

ŽÁKOVSKÉ ČTENÍ TEXTU Z UČEBNICE SLEDOVANÉ OČNÍ KAMEROU A ROLE OTÁZEK PŘI POROZUMĚNÍ TOMUTO TEXTU

Martina KEKULE, Alžběta KREJČÍ

Abstrakt

Příspěvek prezentuje základní charakteristiky čtení odborného textu -učebnice- žáky a jedním vyučujícím. Dále srovnává přístupy čtení vlastního textu a textu, který je následně doplněn otázkami. Cílem pilotní studie realizované na 12 žácích a zabývající se jednou stranou textu učebnice byla identifikace základních přístupů čtení, práce s doprovodným vizuálním materiálem (obrázky a grafy) a identifikace indikátorů, které mohou signalizovat hlubší kognitivní procesy probíhající při čtení včetně vlivu otázek na čtení textu. Výstupy ukázaly minimální práci s vizuálním materiálem a naopak vcelku plynulé čtení celého textu, přerušované zpětnými sádkami nad klíčovými pojmy textu. Většina žáků po přečtení otázky realizovala sádku do oblasti textu, kde se nacházel klíčový pojem z otázky, což indikuje velmi dobrou paměť lokalizace význačných pojmů.

STUDENTS' READING OF A TEXTBOOK FOLLOWED BY THE EYE-TRACKER AND ROLE OF QUESTIONS IN LEARNING FROM THE TEXTBOOK

Abstract

The paper presents basic characteristics of students' reading of a physics textbook. Particularly, 12 high school students and one teacher were eyetracked during reading a page of the textbook. The aim of the study was identification of typical approaches to the reading, working with visual material (pictures and graphs) and identification of indicators which could reveal deeper cognitive processes of the students. The results showed that students almost did not work with the visual material. On the other hand, they fluently read the whole text, which was interrupted sometimes with regressive saccades to the key terms/words. After the reading questions in the end of the text, students typically provided a saccade to the keyword in the text. This indicates their very good spatial memory.

Úvod

V současné době se začíná využívat technologií i v rámci zefektivnění učení se z různých edukativních materiálů. Inovují se učebnice (viz například řada učebnic z nakladatelství Fraus), zkoumají se další možné přístupy, jak interagovat se žáky učícími se z učebních textů. Jednu z možností nabízí technologie tzv. eye-trackeru, metody oční kamery, která umožňuje sledovat pohyb očí osoby čtoucí a obecně pracující s učebním textem a tento text přizpůsobovat potřebám této osoby. Výzkumy v tomto směru realizují například kolegové z Německa v rámci projektu HyperMind (Projekt HyperMind, 2019). Možnosti interakce textu se čtenářem představuje například video Text 2.0 (Text 2.0, 2019). Cílem prezentovaného výzkumu bylo tedy zejména podívat se na to, jak žáci čtou a pracují s textem v našich učebnicích, a jak bude možné využít metodu oční kamery pro

zlepšení výukových textů. Navíc se v komunitě věnující se přírodovědnému vzdělávání nastiňuje možnost inovace výukových textů z hlediska struktury. Konkrétně (Ariasi&Mason, 2011) navrhují tzv. vyvracející (angl. refutational) text, který oproti klasickému vysvětlujícímu textu, pracuje s otázkami, které reflektují typické žákovské miskoncepce v dané oblasti. Dalším cílem výzkumu tedy bylo sledovat vliv přídavných otázek k učebnímu textu na proces žákovského čtení.

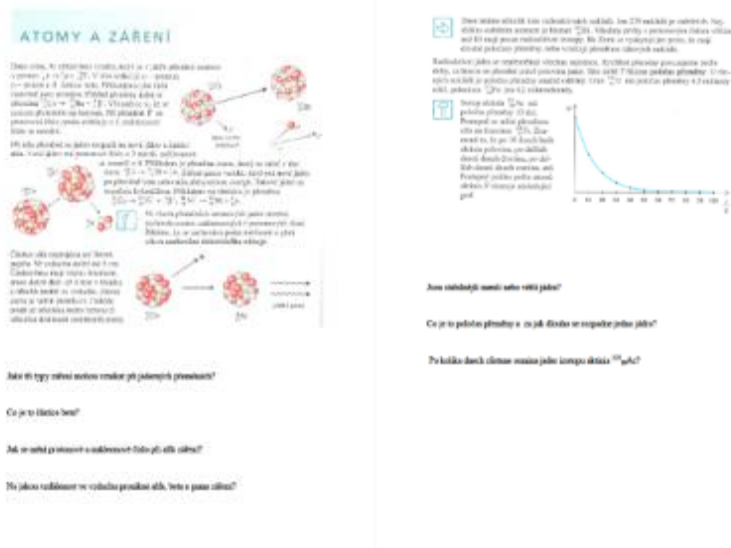
Cíle výzkumu tedy můžeme shrnout do tří základních oblastí: Typické charakteristiky čtení odborného textu -učebnice- žáky; Práce s doprovodným vizuálním materiálem a Vliv otázek na proces práce s tímto textem.

