*, Collage Entrance Examination Board. Nowy Jork.
- Mazzocco, M.M.M./ R. E. Thompson (2005), *Kindergarten Predictors of Math Learning Disability*. *Learning Disabilities Research & Practice*, 20 (3), 142–155.
- McCrink, K./ S. Dehaene/ G. Dehaene-Lambertz (2007), *Moving along the number line: Operational momentum in nonsymbolic arithmetic*, (w:) *Perception & Psychophysics*, 69 (8), 1324–1333.
- Milosavljevic, M./ E. Madsen/ A. Rangel (2011), *Fast saccades toward number : Simple number comparisons can be made in as little as 230 ms*, (w:) *Journal of Vision*, 11, 1–12.
- Mock, J./ S. Huber/ E. Klein/ K. Moeller (2016), *Insights into numerical cognition: considering eye-fixations in number processing and arithmetic* (w:) *Psychological research*, 80 (3), 334–359.
- Moeller, K./ M.H. Fischer/ H. Nuerk/ K. Willmes (2009), *Eye fixation behaviour in the number bisection task : Evidence for temporal specificity*, (w:) *Acta Psychologica*, 131 (3), 209–220.
- Moeller, K/ E. Klein/ H.-C. Nuerk (2011), *(No) Small Adults: Children's Processing of Carry Addition Problems* (w:) *Developmental neuropsychology*, 36/6, 702–720.
- Moeller, K./ H.-C. Nuerk, (2011). *Psychophysics of numerical representation: why seemingly logarithmic representations may rather be multi-linear*. *Journal of Psychology*. 219, 64–70.
- Nosworthy, N./ S. Bugden/ L. Archibald/ B. Evans/ D. Ansari (2013), *A Two-Minute Paper-and-Pencil Test of Symbolic and Nonsymbolic Numerical Magnitude Processing Explains Variability in Primary School Children's Arithmetic Competence* (w:) *Public Library of Science*, 8 (7).
- Nuerk, H. C./ K. Willmes (2005), *On the magnitude representations of two-digit numbers Three models of two-digit magnitude representation*, (w:) *Psychology Science*, 47 (1), 52–72.
- Oszwa, U. (2006), *Zaburzenia rozwoju umiejętności arytmetycznych. Problem diagnozy i terapii*, Oficyna Wydawnicza Impuls. Kraków.

- Oszwa, U. (2008), *Psychologia trudności arytmetycznych u dzieci. Doniesienia z badań*. Kraków.
- Parsons, S. (2006), *British Cohort Study 2004 Follow Up Guide to Child Assessment Data November 2006*. London.
- Pinhas, M./ M.H. Fischer (2008), *Mental movements without magnitude? A study of spatial biases in symbolic arithmetic*, (w:) *Cognition*, 109 (3), 408–415.
- Poltrock, S.E./ D.R. Schwartz (1984), *Comparative judgments of multidigit numbers*, (w:) *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 10 (1), 32–45.
- Przybylski, P./ U. Oszwa (2007), *Zastosowanie testu figury złożonej Reya w różnicowaniu dysfunkcji poznawczych po uszkodzeniu płatów czołowych oraz płatów potylicznych i przyległych okolic kory*, (w:) *Postępy Psychiatrii i Neurologii*, 16 (3), 201–209.
- Pynte, J. (1974), *Readiness for pronunciation during the reading process*, (w:) *Perception and Psychophysics*, 16 (1), 110–112.
- Rykhlevskaia, E./ L.Q. Uddin/ L. Kondos/ V. Menon (2009), *Neuroanatomical correlates of developmental dyscalculia: combined evidence from morphometry and tractography*, (w:) *Frontiers in Human Neuroscience*, 24, 3–51.
- Schleifer, P./ K. Landerl (2011). *Subitizing and counting in typical and atypical development*. (w:) *Developmental Science*, 14 (2), 280–291.
- Schneider, E. (2012), *Eye gaze reveals a fast, parallel extraction of the syntax of arithmetic formulas*, (w:) *Cognition*, 125 (3), 1–16
- Schneider, M./ A. Heine/ V. Thaler/ J. Torbeyns/ B. De Smedt/ L. Verschaffel/ E. Stern (2008), *A validation of eye movements as a measure of elementary school children's developing number sense*, (w:) *Cognitive Development*, 23 (3), 424–437.
- Schot, W. D./ S. van Viersen/ J.E. van't Noordende/ E. Slot/ E.H. Kroesbergen (2015), *Strategiegebruik op de getallenlijntaak geanalyseerd met behulp van eye-tracking*, (w:) *Pedagogische Studien*, 92 (1), 55–69.
- Shaki, S./ M.H. Fischer/ W.M. Petrusic. (2009), *Reading habits for both words and numbers contribute to the SNARC effect*, (w:) *Psychonomic Bulletin & Review*, 16 (2), 328–331.
- Siegler, R.S./ J.E. Opfer (2003), *The development of numerical estimation: Evidence for Multiple Representations of Numerical Quantity*, (w:) *American Psychology Society*, 14 (3), 237–243.
- Song, J.-H./ Nakayama, K. (2008). *Numeric comparison in a visually-guided manual reaching task*, (w:) *Cognition*, 106, 994–1003.
- Sophian, C./ M.E. Crosby. (2008) *What Eye Fixation Patterns Tell Us About Subitizing*, (w:) *Developmental Neuropsychology*, 33 (3), 394–409.
- Spelke E.S./ S. Tsivkin (2001), *Language and number: A bilingual training study*, (w:) *Cognition*, 78, 45–88.
- Suppes, P./ M. Cohen/ R. Laddaga/ J. Anliker/ R. Floyd (1983), *A procedural theory of eye movements in doing arithmetic*, (w:) *Journal of Mathematical Psychology* 27 (4), 341–369.



- Sullivan, J.L./ B.J. Juhasz/ T.J. Slattery/ H.C. Barth (2011), *Adults' number-line estimation strategies: Evidence from eye movements*, (w:) *Psychological Bulletin. Review*, 18, 557–563.
- Tanenhaus, M.K. / M.J. Spivey-Knowlton/ K.M. Eberhard/ J.C. Sedivy (1995), *Integration of visual and linguistic information in spoken language comprehension* (w:) *Science*, 268 (5217), 1632–1634.
- Yeo, K.K.J. (2006), *Mathematical Problem-Solving Heuristics used by Secondary 2 Students*, (w:) *The Korean Journal of Thinking & Problem Solving*, 16 (2), 53–69.
- van Viersen, S. / E.M. Slot/ A.H. Kroesbergen/ J.E. van't Noordende/ P.P. Leseman (2013), *The added value of eye-tracking in diagnosing dyscalculia: A case study*. (w:) *Frontiers in Psychology*, 4, 679.
- van't Noordende, J. E./ A.H. van Hoogmoed/ W.D. Schot/ E. H. Kroesbergen (2016). *Number line estimation strategies in children with mathematical learning difficulties measured by eye tracking*. (w:) *Psychological Research*, 80 (3), 368–378.
- Wiśniewska, B./ D. Hulewicz (2007), *Dyskalkulia trudności w uczeniu się matematyki – problem, diagnozowanie, formy pomocy*.

**Rafał LINOWIECKI, Jacek MATULEWSKI,  
Agnieszka IGNACZEWSKA, Bibiana BAŁAJ,  
Joanna DRESZER, Magdalena KMIECIK, Włodzisław DUCH**  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

## **GCAF: narzędzie do tworzenia interaktywnych eksperymentów wykorzystujących okulograf i jego użycie w badaniach nabywania mowy przez niemowlęta<sup>1 2</sup>**

**Abstract: GCAF: the environment for designing fully interactive experiments involving eye tracking devices and its use for studying of speech acquisition by infants**

The aim of this paper is to present our computer software, the GCAF framework, which allow one to design and run applications using the eye trackers, among others the cognitive experiments for infants. In comparison to other tools for creating the experiments, the full interaction with user is possible. User can choose the object on screen activated by its gaze, which is most interesting for him, and therefore control the program activity. This framework and the domain language GIML were already used for designing of several experiments involving infants in Neurocognitive Laboratory located at the Interdisciplinary Centre for Modern Technologies in Nicolaus Copernicus University. One of its main objectives is to investigate the loss of the ability to differentiate speech sounds in native language before the end of the first year of life. In this project, we intend to design and verify the effectiveness of the interactive training, the aim of which is to influence this phenomenon.

### **Wstęp**

Celem artykułu jest prezentacja rozwijanego przez nas oprogramowania służącego do projektowania i uruchamiania aplikacji sterowanych wzrokiem. Składa się na nie platforma uruchamiania aplikacji GCAF (od. ang. *Gaze Controlled Application Framework*) oraz interpreter języka znaczników GIML (od ang. *Gaze Interaction Markup Language*). Jest to język służący do tworzenia aplikacji sterowanych wzrokiem, który był projektowany z myślą o osobach niebędących profesjonalnymi programistami. Oprogramowanie to przygotowaliśmy na potrzeby interaktywnych eksperymentów i treningów z udziałem niemowląt prowadzonych w Laboratorium Neurokognitywnym (LNK) na UMK w Toruniu. Badania te dotyczą procesu naby-

---

<sup>1</sup> Artykuł powstał na podstawie fragmentów pracy magisterskiej RL, której promotorem był JM.

<sup>2</sup> Badania są częścią projektu: *NeuroPerKog: rozwój słuchu i pamięci roboczej u niemowląt i dzieci* finansowanego z grantu Symfonia NCN (nr umowy UMO-2013/08/W/HS6/0033).

wania mowy przez niemowlęta między 6 a 12 miesiącem życia. Na tym przykładzie użycia naszego oprogramowania skupię się w tym artykule, ale może być ono używane także do innych celów, chociażby do szybkiego przygotowywania aplikacji ułatwiających komunikację z osobami, dla których spojrzenie jest jedynym sposobem porozumiewania się. Artykuł zawiera zarówno opis samych badań, co obrazuje typowy przypadek użycia GCAF i GIML, jak i garść informacji technicznych. Osoby zainteresowane jego testowaniem i używaniem prosimy o kontakt z autorem korespondencyjnym artykułu.

## 1. Badanie procesu nabywania mowy przez niemowlęta

Komunikacja wymaga wzajemnej interakcji uczestników biorących w niej udział, nawet jeżeli jednym z nich jest niemowlę. Niemowlęta bardzo szybko przestają być bowiem tylko biernymi odbiorcami, a stają się także nadawcami komunikatów, oczywiście na początku niewerbalnych, ale mimo to zwykle wyraźnie czytelnych dla rodziców (np. C. Leclère i in. 2014, N. Ramirez-Esparza i in. 2014, A.F.de C. Hamilton i in. 2016). Badania nad nabywaniem języka oraz percepcją dźwięków mowy w pierwszych latach życia mają fundamentalne znaczenia dla zrozumienia rozwoju ludzkiej mowy, jak i dla zidentyfikowania najważniejszych czynników kształtujących proces uczenia się w ogóle. Niemowlęta okresu przedwerbalnego są zdolne do różnicowania dźwięków mowy zarówno z języka natywnego, jak i języków obcych (P.K. Kuhl 2003). Do około dziewiątego miesiąca życia niemowlęta są w stanie rozróżniać wszystkie dźwięki z dowolnych języków, później stopniowo ta zdolność zanika. Dzieci w wieku od 8 do 12 miesięcy, w którym nabywają krytyczne dla swojego języka fonemy, często kierują swój wzrok na usta rozmówcy. Badania wykazują, że dzieci które w tym okresie częściej i dłużej przyglądają się ustom mówiącej do nich matki, w późniejszym okresie mają lepszą ekspresję języka, wyższy poziom socjalizacji i większy zasób słów.

Jedną z najważniejszych rzeczy, których ucą się niemowlęta jest kategoryzacja – zdolność do grupowania elementów posiadających wspólną cechę (percepcyjną lub funkcjonalną). U starszych dzieci i dorosłych wyniki kategoryzacji poznać można przez odpowiedzi werbalne lub określone zachowanie (np. wskazywanie). U niemowląt będących w fazie przedwerbalnej wykorzystywane są natomiast metody bazujące na zjawisku habituacji, warunkowaniu klasycznym i instrumentalnym. Badania prowadzone z udziałem niemowląt wymagają jednak dobrze określonej procedury i narzędzi, które wystarczająco długo utrzymują uwagę dziecka. Przy badaniach z udziałem niemowląt ważne jest, aby obiekt był atrakcyjny i przyciągający uwagę (np. postać z bajki lub zabawka); możemy manipulować jego wielkością, kształtem, kolorem oraz ruchem. Dobrym sposobem na zwrócenie uwagi dziecka jest wykorzystanie dźwięku, który towarzyszy poruszającemu się obiektowi.

Ważnym procesem w trakcie nauki mowy jest wykształcenie umiejętności rozróżniania fonemów mowy ojczystej, a jednocześnie dyskryminacja fonemów z języków obcych. Następuje to zwykle między 6 a 12 miesiącem życia. Możliwe jest jednak czasowe podtrzymanie wrażliwości na obce fonemy, które w przyszłości powinno zaowocować łatwiejszą nauką języków obcych u tych dzieci (P.K. Kuhl i

in. 2003, 2004, 2011, 2015). Eksperymenty oparte na tym założeniu przeprowadzane są aktualnie w naszym laboratorium.

### **1.1. Użycie okulografu w badaniach niemowląt**

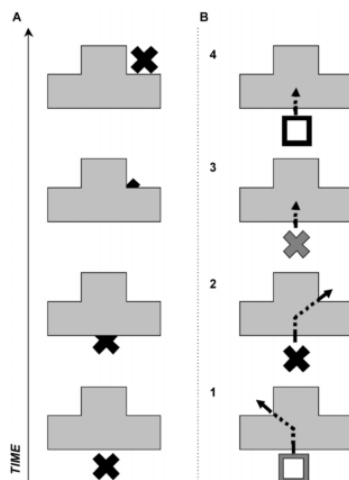
Bezpieczną i nieinwazyjną metodą często wykorzystywaną w badaniach niemowląt jest okulografia. Poetycko ujął to R.N. Aslin (2012) pisząc, że oczy dziecka są oknem do poznania jego rozwoju, szczególnie kiedy mowa właśnie o dzieciach okresu przedwerbalnego. Okulografia pozwala na śledzenie ruchów gałek ocznych, ścieżek spojrzeń, czy zmian wielkości źrenicy. Dzięki rejestracji reakcji wzrokowej niemowlęcia możemy w sposób obiektywny i dokładny ustalić co przyciąga jego wzrok i na jak długo. Zdolność niemowląt do sterowania przestrzenną uwagą selektywną może być mierzona za pomocą analizy fiksacji wzrokowych w określonych regionach zainteresowania. Przesunięcia uwagi wzrokowej są wykorzystywane również w badaniu różnicowania dźwięków mowy u niemowląt z zastosowaniem procedury wymagającej przewidywania. Zadania wymagające koordynacji oko-ręka pozwalają na szybsze i efektywniejsze zwrócenie uwagi, co może być znaczące w badaniach procesów poznawczych, w których zaangażowanie uwagi wzrokowej jest warunkiem koniecznym i etapem wstępnym dla dalszego przetwarzania danych.

### **1.2 Rola interakcji w procesie nabywania mowy**

W laboratoryjnych badaniach eksperymentalnych z udziałem niemowląt, rola dziecka jest często ograniczana do biernego odbiorcy bodźców prezentowanych przez prowadzącego badanie na ekranie komputera, po których zaprezentowaniu mierzona jest jego reakcja. Niemowlę nie ma w tej sytuacji żadnej kontroli nad procesem, w którym bierze udział, trudno więc mówić o nawiązaniu komunikacji, czy choćby kontaktu, które mają być przecież przedmiotem badania. Niewiele jest badań wprowadzających choćby prostą interakcję wzrokową do eksperymentów z udziałem niemowląt. Te, które są znane w literaturze umożliwiają uruchomienie kolejnej próby eksperymentu, np. gdy niemowlę spojrzy na postać której towarzyszy dźwięk (B. Albareda-Castellot i in. 2011). Eksperymenty Patrycji P.K. Kuhl i jej współpracowników (2003, 2004, 2011, 2015) pokazują jak bardzo interakcja jest ważna dla nabywania mowy u niemowląt. Bierna ekspozycja dziecka na język, bez jego aktywnego udziału w komunikacji, jest znacznie mniej skuteczna.

### **1.3. Wybrane procedury eksperymentalne w badaniach nabywania mowy przez niemowlęta**

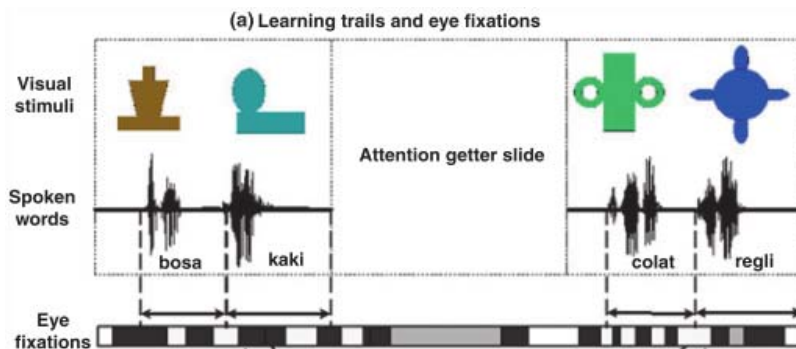
Stosowane w eksperymentach procedury opierają się zwykle na umiejętności przewidywania pozycji pojawiającego się na ekranie obiektu, która zależy od podanego wcześniej bodźca dźwiękowego (por. B. Albareda-Castellot 2011, J. Bjerva 2011). Przeprowadzono jednak również szereg innych eksperymentów, w których ten paradigmat został zmodyfikowany.



Rysunek 1. Procedura eksperymentu zaproponowana przez B. McMurray'a i R.N. Aslina (2004).

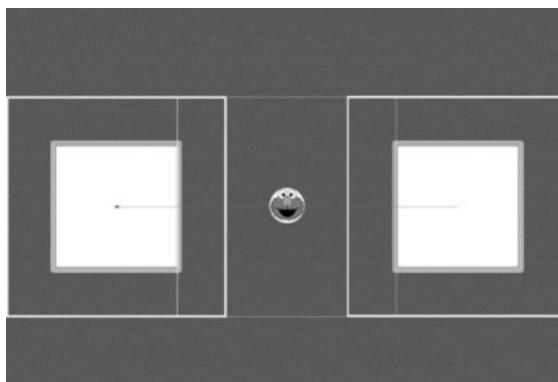
Jednym z przykładów są badania B. McMurray'a oraz R.N. Aslin'a (2004), którzy współpracując z sześciomiesięcznymi niemowlętami zaprojektowali serię czterech eksperymentów opartych na zasadzie wymuszonego wyboru z dwoma możliwościami (ang. *two alternative forced choice*, 2AFC). Pierwsze trzy sprawdzały kategoryzację koloru i kształtu. Początkowo stosowano procedurę, w której obiekty na ekranie ułożone były poziomo, z lewej lub prawej strony bodźca centralnego, którym był kwadrat, krzyżyk lub koło. Stopniowo jednak procedurę utrudniano. W pierwszym eksperymencie, w zależności od obiektu widocznego po środku (kwadrat lub krzyżyk), nagroda w postaci zdjęcia zwierzęcia pojawiała się po jego lewej, bądź prawej stronie. W drugim eksperymencie jako obiekt warunkujący pojawienie się nagrody wprowadzono koła z pionowymi i poziomymi kreskami. Trzeci etap wprowadzał przesłonę w kształcie odwróconej litery T (rysunek 1), natomiast kształt obiektu startowego, w tym wypadku ponownie kwadrat bądź krzyżyk, warunkował stronę jego pojawienia się. Eksperyment czwarty wprowadzał dodatkowo kategoryzację dźwiękową. Badania nie wykazały preferencji dla koloru; kwadrat jako kształt wzbudzał więcej zainteresowania. Dzieci szybko uczyły się samej procedury i wybierały poprawnie zarówno w badaniach prezentujących pojawianie się obiektu linearnie, jak i tych, które tę linearność zaburzały. Wiedza ta dała podstawę do stworzenia zasadniczego czwartego eksperymentu, w którym wykorzystywano przesłonę w kształcie odwróconej litery T (rysunek 1). W chwili początkowej u podstawy pojawiał się bodziec wzrokowy (koło), który po aktywacji wzrokiem zniknął za przesłoną i w zależności od tego, jaki dźwięk został odtworzony, pojawiał się po pół sekundzie z lewej lub z prawej strony przesłony. Bodźcami dźwiękowymi były angielskie słowa *lamb* i *teak*. Były one powtarzane trzykrotnie, w momencie zniknięcia obiektu za przesłoną. Całość badania wykazała znaczącą preferencję strony lewej dla słowa *lamb*.

Również R.N. Aslin i B. McMurray (2005) sprawdzali wrażliwość niemowląt na różnice w obrębie jednej kategorii głosek, czyli spółgłoski dźwięcznej i jej bezdźwięcznego odpowiednika. W tym badaniu niemowlętom podawano 80 reprezentacji różnych słów zaczynających się na /b/ lub /p/. Porównywali zarówno różnicowanie tych liter między sobą, jak i różnicowanie długości czasu odsunięcia dźwięczności (ang. *voice-onset time*, VOT) w obrębie każdej z nich. Jak pokazują wyniki, niemowlęta bardzo dobrze różnicują zarówno /b/ i /p/, jak i długie /b\*/ i krótsze /b/. Co więcej, badania te wykazały również znaczącą preferencję dla słów zawierających /b\*/.



Rysunek 2. Trening realizowany przez C. Yu i L. B. Smith (2010).

C. Yu i L.B. Smith (2010) za pomocą reakcji wzrokowych sprawdzali jak szybko dzieci w wieku 14 miesięcy uczą się słów „na bieżąco”. Wykorzystana do tego została omówiona wyżej procedura 2AFC (rysunek 2). Początkowo dzieci przechodziły część treningową, podczas której prezentowano na ekranie komputera figurę geometryczną i 3-krotnie powtarzano dopasowane do niej pseudosłowo („kaki”, „bosa”, „manu”, „regli”, „golat” i „basser”). Celem sesji treningowej było stworzenie skojarzeń między obiektami wizualnymi i każdym z sześciu pseudosłów. Część właściwa badania polegała na przedstawianiu dwóch rysunków jednocześnie, które pojawiały się z opóźnieniem w stosunku do prezentowanego bodźca dźwiękowego. Tym sposobem sprawdzano, czy podczas sesji treningowej poprawnie zapamiętano pary. Eksperyment ten potwierdził, że dzieci są w stanie nauczyć się rozróżniać pseudosłowa, jednak umiejętność ta jest silnie zależna od częstotliwości prezentowania materiału.



Rysunek 3. Procedura zaproponowana przez M. Shukłę et al. (2011).

Kolejnym przykładem badań umiejętności językowych niemowląt są eksperymenty przeprowadzone przez M. Shukłę i współpracowników (2011). Początkowa procedura, podobnie jak u R.N. Aslin (2004), opierała się na wykorzystaniu przesłony w kształcie odwróconej litery T. Została jednak zmieniona na dwa obszary z przemieszczającym się obiektem centralnym z rysunkiem postaci z Ulicy Sezamkowej (Elmo lub Ciasteczkowy Potwór) (rysunek 3). Podawanymi dźwiękami były sylaby /ta/ i /ga/ w różnych reprezentacjach głosowych. Badania te wykazały, że niemowlęta są w stanie pracować multimodalnie różnicując zarówno bodźce dźwiękowe, jak i prezentowany bodziec wzrokowy. Niemowlęta w trakcie kolejnych prób z coraz większą poprawnością przewidywały obszar, na którym pojawi się rysunek, zarówno na podstawie wyświetlanej postaci, jak i biorąc pod uwagę bodziec dźwiękowy. Co ciekawe M. Shukla nie korzystał z tradycyjnych programów do projektowania eksperymentów psychologicznych, ale podobnie jak my stworzył własną platformę do badań. Platforma ta nazywa się SMART-T (od ang. *System of Monitoring Anticipations in Real Time with the Tobii*); jak wskazuje jej nazwa wykorzystuje eyetracker firmy Tobii, część informatyczna została przygotowana w środowisku MATLAB z użyciem modułu *Talk2Tobii*.

## 2. Platforma GCAF i język GIML

Celem pełniejszego wykorzystania interakcji wzrokowej u niemowląt stworzyliśmy narzędzie – program komputerowy, który pozwala przygotowywać eksperymenty, w których samo niemowlę inicjuje wzrokiem działanie poszczególnych elementów aplikacji i ma możliwość wyboru spośród kilku bodźców tego, który je najbardziej zainteresuje. Wchodzi zatem w interakcję z programem, który zmienia się w zależności od decyzji podejmowanych przez dziecko. Równocześnie okulograf rejestruje dane dotyczące miejsca spojrzenia. Jak już wspomnieliśmy wyżej, oprogramowanie to nazwaliśmy GCAF (od ang. *Gaze Controlled Application Framework*).

Pozostała część tego podrozdziału przeznaczona jest przede wszystkim dla osób, które zainteresowane możliwościami platformy GCAF i języka GIML, chcą poznać szczegóły techniczne i być może spróbować samodzielnie stworzyć eksperymenty korzystające z tych narzędzi. Jest to siłą rzeczy bardzo wstępny opis, daleki od kom-

pletności, ale mający przekonać czytelników, że samodzielne tworzenie przez nich w pełni interaktywnych eksperymentów jest jak najbardziej możliwe. Dostępny jest również tutorial ułatwiający naukę języka GIML.

## 2.1. Platforma GCAF

Powtórzmy: GCAF jest platformą, w której korzystając z nowego języka znaczników GIML można tworzyć aplikacje sterowane wzrokiem. Platforma ta obsługuje w tej chwili okulometry firmy SMI, ale zaawansowane są już prace nad wdrożeniem otwartego protokołu *Open Eye-Gaze Interface* (C. Hennessey i in. 2010), które wykorzystywany jest m.in. w tańszych urządzeniach firm Mirametrix i Tobi.

Odpowiednio przygotowane pliki XML z kodem GIML są analizowane przez platformę GCAF i na ich podstawie budowany jest zestaw scen pokazywanych użytkownikowi. Scena może zawierać wiele obszarów pokazujących tekst, rysunki lub filmy. Użytkownik patrząc na poszczególne obszary może sterować działaniem aplikacji, w tym: włączaniem, wyłączaniem i aktywacją poszczególnych obszarów, uruchamianiem animacji i nawigacją pomiędzy scenami.

Platforma GCAF jeszcze nie w pełni implementuje projekt języka GIML. Obecnie trwają prace nad dodaniem kontrolki służącej do wyświetlania tekstu z automatycznym podziałem na zdania, wyrazy i litery, co ułatwi przygotowywanie eksperymentów badających czytanie, oraz kontrolki umożliwiającej wprowadzanie tekstu. Planowane są cztery rozwiązania, klasyczna klawiatura QWERTY ze stałym czasem zatwierdzenia dla każdej wprowadzanej litery (ang. *dwel-time*) i alternatywnie z płynną metodą wprowadzania (ang. *swipe*), a także dwa nowatorskie rozwiązania zaproponowane przez A. Hackaufa/ M. Urbina (2007) oraz J.O. Wobbrocka i in. (2008).

W kontekście projektowania badań psychologicznych, GIML i GCAF wyróżnia pełna interaktywność tworzonych z ich pomocą eksperymentów. Możliwa jest dowolna ścieżka przebiegu eksperymentu – to badany wybiera kolejność aktywowanych bodźców i tym samym związane z ich aktywacją działania programu. Istnieje jednak również możliwość narzucenia kolejności aktywowanych obszarów lub ograniczenia ich dostępności w ustalonych przez projektanta aplikacji warunkach. To pozwala na zaprojektowanie eksperymentów, których przebieg może być kontrolowany w stopniu, który ustala projektujący badanie.

## 2.2. Gramatyka języka GIML

Język GIML jest językiem deklaratywnym, opisującym efekt, który chcemy uzyskać (tj. wygląd i zachowanie aplikacji), a nie algorytm, który do takiego efektu prowadzi. To czyni go łatwiejszym w użyciu dla osób, które nie są profesjonalnymi programistami. Jak wspomniano, wygląd aplikacji opisywany jest znacznikami. Tworzenie aplikacji polega zatem na edycji plików XML, które zawierają odpowiednią strukturę znaczników określonych standardem języka GIML. Rozważaliśmy przygotowanie specjalnego edytora, który pozwalałby na projektowanie interfejsu za pomocą myszy, ale porzuciliśmy ten pomysł ze względu na liczbę opcji, jakie musia-



by ten edytor udostępniać użytkownikowi – rozmiary menu przytłoczyłyby każdego użytkownika tworząc trudny do pokonania tzw. próg wejścia. Zwróćmy uwagę, że bardzo podobna sytuacja jest w przypadku języków HTML i XAML: pomimo, że dostępne są wizualne edytory, w których posługujemy się przede wszystkim myszą, znacznie bardziej popularne są zwykłe edytory kodu wyposażone w mechanizm podpowiadania składni. Również i my planujemy stworzyć moduł podpowiadający znaczniki i atrybuty GIML w ramach mechanizmu *IntelliSense* dostępnego w darmowym środowisku *Visual Studio Community*. Ponadto programowanie w GIML ułatwia walidator wbudowany w platformę GCAF, który wskazuje błędne znaczniki w pliku. Zostanie on również zintegrowany z Visual Studio.

