

# PLATFORMA DYSLEX: DIAGNOSTIKA DYSLEXIE S VYUŽITÍM EYE TRACKINGU A STROJOVÉHO UČENÍ

## THE DYSLEX PLATFORM: DIAGNOSING DYSLEXIA USING EYE-TRACKING AND MACHINE LEARNING

**Dostálová Nicol, Švaříček Roman**

Ústav pedagogických věd, Filozofická fakulta, Masarykova univerzita, Brno

### **Abstrakt**

Dyslexie je specifická porucha učení, která se projevuje obtížemi při čtení a způsobuje snížené porozumění textu a motivaci ke čtení. Zásadní význam má přesná a včasná diagnostika dyslexie založená na objektivních metodách měření. Příspěvek představuje platformu DYSLEX pro analýzu a klasifikaci dyslektických čtenářů na základě jejich očních pohybů pomocí strojového učení. Platforma DYSLEX se skládá z modulů, které zajišťují spuštění diagnostické baterie, záznam očních pohybů a klasifikaci čtenáře na základě diagnostického procesu. Výstupem platformy DYSLEX je přehledná zpráva s výsledky klasifikace a také podrobné informace o výkonu čtenáře v jednotlivých úlohách. Platforma DYSLEX může pomoci odborníkům v pedagogicko-psychologických poradnách a následné výsledky mohou zlepšit výkon dyslektických čtenářů při čtení a učení.

**Klíčová slova:** *dyslexie; čtení; diagnostika; eye-tracking; strojové učení*

### **Abstract**

Dyslexia is a specific learning disability that manifests itself in reading difficulties and causes reduced reading comprehension and motivation. Precise diagnostics of dyslexia, supported by objective measurements, is crucial. This paper presents the DYSLEX platform for analysing and classifying dyslexic readers based on their eye movements using machine learning. The DYSLEX platform consists of modules that provide the triggering of the diagnostic battery, recording of eye movements, and the classification phase of the entire process. The main output of the DYSLEX platform is a clear report with classification results of the reader as well as detailed information about the reader's performance in each task. The DYSLEX platform can help specialists in educational psychology clinics with the diagnosing process and subsequent results can improve dyslexic reading and learning performance.

**Keywords:** *dyslexia; reading; diagnostics; eye-tracking; machine learning*

## 1 ÚVOD

Dyslexie je specifická porucha učení, která se projevuje obtížemi při čtení. Klíčovým krokem při řešení dyslexie je včasná a přesná diagnostika doplněná o objektivní způsoby měření, mezi které lze zařadit např. sledování očních pohybů, které úzce souvisí se způsobem čtení u dyslektických žáků (Rayner, 1998). Využití diagnostického nástroje založeného na registraci očních pohybů a jejich zpracování pomocí strojového učení může přinést klíčové doplňující informace o způsobu čtení žáků s dyslexií.

## 2 TEORIE

Vývojová dyslexie je specifická porucha učení neurobiologického původu a je charakterizována chybami v hláskování a dekodování slov, což následně negativně ovlivňuje porozumění čtenému textu a vede ke snížené motivaci ke čtení (Gabrieli, 2009; Matějček & Vágnerová, 2006). V současné době je velké množství informací předáváno v textové podobě. Z tohoto důvodu je klíčové, aby žák se čtenářskými obtížemi byl včasné a přesně diagnostikován, a to i s ohledem na objektivní způsoby měření (např. sledování očních pohybů, viz Nilsson Benfatto et al., 2016), což by následně vedlo i brzkému výběru vhodných reedukačních metod. Takový výběr by následně mohl pozitivně ovlivnit adaptaci žáka na školní prostředí, a to nejen z hlediska jeho celkového školního výkonu, ale i z hlediska sociálního a emočního vývoje jedince (Nilsson Benfatto et al., 2016).

## 3 METODOLOGIE VÝZKUMU

Diagnostická platforma DYSLEX je určena pro analýzu a klasifikaci dyslexie u dětských čtenářů na základě jejich očních pohybů. Platforma DYSLEX cílí na dyslektické a intaktní žáky 3. a 4. tříd základních škol (tzn. 9–10 let), jejichž mateřským jazykem je čeština. Platforma DYSLEX obsahuje sadu 4 diagnostických úloh, které jsou založeny na verbálních (čtení slabik, čtení souvislého textu a čtení pseudotextu) a neverbálních podnětech (zraková diferenciacce). Na

základě vybraných úloh jsou sledovány čtenářské dovednosti a vizuální diferenciaci, které jsou zásadní pro rozvoj čtenářských dovedností dítěte. Během realizace celého diagnostického procesu jsou detekovány oční pohyby pomocí eye-trackingového zařízení. Předem definované parametry očních pohybů (počet fixací, doba trvání fixací apod.) jsou následně automatizovaným způsobem zpracovány pomocí vybraných algoritmů strojového učení.

## 4 VÝSLEDKY/OČEKÁVÁNÉ VÝSLEDKY

Platforma DYSLEX sestává z několika provázaných modulů. Hlavním cílem těchto modulů je spuštění diagnostického procesu, automatizovaný výpočet eye-trackingových parametrů a následná kalkulace klasifikačního výstupu pomocí modulu strojového učení. Výsledkem diagnostického procesu pomocí platformy DYSLEX je protokol ve formátu PDF obsahující výsledky čtyř vybraných klasifikátorů strojového učení pro všechny verbální a neverbální úlohy. Výstup nejprve zahrnuje základní informace měřeného klienta (tzn. dítěte se čtenářskými problémy). Následně výstup demonstruje tzv. název výsledku (tzn. dyslexie nebo intaktní čtenářské projevy), které jsou pro lepší přehlednost i barevně zvýrazněny. Tyto údaje zároveň obsahují i procentuální hodnotu výpočtu jednotlivých klasifikátorů v konkrétních úlohách pro přesnější interpretaci výsledku.

## 5 ZÁVĚRY A DISKUSE

Cílem komplexního diagnostického procesu s pomocí platformy DYSLEX je analyzovat a klasifikovat dyslexii u dětských čtenářů na základě jejich očních pohybů a zpracování těchto dat s pomocí strojového učení. Algoritmy strojového učení dosahují v přesnosti až 91 %, což představuje významný pokrok v oblasti diagnostiky dyslexie s registrací očních pohybů. Výstupy v podobě platformy DYSLEX mohou pomoci pro zpřesnění diagnostiky dyslexie, což může mít pozitivní dopad na dyslektického jedince a jeho psychosociální a emoční vývoj.

## PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek byl podpořen projektem Technologické agentury ČR (TL05000177 – Diagnostika dyslexie s využitím eye-trackingu a umělé inteligence). Poděkování patří také infrastrukturnímu pracovišti HUME Lab (FF MU) za technickou podporu.

## 6 LITERATURA

- Gabrieli, J. D. E. (2009). Dyslexia: A new synergy between education and cognitive neuroscience. *Science*, 325(5938), 280–283.  
<https://doi.org/10.1126/science.1171999>
- Matějček, Z., & Vágnerová, M. (2006). Sociální aspekty dyslexie. Karolinum.
- Nilsson Benfatto, M., Öqvist Seimyr, G., Ygge, J., Pansell, T., Rydberg, A., & Jacobson, C. (2016). Screening for Dyslexia Using Eye Tracking during Reading. *PLOS ONE*, 11(12).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165508>
- Rayner, K. (1998). Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372–422.  
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>