Realizace výzkumu

Žáci byli testováni v rámci práce v Interaktivní Fyzikální laboratoři při MFF UK v průběhu května a června 2018. Jednalo se o žáky prvních a druhých ročníků ze dvou pražských gymnázií a jedné SOŠ. Celkem jsme získali validní data od 12 žáků a jednoho vyučujícího. 55 % žáků se v průběhu základní školy s testovaným tématem již setkala, 45 % žáků nikoliv.

K testování byla použita oční kamera TobiiTX300 snímající pohyby očí s frekvencí 300 Hz. Nebyla použita opěrka brady. Za validní byla považována data, kdy bylo zachyceno alespoň 70 % pozic očí konkrétního probanda.

Testovaným materiálem byla jedna strana z učebnice z nakladatelství Fraus, konkrétně str. 76 s tématem Atomy a záření. Z důvodu výzkumu byla strana rozdělena na dvě části, viz Obrázek 1. Jak je vidět z obrázku, přídavný modrý pruh byl pro účely výzkumu vynechán, protože jsme se chtěli zaměřit na práci s hlavním textem a později i otázkami. Polovina testovaných žáků tedy obdržela pouze vlastní text učebnice. Druhá polovina testovaných žáků pracovala i s přídavnými otázkami. Jejich rozmístění a počet je patrný z Obrázku 1. Jejich znění je uvedeno v Tabulce 1.



Obrázek 1. Testovaný materiál z učebnice. Část I a část II. Doplněný přídavnými otázkami.

Otázky k Textu I

Jaké tři typy záření mohou vznikat při jaderných přeměnách?

Co je to částice beta?

Jak se mění protonové a nukleonové číslo při alfa záření?

Na jakou vzdálenost ve vzduchu pronikne alfa, beta a gama záření?

Otázky k Textu II

Jsou stabilnější menší nebo větší jádra?

Co je to poločas přeměny a za jak dlouho se rozpadne jedno jádro?

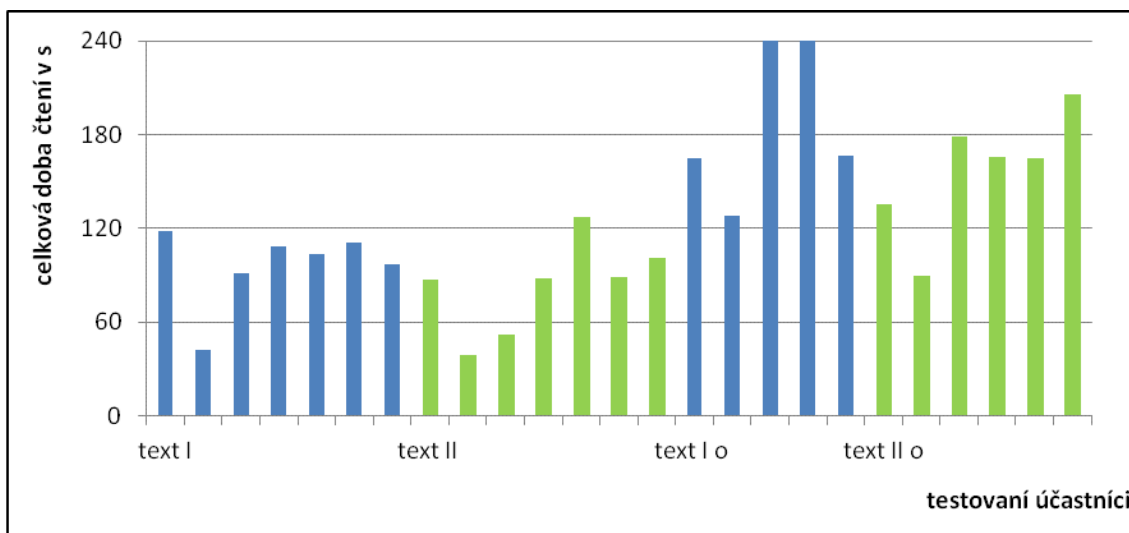
Po kolika dnech zůstane osmina jader izotopu aktinia ^{225}Ac ?