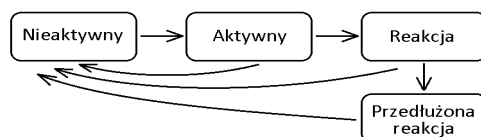
Łatwość używania języka GIML bierze się również z tego, że jest on stosunkowo prosty – składa się z zaledwie kilku znaczników. Ogromna jest natomiast liczba atrybutów, jakimi możemy kontrolować wygląd i zachowanie kontrolki. Jednak początkujący użytkownik, aby móc pisać pierwsze aplikacje musi znać tylko kilka z nich.

### 2.3. Sceny

Listing 1. Szablon interfejsu opisany w GIML (z lewej w języku polskim, z prawej w języku angielskim).

<pre>&lt;sceny nazwaScenyDomyślnej="0" ...&gt;   &lt;scena nazwa="0" ...&gt;     &lt;obszar ...&gt;       &lt;aktywacja /&gt;       &lt;reakcja /&gt;     &lt;/obszar&gt;     ...   &lt;/scena&gt;   ... &lt;/sceny&gt;</pre>	<pre>&lt;scenes nameOfDefaultScene="0" ...&gt;   &lt;scene name="0" ...&gt;     &lt;region ...&gt;       &lt;activation /&gt;       &lt;reaction /&gt;     &lt;/region&gt;     ...   &lt;/scene&gt;   ... &lt;/scenes&gt;</pre>
---	---

Struktura interfejsu aplikacji GIML odzwierciedlona jest w hierarchii znaczników (listing 1). Interfejs aplikacji GIML zorganizowany jest w sceny; każda scena zawiera obszary, które mogą znajdować się w różnych stanach przełączanych spojrzeniem (por. rysunek 4). Podstawowym stanem obszaru jest *nieaktywny*. Spojrzenie użytkownika, ale nie dłuższe niż jedna sekunda (ten parametr można modyfikować), przełącza obszar w stan aktywny. Natomiast spojrzenie dłuższe niż sekunda przełącza go w stan *reakcji*. Przeniesienie spojrzenia na inny fragment sceny powoduje powrót obszaru do stanu nieaktywnego. Możliwe jest niezależne ustalenie wyglądu i zachowania obszaru w każdym z tych trzech stanów, włączając w to zmianę tekstu, rysunku, dźwięku, filmu, animacji czy akcji, jakie obszar może wyzwać.



Rysunek 4. Diagram stanów obszaru. Stan przedłużona reakcja dotyczy sytuacji, w której obszar wykonuje dłuższą czynność aktywowaną przez zmianę stanu np. płynna zmiana pozycji obszaru.

Jedynym obowiązkowym atrybutem znacznika scena jest jej nazwa. Więcej obowiązkowych atrybutów ma znacznik obszar, w którym poza nazwą musimy określić jego kształt, rozmiar i położenie na ekranie. Poza tym dla każdego stanu osobno można określić wyświetlany tekst, czcionkę, kolor i grubość ramki, rysunek, dźwięk, film, obszary włączane i wyłączane przy wejściu lub wyjściu obszaru do danego stanu oraz scenę, do której nawigujemy. Można również określić animację obszaru lub samej jego zawartości. Ważnym atrybutem obszaru jest też treść komunikatu zapisywanego w danych rejestrowanych przez eyetracker przy zmianie stanu obszaru – jego użycie znakomicie ułatwia późniejsze analizy danych okulograficznych. Opisy stanów aktywnego i reakcji umieszczone są w osobnych pod-znacznikach aktywacja i reakcja zagnieżdżonych w znaczniku obszar.

Wyróżnikiem GIML jest to, że atrybuty mogą określać nie tylko wygląd, ale również zachowanie obiektów na ekranie, a także ich reakcję na działania użytkownika, w tym przede wszystkim na spojrzenie. Odpowiadają za to atrybuty znacznika obszar. Przykład takiego znacznika widoczny jest w listingu 2 (na listingu wytłuszczone są atrybuty obowiązkowe). W tym przykładowym znaczniku w obszarze wyświetlany jest jedynie tekst, inny w każdym stanie. Zmienia się również kolor czcionki. Jak widać z listingu oznacza to, że atrybuty tekst i kolor czcionki powinny być nadpisywane w pod-znacznikach aktywacja i reakcja. Najważniejsze jest jednak to, że w stanie *reakcja* określona jest akcja polegająca na zmianie bieżącej sceny na inną. Inne możliwe akcje to narysowanie ramki ściągającej uwagę, czy przesunięcie obszaru w inne miejsce.

Listing 2. Prosty przykład znacznika Obszar – najbardziej rozbudowanego znacznika w języku GIML

```

<obszar nazwa="PrzykładowyObszar"
kształt="prostokąt" rozmiarX="400" rozmiarY="50"
położenieŚrodkaX="300" położenieŚrodkaY="450"

  tekst="Dłuższe spojrzenie na obszar zmienia scenę"
  czcionka="Times" rozmiarCzcionki="20"
  kolorCzcionki="Black" >

  <aktywacja tekst="Nastąpiła aktywacja"
    kolorCzcionki="Navy" />

  <reakcja typAkcji="PrzejscieDoSceny"
    nazwaDocelowejSceny="innaScena"
    tekst="Nastąpiła reakcja"
    kolorCzcionki="Blue" />

</obszar>

```

Obszary są domyślnie włączone, ale można także zadeklarować obszar, który jest początkowo wyłączony, a włączany jest dopiero po zajściu jakiegoś zdarzenia. To daje możliwość dowolnego zmieniania zawartości sceny w wyniku interakcji programu z użytkownikiem.

#### 2.4. Rysunki, dźwięki i filmy. Szablon pliku GIML

Jak wspomniano każdy z obszarów może mieć przypisany obraz, dźwięk lub film. W praktyce obiekty te często są wykorzystywane wielokrotnie w różnych obszarach i na różnych scenach. Aby uniknąć redundantnego alokowania pamięci, wprowadziliśmy abstrakcyjną warstwę zasobów (ang. *assets*), czyli zajmujących pamięć obiektów wykorzystywanych w programie. Dla przykładu każdy wykorzystywany rysunek musi być najpierw zadeklarowany w znaczniku `rysunek`, gdzie nadawana jest mu unikalna nazwa (por. listing 3). Obszary odwołują się do zasobów korzystając właśnie z tych nazw. To pozwala nie tylko uniknąć nadmiarowego obciążenia pamięci (ważne szczególnie w przypadku filmów), ale także umożliwia centralne zarządzanie zasobami oraz dodatkową kontrolę nad nimi (np. ustalenie liczby powtórzeń lub poziomu głośności).

Listing 3. Szablon pliku GIML pokazujący sposób wykorzystywania zasobów

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ustawienia katalog="D:\GIML\Zasoby" kodJęzyka="pl">

  <rysunki>
    <rysunek nazwa="elmo" ścieżka="rysunki\elmo.png" />
    ...
  </rysunki>
  <dźwięki>
    <dźwięk ... />
  </dźwięki>
  <filmy>
    <film nazwa="ciastko" ścieżka="filmy\ciastko.avi"
      liczbaPowtórzeń="2" głośność="0.3" />
  </filmy>