Tabulka 1. Znění otázek přidávaných k testovanému materiálu.

Průběh testování byl následující: Žáci byli nejprve seznámeni s kamerou a s tím, že budou pracovat s textem. V konkrétním zadání jsme se záměrně vyhnuli instrukci „čtení“ textu, abychom jim umožnili dle zájmu text například i jen zběžně prohlédnout, apod. Instrukce tedy zněla: *Až budete s textem hotovi, tak přepněte slide*. Pak následovalo promítání Textu I a nahrávání pohybu očí žáka. Poté byla žákům položena otázka: Co si z textu vybavuješ? A byla nahrána jejich odpověď. Dále následoval druhý cyklus s Textem II. V tomto případě už žáci mohli očekávat podobnou otázku na konci čtení. Jejich strategie prohlížení materiálu se tedy mohla změnit. Po záznamu oční kamerou ještě žáci vyplnili přídatný dotazník zaměřený na typické sociologické údaje jako např. pohlaví, známky, dále postoj k fyzice, preference textu, čtení a grafů a obeznámenost s tématem.

Výsledky výzkumu – charakteristiky čtení odborného textu-učebnice

Celkovou dobu čtení textů jak s otázkami, tak bez otázek uvádí následující Graf 1.



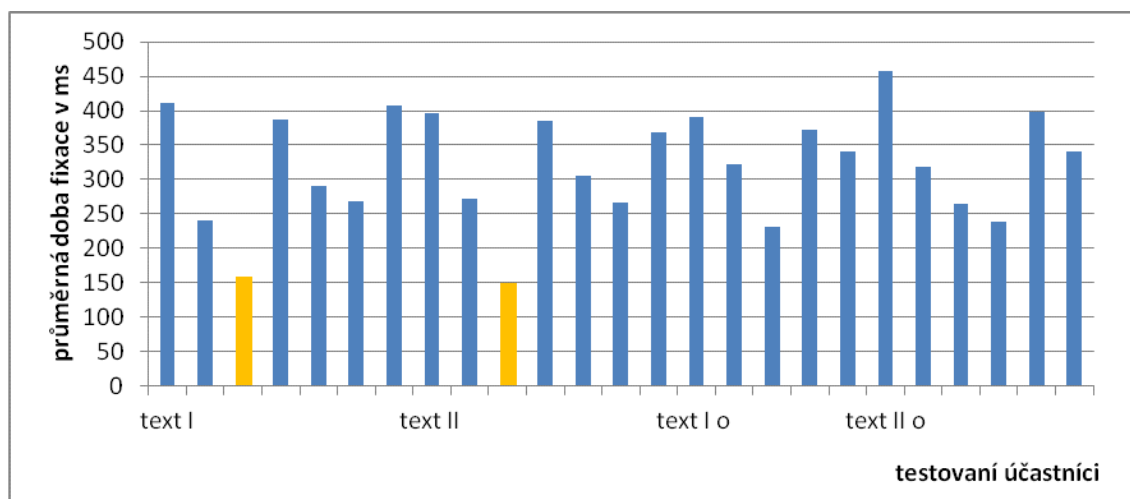
Graf 1. Celková doba čtení jednotlivých textů pro testované účastníky. Modré sloupce ukazují dobu čtení pro Text I. Zelené sloupce ukazují dobu čtení pro Text II. Texty s otázkami jsou označeny symbolem „o“.

Jak je z výsledků patrné, celková doba čtení textu se pro jednotlivé účastníky liší. Srovnáme-li dobu čtení textů s a bez otázek, je patrné, že textu s otázkami žáci věnovali mnohem více času. Zřejmě více, než by odpovídalo navýšení času pro pouhé přečtení otázky.

	Průměrná celková doba čtení textů/s
Text I	96,1
Text I s otázkami	189,0
Text II	88,1
Text II s otázkami	156,8

Tabulka 2. Průměrná celková doba čtení textů.

Další typickou charakteristikou, která může indikovat obtížnost čteného textu, je průměrná doba trvání fixace. Pro jednotlivé účastníky je zobrazena v Grafu 2 a průměrné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 3. I zde můžeme zaznamenat variabilitu mezi jednotlivými účastníky. Pro další tyto typy výzkumů by bylo vhodné zahrnout do testovaného materiálu referenční text – beletrii.



Graf 2. Průměrná doba fixace pro jednotlivé testované účastníky. Oranžová barva ukazuje data pro vyučující. Texty s otázkami jsou označeny symbolem „o“.

	Průměrná doba fixace/ms
Text I	309
Text I s otázkami	332
Text II	306
Text II s otázkami	337

Tabulka 3. Průměrná doba fixace pro jednotlivé účastníky.

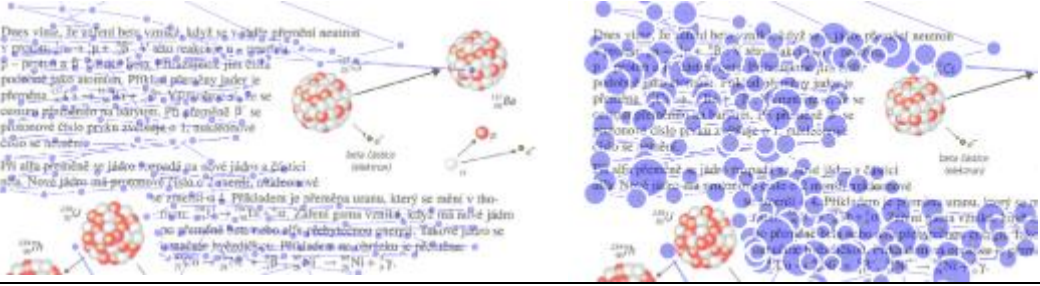
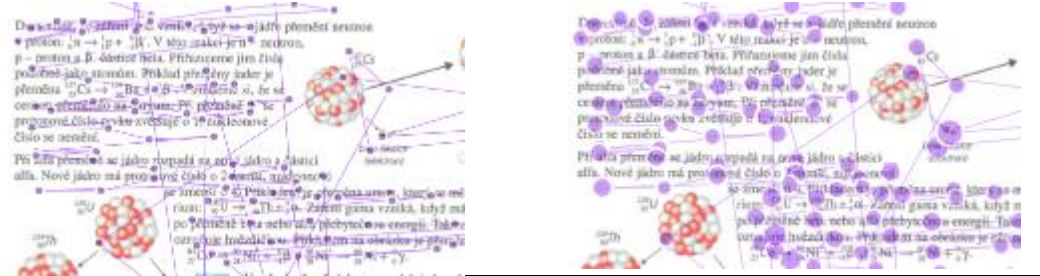
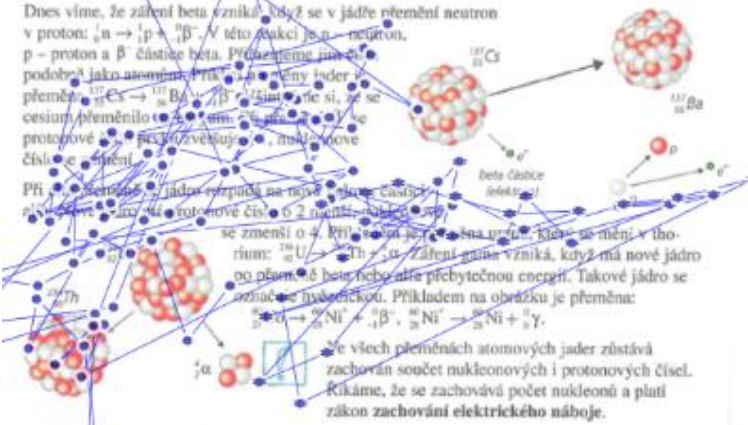
Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 9

V rámci testovaného vzorku žáků jsme identifikovaly následující typické přístupy ke čtení textu:

plynulé čtení textu vyznačující se zejména dopřednými sakádami (1. řádek Tabulka 4);

rychlejší prohlédnutí textu – opět charakterizované dopřednými sakádami ovšem s většími rozestupy přes řádky (2. řádek Tabulka 4). Tento přístup zaujala vyučující;

čtení textu se sakadickými pohyby v různých směrech – vyskytlo se u dvou žáků a může ukazovat na obtížnou a chaotickou orientaci v textu a možnou specifickou poruchu učení.

Fixace znázorněny bodem	Zohledněna doba trvání fixace
<p>Typické plynulé čtení</p> 	
<p>Rychlejší prohlédnutí textu – vyučující</p> 	
<p>Chaotické čtení</p> 	

Tabulka 4. Ukázky typických pozorovaných přístupů čtení daných materiálů.