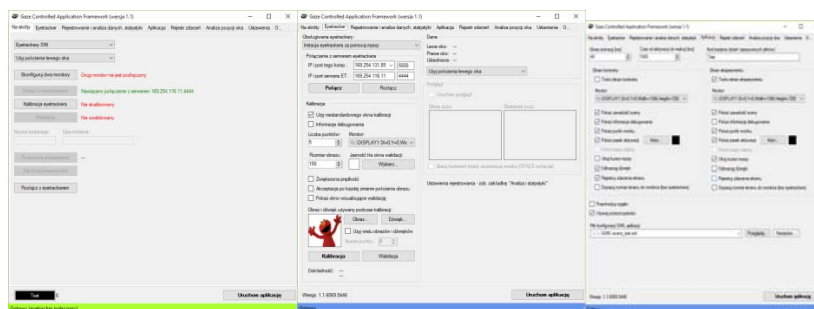
  <sceny nazwaScenyDomyślnej="ulicaSezamkowa">
    <scena nazwa="ulicaSezamkowa">
      <obszar nazwa="Obszar wyświetlający rysunek" ...
        nazwaRysunku="elmo" />
      <obszar nazwa="Obszar wyświetlający film" ...
        nazwaRysunku="ciastko" nazwaDźwięku="ciastko" />
    </scena>
  </sceny>
</ustawienia>
```

Listing 3 pokazuje ogólny szablon pliku GIML. Tzw. korzeniem drzewa XML jest w nim znacznik `ustawienia`. Nieobowiązkowymi atrybutami tego znacznika są: ścieżka katalogu, w którym znajdują się zasoby oraz kod języka używanego w bieżącym pliku (na razie może to być język polski lub angielski). Wewnątrz tego znacznika mogą znajdować się cztery znaczniki: `rysunki`, `dźwięki`, `filmy` i

sceny. W każdym z nich może znajdować się tylko jeden rodzaj znacznika, odpowiednio: rysunek, dźwięk, film i scena. Ten ostatni został już pobieżnie omówiony. Pozostałe trzy są od niego znacznie prostsze. W każdym z nich obowiązkowe są tylko dwa atrybuty: nazwa zasobu oraz ścieżka do pliku, w jakim ów zasób się znajduje. Możliwe jest jednak także np. dopasowanie głośności dźwięku lub ustalenie liczby jego powtórzeń.

Powyższy opis GIML jest daleko niekompletny. Jego zadaniem jest bowiem tylko przekonanie Czytelnika, że tworzenie aplikacji z użyciem języka GIML jest podobne do przygotowywania stron HTML i można się go szybko nauczyć nawet nie będąc informatykiem. Aby to potwierdzić planujemy przeprowadzenie testów tzw. metodą zaznajamiania (ang. *coaching method*) J. Nielsena (1993), w której moderator pomaga użytkownikowi w nauce języka, odpowiadając (co jest nietypowe w testach użyteczności) na wszelkie pytania. Analiza pytań zadawanych przez osoby uczące się GIML pozwoli na ocenę użyteczności języka i ewentualne wykrycie miejsc, które są trudne do opanowania.

## 2.5. Uruchamianie aplikacji GIML. Dane zbierane przez platformę GCAF



Rysunek 5. Okno konfiguracji platformy GCAF; od lewej zakładka „Na skróty”, zakładka konfiguracji okulografu i zakładka uruchamiania aplikacji GIML.

Po uruchomieniu platformy pojawia się okno (rysunek 5), które umożliwia konfigurację jej działania, połączenie z okulometrem, wybór, weryfikację poprawności i uruchomienie pliku GIML oraz selekcję danych, które mają być zapisywane w trakcie działania aplikacji. Oprócz zbierania i rejestrowania danych, program może analizować je „w locie” wykrywając podstawowe zdarzenia: fiksacje, sakady i mruknięcia. Możliwa jest również rejestracja przebiegu eksperymentu na filmie. Po uruchomieniu, aplikacja GIML zajmuje cały ekran (na pozostałych ekranach może być wyświetlana „zasłona”, aby ich zawartość nie zwracała uwagi badanego). Aplikację tę możemy zakończyć z poziomu okna konfiguracyjnego (jeżeli korzystamy z wielu ekranów) lub naciskając klawisz *Escape* na klawiaturze. Przykłady aplikacji GIML używane w eksperymentach nad rozwojem mowy u niemowląt omówione zostały w części 4.

Platforma GCAF zapisuje kilka rodzajów plików z danymi zebranymi w trakcie działania aplikacji GIML. Są to m.in: sekwencja zrzutów ekranu lub film z przebie-

gu badania, położenia spojrzenia przekazywane przez eyetracker, statystyki regionów zainteresowania, tzw. logi relacjonujące przebieg działania aplikacji, w tym zmiany stanów obszarów i przełączanie scen. Wszystkie tworzone pliki to pliki tekstowe (CSV), ich ścieżki ustalane są z poziomu okna konfiguracyjnego. Wraz z uruchomieniem aplikacji platforma może również włączyć rejestrację spojrzenia na serwerze eyetrackera.

### 3. Czy użytkownicy mogą sami tworzyć aplikacje korzystające z eyetrackera?

Specjalistyczne oprogramowanie tworzone na zamówienie dostarczane jest zwykle w postaci pakietu zawierającego gotowy do uruchomienia (skompilowany) program oraz instrukcję obsługi. Kod źródłowy najczęściej pozostaje własnością firmy tworzącej oprogramowanie. To oznacza, że klient otrzymuje program, który posiada z góry ustalone funkcjonalności zgodne z zadeklarowanymi wcześniej wymaganiami, a zmiana lub rozbudowa programu wymaga złożenia nowego zamówienia w tej samej firmie. W taki prosty sposób firmy wytwarzające oprogramowanie „wiążą” swoich klientów. Taki scenariusz jest tym bardziej prawdopodobny, jeżeli zamawiane oprogramowanie jest wysoce specjalizowane. Tak będzie np. w sytuacji, gdy oprogramowanie jest przygotowywane dla konkretnej osoby niepełnosprawnej i jest dostosowane do jej możliwości ruchowych lub jeżeli aplikacja ma korzystać z nietypowych urządzeń, choćby eyetrackera. Jest to sytuacja szczególnie niekorzystna w przypadku osób niepełnosprawnych, których sytuacja materialna jest często trudna. Ale również w przypadku oprogramowania tworzonego na potrzeby badań naukowych wysoka cena ogranicza możliwość swobodnego próbowania różnych rozwiązań i szukania najlepszego z nich. Ponieważ sam proces wytwarzania oprogramowania jest dość kosztowny, w praktyce wymusza zawężenie realizowanego zamówienia do nieinnovacyjnego rozwiązania, którego skuteczność można jednak potwierdzić przynajmniej referencjami do literatury przedmiotu.

Aby tę sytuację zmienić w obu tych dziedzinach, w których ważne jest użycie okulometrów, a więc w przypadku aplikacji projektowanych dla osób niepełnosprawnych i aplikacji wykorzystywanych do badań z zakresu psychologii, stworzymy oprogramowanie, które pozwoli osobom, które nie są profesjonalnymi programistami na przygotowywanie stosunkowo rozbudowanych aplikacji, w których możliwa będzie pełna interakcja z programem. Osoby te to np. psycholog lub nawet student psychologii projektujący eksperyment z użyciem okulometru lub ktoś z otoczenia osoby niepełnosprawnej, kto chce przygotować aplikację umożliwiającą komunikację z chorym.

Twierdzenie, że języka GIML i platformy GCAF mogą używać osoby nie będące programistami, a mimo to tworzyć z ich pomocą w pełni użyteczne aplikacje wykorzystujące okulometry, wydaje się trudne do obrony. Oznacza to bowiem, że platforma i język muszą dawać maksymalnie dużą swobodę użytkownikowi, który projektuje aplikację, ale jednocześnie projektowanie to musi być łatwe. Na szczęście są przykłady pokazujące, że te dwa z pozoru sprzeczne warunki są możliwe do pogodzenia. Najlepiej znanym jest język HTML (od ang. *Hyper-Text Markup Language*), który został zaprojektowany do wymiany informacji przez fizyków pracujących

w CERN, a obecnie używany jest jako podstawowy język Internetu służący do opisu zawartości stron WWW. W podstawowej wersji HTML może być w ciągu jednego dnia opanowany przez każdego gimnazjalistę. Naszą główną inspiracją podczas projektowania GIML nie był jednak HTML, a język XAML (ang. *eXtensible Application Markup Language*) firmy Microsoft, który służy do projektowania wyglądu interfejsu aplikacji, a częściowo również sposobu ich zachowania.

Wzorując się na HTML i XAML, język GIML również uczyniliśmy językiem znaczników (ang. *markup language*). Mówiąc bardziej precyzyjnie, wykorzystaliśmy ogólny schemat języka znaczników XML, w którym zdefiniowaliśmy grupę znaczników pozwalających na opisanie poszczególnych elementów interfejsu aplikacji oraz atrybuty określające zachowania tych elementów. Warto wspomnieć, że jednym z założeń GIML jest jego wielojęzyczność – obecnie każdy znacznik i atrybut GIML ma wersję polską i angielską. W najbliższych planach jest przygotowanie wersji niemieckiej i francuskiej.

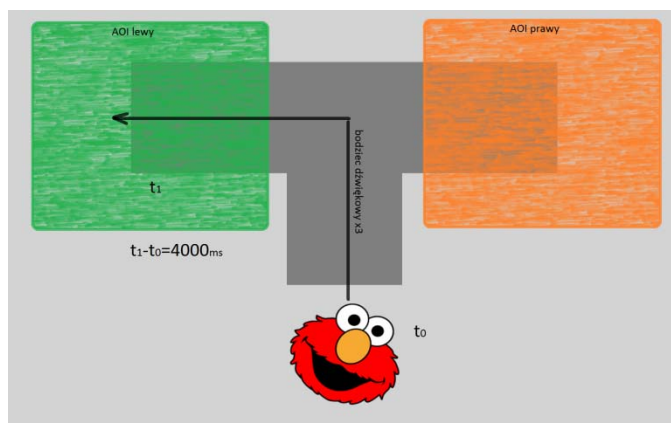
#### **4. Przykłady użycia platformy GCAF w eksperymentach badających nabywanie języka u niemowląt**

Platforma GCAF została użyta w badaniach realizowanych w LNK w ramach projektu *NeuroPerKog: rozwój słuchu i pamięci roboczej u niemowląt i dzieci*. Jednym z jego celów jest zbadanie utraty zdolności do różnicowania dźwięków mowy nie występujących w języku natywnym przed ukończeniem pierwszego roku życia z równoczesnym wykształcaniem specjalizacji w rozpoznawaniu dźwięków mowy języka ojczystego. W ramach tego projektu zamierzamy zaprojektować i zweryfikować skuteczność interaktywnego treningu, którego celem jest opóźnienie tego zjawiska. W szczególności chcemy sprawdzić, czy obecnie powszechnie przyjmowana hipoteza o konieczności społecznej interakcji opiekunów z niemowlakami jest słuszna, czy też do nabywania zdolności rozróżniania fonemów różnych języków wystarczy interakcja z komputerowym systemem sterowanym przez reakcje dziecka.

Opisany w części 2 język znaczników GIML używany jest w platformie GCAF do opisu interfejsu i działania aplikacji, które mogą być zarówno testami diagnostycznymi, jak i treningami. Za pomocą języka GIML przygotowaliśmy dwie metody typu 2AFC, w których niemowlę przewiduje pozycję obiektu pojawiającego się na ekranie na podstawie wcześniej słyszanego bodźca dźwiękowego. W naszym przypadku bodźcami są pseudosłowa z par różniących się tylko jednym fonemem.

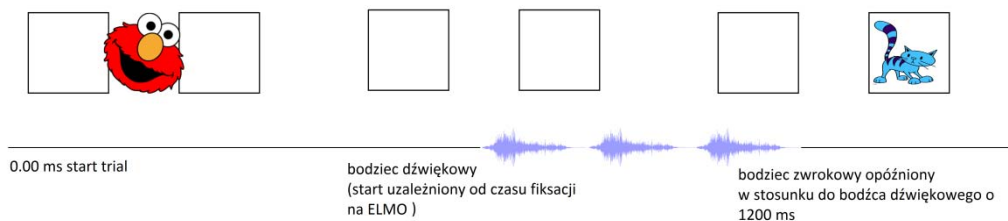
W przypadku pierwszej metody diagnostycznej używanej w prowadzonych w naszym laboratorium badaniach, wzorujemy się na procedurze eksperymentu zrealizowanego przez B. Albareda-Castellot i in. (2011). Dziecko widzi rysunek postaci Elmo u dołu ekranu, który ściąga jego uwagę. Spojrzenie na rysunek uruchamia odtwarzanie pseudosłowa, a jednocześnie rysunek chowa się za przesłoną w kształcie litery „T”. Po 4 sekundach rysunek wyłania się zza lewego lub prawego ramienia przesłony; strona zależy od prezentowanego bodźca dźwiękowego. Pomiar miejsca spojrzenia dziecka (zob. obszary zainteresowania zaznaczone na rysunku 6) wykonywany jest zanim rysunek Elmo wyłoni się zza przesłony, a więc pokazuje przewidywaną przez dziecko stronę, co z kolei pozwala na ocenę poprawności rozróżniania

przez dziecko pseudosłów. Cały eksperyment obejmuje 24 sceny, w tym 18 scen z bodźcem dźwiękowym i 4 sceny ściągające uwagę niemowlęcia (animowany obiekt po środku ekranu, który znika gdy spojrzenie dziecka skupi się na nim przez 300 ms).

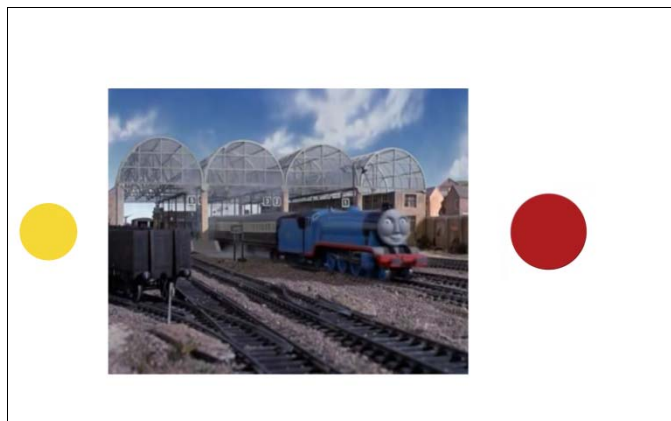


Rysunek 6. Implementacja metody B. Albareda-Castellot i in. (2011) w GIML.

Metoda druga wzorowana jest na opisanym wyżej eksperymencie J. Bjerva (2011). Jej koncepcja jest podobna do tej z metody przedstawionej powyżej. W tym przypadku na ekranie stale widoczne są dwa obszary, w których mogą pokazywać się rysunki (rysunek 7). W pierwszym etapie rysunek pojawia się jednak między obszarami – jego zadaniem jest ściągnięcie uwagi dziecka. Następnie niemowlę słyszy bodziec dźwiękowy, a po 1200 ms pojawia się rysunek. Analogicznie jak w pierwszej metodzie, mierzona jest pozycja spojrzenia przed pojawieniem się rysunku w jednym z obszarów. W przypadku tej metody prezentowane jest 36 scen, z których 18 to sceny zgodne z powyższym opisem, a pozostałe mają zadanie przyciągnąć uwagę dziecka. Ponadto co czwarta scena z bodźcem dźwiękowym pozbawiona jest bodźca wizualnego, aby uzyskać jak najlepsze potwierdzenie dla umiejętności różnicowania dźwięków mowy, poprzez efekt oczekiwania na obiekt wizualny w odpowiednim dla dźwięku obszarze.



Rysunek 7. Zmodyfikowany schemat metody J. Bjerva (2011).



Rysunek 8. Trening, w którym dziecko może „przewijać” bajki spoglądając na czerwoną kropkę.

Część treningowa badań również obejmowała dwa eksperymenty przygotowane za pomocą języka GIML i uruchamiane na platformie GCAF. W pierwszym wykorzystaliśmy schemat zaproponowany przez Q. Wang (2012). W oryginale eksperyment ten polegał na prezentowaniu serii zdjęć zwierząt, które powoli zmieniały się przenikając z jednego w drugi. Proces ten można było jednak znacznie przyspieszyć, jeżeli badany skupił wzrok na czerwonej kropce widocznej z prawej strony rysunku. Kropka pełniła zatem rolę przełącznika. Zmodyfikowaliśmy ten eksperyment projektując na jego bazie trening, w którym zdjęcia zwierząt zastąpiono fragmentami bajek (filmami) z francuskim dubbingiem. Dzięki kropce dziecko miało możliwość wyboru: czy ogląda aktualnie odtwarzany fragment bajki do końca, czy spoglądając na kropkę przełącza go na kolejny (rysunek 8).

Drugi trening to interaktywna bajka sterowana przez dziecko spojrzeniem (rysunek 9). Wykorzystano w niej rysunki i dźwięki (w języku francuskim) pochodzące z bajki *Świnka Peppa*. W każdej scenie widoczne są trzy elementy, które po spojrzeniu (stan aktywacji obszaru, por. rysunek 4 poniżej) zaczynają się obracać. W przypadku dłuższego spojrzenia (stan reakcji) cała scena poza wybranym obszarem jest zasłonięta półprzezroczystą przesłoną, a postać z obszaru zaczyna „opowiadać”. W tym treningu dziecko samo decyduje, spoglądając na elementy widoczne na scenie, która z postaci zaczyna się poruszać i „mówić”. W oparciu o literaturę (por. P.K. Kuhl 2011, P. Tomalski i in. 2013, A.F. de C. Hamilton 2016) oczekujemy, że możliwość interakcji dziecka z bajką spowoduje, że wyniki treningu będą lepsze, niż w przypadku treningu biernego. Projekt interaktywnej bajki jest obecnie głównym poligonem testowym platformy GCAF.





Rysunek 9. Interaktywna bajka. Z lewej scena, w której pozostały dwa z trzech aktywnych elementów, z prawej – scena podczas aktywacji dolnego elementu.

## Bibliografia

- Albareda-Castellot, B./ F. Pons/ N. Sebastián-Gallés (2011), *The acquisition of phonetic categories in bilingual infants: new data from an anticipatory eye movement paradigm: Acquisition of phonetic categories in bilingual infants*, (w:) *Developmental Science*, 14 (2), 395–401.
- Aslin, R.N. (2012), *Infant Eye: A Window on Cognitive Development*, (w:) *Infancy*, 17 (1), 126–140.
- Bénédicte de Boysson-Bardies B./ M.B. Debevoise (2001), *How Language Comes to Children: From Birth to Two Years* (Bradford Books). Cambridge/ London.
- Bjerva, J./ E. Marklund/ J. Engdahl/ F. Lacerda (2011), *Anticipatory Looking in Infants and Adults*, (w:) *Proceedings of EyeTrackBehavior*, 2011, 1–4.
- Conboy, B.T./ R. Brooks/ A.N. Meltzoff/ P.K. Kuhl (2015), *Social Interaction in Infants' Learning of Second-Language Phonetics: An Exploration of Brain–Behavior Relations*, (w:) *Developmental Neuropsychology*, 40 (4), 216–229.
- Gallaway, C./ B.J. Richard (red.) (1994), *Input and Interaction in Language Acquisition*. Cambridge.
- Hamilton A.F.de C./ V. Southgate/ E.L. Hill (2016), *The development of action cognition*, (w:) A.K. Engel/ K.J. Friston/ D. Kragic (red.), *The Pragmatic Turn: Toward Action-Oriented Views in Cognitive Science*. Cambridge, 35–47.
- Hamilton A.F.de C. (2016), *Gazing at me: the importance of social meaning in understanding direct gaze cues*, (w:) *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 371, 20150077.
- Hennessey C./ A.T. Duchowski (2010), *An open source eye-gaze interface: expanding the adoption of eye-gaze in everyday applications*, (w:) C.H. Morimoto/ H. Istance (red.) *Proceedings of the 2010 Symposium on Eye-Tracking Research & Applications*. Austix, TX, 81–84
- Huckauf, A./ M. Urbina (2007), *Gazing with pEYE: new concepts in eye typing*, (w:) C. Wallrafen, V. Sundstedt (red.) *APGV 2007: Proceedings of the 4th symposium on Applied perception in graphics and visualization*. Tübingen, 141–141.
- Jusczyk, P.W. (2000), *The Discovery of Spoken Language (Language, speech, and communication)*. Cambridge/ London.

- Kuhl, P.K./ F.M. Tsao/ H.M. Liu (2003), *Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning*, (w:) PNAS, 100, 9096–9101.
- Kuhl, P.K. (2004), *Early language acquisition: cracking the speech code*, (w:) Nature Reviews Neuroscience, 5, 831–843.
- Kuhl, P.K. (2011), *Early Language Learning and Literacy: Neuroscience Implications for Education. Mind, Brain and Education*, (w:) The Official Journal of the International Mind, Brain, and Education Society, 5 (3), 128–142.
- Leclere, C./ S. Viaux/ M. Avril/ C. Achard/ M. Chetouani/ S. Missonnier et al. (2014), *Why Synchrony Matters during Mother-Child Interactions: A Systematic Review*, (w:) PLoS ONE, 9 (12), 1–12.
- McMurray, B./ R.N. Aslin (2005), *Infants are sensitive to within-category variation in speech perception*, (w:) Cognition, 95, B15–B26.
- McMurray, B./ R.N. Aslin (2004), *Anticipatory Eye Movements Reveal Infants. Auditory nad Visual Categories*, (w:) Infancy, 6 (2), 203–229.
- Nielsen, J. (1993), *Usability Engineering*. Cambridge.
- Ramirez-Esparza, N./ A. Garcia-Sierra/ P.K. Kuhl (2014), *Look who's talking: Speech style and social context in language input are linked to concurrent and future speech development*, (w:) Developmental Science, 17, 880–891.
- Shukla, M./ J. Wen/ K.S. White/ R.N. Aslin (2011), *SMART-T: A system for novel fully automated anticipatory eye-tracking paradigms*, (w:) Behav Res Methods, 43 (2), 384–398.
- Tomalski P./ D.G. Moore/ H. Ribeiro/ E. Axelsson/ E. Murphy/ A. Karmiloff-Smith/ M.H. Johnson/ E. Kushnerenko (2013), *Socio-economic status and functional brain development – associations in early infancy*, (w:) Developmental Science, 16 (5), 676–687.
- Wang, Q./ J. Bolhuis/ C.A. Rothkopf/ T. Kolling/ M. Knopf/ J. Triesch (2012), *Infants in Control: Rapid Anticipation of Action Outcomes in a Gaze-Contingent Paradigm*, (w:) PLoS ONE, 7 (2), 1–14.
- Wobbrock, J.O./ J. Rubinstein/ M.W. Sawyer/ A.T. Duchowski (2008), *Longitudinal evaluation of discrete consecutive gaze gestures for text entry*, (w:) J.J. Rääiä, A.T. Duchowski (red.), ETRA 2008: Proceedings of the 2006 Symposium on Eye tracking Research & Applications. New York, 11–18.
- Yu, C./ L.B. Smith (2010), *What you learn is what you see: Using eye movements to study infant cross-situational word learning*, (w:) Developmental Science, 2010, 1–16.

**Monika PŁUŻYCZKA**  
Uniwersytet Warszawski

## **Przestrzenne ruchy sakadowe a pamięć długotrwała**

### **Abstract:**

#### **Spatial saccadic movements and long-term memory**

The Author of the paper discusses various spatial saccadic movements, or in other words, saccades directed beyond the text area, that have been recorded during sight translation sessions. The results of the research confirm that the occurrence of spatial saccadic movements indicates searching within one's long-term memory. If significant cognitive effort is invested in the search for information in one's long-term memory, test subjects tend to "skitter away" from the stimuli, fixating instead on something beyond the text, which allows them to further process information and reduce the cognitive load. This means that spatial saccadic movements may actually be used as an additional parameter to measure the cognitive load (in the case of engaging the long-term memory).

The results obtained in the course of this study and the observations made herein will considerably complement the outcome of international research carried out in this respect in the past years, as they justify the occurrence of spatial saccadic movements, they indicate distinctive cognitive processes that take place concurrently and they stress the role they play during information processing.

### **Wstęp**

Zapewne każdy z nas zastanawiał się nieraz nad tym, dlaczego osoba z nami rozmawiająca ucieka wzrokiem na boki, dlaczego my sami uciekamy wzrokiem od bodźca, na który patrzymy, lub dlaczego kierujemy wzrok w różne strony, gdy zastanawiamy się nad odpowiedzią na zadane pytanie.

Rola, a raczej funkcje, ruchów oczu kierujących się w przestrzeń poza bodziec (w tym przypadku: poza tekst) nie była dotychczas zbyt często przedmiotem badań, a na pewno nie badań lingwistycznych czy translatorycznych. W niniejszym artykule przytoczę wyniki okulograficzne przeprowadzonych przeze mnie w ostatnich latach eksperymentów eyetrackingowych, które ujawniły występowanie licznych przestrzennych ruchów sakadowych podczas tłumaczenia *a vista*. Były one zaskakującym efektem prowadzonych badań, gdyż nie brałam ich na początku pod uwagę jako wskaźnika szacowanego obciążenia kognitywnego.

Eksperymenty (zarówno w badaniach pilotażowych, jak i w badaniach właściwych) składały się z dwóch części: badania na grupie eksperymentalnej (wykonującej tłumaczenie *a vista*) oraz badania na grupie kontrolnej (mającej za zadanie: czytanie ze zrozumieniem). Proces czytania ze zrozumieniem został wybrany jako proces bazowy pod względem obciążenia kognitywnego (czyli z założenia nie wiążący się ze zbyt

wysokim jego poziomem), by móc w procesie odniesienia oszacować, z jak dużym obciążeniem kognitywnym mamy do czynienia podczas tłumaczenia *a vista*. Takie ustawienie eksperymentu umożliwiło także zbadanie, czy w ogóle, a jeśli tak, to na ile, miarodajne są wybrane wskaźniki aktywności wzrokowej w ocenie obciążenia kognitywnego przy porównaniu dwóch procesów (jednego z niższym poziomem obciążenia, drugiego z szacowanym wysokim obciążeniem).

Materiał tekstowy w eksperymencie był to tekst prasowy w języku polskim o tematyce politycznej. Tekst został wybrany celowo z uwagi na znajdujące się w nim elementy mogące powodować różnego rodzaju problemy translacyjne. Materiał badawczy z kolei stanowiło łącznie 36 nagrań ścieżek wzroku badanych, 18 nagrań w grupie eksperymentalnej i 18 nagrań w grupie kontrolnej (wyselekcjonowanych z 53 wstępnie otrzymanych nagrań). Dodam tylko, że jeśli chodzi o badania *eyetrackingowe* w translatoryce, gdzie jednym z zadań jest wykonywanie tłumaczenia, to jest to próba spora (zob. S. Göpferich/ A.L. Jakobsen/ I.M. Mees 2008), co potwierdziła również istotność statystyczna otrzymanych wyników. Na poziomie każdej jednostki analizy zbadano szereg wskaźników aktywności wzrokowej, by zbadać ich miarodajność względem niej. Jednak tu skupię się jedynie na przytoczeniu wyników w formie wizualnej (tzw. ścieżek wzroku) dotyczących wspomnianych na początku ruchów sakadowych skierowanych w przestrzeń poza bodźcem.

Ruchy sakadowe wykraczające poza tekst nazwałam „przestrzennymi ruchami sakadowymi” (M. Płużyczka 2015), gdyż obejmują one bliżej nieokreśloną przestrzeń pozatekstową. Poniżej opiszę w skrócie, czym są przestrzenne ruchy sakadowe, z czego mogą wynikać i na co mogą wskazywać, w szczególności w odniesieniu do przeprowadzonych przeze mnie badań.

## 1. Przestrzenne ruchy sakadowe – stan badań

Rola sakad podczas patrzenia była dotychczas sprowadzana zazwyczaj do przenoszenia najistotniejszych informacji do dołka środkowego siatkówki oka. Przyjmuje się, że sakady nie wiążą się z wizualnym przetwarzaniem informacji, tzn. z wizualną percepcją informacji, dlatego nieraz nazywane są „niewizualnymi” ruchami oka (ang. *nonvisual eye movements*). Przestrzenne ruchy sakadowe oczu można jednak zaobserwować u osób, które o czymś myślą lub zastanawiają się nad odpowiedzią na pytanie. Badania dowodzą, iż te „niewizualne” ruchy oka są ściśle związane z określonymi procesami kognitywnymi.

Przestrzennymi ruchami sakadowymi po raz pierwszy zaczęto się interesować na przełomie lat 60. i 70. Zaobserwowano wtedy, że osoby, które poproszono o odpowiedź na pytanie zawarte w kwestionariuszu, zaraz po jego przeczytaniu, czyli podczas zastanawiania się nad odpowiedzią, „uciekały” wzrokiem od kwestionariusza. Na początku przypuszczano, iż odwracanie wzroku od bodźca sprzyja skupieniu, czyli zapobiega dystrakcji. Jednak teza ta nie znalazła potwierdzenia w badaniach. Okazało się bowiem, że również osoby, które zostają same w pomieszczeniu, wykonują lateralne ruchy oczu, nawet gdy mają oczy zamknięte (H. Ehrlichman/ D. Micic/ A. Sousa/ J. Zhu 2007).

W latach 70. powstała teoria NLP<sup>1</sup>, czyli tzw. programowania neurolingwistycznego. Jej zwolennicy postawili hipotezy, iż ogólnie ruchy oczu w kierunkach górnych odpowiadają za sferę wizualną, np. ruchy oczu skierowane w prawo (z perspektywy osoby je wykonującej) do góry oznaczają kreatywne myślenie, wymyślanie czy nawet kłamstwo. Z kolei ruchy w lewo w górę oznaczają przypominanie sobie czegoś, jakiegoś obrazu. Ruchy sakadowe na boki miałyby ogólnie odpowiadać za bodźce z rodzaju akustycznych, w lewą stronę w bok miałyby oznaczać przypominanie sobie dźwięku, bodźców akustycznych, a w prawo w bok – wyobrażanie sobie, jak coś brzmi. Ruchy oczu w dół mogłyby natomiast oznaczać, najogólniej rzecz ujmując, tzw. „dialog wewnętrzny”. Tezy te, mimo iż nadal są dość intensywnie popularyzowane, znajdują, jeżeli w ogóle, niktę odzwierciedlenie w literaturze specjalistycznej, a co najważniejsze – nie znajdują one żadnego potwierdzenia w wynikach badań naukowych. Ich weryfikacji podjął się ostatnio m.in. R. Wiseman (zob. R. Wiseman i in. 2012). Jego eksperyment miał na celu zbadanie, czy istnieje związek między ruchami gałek ocznych i mówieniem kłamstwa bądź prawdy. Probandów nagrywano i analizowano ruchy ich gałek ocznych. Sprawdzano dwie hipotezy: 1) kłamcy patrzą w prawo; 2) ludzie mówiący prawdę patrzą w lewo. Badania R. Wisemanna nie potwierdziły żadnej postulowanej zależności pomiędzy kierunkiem patrzenia a mówieniem kłamstwa bądź prawdy.

Z kolei w odnośnej naukowej literaturze przedmiotu łączono na początku odwracanie wzroku od np. kwestionariusza z charakterem odpowiedzi wywołanej przez asymetrię w aktywacji półkul mózgowych (zob. M. Kinsbourne 1972). Spojrzenia w prawą stronę (czyli w stronę przeciwną do położenia półkuli lewej, odpowiadającej za procesy werbalne) tłumaczono tak, że pojawiają się one, gdy pytanie prowokuje myślenie o zagadnieniach werbalnych (np. interpretacja przysłów, tworzenie definicji). Z kolei spojrzenia lewostronne (przeciwnie względem półkuli prawej, odpowiadającej za procesy wizualne) pojawiają się, gdy pytanie odnosi się do wyobrażenia wizualnego (np. pytanie: „Jak wygląda pokój w twoim mieszkaniu?”). Jednakże badania prowadzone w tym zakresie przez H. Ehrlichmana i A. Weinbergera (1978) wykazały, iż pytania odnoszące się do sfery werbalnej i te wymuszające wyobrażenie wizualne nie zawsze prowokują ruchy sakadowe zgodnie z powyższym schematem.

Co ciekawe jednak, badania wykazały inną zależność: przy pytaniach wymagających wyobraźni badani częściej nie wykonywali ruchów sakadowych (wpatrywali się w jeden punkt) niż podczas odpowiedzi na pytania dotyczące zagadnień werbalnych (zob. H. Ehrlichman/ A. Weinberger 1978, 2012). To potwierdzały też wcześniejsze badania z użyciem wskaźnika EMR (ang. *eye movement rate*), czyli wskaźnika okoruchowego mierzonego liczbą sakad na sekundę (zob. S.L. Weiner/ H. Ehrlichman 1976).

---

<sup>1</sup> NLP (*Neuro-Linguistic Programming*) – głównymi twórcami teorii programowania neurolingwistycznego byli matematyk i terapeuta R. Bandler oraz lingwista J. Grinder. Koncepcja NLP powstała jako forma psychoterapii i metoda samorozwoju (R. Bandler/ J. Grinder 1975). Jest to, najogólniej mówiąc, zbiór technik komunikacyjnych, mających na celu zmianę wzorców postępowania i myślenia. Założenia NLP, które zdobyło sporą popularność szczególnie w środowiskach biznesowych, nie znalazły potwierdzenia w badaniach naukowych, a wręcz zostały przez nie naukowo podważone i zakwestionowane (zob. np. C.F. Sharpley 1987). Obecnie techniki NLP są uznawane za nienaukowe metody perswazji.

Eksperymenty wyraźnie pokazały, że probanci wykonywali znacznie więcej sakad podczas odpowiedzi na pytania werbalne niż podczas pytań stymulujących wyobraźnię wizualno-przestrzenną (wartość EMR wyniosła 0,84 przy pytaniach dotyczących zagadnień werbalnych i 0,67 przy pytaniach stymulujących wyobraźnię przestrzenną). Nadal jednak pozostawało niejasne, dlaczego tak się dzieje.

H. Ehrlichman i J. Barrett (1983) odkryli, że może się to wiązać z różnymi wymaganiami odnośnie pamięci. Pytania odwołujące się do zagadnień werbalnych wymagają, jak założyli autorzy, o wiele większego zaangażowania pamięci niż pytania odnoszące się do sfery wizualno-przestrzennej. K.J. Bergstrom i M. Hiscock (1988) testowali ten pomysł za pomocą pytań, które wymagały różnego stopnia wysiłku mentalnego związanego z zaangażowaniem pamięci. Odkryli oni, iż obciążenie pamięci odgrywa o wiele ważniejszą rolę niż to, czy pytanie odnosi się do sfery werbalnej czy wizualnej. Ostatecznie okazało się, iż pytania wymagające dużego obciążenia pamięci, np. pytanie dotyczące zagadnień werbalnych, takie jak: „Wymień pięcioliterowy wyraz zawierający trzy spółgłoski i dwie samogłoski”, miało czynnik EMR dwukrotnie wyższy niż pytanie werbalne, które nie wywołuje tak dużego obciążenia pamięci, np.: „Jak dużo samogłosek jest w wyrazie »nieprzejednany« (ang. *intransigent*)?”.

Bardzo ciekawe eksperymenty w tym zakresie zostały przeprowadzone w ostatnich latach (zob. H. Ehrlichman i in. 2007, D. Micic i in. 2010). Ich hipotezą roboczą było założenie, że „szukanie” informacji w pamięci długotrwałej generuje ruchy sakadowe oka, podczas gdy zachowywanie informacji w pamięci roboczej lub też zwrócenie uwagi na informację w pamięci roboczej spowalnia albo powstrzymuje ruchy sakadowe. Podczas eksperymentu probanci znajdowali się w sali, w której ograniczono do minimum bodźce wizualne, mogące rozpraszać ich uwagę podczas badania. Probanci zostali uprzedzeni, iż badanie będzie dotyczyć ekspresji twarzy – manipulacja miała na celu to, by nie skupiali się oni na ruchach oczu, a to miałyby miejsce, gdyby znali prawdziwy cel badania. Okazało się, że pytania angażujące w bardzo małym stopniu pamięć długotrwałą, a wymagające zaangażowania pamięci roboczej, generowały najmniejszy poziom EMR, z kolei pytania wymagające obciążenia pamięci długotrwałej skutkowały rezultatami o najwyższej wartości EMR. Z kolei zadania, podczas których wykorzystuje się materiał z pamięci długotrwałej, ale które nie wymagają od probanta szukania informacji, gdyż elementy występują w znanym ciągu i kolejności, np. zadania dotyczące recytowania alfabetu lub dni tygodnia czy zwykłego liczenia, powodują uzyskanie niskiego poziomu wskaźnika EMR. W takich bowiem pytaniach już pierwszy element sugeruje automatycznie, jakie będą następne.

Badania pokazały zatem, że pytania, które wymagają „poszukiwania” odpowiedzi w pamięci długotrwałej, czyli wymagają jej dużego zaangażowania, prowadzą do uzyskania wysokich wyników EMR (D. Micic i in. 2010). Jak podkreślali ich autorzy, różnice w wynikach były znaczne – efekt *d* Cohena wyniósł między 1,0 a 2,0. Badania wykazały ponadto, iż efekty nie były zależne od liczby wypowiedzianych w zadaniu wyrazów, ani też od otoczenia wizualnego badanych – probantów obserwowano bowiem w sytuacjach, gdzie narażeni byli na bodźce wizualne, oraz w sytuacjach, gdy takich bodźców nie było, jak również wtedy, gdy probanci mieli oczy zamknięte. Na różnice w wartościach wskaźnika EMR nie wpłynął również, co ciekawe, stopień trudności samego zadania. Nie znaleziono również zależności między EMR i wskaźnikiem

liczby mrugnięć (zob. H. Ehrlichman i in. 2007), podawanym często jako indyktor obciążenia kognitywnego (zob. G.J. Siegle/ N. Ichikawa/ S. Steinhauer 2008)<sup>2</sup>.

Odpowiadając w artykule na tytułowe pytanie „Why Do People Move Their Eyes When They Think?”, jego autorzy, H. Ehrlichman i D. Micic (2012), dochodzą do wniosku po opisanu przeprowadzonych badań, że jedna z możliwych odpowiedzi brzmi następująco: ruchy sakadowe w pewien sposób umożliwiają procesy kognitywne. A przestrzenne ruchy sakadowe, czyli odwracanie wzroku od pytania lub ogólnie rzecz biorąc – od bodźca, redukują, ich zdaniem, poziom obciążenia kognitywnego:

Empirical support for this view has come from studies of gaze aversion, which have demonstrated that shifts of gaze may occur to free up cognitive resources, especially when people need to think more deeply about what they are saying (H. Ehrlichman/ D. Micic 2012: 9)<sup>3</sup>.

Tezę tę potwierdzają zresztą również inne prowadzone ostatnio badania empiryczne w tym zakresie (zob. m.in.: G. Doherty-Sneddon/ F.G. Phelps 2005; A.M. Glenberg/ J.L. Schroeder/ D.A. Robertson 1998). Ich autorzy zgodnie twierdzą, że przestrzenne ruchy sakadowe pozwalają uruchomić dodatkowe zasoby kognitywne, odciążając zachodzące procesy.

H. Ehrlichman i D. Micic (2012) przytaczają dodatkowo wyniki ostatnich badań, które wiążą ruchy sakadowe z wyszukiwaniem informacji w pamięci, np. eksperymenty przeprowadzone przez S.D. Christmana, K.J. Garvey'a, R.E. Propper i K.A. Phaneuf (2003). W ich badaniu probanci zostali poinstruowani, aby wykonywać ruchy sakadowe do prawej strony i do lewej przez 30 sekund przed przypomnieniem sobie listy słów lub ostatnich wydarzeń autobiograficznych. Badanie ujawniło, iż ruchy sakadowe oka ułatwiały to zadanie, czyli umożliwiały szybsze przypomnienie sobie listy słów lub zdarzeń. Zadanie to okazało się dla probantów łatwiejsze niż przy poleceniu niewykonywania ruchów sakadowych. Autorzy badania doszli do wniosku, że sakady aktywują sekwencyjnie i naprzemiennie lewą i prawą półkulę mózgową. Okazuje się, że zwiększona interakcja półkul ułatwia przypomnienie sobie informacji.

Ciekawą odpowiedzią na to badanie były kolejne eksperymenty (zob. D. Micic/ H. Ehrlichman/ R. Chen 2010). Ich autorzy wyszli z założenia, że jeśli jest tak, jak zostało opisane w badaniu S.D. Christmana i in. (2003), to niewykonywanie ruchów sakadowych oka powinno skutkować pogorszeniem się wyników osiąganych przez probantów. Naukowcy porównali więc wyniki osób, które mogły swobodnie poruszać oczami, z wynikami osób, którym zakazano wykonywania ruchów sakadowych. Pierwsza połowa probantów została poproszona o przypomnienie sobie listy słów, ale bez instrukcji co do ruchów ich oczu (czyli mogli naturalnie wykonywać ruchy sakadowe), a druga połowa musiała przywołać z pamięci listę słów, z poleceniem nieporu-

---

<sup>2</sup> Wskaźnik liczby mrugnięć również w prowadzonych przeze mnie eksperymentach nie wykazał istotnych różnic między badanymi procesami, dlatego zdecydowałam się nie uwzględniać wyników jego dotyczących w niniejszej pracy.

<sup>3</sup> Pogląd ten znalazł empiryczne potwierdzenie w badaniach nad odwracaniem wzroku, które pokazały, że odwrócenie wzroku może spowodować uruchomienie dodatkowych zasobów kognitywnych, szczególnie gdy badani muszą intensywniej pomyśleć nad tym, co mówią (H. Ehrlichman/ D. Micic 2012: 9; tłum.: M. P.).

szania oczami i wpatrywania się w punkt przed nimi. Okazało się, że wyniki dla obu grup były identyczne. Eksperyment ten pozwolił zatem stwierdzić, że ruchy sakadowe, które wykonuje się podczas zadań wymagających obciążenia pamięci długotrwałej, mają niedużą wartość funkcjonalną, czyli nie mogą mieć szczególnego zastosowania praktycznego, np. polepszającego wyniki przywoływania informacji z pamięci. Co ciekawe jednak, po tym badaniu wielu probantów mówiło, że bardzo trudno im było nie wykonywać ruchów sakadowych podczas zastanawiania się nad odpowiedzią. 18 z 75 probantów powiedziało, że nie było wręcz w stanie nie ruszać oczami, czyli nie wykonywać ruchów sakadowych podczas przypominania sobie listy słów, co udawało im się jedynie podczas słuchania tej listy.

H. Ehrlichman i D. Micic (2012) zaznaczają, iż odkryta zależność pomiędzy ruchami sakadowymi oka a pamięcią długotrwałą może odzwierciedlać ewolucyjną historię mózgu. Jest to założenie myślenia ewolucyjnego, zakładające, że nowe struktury i systemy nie zastępują starych, lecz budują na nich (zob. J. Jonides/ S.C. Lacey/ D.E. Nee 2005). Naukowcy przypuszczają, że możliwość szukania informacji w pamięci długotrwałej mogła rozwinąć się z istniejącego już systemu neuronowego, który umożliwia szukanie informacji w środowisku wizualnym. Ludzie korzystają z sakadowych ruchów oczu, by „zeskanować” otoczenie, a jak już zlokalizują interesujący ich bodziec, to koncentrują się na nim. Analogicznie może wyglądać sytuacja z przestrzennymi ruchami sakadowymi: ludzie wykonują wiele przestrzennych ruchów sakadowych, by „zeskanować” pamięć długotrwałą w poszukiwaniu informacji, a tylko nieznaczne ruchy wykonują, by skupić się na informacji w pamięci roboczej. Zdają się to potwierdzać wypowiedzi samych badanych o eksperymencie, niektóre z nich brzmiały następująco: „Moje oczy biegały wkoło, próbując jakby wydobyć odpowiedź z mojej głowy”; „Czułem się, jakbym szukał wyrazu po pokoju, cały czas go przeszukując, mimo świadomości, że tam go nie znajdę” (za: H. Ehrlichman/ D. Micic 2012: 98).

Jeśli zatem sakady mogą być wywoływane przez oba systemy: wizualny oraz pamięciowy, to – jak konkludują H. Ehrlichman i D. Micic (2012) – być może systemy te mogą konkurować między sobą w zakresie kontroli aktywności okoruchowej. Jeśli taka „rywalizacja” rzeczywiście istnieje, to można wyobrazić sobie sytuację, w której potrzeba utrzymania skanowania wizualnego jest zaburzana przez to, że następuje zmiana kontroli z bodźców wizualnych na bodźce mające źródło w pamięci, czyli to one przejmują funkcję kontrolną. Wiadomo na przykład, że rozmowa podczas prowadzenia samochodu przeszkadza w efektywnym „skanowaniu” drogi (zob. D.L. Strayer/ F.A. Drews 2007). Być może jest to po części związane z tym, że sakady wywoływane są przez procesy szukania informacji w pamięci długotrwałej, co stanowi przecież nieodłączny element konwersacji. Badania te, jak zaznaczają H. Ehrlichman i D. Micic (2012), mogą być znaczące dla badań dotyczących postrzegania, uwagi czy skupienia.

H. Ehrlichman i D. Micic (2012), podsumowując prowadzone przez nich badania, stwierdzają, iż ruchy oczu są ściśle powiązane z procesami kognitywnymi. Przestrzenne ruchy sakadowe redukują obciążenie kognitywne, uruchamiając dodatkowe zasoby kognitywne. Wyniki ich badań potwierdzają też, że analizowane ruchy sakadowe oczu mogą być niezależne od procesów wizualnych. Jest to odkrycie bardzo ważne i uzasadniające, dlatego nazywa się je niewizualnymi ruchami oczu. Badania potwierdzają również tezę, iż ruchy te wywoływane są głównie w procesie szukania informacji w



pamięci długotrwałej. Badania dowodzą też, iż zachowanie czy utrzymanie informacji w pamięci roboczej hamuje lub zmniejsza wykonywane ruchy oczu. Dzieje się tak dlatego, że zadania, które maksymalizują zachowanie informacji, minimalizują jej poszukiwanie.

## 2. Eksperymenty okulograficzne

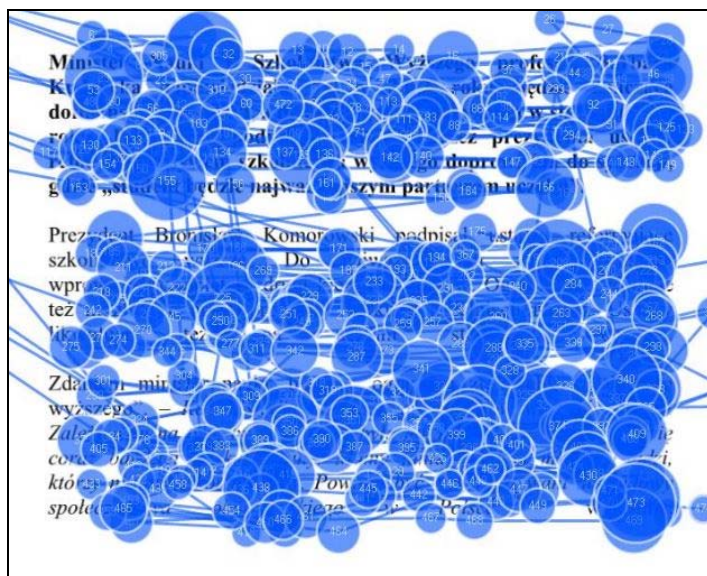
W przeprowadzonym przeze mnie eksperymencie procesem wymagającym dużego zaangażowania procesów mentalnych, w tym też – jak założyłam – przeszukiwania pamięci długotrwałej, był proces tłumaczenia a vista. W procesie tłumaczenia szukanie informacji w pamięci długotrwałej polega na przypominaniu sobie formy wyrażeniowej w języku obcym, która odpowiadałaby formie wyrażeniowej w języku źródłowym, czyli polega ono na dopasowaniu właściwego ekwiwalentu. Na przykładzie badanego procesu tłumaczenia a vista i analizy map ścieżek wzroku oraz występujących na nich przestrzennych ruchów sakadowych, możliwe będzie zweryfikowanie hipotezy, czy są one rzeczywiście związane z uruchamianiem dodatkowych zasobów kognitywnych i skanowaniem pamięci długotrwałej.

Pierwsze wyniki uzyskane podczas badania tłumaczenia a vista (w badaniu pilotażowym<sup>4</sup>) były już dla mnie zaskakujące. Skany ścieżek wzroku pokazały, iż probanci „uciekają” wzrokiem od tekstu. Zazwyczaj ruchy te skierowane były w lewą stronę do góry. Na początku próbowałam sprawdzić zależność tego wyniku z teoriami programowania neurolingwistycznego (prawostronne ruchy oczu, gdy ktoś wymyśla bądź kłamie, i lewostronne związane z przypominaniem sobie czegoś), jednak nie znalazłam na to potwierdzenia w analizie porównawczej ścieżek wzroku i przy odsłuchiwaniu nagrań tłumaczeń. Innymi słowy, nie zaobserwowałam zależności między kierunkiem patrzenia a trafnością ekwiwalentu. Niezależnie zatem od tego, czy probant wymyślał ekwiwalent (w kategoriach NLP odpowiadałoby to „zmyślanie/ kłamanie”), czy przypominał sobie ekwiwalent w J2 i trafnie go stosował, nie miało to wpływu na kierunek, w którym patrzył.

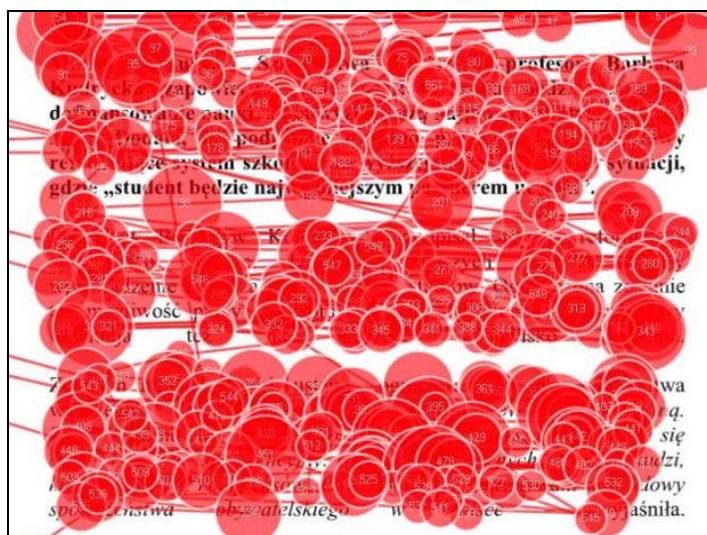
Poniżej kilka przykładów map ścieżek wzroku z badań pilotażowych, podczas których zostały zarejestrowane przestrzenne ruchy sakadowe w różnych kierunkach:

---

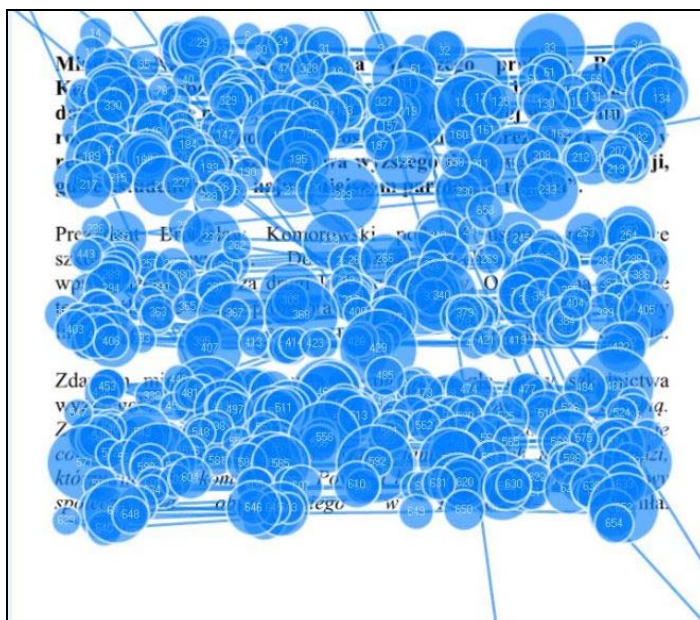
<sup>4</sup> Badania prowadzone przeze mnie w 2011 i 2012 r. na sprzęcie okulograficznym Tobii T120 (zob. M. Płużyczka 2012, 2013a, 2013b, 2013c).



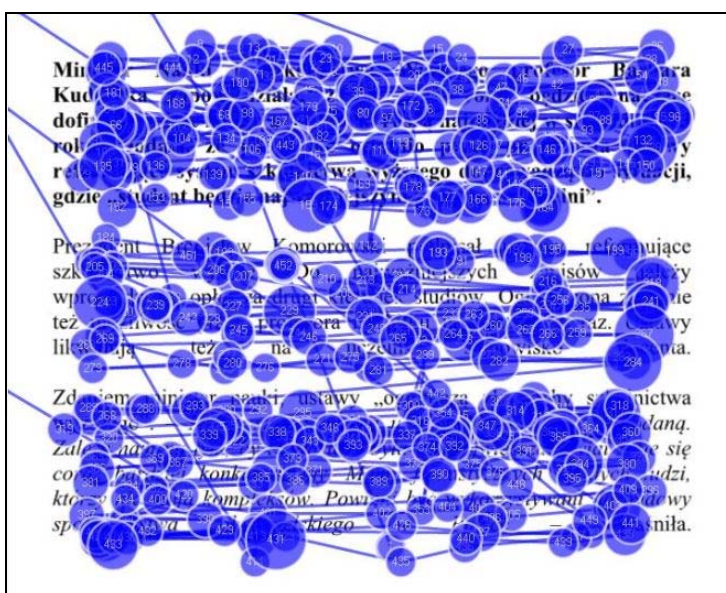
Rysunek 1. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 11 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista (badanie pilotażowe).



Rysunek 2. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 8 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista (badanie pilotażowe).

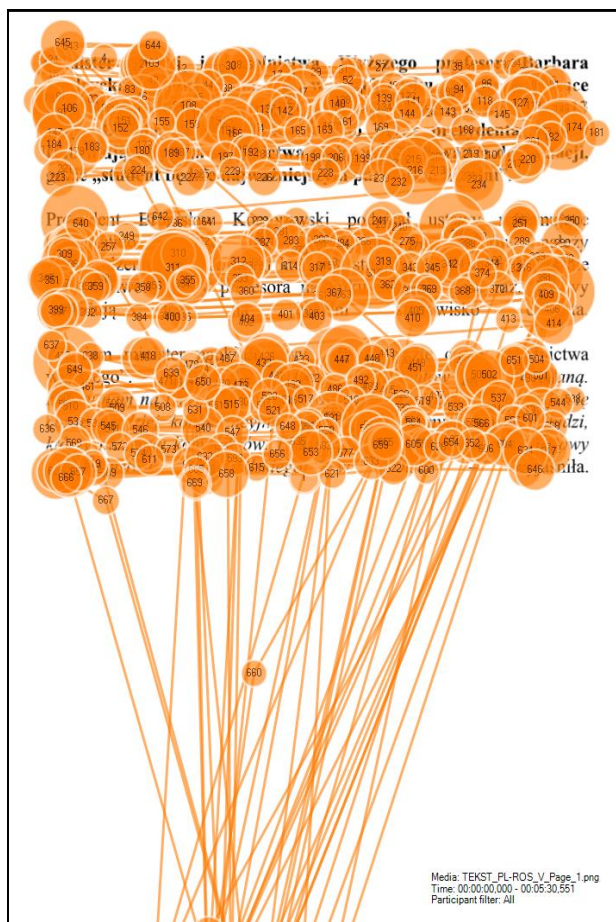


Rysunek 3. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 9 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista (badanie pilotażowe).



Rysunek 4. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 16 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista (badanie pilotażowe).

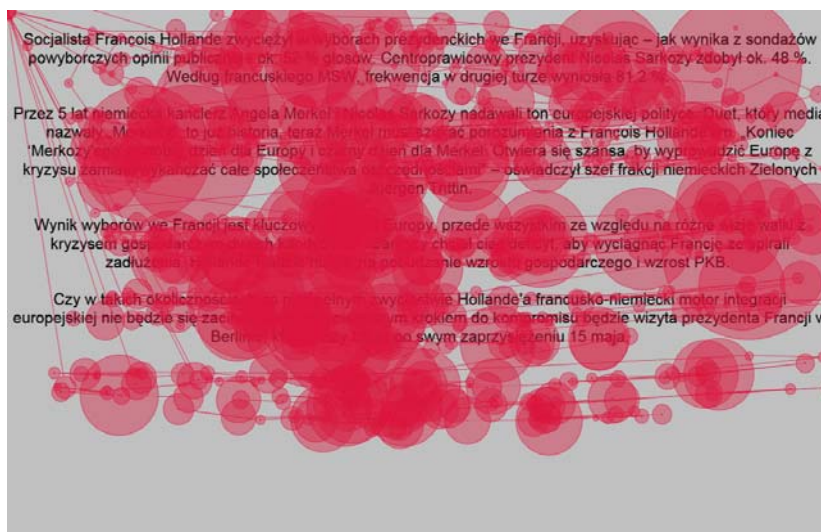
Podczas badania pilotażowego przestrzenne ruchy sakadowe zazwyczaj były kierowane w lewą stronę w kierunku bocznym, często pojawiały się ruchy również w prawą stronę. Zarejestrowane zostały także nieznaczne ruchy w dół, choć u jednego z probantów przybrały one charakter dominujący:



Rysunek 5. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 15 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista (badanie pilotażowe).

Po odrzuceniu założeń teorii NLP i przesłuchaniu nagrań tłumaczenia probantów, okazało się, iż przestrzenne ruchy sakadowe wykonują oni podczas, najogólniej rzecz ujmując, zastanawiania się nad propozycją ekwiwalentu, dlatego też przychyliłam się do hipotezy postawionej, a następnie potwierdzonej przez H. Ehrlichmana i współpracujących z nim naukowców, że przestrzenne ruchy sakadowe niezależnie od ich kierunku mają za zadanie uruchomienie dodatkowych zasobów kognitywnych i wszystko wskazuje na to, że są związane z poszukiwaniem informacji w pamięci długotrwałej (H. Ehrlichman/ D. Micic 2012).

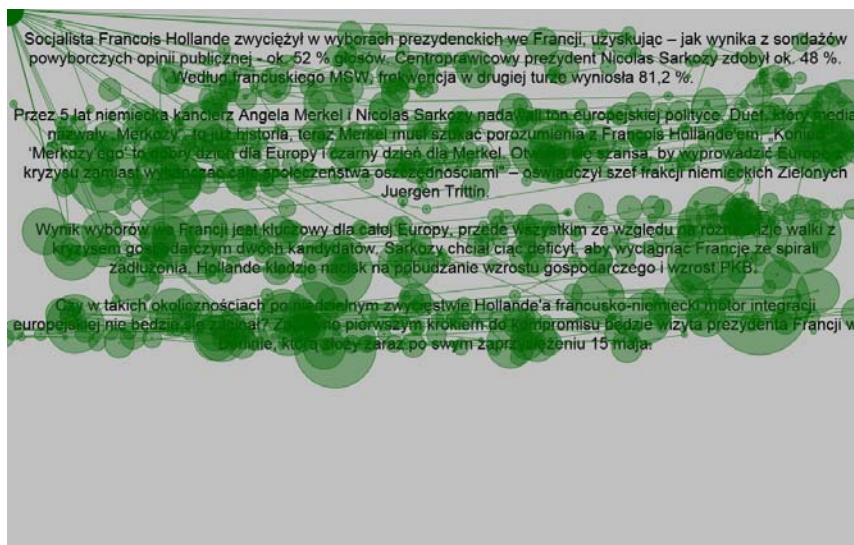
Poniżej zostanie zaprezentowane kilka przykładów ścieżek wzroku probantów z eksperymentu właściwego, opisanego na początku artykułu. Są to mapy ścieżek wzroku probantów podczas tłumaczenia a vista, które obrazują przestrzenne ruchy sakadowe:



Rysunek 6. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 1 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista.



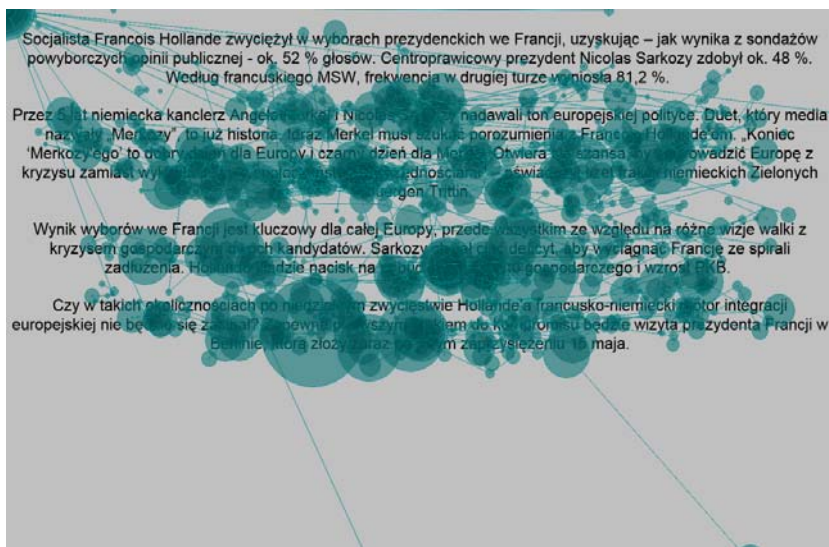
Rysunek 7. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 4 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista.



Rysunek 8. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 5 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista.



Rysunek 9. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 10 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista.



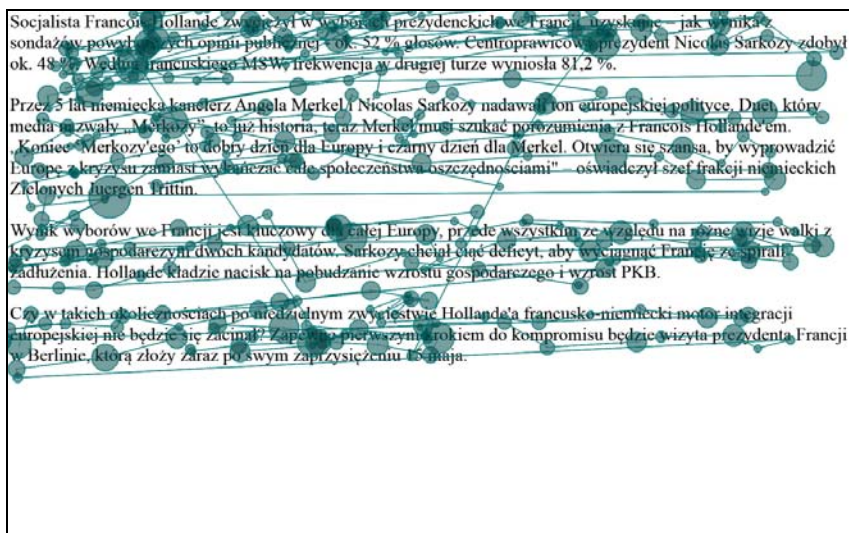
Rysunek 10. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 15 obrazująca przestrzenne ruchy sakadowe podczas tłumaczenia a vista.

Na powyżej zamieszczonych skanach ścieżek wzroku probantów można zauważyć, iż większość z nich kierowała swój wzrok w lewo ku górze, niektórzy „uciekali” wzrokiem w dół, a nieraz zdarzały się ruchy w prawą stronę. Z 18 probantów z grupy eksperymentalnej, czyli wykonującej zadanie tłumaczenia a vista, tylko u dwóch nie odnotowałam znacznych przestrzennych ruchów sakadowych.

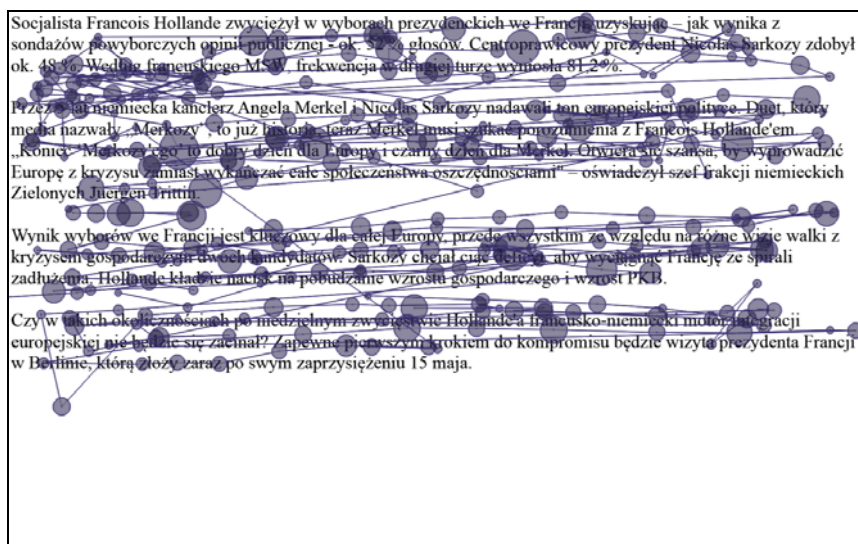
Założenie, iż przestrzenne ruchy sakadowe związane są z przeszukiwaniem pamięci długotrwałej w celu przypomnienia sobie ekwiwalentu oraz uruchomieniem dodatkowych zasobów kognitywnych przy dużym obciążeniu mentalnym zdają się więc potwierdzać wyniki badań pilotażowych na sprzęcie okulograficznym Tobii T120 (zob. M. Płużyczka 2013), jak również eksperymentu właściwego prowadzonego w latach kolejnych na sprzęcie SMI RED500.

Należy zaznaczyć, by wykluczyć wpływ warunków prowadzenia eksperymentów na badania, że eksperymenty były prowadzone w innych warunkach, w innej sali, w której osoba prowadząca badanie znajdowała się w innej pozycji względem badanych, na innych aparaturach okulograficznych, tak więc warunki prowadzenia eksperymentu nie determinowały samych ruchów oczu ani też ich kierunku.

Dla porównania poniżej zaprezentuję niektóre z map ścieżek wzroku probantów podczas czytania ze zrozumieniem. Jak widać na poniżej zamieszczonych skanach, na większości z nich w ogóle nie odnotowano przestrzennych ruchów sakadowych, co zgadzałoby się z wcześniej przytoczonymi założeniami, gdyż czytanie ze zrozumieniem, po pierwsze, nie wiąże się ze zbyt dużym obciążeniem kognitywnym, a po drugie, nie wymaga przeszukiwania pamięci długotrwałej:

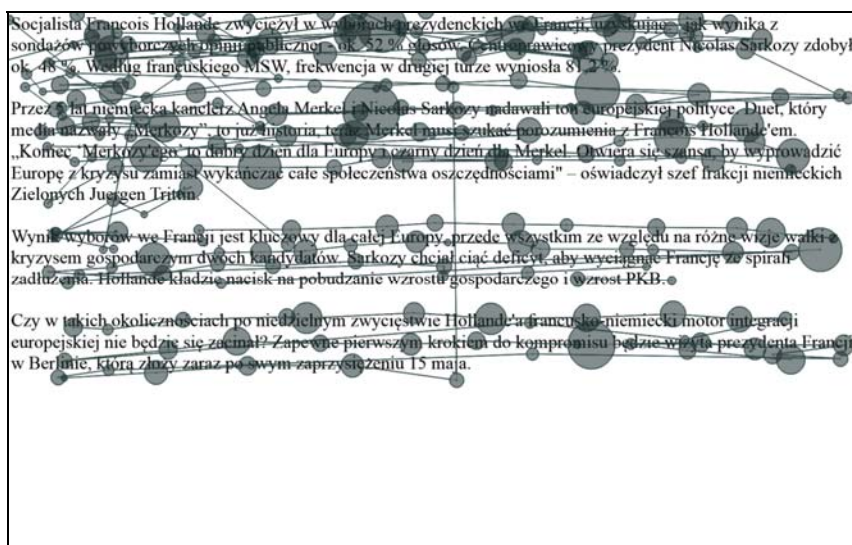


Rysunek 11. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 1 podczas czytania ze zrozumieniem.

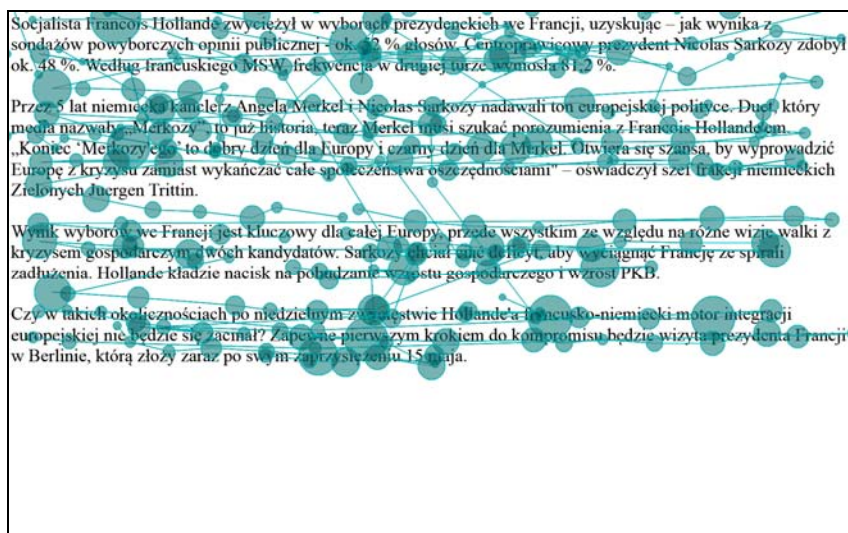


Rysunek 12. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 10 podczas czytania ze zrozumieniem.



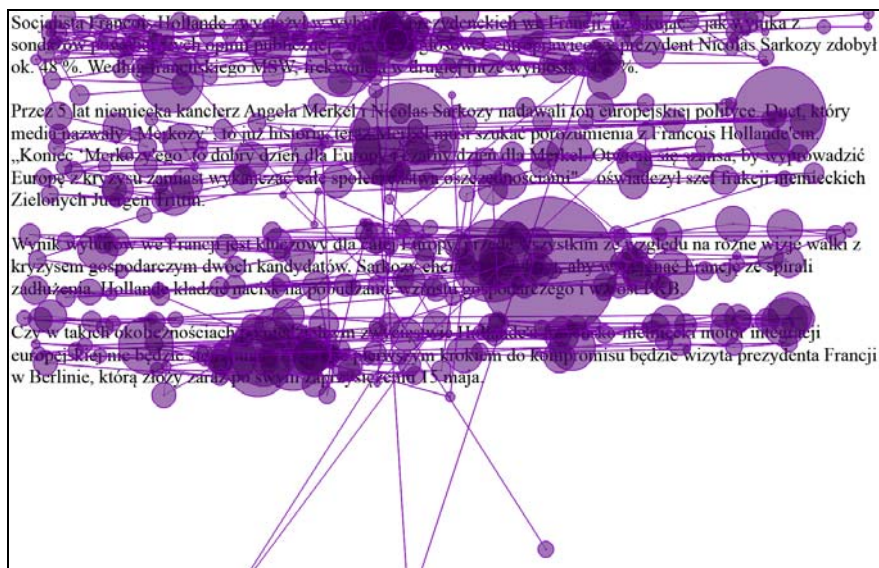


Rysunek 13. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 11 podczas czytania ze zrozumieniem.



Rysunek 14. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 12 podczas czytania ze zrozumieniem.

Tylko u jednego probanta podczas czytania ze zrozumieniem zarejestrowano przestrzenne ruchy sakadowe, były one skierowane w dół. U tego samego probanta odnotowano zresztą również najdłuższe trwające fiksacje, mimo że wydawać by się mogło, iż proces czytania jako niezbyt obciążający kognitywnie nie będzie generował długich fiksacji:



Rysunek 15. Mapa ścieżki wzroku probanta nr 13 podczas czytania ze zrozumieniem.

Przestrzenne ruchy sakadowe, które odnotowano u probanta nr 13 (skan nr 26), wystąpiły (oprócz sakady pierwszej rozpoczynającej się z dołu i sakady ostatniej skierowanej w dół) podczas czytania pierwszego akapitu. Probandt wykonał przestrzenne ruchy sakadowe po przeczytaniu liczebnika „81,2%”, następnie po skierowaniu wzroku na wyraz „centroprawicowy”, a potem po przeczytaniu wyrazu „frekwencja”. Może to świadczyć o próbie zachowania informacji w pamięci. Choć i tak wydaje się ten przypadek zaskakujący, gdyż z przytoczonych wcześniej badań wynika, iż zachowanie informacji w pamięci zazwyczaj nie wywołuje przestrzennych ruchów sakadowych. Potwierdzają to zresztą pozostałe skany z wynikami innych probantów. Wszyscy bowiem podczas badania czytania ze zrozumieniem zostali dodatkowo poproszeni o przeczytanie tekstu i zapamiętanie najważniejszych informacji, by potem odpowiedzieć na pytania dotyczące przeczytanej wypowiedzi (kwestionariusz był im przedłożony od razu po czytaniu). Można przyjąć więc, iż wszyscy działali tak, aby zachować informacje w pamięci.