Výsledky výzkumu – Práce s doprovodným vizuálním materiálem

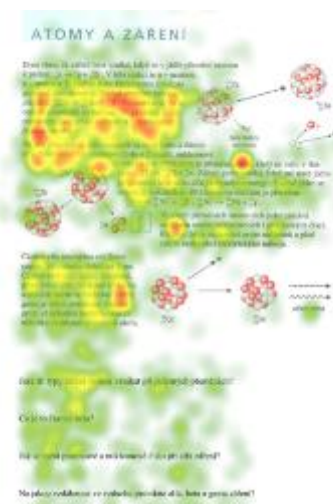
Texty I i II obsahovaly vizuální materiál, který doprovázel vlastní text učebnice. V případě Textu I se jednalo o obrázky znázorňující rozpad jader, v případě Textu II o graf znázorňující postupný pokles atomů aktinia v čase.

Obrázky nebo fotografie mohou být na jednu stranu pouze dekorativní, na druhou stranu mohou hrát nezastupitelnou roli v procesu porozumění psanému textu. Pozzer a Roth (2003) navrhli a rozlišují 4 stupně dekorativnosti fotografie, které můžeme aplikovat i na obrázky: dekorativní, ilustrativní, vysvětlující a doplňující. Tyto stupně dekorativnosti se odvíjejí od indikátorů: odkaz v textu na obrázek, nadpis obrázku a případně vysvětlující popis obrázku. Obrázky v rámci Textu I považujeme spíše za vysvětlující a doplňující než pouze dekorativní. Dle Pozzera a Rotha (2003) sice chybí detailnější popis obrázku, na druhou stranu obrázky se přímo vztahují k vlastnímu textu a modelují popisované jevy. Metodou oční kamery se ukazuje, že dekorativnímu obrázku věnují učící se pouze jednotky fixací. Naopak v případě doplňujících obrázků lze zaznamenat nejen zvýšený počet fixací na ně, ale také velký počet přesunů (angl. transitions) mezi obrázky a textem (Slykhuis, 2005).

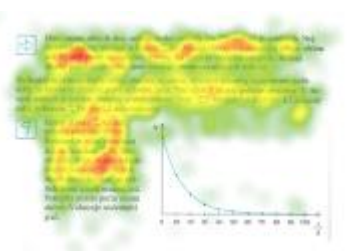
Text I bez otázek



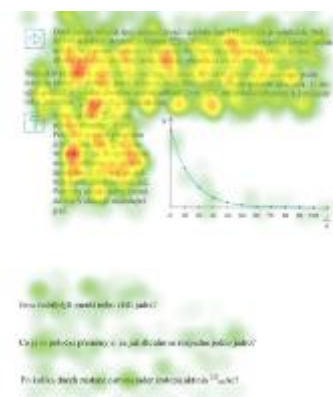
Text I s otázkami



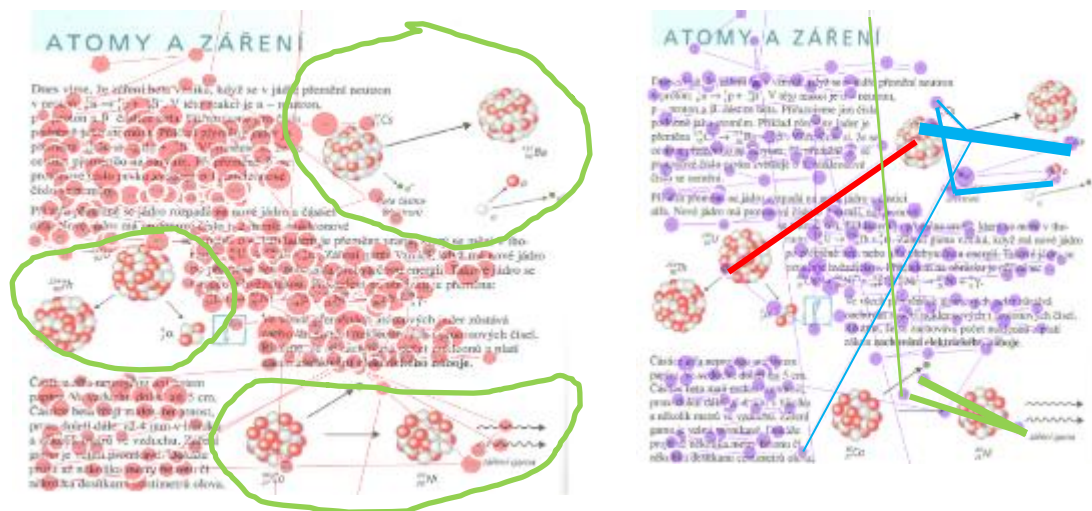
Text II bez otázek



Text II s otázkami



Tabulka 5. Mapy pozornosti pro jednotlivé texty. Do zpracování byla zahrnuta pouze validní data.