Grupa wykonująca czytanie ze zrozumieniem również stanowiła grupę kontrolną, dzięki której możliwe stało się zbadanie tego, czy 1) wykonujemy przestrzenne ruchy sakadowe podczas czytania ze zrozumieniem, który to proces jest mniej obciążający mentalnie oraz nie wymaga przeszukiwania pamięci długotrwałej, oraz czy 2) wykonujemy przestrzenne ruchy sakadowe podczas zachowywania informacji w pamięci. Na powyższych skanach widać bardzo wyraźnie, że probanci podczas czytania ze zrozumieniem i podczas zachowywania informacji w pamięci nie wykonywali zazwyczaj przestrzennych ruchów sakadowych, a jeśli już, to były one nieliczne. Wyniki te potwierdzają zatem również drugą część założeń H. Ehrlichmana i D. Micic (2012), iż zadania nie wymagające przeszukiwania pamięci długotrwałej, a jedynie zachowania informacji w pamięci roboczej, nie powodują – lub powodują bardzo nieznaczne – przestrzenne ruchy sakadowe.

Wyniki omówionych powyżej badań dotyczących przestrzennych ruchów sakadowych wydają mi się warte szczególnej uwagi. Jak do tej pory przeprowadzono niewiele eksperymentów dotyczących przestrzennych ruchów sakadowych oraz ich zależności z pamięcią długotrwałą i obciążeniem kognitywnym. Otrzymane wyniki badań konstytuują innowacyjny nurt dalszych badań w zakresie lingwistyki i translatoryki okulograficznej.

Reasumując, mogę stwierdzić, że przeprowadzone eksperymenty wykazały, iż istnieją znaczące różnice między procesem tłumaczenia a vista i czytaniem ze zrozumieniem w zakresie ruchu sakadowego oka. Podczas tłumaczenia a vista u prawie wszystkich probantów odnotowano przestrzenne ruchy sakadowe w różnych kierunkach, wykraczające poza tłumaczony tekst. Aktywność okoruchowa w tym zakresie związana jest z uruchomieniem dodatkowych zasobów kognitywnych w celu przeszukania pamięci długotrwałej, by znaleźć właściwą informację (ekwiwalent). Przestrzenne ruchy sakadowe redukują równocześnie zbytne obciążenie kognitywne. Z kolei w czytaniu ze zrozumieniem z reguły nie występowały przestrzenne ruchy sakadowe (tylko u jednego z probantów odnotowano nieliczne ruchy sakadowe w dół). Zadanie to nie prowokowało bowiem poszukiwań informacji w pamięci długotrwałej, a jedynie zachowanie informacji na krótki czas (czyli w pamięci roboczej), co powoduje zdecydowanie mniejszą aktywność okoruchową.

Powyższe badania są ważne również z punktu widzenia założeń metodologicznych, są one kolejnym dowodem na podważenie tezy M. Justa i P. Carpenter (1980), że przetwarzanie elementu odbywa się wyłącznie podczas fiksacji na nim, jak również uzasadniają one największą miarodajność w badaniach okulograficznych nad obciążeniem mentalnym wskaźnika *dwelt time*, czyli czasu wszystkich fiksacji i sakad, nawet tych występujących poza bodźcem.

## Bibliografia

- Bergstrom, K. J./ M. Hiscock (1988), *Factors Influencing Ocular Motility during the Performance of Cognitive Tasks*, (w:) Canadian Journal of Psychology, 42, 1–23.
- Christman, S.D./ K.J. Garvey/ R.E. Propper/ K.A. Phaneuf (2003), *Bilateral Eye Movements Enhance the Retrieval of Episodic Memories*, (w:) Neuropsychology, 17, 221–229.
- Doherty-Sneddon, G./ F.G. Phelps (2005), *Gaze Aversion: A Response to Cognitive or Social Difficulty?*, (w:) Memory & Cognition, 33, 727–733.
- Ehrlichman, H./ D. Micic (2012), *Why people Move Their Eyes When They Think?*, (w:) Current Directions in Psychological Science, 21 (2), 96–100.
- Ehrlichman, H./ A. Weinberger (1978), *Lateral Eye Movements and Hemispheric Asymmetry: A Critical Review*, (w:) Psychological Bulletin, 85, 1080–1101.
- Ehrlichman, H./ D. Micic/ A. Sousa/ J. Zhu (2007), *Looking for Answers: Eye Movements in Non-visual Cognitive Tasks*, (w:) Brain and Cognition, 64, 7–20.
- Ehrlichman, H./ J. Barrett (1983), *Random Saccadic Eye Movements during Verbal-linguistic and Visual-imaginal Tasks*, (w:) Acta Psychologica, 53, 9–26.

- Glenberg, A.M./ J.L. Schroeder/ D.A. Robertson (1998), *Averting the Gaze Disengages the Environment and Facilitates Remembering*, (w:) *Memory & Cognition*, 26, 651–658.
- Göpferich, S./ A.L. Jakobsen/ I.M. Mees (red.) (2008), *Looking at Eyes: Eye-Tracking Studies of Reading and Translation Processing*. Copenhagen.
- Jonides, J./ S.C. Lacey/ D.E. Nee (2005), *Processes of Working Memory in Mind and Brain*, (w:) *Current Directions in Psychological Science*, 14, 2–5.
- Just, M.A./ P.A. Carpenter (1980), *A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension*, (w:) *Psychological Review*, 87 (4), 329–354.
- Kinsbourne, M. (1972), *Eye and Head Turning Indicates Cerebral Lateralization*, (w:) *Science*, 176, 539–541.
- Micic, D./ H. Ehrlichman/ R. Chen (2010), *Why Do We Move Our Eyes while Trying to Remember? The Relationship between Non-visual Gaze Patterns and Memory*, (w:) *Brain and Cognition*, 74, 210–224.
- Płużyczka, M. (2012), *Na co patrzy, a co widzi tłumacz a vista? Translatoryczne możliwości poznawcze okulografii*, (w:) *Lingwistyka Stosowana/ Applied Linguistics/ Angewandte Linguistik*, 5, 66–77.
- Płużyczka, M. (2013a), *Eye-tracking Research into sight Translation Processes: Lap-sological Conclusions*, (w:) S. Grucza/ M. Płużyczka/ J. Zając (red.), *Translation Studies and Eye-Tracking Analysis*. Frankfurt a. M., 105–138.
- Płużyczka, M. (2013b), *Okulograficzne spojrzenie na trudności translacyjne*, (w:) *Rocznik Przekładoznawczy. Studia nad teorią, praktyką i dydaktyką przekładu*, 8, 59–71.
- Płużyczka, M. (2013c), *Eye-tracking Support of Translation Processes Analysis*, (w:) *Vestnik of Moscow State Linguistic University (Вестник Московского государственного областного университета)*. Moskwa, 127–137.
- Płużyczka, M. (2015), *Tłumaczenie a vista. Rozważania teoretyczne i badania eyetrackingowe*. Warszawa,.
- Siegle G.J./ N. Ichikawa/ S. Steinhauer (2008), *Blink before and after You Think: Blinks Occur prior to and following Cognitive Load Indexed by Pupillary Responses*, (w:) *Psychophysiology*, 45 (5), 679–687.
- Strayer, D.L./ F.A. Drews (2007), *Multi-tasking in the Automobile*, (w:) A. Kramer/ D. Wiegmann/ A. Kirlik (red.), *Attention: From Theory to Practice*, Oxford, 121–133.
- Weiner, S.L./ H. Ehrlichman (1976), *Ocular Motility and Cognitive Process*, (w:) *Cognition*, 4, 31–43.
- Wiseman, R./ C. Watt/ L. ten Brinke/ S. Porter/ S.-L. Couper/ C. Rankin (2012), *The Eyes Don't Have It: Lie Detection and Neuro-Linguistic Programming*, (w:) *PLoS One*, 7. (<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0040259>; pobrano 26.11.2015).

Niniejsza publikacja jest dostępną na licencji Creative Commons. Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska. Pewne prawa zastrzeżone na rzecz autora. Zezwala się na wykorzystanie publikacji zgodnie z licencją – pod warunkiem zachowania niniejszej informacji licencyjnej oraz wskazania autora jako właściciela praw do tekstu. Treść licencji jest dostępna na stronie: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/pl/>

Lingwistyka Stosowana 20: 5/2016, 119–125

**Sebastian SEYDA, Joanna WIŚNIEWSKA**  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

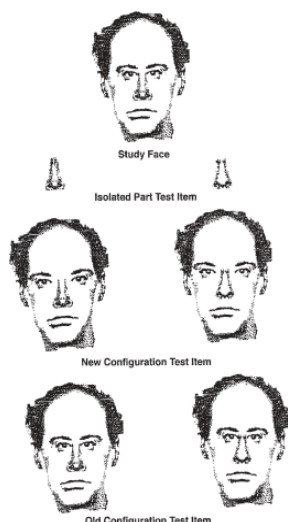
## Czy twarz naprawdę postrzegana jest jako całość?

### Abstract:

#### Do We Really See Faces As a Whole?

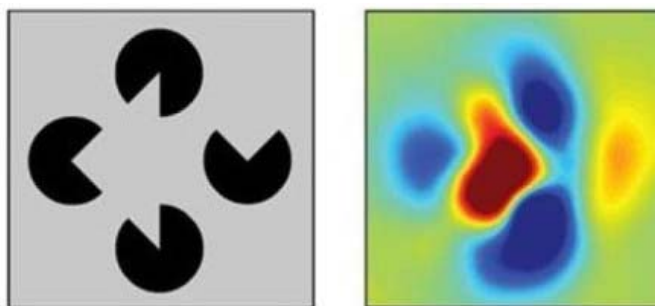
Perception of faces is often a subject of research, mainly because of its diversity. A human face is an exceptional body part that attracts the most – it manifests in fixation count and also in fixation time. Previous research implies that people treat faces as a whole picture, instead of a set of elements (V. Bruce/ A.W. Young 2012). The purpose of this study was to evaluate if the manipulation of human faces by deleting random parts (eyes, nose or mouth) will change the way we perceive them. The testing hypothesis was that the deficient faces will demand more attention from experiment's subjects. 22 averaged faces of men and women were used in eyetracking experiment, some of them with graphically cleaned areas where face parts should be. The results clearly imply that exploration of human face changes when it comes to interfering with its components. This research can constitute continuation to the face perception studies.

### Wstęp



Rysunek 1: Wizerunki twarzy wykorzystanych w badaniu  
*J.W. Tanaki i M.J. Farah (J.W. Tanaka/ J.A. Sengco 1997: 585).*

Twarz jest jednym z najciekawszych bodźców jakie są wykorzystywane do badań eyetrackingowych. Fascynacja nią towarzyszy nam, na pewnym poziomie, już od dnia narodzin (V. Hughes 2013), jest źródłem wielu informacji podczas komunikacji i procesów poznawczych, a na dodatek jest charakterystyczna ze względu na swoją różnorodność oraz symetryczność. Według M.J. Tarra i Y.D. Chenga (2003) ludzki mózg wykształcił dwa osobne systemy do rozpoznawania obiektów twarzo- i nietwarzopodobnych. Sugeruje to jak wielkie znaczenie dla naszej percepcji ma ów bodziec.



*Rysunek 1. Rekonstrukcja kształtu z neuronalnej aktywności V1  
(P. Kok/ F.P.de Lange 2014: 1532).*

Wiele badań (zwłaszcza behawioralnych) sugeruje, że człowiek traktuje twarz jako obiekt całościowy, jednolity lub jako zbiór elementów ściśle i wzajemnie ze sobą powiązanych np. związkami zachodzącymi w przestrzeni (V. Bruce/ A.W. Young 2012). Podejście do twarzy jako do układu zbudowanego z zespołu cech, które razem tworzą pewną unikalną reprezentację przedstawił J.W. Tanaka i M.J. Farah (1993), w badaniu gdzie manipulowano odległościami między poszczególnymi elementami tego bodźca.

W przypadku naszego badania również postanowiliśmy manipulować elementami twarzy, lecz nie przestrzenią pomiędzy poszczególnymi elementami twarzy – oczami, nosem oraz ustami – a raczej ich obecnością. Inspiracją, oprócz wcześniej wspomnianych koncepcji, stanowiły wyniki badań P. Koka/ F.P.de Lange (2014), które mówią, że dużo więcej aktywności mózgu jest poświęcane na analizowanie luk w obrazach niż na istniejących fragmentach.

Chcieliśmy zatem sprawdzić, jak manipulacja obecnością elementów twarzy wpływa na postrzeganie jej jako całości. Sprawdzaliśmy też, czy dane, takie jak ilość i czas fiksacji oraz ich miejsce zmieniają się ze względu na brak konkretnych elementów, ich kombinację a także ilość.

Eksperymentem staraliśmy się pośrednio odpowiedzieć na nurtujące nas i wielu innych badaczy pytanie “Czy twarz naprawdę jest postrzegana jako całość?”. W tym celu założyliśmy, że jeśli odpowiedź na to pytanie jest twierdząca, tyle samo uwagi poświęcimy na eksplorację całej twarzy, jak i tej z brakującymi elementami oraz, że wzory eksploracji wzrokowej takich bodźców nie będą się między sobą różnić.

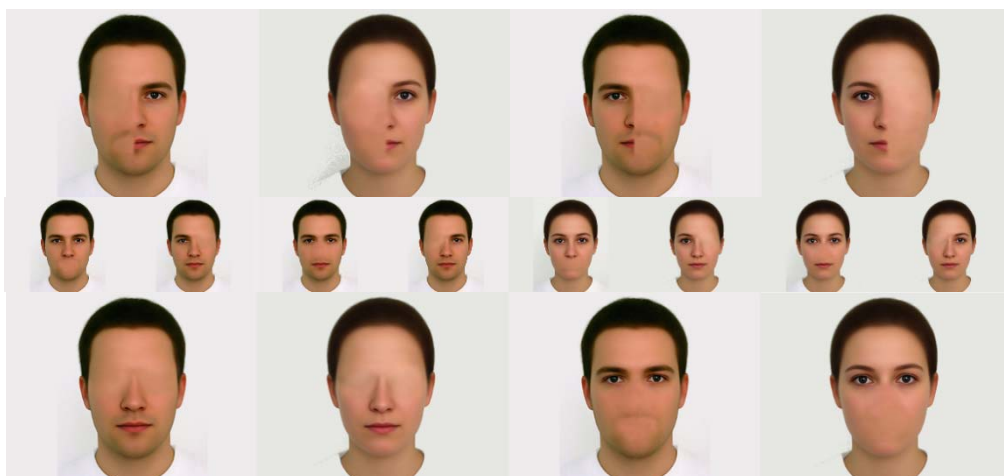
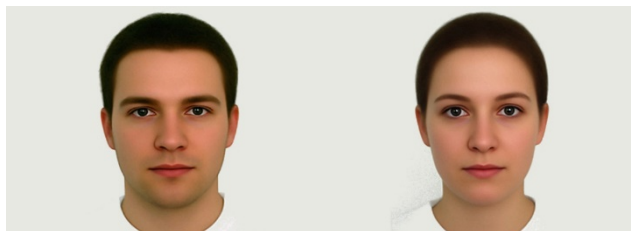
Stąd też pojawiło się drugie pytanie, bez którego nie byłibyśmy w stanie wy-

ciągnąć satysfakcjonujących wniosków z przeprowadzanego badania. Jeśli faktycznie traktujemy elementy osobno, to który z nich przykuwa najczęściej uwagi oraz w którym obszarze, bez względu na obecność lub brak danego elementu, badani będą spędzać najwięcej czasu?

### 1. Metoda

Przebadano 22 studentów i doktorantów kierunku Kognitywistyka (11 kobiet oraz 11 mężczyzn) Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Średni wiek wyniósł 23 lata, najmłodszy badany miał 21 lat, najstarszy 26. Badania przeprowadziliśmy za pomocą eyetrackera stacjonarnego, znajdującego się w Laboratorium Działania i Poznania, a do analizy danych wykorzystaliśmy MANOVĘ.

Badanym zaprezentowaliśmy 22 zdjęcia uśrednionych twarzy kobiecych i męskich, które ze względu na stopień modyfikacji graficznej podzieliliśmy na pięć kategorii: dwa zdjęcia niemodyfikowane (po jednym męskim i damskim), cztery zdjęcia połówkowe, osiem zdjęć z jednym brakiem (oko lewe albo prawe, nos, usta), cztery zdjęcia z dwoma brakami (oczy albo usta i nos), cztery z trzema brakami (oczy i usta albo oczy i nos).

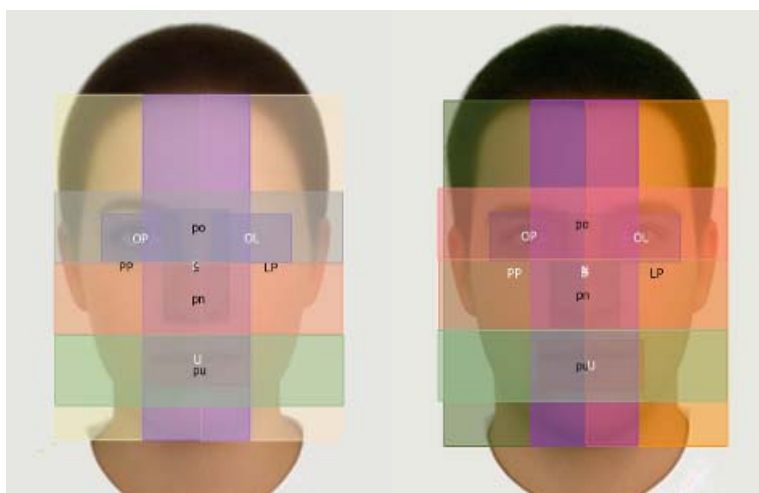




*Rysunek 2. Wizerunki niezmodyfikowanych i zmodyfikowanych twarzy wykorzystane w eksperymencie.*

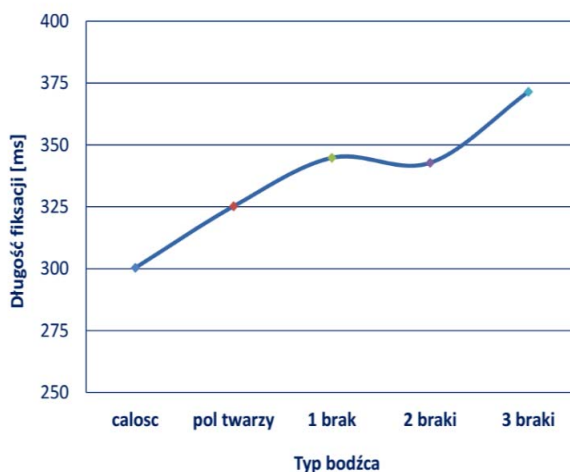
Bodźce wyświetlano przez 3000 ms z przerwami o długości 1500 ms, podczas których pojawiały się puste, białe obrazy bez punktów fiksacji, co miało pomóc uniknąć powidoku. W eksperymencie zastosowaliśmy wewnętrzną randomizację zdjęć, wyświetlając po kolei obrazy z brakami, następnie pojawiały się połowy i całości twarzy. Zdjęcia niemodyfikowane były wyświetlane jako ostatnie, by badani porównujący zdjęcia całościowe z modyfikowanymi, nie zachowali w pamięci obrazu tych pierwszych. Wyznaczonym dla nich zadaniem była swobodna obserwacja obrazów, unikając tym samym naprowadzania na gotowe i oczekiwane ścieżki eksploracji wzrokowej. W ten sposób staraliśmy się zasymulować naturalne warunki.

Na potrzeby analizy wyznaczyliśmy AOI (Areas of Interest), aby obiektywnie porównać różnice m.in. w czasie i ilości fiksacji zarówno między kategoriami jak i zdjęciami wewnątrz kategorii. Dzięki tej metodzie mogliśmy sprawdzić jak ilość braków wpływa na wspomniane parametry w poszczególnych obszarach. Interesującymi nas obszarami były poziomy: oczu, nosa i ust, oraz pionowy: prawa i lewa strona twarzy oraz jej środek. Dodatkowo każdy z elementów stanowił osobny obszar.



*Rysunek 3. Wyznaczone obszary zainteresowań.*

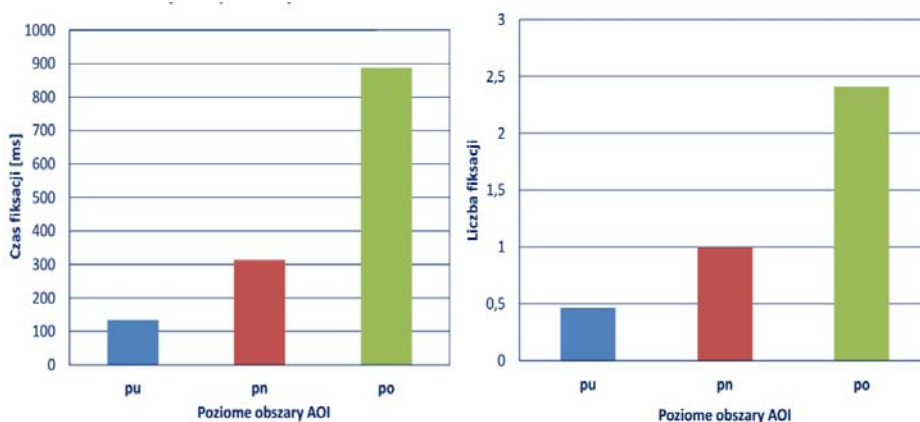




Rysunek 4. Długość fiksacji dla typu bodźca.

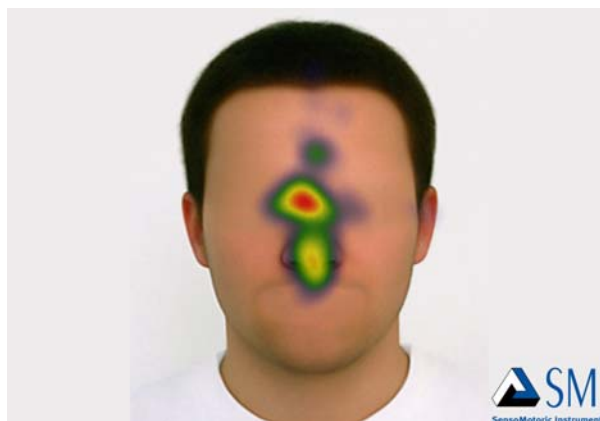
## 2. Wyniki

Porównując ze sobą zdjęcia całości i te z brakami okazało się, że im mniej elementów dana twarz posiadała, tym mniej fiksacji było potrzebnych do zbadania obrazu. Sugeruje to, że badani skupiali się wyłącznie na istniejących elementach. Potwierdza to również analiza map cieplnych. Istotna różnica zachodziła między twarzami bez braków a twarzami z brakami (we wszystkich trzech przypadkach). Równocześnie odwrotnie prezentowała się zależność między tymi cechami w przypadku parametru długości fiksacji, gdzie długość fiksacji wzrastała wraz z ilością braków. W przeciwieństwie do wyników dla liczby fiksacji, długość nie wykazała istotnej zależności w interakcji twarzy niezmodyfikowanej i tej z dwoma brakami.



Rysunek 5. Porównanie czasu i liczby fiksacji dla poziomych obszarów AOI.

Zachodziły również istotne różnice w czasie i liczbie fiksacji pomiędzy poziomami twarzy (poziom oczu, nosa i ust). Najwięcej uwagi przykuwał poziom oczu, ponieważ jest centralnym miejscem zdjęcia. Poza tym, oczy z natury najsilniej przyciągają uwagę obserwatora – zarówno dzięki swojej symetryczności jak i liczbie informacji, które przekazują. Warto wspomnieć, że poziom oczu wyróżniał się w obu wspomnianych parametrach bez względu na obecność elementów w tym obszarze zdjęcia, co widać na załączonych mapach cieplnych. Następnie uwagę badanych zwracał poziom nosa, a na końcu poziom ust.



Rysunek 6. Mapa cieplna dla wizerunku mężczyzny bez oczu i ust.

Między połowami twarzy nie było różnic, jednak środek twarzy przykuwał istotnie większą uwagę badanych prawdopodobnie ze względu na to, że zawsze pojawiały się tam pierwsze fiksacje. Do nosa i poziomu oczu powróciło najwięcej badanych, a najniższy wskaźnik powracających mają usta oraz poziom ust.

Różnice między zdjęciami przedstawiającymi kobietę i mężczyznę w przypadku liczby fiksacji były nieistotne, a w przypadku czasu fiksacji istotność wynosiła 0,04. Co ciekawe, zdjęcia te w interakcji z obszarami AOI zarówno dla czasu jak i liczby fiksacji wykazały bardzo silną istotność. Te różnice międzypłciowe były szczególnie widoczne w przypadku zdjęć z usuniętymi ustami. Na poziomie ust pozostał u mężczyzn ślad po zarostie, co przyciągało spojrzenia w tym obszarze znacznie częściej niż u kobiet.

### 3. Wnioski

Twarz jest nietypowym przedmiotem obserwacji, zatem używanie takich pojęć jak „zawsze” czy „nigdy” w przypadku wyników jest raczej ryzykowne. W związku z tym do uzyskanych wyników podchodzimy z pewną dozą ostrożności pomimo tego, że potwierdzają nasze założenia. Skupienie uwagi badanych w obszarze oczu oraz zmiany w liczbie i długości fiksacji wraz ze zmianą ilości elementów na twarzy wskazują, że nie powinniśmy mówić o postrzeganiu twarzy jako całości. Zwłaszcza te dwa ostatnie parametry wskazują na ilość uwagi,

jaką poświęcamy istniejącym elementom twarzy. Zakładamy, że całościowe postrzeganie tego obiektu nie zostałoby zaburzone przez nasze modyfikacje. Dopuszczamy też możliwość, że na całościowe postrzeganie twarzy wpływa widzenie peryferyjne i patrząc na poziom oczu nasz umysł przetwarza całkowity obraz. Zauważyliśmy też jak wielkie znaczenie dla obserwacji twarzy mają oczy oraz jak zmienia się rozkład naszej uwagi, gdy przestajemy je widzieć. Nawet w przypadku braku tego elementu, wzrok badanych kierował się w ten obszar, więc możemy wnioskować, że odruchowo szukali oni kontaktu wzrokowego, a dopiero w przypadku jego braku skanowali resztę obrazu skupiając się na istniejących elementach. Wyniki te nieodparcie pokazują, że ingerencja w wygląd twarzy prowadzi do znaczących zmian wzorów eksploracji wzrokowej jej komponentów.

Jak wspomnieliśmy, wyników naszych badań nie należy traktować jako jednoznaczne obalenie tezy, że twarz jest postrzegana jako całość, lecz jako pewien punkt wyjścia do dalszego zgłębiania tego tematu. Wykorzystany przez nas paradygmat i uzyskane tu rezultaty mogą znaleźć zastosowanie w projektach dotyczących postrzegania ekspresji emocji. W przypadku naszego eksperymentu mieliśmy do czynienia ze zdjęciami graficznie oczyszczonymi, dlatego proponujemy również kontynuowanie tych badań z wprowadzeniem zmian, które mogłyby zajść w sposób naturalny. Pomogłoby to odwzorować zarówno „naturalne” warunki jak i odpowiedzieć na pytanie, czy zwracamy uwagę na konkretne elementy twarzy, czy na naturalne umiejscowienie elementu w danym obszarze, bez względu na to, jaki on jest.

## Bibliografia

- Bruce, V./ A.W. Young (2012), *Face perception*, (w:) Psychology Press, 2012, 253–313.
- Hughes, V. (2013), *How we learn to see faces*, (w:) Phenomena. National Geographic. (<http://phenomena.nationalgeographic.com/013/09/12/how-we-learn-to-see-faces/>; pobrano: 9.04.2016).
- Kok, P./ F.P.de Lange (2014), *Shape Perception Simultaneously Up- and Down regulates Neural Activity in the Primary Visual Cortex*, (w:) Current Biology, 24 (13), 1531–1535.
- Tanaka, J.W./ J.A. Sengco (1997), *Features and their configuration in face recognition*, (w:) Memory & Cognition, 25 (5), 583–592.
- Tanaka, J.W./ M.J. Farah (1993), *Parts and Wholes in Face Recognition*, (w:) The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 46A (2), 225–245.
- Tarr, M.J./ Y.D. Cheng (2003), *Learning to see faces and objects*, (w:) Trends in Cognitive Sciences, 7 (1), 23–30.

**Małgorzata SZUPICA-PYRZANOWSKA**

Uniwersytet Warszawski

## **Przetwarzanie fleksji języka angielskiego w czasie rzeczywistym – badanie eyetrackingowe**

### **Abstract:**

#### **English inflectional processing in real time – evidence from eyetracking**

The present study takes morphosyntactic processing one step further and investigates advanced foreign learners' sensitivity to morphosyntactic errors and correct forms of various complexity in an online reading task. Consequently, the following research questions are postulated: (1) Are advanced foreign language learners sensitive to morphosyntactic violations/correct forms of different complexity (e.g. genitive possessive, plural, past tense, subject-verb agreement)? (2) Do inflectional errors of different complexity generate different fixation patterns as compared to correct forms? (3) Do eye movements index morphosyntactic complexity? Is eye tracking an appropriate measure to test the comprehension of morphosyntactic violations?

The morphosyntactic processing was investigated in sentential contexts. The target lexical items were controlled for sentence position on the screen, word length, number of words in target sentences, lexical frequency, and second constituent frequency in case of genitive possessive. There were no explicit task demands. The participants (N=35) were asked to silently read the sentences for comprehension at their natural pace. We used the SMI RED eye tracker with a good temporal resolution and a sampling rate of 250 Hz. Sums of dwell time, fixation durations, and fixation time were averaged across participants. There was a significant difference between the correct and incorrect forms. The analysis reveals that not only inflectional errors but also correct forms were challenging for the *parser* as inflected forms generated longer fixations. The direction was not as predicted, though. Also, the participants parsed genitive possessive longer than its inflectional counterparts. Regarding the appropriateness of eye tracking to test morphosyntactic processing, we state that the results obtained suggest the course of further explorations.

### **Wstęp**

Proces przyswajania języka obcego/drugiego jest od lat przedmiotem licznych badań lingwistycznych jak i psycholingwistycznych. Jednakże, pomimo znacznych postępów, nie wszystkie mechanizmy odpowiedzialne za przetwarzanie języka obcego/drugiego są w pełni znane. Na przykład, ciągle jeszcze niedostatecznie rozumiemy, czy osoby posługujące się obcym/ drugim językiem na poziomie zaawansowanym przy przetwarzaniu jego struktur morfosyntaktycznych stosują strategie podobne do tych, których używają rodzimi użytkownicy tego języka. Dotychczas zajmowano się tymi zagadnieniami stosując metody behawioralne, np. pomiar czasu czytania i słuchania, ewaluacje poprawności gramatycznej, czy pomiar czasu reakcji.

Niestety metody te okazują się niewystarczające, ponieważ oceniają one wyłącznie reakcje na struktury języka obcego/drugiego po czasie rzeczywistym (*off-line*), czyli rejestrują jedynie skutek reakcji, a nie samą reakcję na bodziec wtedy, kiedy ona zachodzi. Uczestnicy wyżej wymienionych eksperymentów często stosują różne strategie kompensacyjne, które maskują rzeczywiste przetwarzanie języka. Z tego powodu behawioralny model eksperymentalny typu *off-line* nie zapewnia możliwości dokładnego prześledzenia przebiegu przetwarzania procesów morfosyntaktycznych w akwizycji języka obcego/drugiego. W tym celu niezbędne jest wykorzystywanie metod umożliwiających wnikliwszą analizę różnych komponentów rozumienia języka w czasie rzeczywistym (*online*); do metod takich zaliczane są między innymi badania okulograficzne, które rejestrują i analizują aktywność i położenie gałki ocznej.

### 1. Morfoskładnia języka angielskiego – charakterystyka i wyzwania

Szcątkowy charakter paradygmatu fleksyjnego języka angielskiego, zawierający cztery fleksyjne formy czasownikowe oraz rzeczownikowe, nie powinien stanowić wyzwania dla jego użytkowników, rodzimych bądź nie:

AGR (-s)	związek zgody	John likes <u>s</u> his new bike.
PAST (-ed)	czas przeszły	John liked <u>ed</u> his old bike, too.
PLU (-s)	liczba mnoga	John always had fast bike <u>s</u> .
POSS ('s)	forma dzierżawcza	John' <u>s</u> new bike is also fast.

Jednakże, zgromadzone dowody wydają się temu przeczyć. Niekonsekwencja w stosowaniu form fleksyjnych została szczegółowo udokumentowana w kontekście akwizycji języka drugiego (zob. R. Bayley 1996, S.D. Epstein/ S. Flynn/ G. Martohardjono 1996, H. Goad/ L. White/ J. Steel 2003, E. Klein i in. 2003, D. Lardiere 1998a, 1998b, 2000, P. Prévost/ L. White 2000). Nawet zaawansowani uczniowie angielskiego jako języka drugiego używają form fleksyjnych niepoprawnie (zob. R. Hawkins 2000, D. Lardiere 1998, 2000, L. White 2003, 2008):

#### Czas przeszły

*I never saw them before; they open my brain.*  
(rodzimy użytkownik języka chińskiego)

*They pick me up and they brought me in their spaceship.*  
(rodzimy użytkownik języka francuskiego)

#### Związek zgody

*Mary gets up at 6 o'clock every morning. And then she clean her teeth and her face.* (rodzimy użytkownik języka chińskiego)

*She's really sleepy so she goes to bed and read a little bit and at 10:45 she turn off the light and go to bed.*  
(rodzimy użytkownik języka francuskiego) (zob. L. White 2008: 316)

Powyższe przykłady ilustrują skalę niekonsekwentnego użycia fleksji. Formy poprawne i błędne występują w nich obok siebie nawet w ramach tego samego zdania. Ponadto błędy fleksyjne w języku angielskim popełniają nie tylko ci uczniowie, których język rodzimy nie jest językiem fleksyjnym (np. chiński), ale i ci, których język ojczysty zawiera w swoim repertuarze składniowym zarówno czas przeszły, jak i związek zgody (np. francuski). Brak spójności w stosowaniu zasad fleksji języka drugiego ma miejsce, pomimo, że fleksja jest obecna w języku, który słyszą uczący się go. Deficytem fleksyjnym charakteryzują się również wypowiedzi rodzimych użytkowników języka angielskiego cierpiący na afazję Broki (zob. M. Arabatzi/ S. Edwards 2000, 2002, R. Bastiaanse/ C.K. Thompson 2003, Y. Grodzinsky 2000, L. Menn/ L.K. Obler 1990, M. Wenzlaff/ H. Clahsen 2004). Brak form fleksyjnych bądź zastępowanie jednych form drugimi jest jedną z głównych cech agramatyzmu. Poniższe przykłady są dowodem na to, że nawet łagodnie upośledzeni pacjenci z afazją Broki wykazują agramatyczną produkcję mowy:

*My mother died uh (...) I guess six month my mother pass away.*  
(zob. W. Badecker/ A. Caramazza 1985)

*My husband uh...he...uh... he...play...uh...sports.*  
(Personalna komunikacja z BK 2007)

Wyzwania jakie stawia przed użytkownikiem fleksja angielska najwyraźniej widać na przykładzie formy dzierżawczej, na podstawie którego przedstawimy pełne spektrum trudności związanych z fleksją angielską. Po pierwsze, nawet rodzimi użytkownicy języka angielskiego niepoprawnie stosują dopełniacz dzierżawczy (POSS) używając go w kontekście nieprzeznaczonym dla tej formy, np. ***Reader's** will be stunned at the overwhelming evidence of sexism the **author's** provide* (zob. C. Larson 1998) lub go pomijają jak ma to miejsce w afro-amerykańskim dialekcie języka angielskiego, *I met his **brother wife***, lub *His **cat name** is Peanut* (zob. S. Ash/ J. Myhill 1986). Po drugie, forma dzierżawcza pojawia się późno w procesie akwizycji zarówno u dzieci uczących się angielskiego, jako języka pierwszego jak i u dzieci i dorosłych, dla których angielski jest językiem drugim lub obcym (zob. H.C. Dulay/ M.K. Burt 1974, N. Bailey/ C. Madden/ S.D. Krashen 1974, D.E. Larsen-Freeman 1976, H. Zobl/ J. Liceras 1994, R.W. Andersen 1978, T. Pica 1983, B.J. Mace-Matluck 1979, Y. Nuibe 1986, Z.P. Luk/ Y. Shirai 2009). Nie ma zgodności, co do właściwego porządku, w którym przyswajane są morfemy angielskie. Niemniej jednak wszyscy zajmujący się tym zagadnieniem zgodnie podkreślają, że forma dopełniacza dzierżawczego pojawia się późno. Po trzecie, studenci języków obcych używający języka angielskiego do celów akademickich napotykają trudności w poprawnym stosowaniu tej formy. Potrafią oni, co prawda, właściwie stosować prostsze konstrukcje dzierżawcze (*John's book*), jednak bardziej złożone jej formy nastęrczają problemów (np. *the **music's** beat*, *our **teacher's** hobby*, *one of **life's** little comforts*, *the kid next **door's** imaginary friend*). Co więcej, również kandydaci na nauczycieli języka angielskiego niepoprawnie używają formy dzierżawczej np. w kontekście zarezerwowanym dla liczby mnogiej (*There are many appropriate listening tasks that train **students'** to listen effectively.*) albo nie przestrzegają zasad mor-

f fonologicznych regulujących jej poprawne użycie (*The song which I have chosen for my students contains the verb "have got" and vocabulary connected with students's favorite things*) oraz stosują ją niekonsekwentnie pomijając bądź stosując ją poprawnie w ramach jednego zdania jak ma to miejsce w poniższym przykładzie: *Therefore, incorporating samples of native speakers speech acts into language curricula may enhance learners' proficiency* (Komunikacja personalna 2012).

Kolejność, w której przyswajane są morfemy angielskie (np. AGR, PLU, PAST, POSS) przez osoby uczące się tego języka w różnym wieku, została również zaobserwowana w afazji agramatycznej, czyli rodzaju upośledzenia językowego, którego główną cechą jest naruszanie zasad gramatycznych w wypowiedzianych zdaniach i słowach (zob. J.G.de Villiers 1974). Dopełniacz dzierżawczy jest wyzwaniem dla pacjentów z afazją gdyż nie są oni w stanie przyporządkować właściwych relacji syntaktycznych w następujących wyrażeniach dzierżawczych *The trainer's dog is here.* oraz *The dog's trainer is here.* (zob. H. Goodglass/ L. Menn 1985). Teoria afazji nie przedstawia satysfakcjonującego wytłumaczenia tego stanu rzeczy. Według hipotezy regresji dopełniacz dzierżawczy jest używany niepoprawnie z powodu jego późnej akwizycji (zob. R. Jakobson 1961, 1968). L.-M. Kean (1979) zwraca uwagę na strukturalną złożoność formy dzierżawczej tłumacząc, że pacjenci z afazją preferują prostsze formy fleksyjne (np. T, AGR, PLU). M. Szupica-Pyrzanowska (2009) badająca deficyt fleksyjny zarówno wśród osób dorosłych uczących się angielskiego, jako języka drugiego oraz wśród anglojęzycznych pacjentów z agramatyczną afazją zaobserwowała, że w obydwu grupach forma dzierżawcza była generowana najmniej poprawnie. Wyniki badania stoją w opozycji do hipotezy brakującej fleksji powierzchniowej sugerującej, że nie ma powodu, dla którego generowanie i przywoływanie niektórych form fleksyjnych miałyby być trudniejsze (zob. L. White 2008). Jednakże, dalsza część dyskusji dowodzi, iż angielskie formy fleksyjne, pomimo, że identyczne fonologicznie (PLU-s, POSS 's, AGR-s), nie są sobie równe gdyż różnią się stopniem złożoności np. AGR, PAST, PLU tworzone są za pomocą afiksacji, podczas gdy POSS ma wielopłaszczyznowy proces derywacyjny.

Teorie syntaktyczne różnie traktują zagadnienia dopełniacza dzierżawczego. R. Quirk i koledzy (1985) uwypuklają nietypowość formy dzierżawczej podkreślając, że nie jest to klasyczna forma fleksyjna, jaką można znaleźć w innych językach. F. Katamba (1993) kładzie nacisk na syntaktyczną autonomiczność tej formy fleksyjnej mającej swoją własną, ściśle określoną, pozycję na drzewie syntaktycznym. A. Carstairs-McCarthy (2002) zwraca uwagę na fakt, że POSS może być dołączony do bardzo rozbudowanych fraz np. *man you met yesterday's bicycle* i jako taka należy do syntaktyki, a nie do morfologii. W podobnym tonie A. Radford i współpracownicy (2003) utrzymują, że forma POSS jest często błędnie porównywana z prostszymi formami fleksyjnymi np. PLU. Ponadto A.M. Zwicky (1987) traktuje dopełniacz dzierżawczy, jako przyrostek frazowy, a G. Booij (2005) wyjaśnia, że historycznie był on sufiksem, który ewoluował do miana niezależnej formy prozodycznej, *clitic*. Niejako kontynuując ideę A.M. Zwicky'ego, A. Scott/ D. Denison/ K. Börjars (2007) dowodzą, że jako przyrostek frazowy dopełniacz dzierżawczy stara się gościć pozornie sprzeczne właściwości; jest on bowiem syntaktycznie motywowany,

ale morfologicznie przyłączany. To wszystko odróżnia POSS od pozostałych form fleksyjnych (PLU, AGR i PAST) oraz świadczy o jej unikalnej strukturze.

W przeciwieństwie do poprzedników M. den Dikken (1998, 2000) w swojej analizie dopełniacza dzierżawczego idzie krok dalej i szczegółowo omawia jego proces derywacyjny. Zwraca on uwagę, że w strukturze podstawowej pierwszy komponent wyrażenia, *John's mother, possessum* (mother) jest podmiotem frazy celownikowej zawierającej *possessor* (John). W dalszej części procesu derywacyjnego następuje inwersja, której produktem ubocznym jest *linker*, łącznik. Pomimo że semantycznie pusty, ustala on syntaktyczne relacje między obydwoma rzeczownikami. Gdyby nie *linker*, mielibyśmy do czynienia z przypadkową sekwencją *John mother*. W końcowej fazie derywacji łącznik przekształca się w 's i w takiej formie występuje w strukturze powierzchniowej. Opisany proces jest wielowymiarowy. Formułujemy hipotezę, że kompleksowość formy dzierżawczej oraz jej nietypowy proces derywacyjny przyczyniają się do niepoprawnego użycia tej formy w procesach akwizycji oraz atrycji, czyli utraty języka (zob. M. Szupica-Pyżanowska 2009, M. Szupica-Pyżanowska/ L.K. Obler/ G. Martohardjono 2016).

Brak form fleksyjnych stanowi jedną z najczęstszych kategorii błędów popełnianych przez Polaków uczących się języka angielskiego (zob. M. Johnston 1997). Niejednokrotnie ograniczają się oni do użycia nieodmienionych form czasownikowych jak i rzeczownikowych. Nawet zaawansowani uczniowie, reprezentujący różne języki rodzime, bywają niekonsekwentni w stosowaniu angielskich form fleksyjnych (zob. H. Hopp 2015). Dotychczasowe badania behawioralne zajmujące się przetwarzaniem morfosyntaktycznym skupiały się na asymetrii pomiędzy rozumieniem, a stosowaniem form fleksyjnych u dzieci (zob. V.E. Johnson/ J.G. de Villiers/ H.N. Seymour 2005) oraz brakiem pełnej integracji materiału morfosyntaktycznego (fleksyjnego) u dorosłych (zob. N. Jiang 2004, 2007, E. Kaan 2014). Badanie okulo-graficzne wykorzystujące intermodalny paradygmat preferencji wzrokowej wykazało, że zrozumienie fleksji czasownikowej obserwuje się dopiero około 4 roku życia (zob. O. Brandt/ B. Höhle 2009).

Wśród badań behawioralnych zajmujących się przetwarzaniem morfosyntaktycznym (rozumieniem i używaniem materiału fleksyjnego) na uwagę zasługują V.E. Johnson/ J.G. de Villiers/ H.N. Seymour (2005), którzy badali zdolność rozumienia form fleksyjnych u dzieci uczących się angielskiego jako języka ojczystego. W trakcie badania uczestnicy musieli przyporządkować formy fleksyjne odpowiednim rysunkom. Dzieci w wieku od 3 do 4 lat nie wykazywały wrażliwości na zmianę formy fleksyjnej, podczas gdy pięcio- i sześciolatki właściwie rozumiały różnice między *The duck swims on the pond.* (sg) (Kaczka pływa po stawie) oraz *The ducks swim on the pond.* (pl) (Kaczki pływają po stawie). Wyniki badania są zgodne z tym, co zaobserwowała A. Perez-Leroux (2005) w grupie dzieci uczących się hiszpańskiego, jako języka rodzimego. Młodsza grupa uczestników (od 3,2 lat do 4,5 lat) nie rozumiała różnic między formami fleksyjnymi i oscylowała na granicy przypadku. Natomiast starsze dzieci (4,8–6,6 lat) poprawnie rozumiały różnice fleksyjne (67%) pomiędzy *Nada en el charco.* (sg) (Kaczka pływa po stawie) oraz *Nadan en el charco.* (pl) (Kaczki pływają po stawie). Błędne rozumienie form fleksyjnych w



eksperymentcie, w którym dzieci wieku do 5 lat po usłyszeniu zdania musiały wybrać korespondujący z nim rysunek (zob. V.E. Johnson/ J.G. de Villiers/ H.N. Seymour 2005, A. Perez-Leroux 2005) stoi w opozycji do poprawnego używania form fleksyjnych w grupie od 2 do 4 lat (zob. R. Brown 1973, M.L. Rice/ K. Wexler 2002). Innymi słowy, w ww. badaniach widoczna jest asymetria pomiędzy rozumieniem a używaniem form fleksyjnych zarówno w angielskim jak i hiszpańskim.

W celu uzyskania pełniejszego zrozumienia procesów motywujących przetwarzanie morfoskładniowe, O. Brandt/ B. Höhle (2009) próbowały dociec, czy zastosowanie innej metody, czyli takiej, która rejestruje przetwarzanie materiału językowego w czasie rzeczywistym (badania okulograficzne) przyczyni się do zaobserwowania wcześniejszego rozumienia form fleksyjnych w języku niemieckim od tego zaobserwowanego w angielskim i hiszpańskim i czy utrzyma się asymetria pomiędzy używaniem a rozumieniem form fleksyjnych. Korzystając z intermodalnego paradygmatu preferencji wzrokowej sprzężonego z okulografem przetestowały one dwie grupy dzieci (2–3 lat i 3–4 lat) oraz grupę dorosłych (średnia wieku 26 lat). W badaniu, uczestnicy po wcześniejszym usłyszeniu zdań mieli wybrać rysunki ilustrujące następujące znaczenie *Sie füttert einen Hund*.(sg) (Ona karmi psa) oraz *Sie füttern einen Hund*.(pl) (Oni karmią psa). W analizie suma trwania fiksacji została uśredniona. Starsze dzieci (3–4 lat) oraz dorośli wykazali podobną wrażliwość na formy fleksyjne. Ponadto grupa starszych dzieci poprawnie przetwarzała różnice fleksyjne wykazując pełniejsze rozumienie formy fleksyjnej trzeciej osoby liczby pojedynczej (w przeciwieństwie do V.E. Johnson/ J.G. de Villiers/ H.N. Seymour/ A. Perez-Leroux 2005). Asymetria w rozumieniu i używaniu form fleksyjnych zaobserwowana we wcześniejszych badaniach nie została odnotowana przez O. Brandt/ B. Höhle.

## 2. Metoda

### Pytania badawcze

Obecne badanie ma charakter diagnostyczny, ponieważ chcemy przede wszystkim przekonać się, w jaki sposób najlepiej wykorzystać okulograf do badań nad przetwarzaniem morfosyntaktycznym. W tym celu poddajemy analizie przetwarzanie struktur morfosyntaktycznych przez nierodzimych, dorosłych, zaawansowanych użytkowników języka angielskiego; przetwarzanie morfosyntaktyczne jest niedostatecznie opracowane w literaturze biorąc pod uwagę badania typu *online*. Naszym zamiarem jest zbadanie, czy i dlaczego niektóre formy fleksyjne są bardziej niż inne podatne na niepoprawne użycie. Skupiamy się na czterech formach fleksyjnych, z których trzy (liczba mnoga, trzecia osoba liczby pojedynczej czasu teraźniejszego, czas przeszły) tworzone są przez afiksację, podczas gdy derywacja czwartej formy (dopełniacza saksońskiego) jest bardziej złożona. Dlatego też pytamy:

1. Czy wrażliwość na błędy fleksyjne uzależniona jest od stopnia złożoności form fleksyjnych? Czy trudniejsze do przetworzenia będą formy bardziej złożone?

2. Czy błędy fleksyjne o różnej złożoności będą generowały różne długości fiksacji (im prostsza forma tym szybsza identyfikacja błędu i krótsza fiksacja)?
3. Czy możliwa będzie do zaobserwowania różnica pomiędzy formami poprawnymi i błędnymi poszczególnych form fleksyjnych? Czy błędy są przetwarzane dłużej?
4. Czy okulograf jest właściwym narzędziem do zbadania przetwarzania morfosyntaktycznego i czy badanie okulograficzne może posłużyć, jako wskaźnik złożoności form fleksyjnych w języku angielskim?

### **Uczestnicy**

W obecnym badaniu analizowane było przetwarzanie struktur morfosyntaktycznych przez 35 zawansowanych użytkowników języka angielskiego (średnia wieku 24 lata), dla których polski jest językiem rodzimym i których znajomość języka angielskiego kształtuje się na poziomie C1 według Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego (ESOKJ). Dodatkowo językowa homogeniczność grupy została potwierdzona ujednoczonym testem Michigan English Language Assessment Battery (Michigan Language Proficiency Test – Grammar Component). W badaniu wzięły udział jedynie te osoby, które zdobyły minimum 85% na wyżej wymienionym teście gramatycznym.

### **Bodźce**

Łącznie w eksperymencie zastosowano 100 bodźców (plus pięć zdań próbnych), z których 80 stanowiły zdania eksperymentalne<sup>1</sup> a 20 zdania rozpraszające (*fillers*) również w formie zdań. Zdania eksperymentalne podzielone były na dwie kategorie: 1. 40 zdań poprawnych — 10 AGR (1), 10 PLU (1), 10 PAST (1), 10 POSS (1) oraz 2. 40 zdań błędnych — 10 AGR (0), 10 PLU (0), 10 PAST (0), 10 POSS (0). Ponadto zdania rozpraszające zawierały poprawne bądź błędne frazy przyimkowe. Przygotowane zostały dwa zestawy eksperymentalne, A i B. Porządek zdań w obydwu zestawach był losowy. W zdaniach eksperymentalnych wzięto pod uwagę:

---

<sup>1</sup> Większość badań zajmujących się przetwarzaniem morfologicznym/fleksyjnym języka drugiego analizowała je na poziomie leksykalnym. M. Paradis (2004) zauważył, że poziom leksykalny jest niewłaściwy i niedostateczny żeby zrozumieć przetwarzanie fleksyjne ponieważ w normalnym używaniu języka słowa występują w kontekście zdaniowym gdzie składniowe, pragmatyczne jak i semantyczne aspekty wpływają na ich rozumienie i funkcje. Wyniki badania opartego na informacji leksykalnej nie mogą dostarczyć wiedzy na temat tego jak przetwarzamy język, kiedy używamy go w codziennej komunikacji; informują one jedynie, w jaki sposób pozyskujemy informacje z naszej długoterminowej pamięci. M. Paradis przeanalizował badania z wykorzystaniem metody neuroobrazowania przeprowadzone w grupach rodzimych i nierodzimych użytkowników angielskiego i zauważył różnice w aktywowaniu różnych obszarów mózgu między obydwoimi grupami na poziomie składniowym (zdania), ale nie na poziomie leksykalnym (słowa). Jego zdaniem dzieje się tak, dlatego, że słowa pozbawione kontekstu są traktowane wyłącznie jako elementy leksykalne w całości pozyskiwane z pamięci.

- częstotliwość występowania danego czasownika/rzeczownika w British National Corpus;
- częstotliwość występowania drugiego rzeczownika we frazie rzeczownikowej tworzącej formę dzierżawczą;
- pozycję krytycznej formy fleksyjnej w zdaniu eksperymentalnym (formy fleksyjne AGR, PAST zajmowały 4–5 pozycję w zdaniu, natomiast formy PLU i POSS 1–3 pozycję w zdaniu);
- liczbę sylab w czasowniku/ rzeczowniku (1–2);
- liczbę wyrazów w zdaniu (8–9 wyrazów);
- pozycję zdania na ekranie (niezmienna, centralna we wszystkich zdaniach);
- rodzaj i wielkość czcionki (Times New Roman, rozmiar czcionki 72).

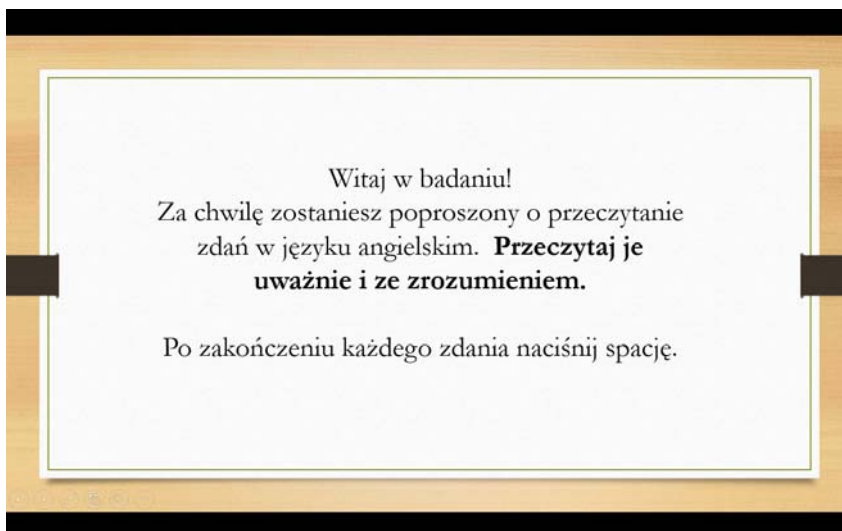
Bodźce i zdania rozpraszające były usytuowane centralnie na 14 calowym ekranie i prezentowane zdanie po zdaniu czarnymi literami na białym tle.

### **Przebieg badania**

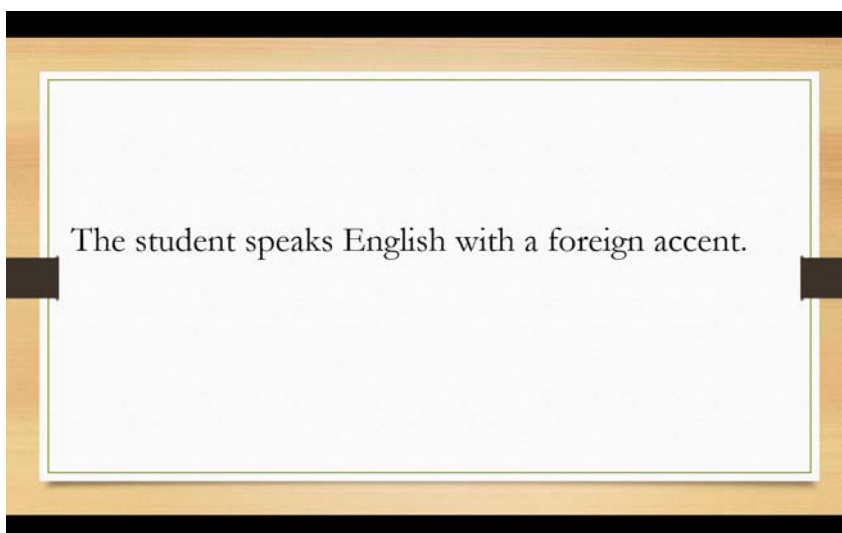
W części okulistycznej uczestnicy testowani byli indywidualnie, a ich zadaniem było uważne przeczytanie zdań zawierających poprawne jak i błędne formy fleksyjne (rzeczownikowe oraz czasownikowe). Przed przystąpieniem do eksperymentu uczestnicy poddani zostali kalibracji. W tym celu wymagane było, aby uczestnicy mieli możliwość przyzwyczajenia się do natężenia światła w pokoju badań, co zapewniło wiarygodność kalibracji. Odległość uczestników od monitora uwarunkowana była potencjalną wadą wzroku oraz jakością kalibracji ( $>1.0$ ) i nie przekraczała 40 cm. W badaniu wykorzystano okulary SMI RED o próbkowaniu 250 Hz. Badanie zostało przeprowadzone przy stałym natężeniu oświetlenia. W analizie uwzględniono następujące zmienne: *dwell time* (DT, suma trwania wszystkich fiksacji wraz z sakadami dla danego obszaru zainteresowania), *fixation count* (FC, liczba fiksacji), *fixation time* (FT, czas trwania fiksacji) oraz *average fixation* (AF, średnia fiksacji). Skupiamy się na fiksacjach, czyli relatywnie stałych pozycjach gałki ocznej, w trakcie których następują niewielkie drgania ponieważ, w przeciwieństwie do sakad (intensywnych ruchów gałki ocznej charakteryzujących się bardzo szybkim przemieszczaniem punktu koncentracji wzroku z jednego miejsca na inne), w trakcie trwania fiksacji zachodzi proces poznawczy. Innymi słowy, bodźce docierające do mózgu gdzie są poddawane analizie i świadomie przetwarzane.

### **Procedura**

W badaniu wzięli udział ci z uczestników, którzy zostali pomyślnie skalibrowani. Po przeczytaniu powitania uczestnicy przeszli do części eksperymentalnej.

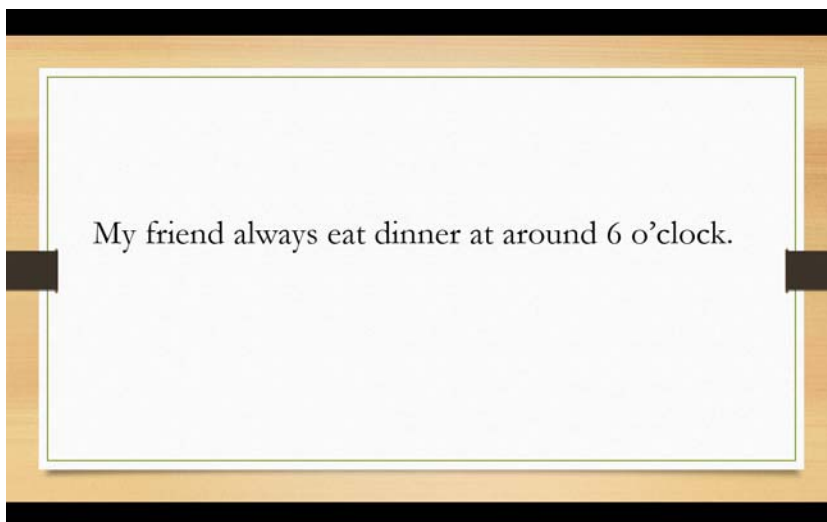


Pięć pierwszych zdań próbnych nie weszło do analizy; stanowiły one swego rodzaju „rozgrzewkę” i pozwoliły uczestnikom przyzwyczać się do formy badania. Poniższy przykład przedstawia zdanie poprawne z użyciem związku zgody (AGR1).



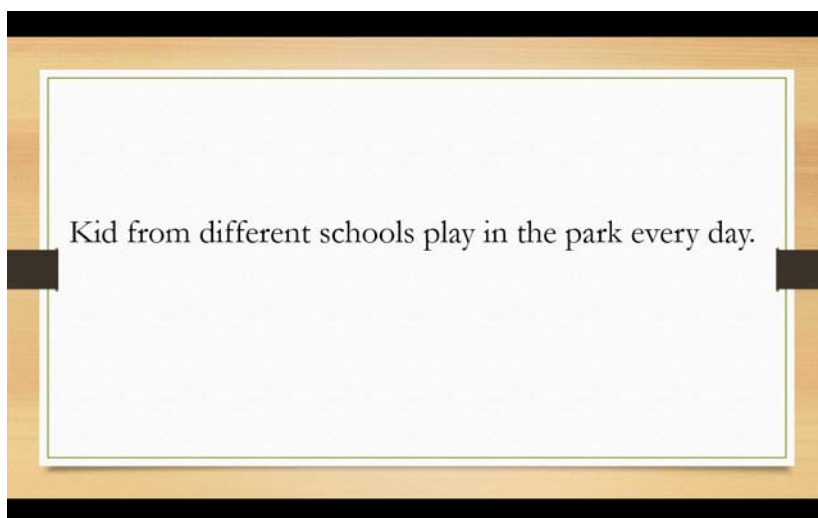
Rysunek 1. Przykładowy bodziec typu AGR (1).

Następny przykład przedstawia zdanie błędne z użyciem związku zgody (AGR 0), w którym czasownik (*eat*) nie ma końcówki fleksyjnej -s.



*Rysunek 2. Przykładowy bodziec typu AGR (0).*

Przykład trzeci przedstawia zdania błędne z użyciem liczby mnogiej (PLU 0). Zdania tego typu były jedynymi, w których bodziec znajdował się na początku, a nie w środku zdania.



*Rysunek 3. Przykładowy bodziec typu PLU (0).*

### **3. Wyniki badania**

Tabela 1 przedstawia cztery zmienne, które zostały przeanalizowane w czterech kategoriach zależności (par) wyszczególnionych kolorami w tabeli i wyjaśnionych w legendzie.

Tabela 1. Kategorie zależności między zmiennymi

**Kolor niebieski** – różnica pomiędzy średnimi form poprawnych i błędnych poszczególnej zmiennej

**Kolor czarny** – różnica pomiędzy kumulatywną średnią form poprawnych i kumulatywną średnią form błędnych wszystkich zmiennych

**Kolor czerwony** – różnica pomiędzy średnimi poprawnych form poszczególnych zmiennych

**Kolor zielony** – różnica pomiędzy średnimi błędnych form poszczególnych zmiennych

<sup>1</sup> Total (1) – suma wszystkich form poprawnych → AGR (1) + PAST (1) + PLU (1) + POSS (1)

<sup>2</sup> Total (0) – suma wszystkich form błędnych → AGR (0) + PAST (0) + PLU (0) + POSS (0)

Dwell time [ms]	Fixation Count	Fixation Time [ms]	Average Fixation [ms]
AGR (1) vs. AGR (0)	AGR (1) vs. AGR (0)	AGR (1) vs. AGR (0)	AGR (1) vs. AGR (0)
PAST(1) vs. PAST(0)	PAST(1) vs. PAST(0)	PAST(1) vs. PAST(0)	PAST(1) vs. PAST(0)
PLU (1) vs. PLU (0)	PLU (1) vs. PLU (0)	PLU (1) vs. PLU (0)	PLU (1) vs. PLU (0)
POSS (1) vs. POSS (0)	POSS (1) vs. POSS (0)	POSS (1) vs. POSS (0)	POSS (1) vs. POSS (0)
Total (1) <sup>a</sup> vs. Total (0) <sup>b</sup>	Total (1) vs. Total (0)	Total (1) vs. Total (0)	Total (1) vs. Total (0)
AGR (1) vs. PAST (1)	AGR (1) vs. PAST (1)	AGR (1) vs. PAST (1)	AGR (1) vs. PAST (1)
AGR (1) vs. PLU (1)	AGR (1) vs. PLU (1)	AGR (1) vs. PLU (1)	AGR(1) vs. PLU(1)
AGR (1) vs. POSS (1)	AGR (1) vs. POSS (1)	AGR (1) vs. POSS (1)	AGR (1) vs. POSS (1)
PAST (1) vs. PLU (1)	PAST (1) vs. PLU (1)	PAST (1) vs. PLU (1)	PAST (1) vs. PLU (1)
PAST (1) vs. POSS (1)	PAST (1) vs. POSS (1)	PAST (1) vs. POSS (1)	PAST (1) vs. POSS (1)
PLU (1) vs. POSS (1)	PLU (1) vs. POSS (1)	PLU (1) vs. POSS (1)	PLU (1) vs. POSS (1)
AGR (0) vs. PAST (0)	AGR (0) vs. PAST (0)	AGR (0) vs. PAST (0)	AGR (0) vs. PAST (0)
AGR (0) vs. PLU (0)	AGR (0) vs. PLU (0)	AGR (0) vs. PLU (0)	AGR(0) vs. PLU(0)
AGR (0) vs. POSS (0)	AGR (0) vs. POSS (0)	AGR (0) vs. POSS (0)	AGR (0) vs. POSS (0)
PAST (0) vs. PLU (0)	PAST (0) vs. PLU (0)	PAST (0) vs. PLU (0)	PAST (0) vs. PLU (0)
PAST (0) vs. POSS (0)	PAST (0) vs. POSS (0)	PAST (0) vs. POSS (0)	PAST (0) vs. POSS (0)
PLU (0) vs. POSS (0)	PLU (0) vs. POSS (0)	PLU (0) vs. POSS (0)	PLU (0) vs. POSS (0)

Wyniki analizy zostaną przedstawione w odniesieniu do poszczególnych pytań badawczych.

### 3.1. Pytanie Badawcze 1

*Czy błędy fleksyjne o różnej złożoności będą generowały różne długości fiksacji (im prostsza forma tym szybsza identyfikacja błędu i krótsza fiksacja)?*

Tabela 2 przedstawia średnie dla średniej wartości skupienia wzroku i średnie dla czasu trwania fiksacji oraz istotność statystyczną dla poprawnych form prostszych elementów fleksyjnych (AGR, PAST, PLU) w porównaniu z poprawnymi formami bardziej złożonego elementu fleksyjnego POSS.

<u>AGR vs.</u> <u>POSS</u>	<u>AGR1AF</u> (Mean 164,6400) vs. <u>POSS1AF</u> (Mean 219,5491) p = .0034 <u>AGR1FT</u> (Mean 451,9186) vs. <u>POSS1FT</u> (Mean 710,0423) p = .0001
<u>PAST vs.</u> <u>POSS</u>	<u>PAST1AF</u> (Mean 172,5186) vs. <u>POSS1AF</u> (Mean 219,5491) p = .0158 <u>PAST1FT</u> (Mean 545,3709) vs. <u>POSS1FT</u> (Mean 710,0423) p = .0042
<u>PLU vs.</u> <u>POSS</u>	<u>PLU1AF</u> (Mean 159,4789) vs. <u>POSS1AF</u> (Mean 219,5491) p = .0016 <u>PLU1FT</u> (Mean 512,4426) vs. <u>POSS1FT</u> (Mean 710,0423) p = .0003

Tabela 2 Formy poprawne (<sup>a</sup> Paired samples t-test).

Zaobserwowaliśmy istotność statystyczną pomiędzy poprawnymi formami prostszych elementów fleksyjnych (AGR, PAST, PLU) i poprawnymi formami złożonego elementu fleksyjnego POSS. Forma POSS generowała wyższe wartości, czyli była przetwarzana dłużej. W szczególności:

#### **AGR vs. POSS**

Test t dla prób zależnych do oceny istotności różnicy średnich wykazał statystycznie znaczącą różnicę pomiędzy związkiem zgody (AGR) i formą dzierżawczą (POSS) dla średniej wartości skupienia wzroku (p = .0034) i czasu trwania fiksacji (p = .0001).

#### **PAST vs. POSS**

Test t dla prób zależnych do oceny istotności różnicy średnich wykazał, że różnica pomiędzy czasem przeszłym (PAST) a formą dzierżawczą (POSS) jest statystycznie istotna dla średniej wartości skupienia wzroku (p = .0158) i czasu trwania fiksacji (p = .0042).

#### **PLU vs. POSS**

Test t dla prób zależnych do oceny istotności różnicy średnich wykazał statystycznie znaczącą różnicę pomiędzy formą liczby mnogiej PLU a formą dzierżawczą (POSS) dla średniej wartości skupienia wzroku (p = .0016) i czasu trwania fiksacji (p = .0003).

Tabela 3 przedstawia średnie dla średniej wartości skupienia wzroku i średnie dla czasu trwania fiksacji oraz istotność statystyczną dla błędnych form prostszych

elementów fleksyjnych (AGR, PAST, PLU) w porównaniu z błędnymi formami bardziej złożonego elementu fleksyjnego POSS.

<u>AGR vs.</u> <u>POSS</u>	<u>AGR0AF</u> (Mean 163,4406) vs. <u>POSS0AF</u> (Mean 191,6834) p = .0013 <u>AGR0FT</u> (Mean 350,1117) vs. <u>POSS0FT</u> (Mean 608,8294) p < .0001
<u>PAST vs.</u> <u>POSS</u>	<u>PAST0AF</u> (Mean 174,3906) vs. <u>POSS0AF</u> (Mean 191,6834) p = .0218 <u>PAST0FT</u> (Mean 508,8657) vs. <u>POSS0FT</u> (Mean 608,8294) p = .0209
<u>PLU vs.</u> <u>POSS</u>	<u>PLU0AF</u> (Mean 156,8611) vs. <u>POSS0AF</u> (Mean 191,6834) p < .0001 <u>PLU0FT</u> (Mean 505,7389) vs. <u>POSS0FT</u> (Mean 608,8294) p = .0042

Tabela 3 Formy błędne (<sup>a</sup> Paired samples t-test).

Zaobserwowaliśmy istotność statystyczną pomiędzy błędnymi formami prostszych elementów fleksyjnych (AGR, PAST, PLU) oraz błędnymi formami złożonego elementu fleksyjnego POSS. Podobnie jak w przypadku zdań poprawnych, forma POSS była przetwarzana najdłużej spośród czterech form fleksyjnych. W szczególności:

#### **AGR vs. POSS**

Test t dla prób zależnych do oceny istotności różnicy średnich wykazał statystycznie znaczącą różnicę pomiędzy związkiem zgody (AGR) i formą dzierżawczą (POSS) dla średniej wartości skupienia wzroku (p = .0013) i czasu trwania fiksacji (p < .0001).

#### **PAST vs. POSS**

Test t dla prób zależnych do oceny istotności różnicy średnich wykazał, że różnica pomiędzy czasem przeszłym (PAST) a formą dzierżawczą (POSS) jest statystycznie istotna dla średniej wartości skupienia wzroku (p = .0218) i czasu trwania fiksacji (p = .0209).

#### **PLU vs. POSS**

Test t dla prób zależnych do oceny istotności różnicy średnich wykazał statystycznie znaczącą różnicę pomiędzy formą liczby mnogiej PLU a formą dzierżawczą (POSS) dla średniej wartości skupienia wzroku (p < .0001) i czasu trwania fiksacji (p = .0042).

Analiza zależności zmiennych pozwoliła również na następującą obserwację. Mianowicie zaobserwowaliśmy również istotność statystyczną w grupie błędnych form prostszych elementów fleksyjnych, czyli czasu przeszłego (PAST) i liczby mnogiej (PLU) oraz czasu przeszłego (PAST) i związku zgody (AGR). W szczególności test t dla prób zależnych do oceny istotności różnicy średnich wykazał, że różnica pomiędzy: 1. czasem przeszłym (PAST) a liczbą mnogą (PLU) jest statystycznie istotna dla średniej wartości skupienia wzroku (p = .0453); 2. czasem przeszłym (PAST) a związkiem zgody (AGR) jest statystycznie istotna dla czasu trwania fiksacji (p = .0007).



Tabela 4 przedstawia średnie dla średniej wartości skupienia wzroku i średnie dla czasu trwania fiksacji oraz istotność statystyczną dla błędnych form prostszych elementów fleksyjnych (AGR, PLU) w porównaniu z błędnymi formami innego prostego elementu fleksyjnego PAST.

PAST vs. PLU	PAST0AF (Mean 174,3906) vs. PLU0AF (Mean 156,8611) p = .0453
PAST vs. AGR	PAST0FT (Mean 508,8657) vs. AGR0FT (Mean 350,1117) p = .0007

Tabela 4 (<sup>a</sup> Paired samples t-test).

Biorąc pod uwagę dotychczasową analizę, wydaje się, że nie liczba, ale średnia fiksacji oraz czas fiksacji są istotnymi wskaźnikami w badaniu przetwarzania morfosyntaktycznego.

### 3.2. Pytanie Badawcze 2

*Czy możliwa będzie do zaobserwowania różnica pomiędzy formami poprawnymi i błędnymi?*

Tabela 5 zawiera średnią kumulatywną wszystkich form poprawnych (1) zestawioną ze średnią kumulatywną wszystkich form błędnych (0).

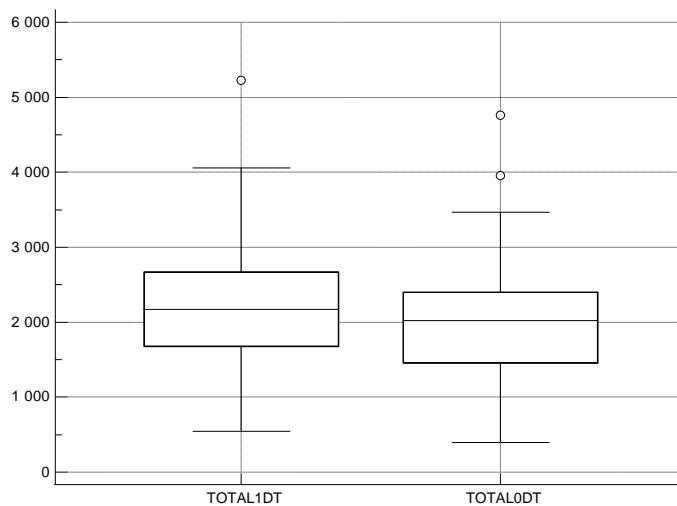
Dwell time Total (1) (Mean 2297,9106) vs. Total (0) (Mean 1994,7446) p = .0004
Fixation Count Total (1) (Mean 11,1871) vs. Total (0) (Mean 9,5203) p = .0005
Fixation Time Total (1) (Mean 2219,7743) vs. Total (0) (Mean 1973,5457) p = .0025

Tabela 5 Total (1)<sup>1</sup> vs. Total (0)<sup>2</sup> (<sup>a</sup> Paired samples t-test).

Zaobserwowaliśmy statystycznie istotną różnicę pomiędzy średnią kumulatywną wszystkich zdań zawierających formy poprawne oraz średnią kumulatywną wszystkich zdań zawierających formy błędne. W szczególności, test t dla prób zależnych do oceny istotności różnicy średnich wykazał statystycznie znaczącą różnicę pomiędzy kumulatywną średnią form poprawnych i kumulatywną średnią form niepoprawnych w trzech kategoriach: 1. *dwell time*, czyli sumy długości wszystkich fiksacji wraz z sakadami dla danego obszaru zainteresowania (p = .0004), 2. liczby fiksacji (p = .0005) oraz 3. czasu fiksacji (p = .0025). Poniżej wyniki kumulatywne przedstawione zostały w formie grafów.

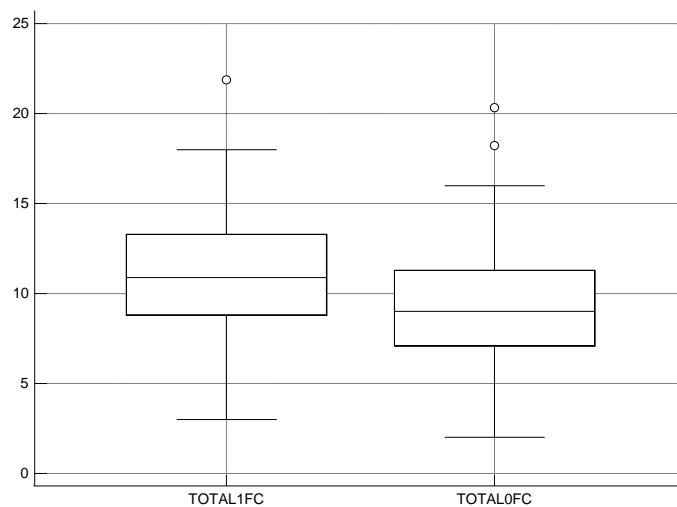
Graf 1

Kumulatywna średnia form poprawnych i kumulatywna średnia form niepoprawnych dla *dwelt time*



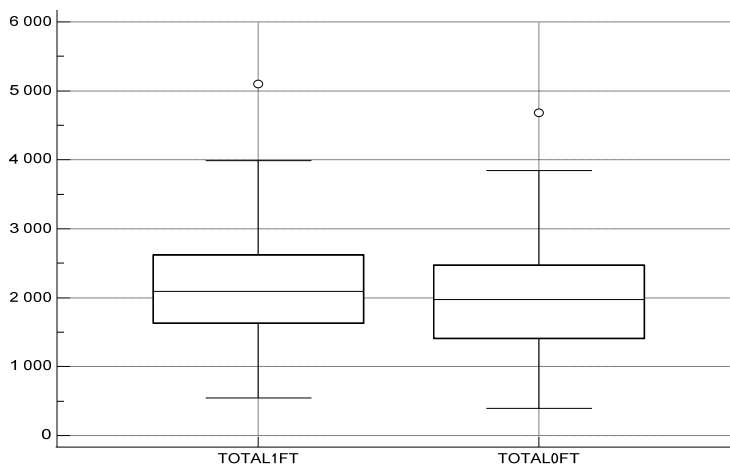
Graf 2

Kumulatywna średnia form poprawnych i kumulatywna średnia form niepoprawnych dla liczby fiksacji



Graf 3

Kumulatorywna średnia form poprawnych i kumulatorywna średnia form niepoprawnych dla czasu fiksacji



Formy poprawne mają wysokie wartości średnich. Jak zaobserwowaliśmy, różnica między kumulatorywnymi średnimi form poprawnych i kumulatorywnymi średnimi form błędnych wykazuje istotność statystyczną. Jednakże kierunek tej zależności jest przeciwny od oczekiwanego. Spodziewaliśmy się, że błędy będą generowały zarówno więcej fiksacji jak i dłuższe fiksacje. Analiza dowodzi jednak, że formy poprawne są długo przetwarzane przez uczestników.

Tabela 6 przedstawia średnie form poprawnych (1) w zestawieniu ze średnimi form błędnych (0) poszczególnych zmiennych.

<b>POSS</b>	<u>POSS1FT</u> (Mean 710,0423) vs. <u>POSS0FT</u> (Mean 608,8294) $p = .0535$ <u>POSS1FC</u> (Mean 3,5363) vs. <u>POSS0FC</u> (Mean 2,9469) $p = .1304$
<b>AGR</b>	<u>AGR1FT</u> (Mean 451,9186) vs. <u>AGR0FT</u> (Mean 350,1117) $p = .0033$ <u>AGR1FC</u> (Mean 2,2791) vs. <u>AGR0FC</u> (Mean 1,7394) $p = .0011$
<b>PAST</b>	<u>PAST1FT</u> (Mean 545,3709) vs. <u>PAST0FT</u> (Mean 508,8657) $p = .4990$ <u>PAST1FC</u> (Mean 2,7366) vs. <u>PAST0FC</u> (Mean 2,3497) $p = .0410$
<b>PLU</b>	<u>PLU1FT</u> (Mean 512,4426) vs. <u>PLU0FT</u> (Mean 505,7389) $p = .7949$ <u>PLU1FC</u> (Mean 2,6349) vs. <u>PLU0FC</u> (Mean 2,4863) $p = .2551$

Tabela 6 Średnie cząstkowe form poprawnych i błędnych (1) vs. (0)  
(<sup>a</sup> Paired samples t-test).

Podobnie jak w przypadku średnich kumulatywnych średnie poszczególnych form poprawnych wszystkich zmiennych mają wyższe wartości niż średnie poszczególnych form błędnych. W obydwu typach średnich obserwujemy tę samą zależność: Mean (1) > Mean (0).

### 3.3. Pytanie Badawcze 3

*Czy badanie okulograficzne może posłużyć jako wskaźnik złożoności form fleksyjnych w języku angielskim?*

Wyniki powyższych analiz dowodzą, że badanie okulograficzne jest nie tylko właściwym instrumentem do badania przetwarzania morfosyntaktycznego, ale również sugerują kierunek przyszłych badań z wykorzystaniem okulografu. Zagadnienie to zostanie szerzej omówione w dyskusji.

## 4. Dyskusja

W naszym badaniu koncentrowaliśmy się na morfosyntaktycznej analizie czterech form fleksyjnych: dopełniacza dzierżawczego (POSS), liczby mnogiej (PLU), związku zgody między podmiotem i orzeczeniem (AGR) oraz czasu przeszłego (PAST). Celem eksperymentu było zbadanie wrażliwości zaawansowanych użytkowników języka angielskiego na poprawne formy fleksyjne oraz na błędy fleksyjne charakteryzujące się różnym stopniem złożoności. Do osiągnięcia tego celu wykorzystaliśmy okulograf.

### 4.1. Forma dzierżawcza (POSS)

Spośród przeanalizowanych form fleksyjnych na uwagę przede wszystkim zasługuje forma dzierżawcza (POSS), która generowała najwyższe wartości, czyli była przetwarzana najdłużej. Powody tego stanu rzeczy mogą być przy najmniej trzy: 1. proces derywacyjny POSS; 2. jej natura typologiczna; 3. jej status morfosyntaktyczny. Odnosząc się do procesu derywacyjnego formy dzierżawczej należy zauważyć, że jest on przede wszystkim złożony (zob. M. den Dikken 1998, 2000). Formułujemy tezę, że kompleksowość formy dzierżawczej (POSS) wydaje się przyczyniać nie tylko do niepoprawnego użycia tej form, jak potwierdzają wcześniejsze badania (zob. H.C. Dulay/ M.K. Burt 1974, N. Bailey/ C. Madden/ S.D. Krashen 1974, D.E. Larsen-Freeman 1976, H. Zobl/ J. Licerias 1994, R.W. Andersen 1978, T. Pica 1983, B.J. Mace-Matluck 1979, Y. Nuibe 1986, Z.P. Luk/ Y. Shirai 2009), ale również do większego zaangażowania kognitywnego zaobserwowanego w obecnym eksperymencie okulograficznym. Zwłaszcza inwersja, czyli mechanizm syntaktyczny będący częścią składową derywacji tej formy fleksyjnej może sprawiać, że przetwarzanie i używanie POSS są trudniejsze niż stosowanie form, które nie wymagają inwersji (np. AGR, PLU, POSS). Forma dzierżawcza (np. *John's mother*) nie może być rozumiana linearnie, żeby ją zrozumieć trzeba odnieść się do pewnej zależności między rzeczownikami tworzącymi ją (*possessor* versus *possessum*). Zależność ta jest dowodem istnienia struktury morfoskładniowej. A tam gdzie jest struktura jest i

hierarchia, za którą stoi większe wyzwanie związane ze zrozumieniem relacji tworzących ją.

Ponadto mając na uwadze naturę typologiczną POSS, zauważamy za J.H. Greenberg'iem (1963), że konstrukcja dopełniacza w języku angielskim jest nietypowa w porównaniu do np. francuskiego (*le chien de mon ami* „pies mojego przyjaciela”), rosyjskiego (*sobaka mojego[GEN] druga[GEN]* „pies mojego przyjaciela”) czy włoskiego (*il cane di mia madre* „pies mojej matki”) i być może z tego powodu trudniejsza, ponieważ jest ona reprezentowana nie tylko przez konstrukcje, w których *possessum* występuje przed *possessor* (np. *the leg of the table*), ale również przez frazy, w których ten porządek jest odwrotny (np. *my friend's dog*). Odnosnie statusu morfosyntaktycznego formy dzierżawczej należy stwierdzić, że w angielskim nie jest ona przypadkiem gramatycznym, ale elementem podobnym określnikowi (*determiner*), który bierze swój początek, jako nadrzędny element syntaktyczny frazy dzierżawczej tak jak ma to miejsce w przypadku przymiotników dzierżawczych (np. *my, his, our*) (zob. R. Cirillo 2016). Wszystko to odróżnia formę dzierżawczą od pozostałych elementów systemu fleksyjnego języka angielskiego i sprawia, że przetwarzanie i w konsekwencji używanie tej formy wymaga większego zaangażowania kognitywnego. Oko, a za nim i mózg, nie mogą tego zignorować. W końcu zrozumienie przetwarzania formy dzierżawczej w języku angielskim jest ważne z jeszcze innego powodu. Mianowicie poznanie tej konstrukcji morfosyntaktycznej może przyczynić się do pełniejszego zrozumienia innych struktur syntaktycznych, w których procesie derywacyjnym, czyli przejściu od struktury głębokiej do struktury powierzchniowej, występuje inwersja (np. pytania, strona bierna, mowa zależna).

#### 4.2. Czas przeszły (PAST)

Następna interesująca obserwacja dotyczy zdań z błędnym użyciem regularnego czasu przeszłego, który w obecnym badaniu generował wyższe wartości w porównaniu ze zdaniem zawierającym błędne formy liczby mnogiej i związku zgody. Innymi słowy, błędne użycie czasu przeszłego było przetwarzane dłużej niż błędne formy pozostałych dwóch form fleksyjnych stworzonych przez afiksację. Forma fleksyjna regularnego czasu przeszłego w języku angielskim jest ortograficznie reprezentowana przez jeden tylko morfem, *-ed*, który to fakt nie powinno stanowić trudności dla osób stosujących tę formę. Jest jednak inaczej. Trudności z implementacją regularnego czasu przeszłego zaobserwowano w zaburzeniach rozwojowych u dzieci anglojęzycznych ze specyficznym zaburzeniem językowym oraz w zaburzeniach nabytych u dorosłych anglojęzycznych pacjentów cierpiących na afazję Broki (zob. D.V.M. Bishop 2013). Problem poprawnego użycia czasu przeszłego jest nieobcy dzieciom i dorosłym uczącym się angielskiego jako języka drugiego/obcego (zob. Z.P. Luk/ Y. Shirai 2009). Być może fleksja angielska, pomimo że szczątkowa i jednolita paradygmatycznie wymaga dużego zaangażowania kognitywnego. Być może fleksja, chociaż stanowi mały element graficzny, jest jednak obciążeniem dla *parsera*, ponieważ wymaga uwagi jak i zrozumienia relacji pomiędzy poszczególnymi komponentami zdania.

Jakich mechanizmów wymaga poprawne użycie regularnego czasu przeszłego? Różne sugestie pojawiają się jako możliwe odpowiedzi na to pytanie. Niewątpliwie mechanizm morfologiczny, który motywuje afiksację czasowników regularnych, stoi za poprawnym stosowaniem regularnej zasady czasu przeszłego (zob. S. Pinker 1999). Inną propozycją jest mechanizm syntaktyczny. Według teorii zasad i parametrów, czas przeszły podlega różnym procesom między innymi ustaleniu relacji z pozycją spójnika podrzędnego określanego również jako zaimek pytajny czy partykuła pytajna (*complementizer*) (zob. M. Enç 1987, J. Guéron/ T. Hoekstra 1995). Z kolei W. O'Grady (2006) upatruje źródła trudności jakich może przysparzać czas przeszły w jego związku z aspektem, czyli kategorią gramatyczną odnoszącą się do wewnętrznej struktury czasowej zdarzenia.<sup>2</sup>

Co wiemy na temat przetwarzania regularnej fleksji języka angielskiego, np. PAST? Niewiele jest badań nad przetwarzaniem regularnej fleksji w czasie rzeczywistym (zob. C. Pliatsikas/ T. Marinis 2013). Jednym z tych nielicznych jest eksperyment przeprowadzony przez R. Silva'ę/ H. Clahsen'a (2008), którzy zastosowali zamaskowaną technikę torowania. W badaniu udział wzięli zaawansowani uczniowie języka angielskiego reprezentujący różne języki ojczyste (np. chiński, japoński, niemiecki) i uczący się języka angielskiego średnio 11 lat w kontekście nauczania formalnego. W przeciwieństwie do uczestników eksperymentu, grupa kontrolna (rodzimi użytkownicy angielskiego) ulegała efektowi torowania w parach morfologicznych (*prayed-pray*) w porównaniu z parami, w których brak było związku morfologicznego (*bake-pray*). Nie zaobserwowano efektu torowania dla morfologicznie powiązanych par w grupie nierodzimych uczestników. Wyniki te zdają się dowodzić, że pomimo tego, iż odmienione formy fleksyjne były nieświadomie przetwarzane przez nierodzimych uczestników badania, nie przetwarzali oni nieodmienionych form; co zostało zinterpretowane jako dowód na brak morfologicznego związku pomiędzy nimi. Innymi słowy, regularne formy czasu przeszłego są rozumiane

---

<sup>2</sup> Rozumienie czasu gramatycznego jest zależne od uprzedniego określenia aspektu. Oznaką tego jest fakt, że w językach, w których aspekt wyrażany jest morfologicznie, występuje on bliżej trzonu czasownika niż czas (zob. J. Foley/ R. an Valin 1984:210). Ponadto, w tych językach, które określają aspekt morfologicznie jest on przyswajany przez uczniów wcześniej niż czas gramatyczny lub równocześnie z czasem, ale nigdy po czasie (zob. R. Van Valin 1991:16). Stosowanie czasu przeszłego wymaga korzystania z zasobów pamięci proceduralnej czyli takiego rodzaju pamięci długotrwałej, do której mamy automatyczny dostęp; pamięć deklaratywna czyli pamięć świadoma, okazuje się w tym względzie niewystarczająca. Taka argumentacja zakłada istnienie dwóch fundamentalnie różnych rodzajów wiedzy lingwistycznej. Z jednej strony, istnieje wiedza oparta na faktach takich jak informacje dotyczące kategorii i możliwości połączeń elementów leksykalnych, która jest stosunkowo łatwa do opisanego i przyswojenia. Z drugiej strony, mamy do czynienia ze znacznie mniej konkretnym rodzajem wiedzy, który nie składa się z faktów, ale procedur. Procedury te odpowiadają podświadomym operacjom systemu przetwarzania, który tworzy i interpretuje zdania w trakcie mówienia i który jest ostatecznie odpowiedzialny za morfologiczne i składniowe kontrasty tworzące "gramatykę".

jako anatomicznie niepodzielne elementy leksykalne i nie są przetwarzane jako formy zawierające składowe, temat i sufiks. R. Silva/ H. Clahsen sugerują, że niemożność analizy form morfologicznie złożonych u nierodzimych użytkowników języka wynika z braku mentalnych reprezentacji powiązanych z formami fleksyjnymi w repertuarze składniowym uczniów. Obecność tego typu mentalnych reprezentacji umożliwiłaby morfologiczne przetwarzanie form fleksyjnych. Odnosząc to do obecnego badania, krótszy czas fiksacji form nieodmienionych (tutaj błędnych) w porównaniu z czasem fiksacji form odmienionych (tutaj poprawnych) oraz statystycznie znacząca różnica w grupie błędnych form fleksyjnych tworzonych poprzez afiksację mogą również sugerować brak pełnej sprawności morfosyntaktycznej w przetwarzaniu błędów czy też brak spójności w świadomym przetwarzaniu tych form, w których nie wystąpiły końcówki fleksyjne.

Jednakże wyniki uzyskane przez R. Silva'ę/ H. Clahsen'a nie pokrywają z tymi, które uzyskał B. Kirkici (2005) w badaniu nad przetwarzaniem fleksji drugiego języka. B. Kirkici zastosował paradygmat decyzji leksykalnych do zbadania odmienionych czasowników regularnych i nieregularnych o dużej i małej częstotliwości używania w dwóch grupach Turków uczących się języka angielskiego: zaawansowanej i początkującej. Ważna dla obecnego badania jest obserwacja B. Kirkici'a dotycząca grupy zaawansowanej; jej członkowie, mianowicie, byli wolniejsi w rozpoznawaniu regularnych form w porównaniu z nieregularnymi, co miałoby dowodzić, że w rozpoznawaniu tego typu form bierze udział dodatkowy proces, dekompozycja. Ponadto B. Kirkici stwierdza, że regularny czas przeszły jest jedną z tych zasad, której stosowanie może być „zautomatyzowane” w przypadku zaawansowanych uczniów języka angielskiego. W obecnym badaniu również wzięli udział zaawansowani uczniowie języka angielskiego. Nie możemy jednak bezpośrednio porównać wyników obydwu badań ze względu na różnicę w zastosowanej metodzie oraz bodźcach. Podobnie jak u B. Kirkici'a, w obecnym badaniu zaobserwowaliśmy wolniejsze przetwarzanie materiału fleksyjnego. Tutaj jednak odnosiło się ono do zdań, w których powinny były wystąpić regularne formy czasy przeszłego, czyli zdań błędnych w zestawieniu z AGR i PLU, a nie jak miało to miejsce u B. Kirkici'a w odniesieniu do nieregularnych form czasu przeszłego. Niemniej na uwagę zasługuje fakt, że w obecnym badaniu formy fleksyjne tworzone za pomocą afiksacji, *temat + sufiks*, więc podlegające dekompozycji (AGR, PAST, PLU), były różnie przetwarzane. Wśród ww. form fleksyjnych PAST w zdaniach błędnych był przetwarzany wolniej niż AGR czy PLU. Podobna zależność nie została zaobserwowana w zdaniach poprawnych. Ze względu na fakt, że te trzy formy są tworzone w procesie afiksacji (*temat + sufiks*) w ich rozumieniu niezbędna jest dekompozycja, czyli świadomość tej dwuelementowej struktury. Jeżeli proces, dzięki któremu powstają AGR, PLU i PAST jak i ich struktura są takie same, co powoduje wolniejsze przetwarzanie zdań z błędnymi formami PAST? Czy oznacza to, że zrozumienie błędów PAST wymaga dłuższego czasu i większego zaangażowania kognitywnego? W przyszłych badaniach odpowiedzi na te pytania należy szukać nie tyle w strukturze czasu przeszłego ile w sposobie w jakim jest on przetwarzany.

#### **4.3. Zdania poprawne versus zdania błędne**

Średnie kumulatywne jak i średnie cząstkowe form poprawnych generowały wyższe wartości, czyli były przetwarzane dłużej we wszystkich kategoriach w obecnym badaniu: *dwell time*, liczba fiksacji i czas fiksacji. Co więcej, różnice pomiędzy formami poprawnymi i błędnymi we wszystkich ww. kategoriach były statystycznie znaczące. Przypomnijmy, że w eksperymencie uczestnicy byli poproszeni o przeczytanie ze zrozumieniem zdań błędnych i poprawnych. Poprawność tych zdań zależała jedynie od obecności formy fleksyjnej (np. *-ed* dla PAST, *-s* dla AGR i PLU oraz *'s* dla POSS). Więc, tym, co powinni byli „zauważyć” uczestnicy był niewielki morfem. Fleksja w języku angielski ma postać małego elementu ortograficznego i jako taka może być trudna do uchwycenia. Nasi uczestnicy szybciej przetwarzali zdania błędne, czyli te zdania, w których brakowało form fleksyjnych. Jak gdyby błędy nie były zauważane, albo przynajmniej nie zawsze zauważane. Jeżeli w taki sposób zinterpretujemy wyniki badania, to tym samym stwierdzimy, że nasi uczestnicy byli gorsi w zauważeniu braku fleksji niż w przetworzeniu form fleksyjnych obecnych w zdaniach poprawnych. Wyniki wcześniejszych badań (zob. C.A. Miller/ L.B. Leonard/ D. Finneran 2008) dowodzą, że zauważenie braku jakiegoś elementu jest większym kognitywnym wysiłkiem niż zauważenie obecności tegoż elementu.

Możliwa jest również alternatywna interpretacja tych obserwacji; być może krótki czas fiksacji jest wynikiem tego, że uczestnicy szybko lokalizują błąd i nie starają się już zrozumieć błędnego zdania. Dlaczego w takim razie błędne formy są szybciej przetwarzane? Czyżby nasi uczestnicy unikali wysiłku kognitywnego związanego z niepoprawnym zdaniem? Może nawet zaawansowani uczniowie języka obcego nie zauważają wszystkich błędnych form<sup>3</sup>? Czy świadczy to o tym, że ich przetwarzanie morfosyntaktyczne nie jest w pełni zautomatyzowane jak to ma miejsce w przetwarzaniu tych form przez rodzimych użytkowników języka angielskiego? Być może problem ten w pewnym stopniu dotyczy samego procesu czytania. Sprawne przetworzenie zdania błędnego wymagałoby świadomości zasady stojącej za daną formą fleksyjną, zauważenia jej niezastosowania i przeprowadzenia reanalizy zdania. Stoimy na stanowisku, że niskie wartości fiksacji w zdaniach mogą świadczyć o braku bądź niedostatecznej reanalizie zdań. O tym, czy nasi uczestnicy

---

<sup>3</sup> Często rodzimi użytkownicy danego języka czytają błędne zdania tak jak gdyby były one poprawne. Dowodzi to istnienia mentalnych reprezentacji fleksji oraz automatycznej ich implementacji. Dotyczy to również tych rodzimych użytkowników, którzy utracili pełną zdolność posługiwania się językiem na skutek urazu mózgu (afazja Broki). W badaniu przeprowadzonym przez M. Szupica-Pyranowską (2009), anglojęzyczni pacjenci z afazją Broki zostali poproszeni o przeczytanie zdań zawartych w teście poprawności gramatycznej i o określenie czy zdania są błędne czy nie. Niektórzy z uczestników czytali na głos zdania z błędami fleksyjnymi tak jak gdyby były one poprawne, czyli tak jak gdyby zawierały końcówki fleksyjne. Niejednokrotnie to samo błędne zdanie czytane było trzy lub cztery razy zanim czytający ostatecznie podjął decyzję, co do jego poprawności. Obserwacje te skłaniają nas do dwojakiego rozumienia tego stanu rzeczy. Po pierwsze, problem ten może dotyczyć samego procesu czytania. Po drugie, poprawne czytanie błędnych zdań nie byłoby możliwe bez mentalnych reprezentacji fleksji. Nie możemy bezpośrednio odnieść tego do obecnego badania. Pośrednio jednak zauważamy, że istnieje konieczność bardzo skrupulatnego dobiegania uczestników badań okولوجraficznych tak, aby wyeliminować np. dysleksję.



rzeczywiście dostrzegali niepoprawność wszystkich błędnych zdań moglibyśmy się przekonać w badaniu okulograficznym połączonym z równoczesnym testem poprawności gramatycznej, w którym oprócz przeczytania zdań uczestnicy byłiby również poproszeni o stwierdzenie czy przeczytane zdania są poprawne czy nie i dlaczego.

#### **4.4. Wiek, w którym rozpoczyna się naukę języka obcego**

Wyniki ankiety jaką wypełnili uczestnicy dowodzą, że rozpoczynali oni naukę języka angielskiego średnio w wieku 8-10 lat w kontekście języka obcego, a więc sporadycznie, co niewątpliwie wpływało na jakość nauki i częstotliwość kontaktu z tym językiem. Na przykład, jeżeli naukę języka drugiego (a więc takiego, którego uczy się w jego naturalnym środowisku) rozpoczyna się po okresie krytycznym, pełna automatyzacja gramatyki jest trudna do osiągnięcia (zob. E. Białystok 1997, Y.G. Butler/ K. Hakuta 2004). M. Ullman (2004) wykorzystujący do swoich obserwacji dane neurokognitywne zauważył, że jeżeli nauka języka drugiego rozpoczyna się w młodości lub wieku dojrzałym zdolność stosowania zasad gramatycznych stopniowo maleje. W przypadku form fleksyjnych, model M. Ullman'a zakłada, że zasada czasu przeszłego nie będzie obecna w repertuarze składniowym osób uczących się angielskiego, ponieważ nie będą one w stanie w sposób spójny rozłożyć na elementy składowe regularnie odmienianych czasowników w czasie przeszłym. W konsekwencji doprowadzi to do tego, że regularnie odmieniane czasowniki w czasie przeszłym będą zapamiętywane i przywoływane z pamięci jako odrębne elementy leksykalne podobnie jak ma to miejsce w przypadku nieregularnych form czasu przeszłego. Jednakże w innym miejscu M. Ullman przyznaje, że możliwym jest, aby uczniowie mogli mieć dostęp do zasad drugiego języka w wyniku większego doświadczenia z tymże językiem. Im większe doświadczenie w używaniu języka drugiego tym większy dostęp do jego zasad.

Ponadto H. Clahsen/ C. Felser (2006) sugerowali, że chociaż kompletny system gramatyki/ repertuar składniowy nie jest dostępny dla uczniów języka drugiego niezależnie od znajomości tego języka. Niektóre z zasad gramatyki są, co prawda bardziej podatne na automatyzację ponieważ są łatwiejsze, co przekłada się na ich "mechaniczne" używanie (a więc i rozumienie); do nich między innymi należy fleksja regularna odmiana. Wyodrębniając różne kategorie zasad gramatycznych H. Clahsen/ C. Felser nawiązali do M. Ullman'a (2004), który utrzymuje, że bardziej złożone zasady składniowe są niedostępne dla uczących się języka drugiego, podczas gdy automatyzacja zasad fleksyjnych jest możliwa, ale zależna jest od biegłości i stopnia znajomości języka, doświadczenia językowego, czy częstotliwości kontaktu z językiem.

#### **4.5. Kontekst nauczania języka drugiego/ obcego**

Kontekst nauczania nie stanowił przedmiotu badania jednak okazał się jego produktem ubocznym. Formalny (szkolny) kontekst nauczania języka obcego, a więc taki, który jest reprezentatywny dla populacji uczniów w obecnym badaniu, jest ilości-

wo i jakościowo odmienny od pozaszkolnego (naturalistycznego). Dlatego też końcowy efekt nauczania rozumiany jako stopień biegłości i znajomości języka będzie inny w obydwu kontekstach (zob. C. Muñoz 2008). Badania okulograficzne nad preferencjami zaawansowanych uczniów języka angielskiego jako języka drugiego dotyczącymi zdań podrzędnych dowiodły, że osoby uczące się angielskiego w kontekście pozaszkolnym używały zdań podrzędnie złożonych ze sprawnością porównywalną do tej jaką mają rodzimi użytkownicy angielskiego (zob. C. Frenck-Mestre 2002). Podobne wyniki uzyskali P.E. Dussias (2003) i P.E. Dussias/ N. Sagarra (2007), którzy dodatkowo zaobserwowali, że pozaszkolne i nieformalne środowisko wpływa nie tylko na strategie przetwarzania języka drugiego, ale również języka rodzimego. Wpływ środowiska nauczania na przetwarzanie morfosyntaktyczne jest niedostatecznie opracowany w literaturze (zob. C. Pliatsikas/ T. Marinis 2013). To, co wiemy na ten temat pochodzi przede wszystkim z badania przeprowadzonego przez K. Gor/ M.H. Long (2009) zajmujących się wpływem kontekstu formalnego na przyswajanie oraz przetwarzanie fleksji drugiego języka. Ich zdaniem kontekst szkolny może być pomocny jedynie w nauce form o niskiej częstotliwości używania lub w przyswajaniu regularnych zasad fleksyjnych jako że kontekst formalny jest niezależny od częstotliwości używania występujących w środowisku naturalnym, które kierują procesem uczenia się języka nierodzimego. Przetwarzanie form regularnych czasu przeszłego skutkuje dłuższym czasem reakcji niż przetwarzanie form nieregularnych (zob. B. Kirkici 2005). Nasi uczestnicy uczyli się w kontekście formalnym, czyli takim, który powinien sprzyjać przyswajaniu regularnych zasad charakteryzujących się wysoką częstotliwością występowania (np. czas przeszły) jednak pomimo tego przetwarzali niepoprawne formy czasu przeszłego krócej niż formy poprawne. Niewątpliwie sprawność w przetwarzaniu morfosyntaktycznym oparta na zasadach języka docelowego jest wypadkową wielu czynników, np. wysokiego poziomu biegłości, jakości kontaktu z językiem, jak również wieku, w którym rozpoczęło się naukę języka obcego/drugiego. Kwestia wpływu kontekstu na przetwarzanie morfosyntaktyczne w czasie rzeczywistym (*online*) cały czas jeszcze wymaga szczegółowo przygotowanych badań oraz rzetelnego opracowania w literaturze.

#### 4.6. Okulograf versus przetwarzanie morfosyntaktyczne

W odpowiedzi na pytanie nr 3, *Czy okulograf jest właściwym narzędziem do zbadania przetwarzania morfosyntaktycznego i czy badanie okulograficzne może posłużyć jako wskaźnik złożoności form fleksyjnych w języku angielskim?* stwierdzamy, że w porównaniu z wcześniejszymi badaniami typu *off-line*, które nie doprowadziły do konsensusu w kwestii przetwarzania, złożoności i przyswajania angielskich form fleksyjnych, okulograf bez wątpienia zapewnia inną perspektywę badań i umożliwia wnikliwszą obserwację typu *online*. W tym względzie badania okulograficzne stanowią istotną metodę wspomagającą dotychczasowe badania behawioralne. W naszym badaniu obszary zainteresowania (*areas of interest*) stanowiły wyrazy, które zawierały bądź powinny były zawierać formy fleksyjne. Chociaż w badaniu wykorzystane były elementy leksykalne o dużej częstotliwości używania, częstotliwości jednak nigdy nie można w pełni wykluczyć jako zmiennej przeszkadzającej, szcze-

gólnie, jeżeli bodźce przedstawione są w kontekście zdaniowym. Dlatego też, obserwacje uzyskane dzięki okulografowi powinno się jeszcze udoskonalić, na przykład przeprowadzając bardziej szczegółową analizę. W celu jej uzyskania należałoby wykorzystać oprogramowanie *BeGaze Reading Package*, które umożliwia analizę poszczególnych liter w wyrazie i tym samym zawęzić obszary zainteresowania do sufiksu w zdaniach poprawnych i do ostatniego segmentu czasowników/rzeczowników nieodmienionych. Wyniki analizy poszczególnych liter można docelowo porównać z wynikami analizy elementów leksykalnych.

## 5. Konkluzja

Pomimo że, nasze badanie miało charakter diagnostyczny, dało ono jednak asumpt do zastanowienia się nad formą przyszłych badań okulograficznych, których autorzy powinny pokusić się o próbę odpowiedzi na pytanie jak najlepiej wykorzystać badanie okulograficzne w celu np. pełniejszego zrozumienia przetwarzania morfosyntaktycznego. Bez wątpienia badania *online* mają ogromny potencjał jako metody wspomagające w badaniach kognitywistycznych czy neurolingwistycznych. Na koniec posłużymy się następującym przykładem: D. Tanner/ K. Inoue/ L. Osterhout (2014) wykorzystali potencjały wywołane (*event related potentials*) jako miarę do zbadania procesów uczenia się/utruty języka nierodzimego i zaobserwowali rozdźwięk pomiędzy danymi behawioralnymi (*off-line*) i danymi czasu rzeczywistego pochodzącymi z zapisu ERP. D. Tanner/ K. Inoue/ L. Osterhout (2014) zauważyli, że mózg wydawał się wiedzieć więcej niż sami uczestnicy. Chcemy się przekonać czy podobną zależność uzyskamy w badaniu składającym się z części behawioralnej *off-line* w formie testu poprawności językowej i przeprowadzonej miesiąc później na tych samych bodźcach części *online*, czyli badania okulograficznego. Zamierzamy dowiedzieć się czy i w tym względzie dane okulograficzne pozwolą na spekulacje dotyczące procesów kognitywnych zachodzących w mózgu.

## Bibliografia

- Andersen, R.W. (1978), *An implicational model for second language research*, (w:) *Language Learning*, 28, 221–281.
- Arabatzi, M./ S. Edwards (2000), *Functional categories in agrammatic speech*, (w:) *Brain and Language*, 74, 539–541.
- Arabatzi, M./ S. Edwards (2002), *Tense and syntactic processes in agrammatic speech*, (w:) *Brain and Language*, 80, 314–327.
- Badecker, W./ A. Caramazza (1985), *On considerations of method and theory governing the use of clinical categories in neurolinguistics and cognitive neuropsychology: The case against agrammatism*, (w:) *Cognition*, 20, 97–125.
- Bailey, N./ C. Madden/ S.D. Krashen (1974), *Is there a natural sequence in adult second language learning?* (w:) *Language Learning*, 24, 235–243.
- Bastiaanse, R./ C.K. Thompson (2003), *Verb and auxiliary movement in agrammatic Broca's aphasia*, (w:) *Brain and Language*, 84, 286–305.

- Bayley, R. (1996), *Competing constraints on variation in the speech of adult Chinese learners of English*, (w:) R. Bayley, D. Preston (red.), *Second language acquisition and linguistic variation*. Amsterdam, 97–120.
- Bialystok, E. (1997), *The structure of age: in search of barriers to second language acquisition*, (w:) *Second Language Research*, 13 (2), 116–137.
- Bishop, D.V.M. (2013), *Cerebral asymmetry and language development: cause, correlate or consequence?* (w:) *Science*, 340, 1–22.
- Booij, G. (2005), *The grammar of words*. Oxford.
- Brandt, O./ B. Höhle (2009), *Does production of verbal inflection precede comprehension? Evidence from Eyetracking*. The Annual Meeting of the German Linguistics Society (DGfS) 4<sup>th</sup> March 2009. Osnabrück.
- Brown, R. (1973), *A First Language: The Early Stages*. Cambridge.
- Butler, Y.G./ K. Hakuta (2004), *Bilingualism and second language acquisition*, (w:) T.K. Bathia, W.C. Ritchie (red.), *The Handbook of Bilingualism*. Blackwell, 114–144.
- Carstairs-McCarthy, A. (2002), *An introduction to English morphology*. Edinburgh.
- Cirillo, R. (2016), *Why all John's Friends are Dutch, Not German: On the Determiner-Like Characteristics of the Inflection on the Universal Quantifier in West Germanic*, (w:) *Journal of Germanic Linguistics*, 2016, 179–218.
- Clahsen, H./ C. Felser (2006), *Grammatical processing in language learners*, (w:) *Applied Psycholinguistics*, 27 (1), 3–42.
- de Villiers, J.G. (1974), *Quantitative aspects of agrammatism in aphasia*, (w:) *Cortex*, 1, 36–54.
- den Dikken, M. (1998), *Predicate Inversion in DP*, (w:) A. Alexiadou/ C. Wilder (red.), *Possessives, predicates and movement in the DP*. Amsterdam, 177–214.
- den Dikken, M. (2000), *The syntax of features*, (w:) *Journal of Psycholinguistic Research*, 29/ 1, 5–23.
- Dulay, H.C./ M.K. Burt (1974), *Natural sequences in child second language acquisition*, (w:) *Language Learning*, 24, 37–53.
- Dussias, P.E. (2003), *Syntactic ambiguity resolution in L2 learners*, (w:) *Studies in Second Language Acquisition*, 25 (04), 529–557.
- Dussias, P.E./ N. Sagarra (2007), *The effect of exposure on syntactic parsing in Spanish-English bilinguals*, (w:) *Bilingualism: Language and Cognition*, 10 (01), 101–116.
- Enç, M. (1987), *Anchoring conditions for tense*, (w:) *Linguistic Inquiry*, 18, 633–658.
- Epstein, S.D./ S. Flynn/ G. Martohardjono (1996), *Second language acquisition. Theoretical and experimental issues in contemporary research*, (w:) *Behavioral and Brain Sciences*, 19, 677–758.
- Frenck-Mestre, C. (2002), *An on-line look at sentence processing in the second language*, (w:) J. Altarriba, R. Herridia (red.), *Bilingual Sentence Processing*. Amsterdam. Amsterdam etc., 218–236.
- Goad, H./ L. White/ J. Steel (2003), *Missing Surface Inflection in L2 acquisition: a prosodic account*, (w:) B. Beachley et al. (red.) *BUCLD 27 Proceedings*. Somerville, 264–275.

- Goodglass, H./ L. Menn (1985), *Is agrammatism a unitary phenomenon?* (w:) M.-L. Kean (red.), *Agrammatism (Perspectives in neurolinguistics, neuropsychology, and psycholinguistic)*. New York, 1–26.
- Gor, K./ M.H. Long (2009), *Input and second language processing*, (w:) W.C. Ritchie, T.K. Bhatia (red.), *The Handbook of second language acquisition*, 445–472.
- Greenberg, J.H. (1963), *Some universals of grammar with particular reference to the order of meaningful elements*, (w:) J.H. Greenberg (red.), *Universals of language*. Cambridge, 73–113.
- Grodzinsky, Y. (2000), *The neurology of syntax: language use without Broca's area*, (w:) *Behavioral and Brain Sciences*, 23 (1), 1–71.
- Guéron, J./ T. Hoekstra (1995), *The temporal interpretation of predication*, (w:) A. Cardinaletti/ M.-T. Guasti (red.), *Small clauses*. San Diego.
- Hawkins, R. (2000), *Persistent selective fossilization in second language acquisition and the optimal design of the language faculty*, (w:) *Essex Research Reports in Linguistics*, 34, 75–90.
- Hopp, H. (2015), *Semantics and morphosyntax in predictive L2 sentence processing*, (w:) *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 53 (3), 277–306.
- Jakobson, R. (1961), *Aphasia as a linguistic problem* (w:) S. Saporta/ J.E. Bastian (red.), *Psycholinguistics: A book of readings*. New York, 419–426.
- Jakobson, R. (1968), *Child language, aphasia and phonological universals*. Hague/ Paris.
- Jiang, N. (2004), *Morphological insensitivity in second language processing*, (w:) *Applied Psycholinguistics*, 25, 603–634.
- Jiang, N. (2007), *Selective integration of linguistic knowledge in adult second language learning*, (w:) *Language Learning*, 57, 1–33.
- Johnson, V.E./ J.G. de Villiers/ H.N. Seymour (2005), *Agreement without understanding? The case of third person singular /s/* (w:) *First Language*, 25, 317–330.
- Johnston, M. (1997), *Development and variation in learner language* (Doctoral thesis). Canberra.
- Kaan, E. (2014), *Predictive sentence processing in L2 and L1: What is different?* (w:) *Linguistic Approaches to Bilingualism*, 4:2, 257–282.
- Kean, M.-L. (1979), *Agrammatism: A phonological deficit?* (w:) *Cognition*, 5, 69–83.
- Kirkici, B. (2005), *Words and rules in L2 processing: an analysis of the dual-mechanism model* (unpublished MS). Ankara.
- Klein, E.C./ I. Stoynevska/ K. Adams/ T. Rose/ Y. Pugach/ S. Solt (2003), *L2 Perception and Production of the English Regular Past: The Role of L1 and L2 Phonology*, Poster presented at 27<sup>th</sup> Annual BUCLD.
- Lardiere, D. (1998a), *Case and tense in the "fossilized steady-state"*, (w:) *Second Language Research*, 14 (1), 1–26.
- Lardiere, D. (1998b), *Dissociating syntax from morphology in a divergent end-state grammar*, (w:) *Second Language Research*, 14, 359–375.

- Lardiere, D. (2000), *Mapping syntactic features to forms in second language acquisition*, (w:) J. Archibald (red.), *Second Language Acquisition and Linguistics Theory*. Oxford, 102–129.
- Larsen-Freeman, D.E. (1976), *An explanation for the morpheme acquisition order of second language learners*, (w:) *Language Learning*, 26, 125–134.
- Larson, C. (1998), *Its Academic, or Is It?*, (w:) V.P. Clark/ P.A. Eschholz/ A.F. Rosa (red.), *Language. Readings in Language and Culture*. St. Martin's.
- Luk, Z.P./ Y. Shirai (2009), *Review article: Is the acquisition order of grammatical morphemes impervious to L1 knowledge? Evidence from the acquisition of plural -s, articles, and possessive 's*, (w:) *Language Learning*, 59, 721–754.
- Mace-Matluck, B.J. (1979), *The order of acquisition of English structures by Spanish speaking children: Some possible determinants*, (w:) R.W. Andersen (red.), *The acquisition and use of Spanish and English as first and second languages*. Washington, 75–89.
- Menn, L./ L.K. Obler (1990), *Agrammatic aphasia: a cross-language narrative source book*. Amsterdam.
- Miller, C.A./ L.B. Leonard/ D. Finneran (2008), *Grammaticality judgments in adolescents with and without language impairment*, (w:) *International Journal of Language and Communication Disorders*, 43 (3), 346–360.
- Muñoz, C. (2008), *Symmetries and Asymmetries of Age Effects in Naturalistic and Instructed L2 Learning*, (w:) *Applied Linguistics*, 29 (4), 578–596.
- Nuibe, Y. (1986), *A report on the development of the grammatical morphemes in Japanese junior high school students learning English as a foreign language*, (w:) *Kyoiku Kagaku*, 28 (2), 371–381.
- O'Grady, W. (2006), *The Problem of Verbal Inflection in Second Language Acquisition*, (w:) *Proceedings of the Pan-Pacific Association of Applied Linguistics*, 1–21.
- Perez-Leroux, A. (2005), *Number problems in children*, (w:) C. Gurski (red.), *Proceedings of the 2005 Canadian Linguistics Association Annual Conference*. (<http://ling.uwo.ca/publications/CLA-ACL/CLA-ACL2005.htm>)
- Pica, T. (1983), *Adult acquisition of English as a second language under different conditions of exposure*, (w:) *Language Learning*, 33, 465–497.
- Pinker, S. (1999), *Words and rules*. New York.
- Pliatsikas, C./ T. Marinis (2013), *Processing of regular and irregular past tense morphology in highly proficient second language learners of English: a self-paced reading study*, (w:) *Applied Psycholinguistics*, 34 (5), 943–970.
- Prévost, P./ L. White (2000), *Missing surface inflection or impairment in second language Acquisition*, (w:) *Second Language Research*, 16, 103–133.
- Quirk, R./ S. Greenbaum/ G. Leech/ J. Svartvik (1985), *A comprehensive grammar of the English language* (General Grammar Series). London. New York.
- Radford, A./ M. Atkinson/ D. Britain/ H. Clahsen/ A. Spencer (2003), *Linguistics. An Introduction*. Cambridge.
- Scott A./ D. Denison/ K. Börjars (2007), *Is the English possessive 's truly a right edge phenomenon?* ICLCE2, Toulouse.
- Silva, R./ H. Clahsen (2008), *Morphologically complex words in L1 and L2 processing: Evidence from masked priming experiments in English*, (w:) *Bilingual-*

- ism: *Language and Cognition*, 11 (2), 245–260.
- Szupica-Pyrzanowska, M. (2009), *Morphological and Phonological Factors in the Production of Verbal Inflection in Adult L2 Learners of English and Patients with Agrammatic Aphasia* (PhD dissertation). New York.
- Szupica-Pyrzanowska, M./ L.K. Obler/ G. Martohardjono (2016), *Morphological vs. Phonological Explanations for Affix Errors in Agrammatism*, (w:) *Aphasiology*, 30 (11), 1–23.
- Tanner, D./ K. Inoue/ L. Osterhout (2014), *Brain-based individual differences in online L2 grammatical comprehension*, (w:) *Bilingualism. Language and Cognition*, 17, 77–293.
- Ullman, M.T. (2004), *Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural Model*, (w:) *Cognition*, 92 (1–2), 231–270.
- Wenzlaff, M./ H. Clahsen (2004), *Tense and agreement in German agrammatism*, (w:) *Brain and Language*, 89, 57–68.
- White, L. (2003), *Fossilization in steady state L2 grammars: persistent problems with inflectional morphology*, (w:) *Bilingualism: Language and Cognition*, 6, 129–141.
- White, L. (2008), *Some puzzling features of L2*, (w:) J.M. Liceras, H. Zobl, H. Goodluck (red.), *The Role of Formal Features in Second Language Acquisition*. New York/ London.
- Zobl, H./ J. Liceras (1994), *Functional categories and acquisition orders*, (w:) *Language learning: A journal of research in language studies*, 44 (1), 159–180.
- Zwicky, A.M. (1987), *Suppressing the Zs*, (w:) *Journal of Linguistics* 23, 133–48.

### Bodźce

AGR (+)	AGR (-)
comes	play
plans	sleep
goes	eat
looks	arrive
spends	bring
corrects	give
speaks	live
works	cut
gets	type

PAST (+)	PAST (-)
planted	promise
talked	offer
used	finish
washed	return
enjoyed	invite
passed	burn
visited	stop
cooked	smoke
refused	learn

PLU (+)	PLU (-)
nuts	student
girls	school
bags	tomato
prices	dog
seats	exercise
cats	kid
rooms	teenager
movies	bird
boys	mother

POSS (+)	POSS (-)
cat's food	uncle garden
doctor's coat	son wife
sister's dress	cousin name
Mary's recipe	John house
student's books	friend car
school's team	father wife
brother's patience	manager office
Grandpa's bike	husband decision
teacher's desk	aunt daughter