Obrázek 2. Typický tzv. gaze plot účastníka pracujícího s Textem I bez otázek (vlevo). Jsou patrné 1-2 fixace na text obrázku. A pro vyučující (vpravo). Barevně jsou zvýrazněny sakády na jednotlivé obrázky (čím tlustší čára, tím pozdější sakáda v rámci jedné barvy).

Mapy pozornosti založené na době trvání fixací pro jednotlivé texty jsou uvedeny v Tabulce 5. Jak je z map patrné, celkově žáci při práci s textem víceméně pozornost obrázkům nevěnovali. Nezaznamenali jsme zvýšený počet fixací na žádný z obrázků. Stejně tak opakující se přesuny mezi obrázkem a textem. Jak je z map i následných gaze plotů patrné, případně žáky v rámci obrázku zaujal text-popisek. Typický případ je uveden na Obrázku 2 (vlevo).

Naproti tomu u vyučující (vpravo) zaznamenáme po přečtení celého textu podrobnější prozkoumání obrázků. Barevně jsou zvýrazněny sakády týkající se jednoho obrázku. Čím tlustší čára, tím pozdější sakáda v rámci jedné barvy. Přestože vyučující věnovala obrázkům více fixací než ostatní žáci, opět nevidíme více opakujících se přesunů mezi textem a obrázkem nebo jednotlivými částmi obrázku, které by svědčily o probíhající snaze obrázek interpretovat.

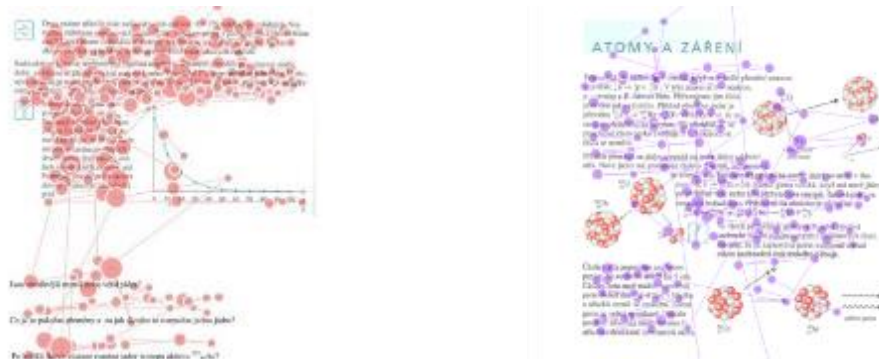
Ve výše uvedeném konkrétním případě výňatku z učebnice by bylo vhodné podpořit čtenáře k prozkoumání obrázku přímo pobídkou v textu. V případě interaktivních učebnic by bylo vhodné obrázky ve vhodnou chvíli rozpohybovat a přitáhnout k nim pozornost. Pro další výzkum by bylo smysluplné zaměřit se na způsob prohlížení obrázků experty a nejlepšími žáky a na základě získaných dat opět upravit animaci obrázků.

V případě Textu II byl v rámci učebnice prezentován konkrétní graf ukazující rozpad Actinia. Vysvětlení, co graf znázorňuje, uvádí samostatný odstavec v rámci textu učebnice. Z hlediska výše uvedeného dělení dle Pozzera a Rotha (2003) můžeme tedy tento graf považovat spíše za vysvětlující než pouze ilustrativní. Jak je už ale patrné z map pozornosti v Tabulce 5, žáci opět grafu věnovali minimální pozornost. A to i v případě, druhé skupiny účastníků, kteří měli text doplněný otázkami, a přímo jedna otázka se ke grafu vztahovala. Jak optikou oční kamery vypadá interpretace grafu a následné vyhledávání odpovědi na otázky uvádí například (Kekule, 2017). Opět bychom očekávali minimálně několik přesunů v rámci grafu nebo graf-text.

Indikátory kognitivních procesů nad textem a vliv otázek na práci s textem

Jak uvádíme v Tabulce 4 jedním z typických přístupů čtení, který jsme pozorovaly, bylo z velké části plynulé čtení vizualizované dopřednými sakádami. I v rámci tohoto

plynulého čtení však zaznamenáme určitá zadrhnutí, která velmi často indikují probíhající náročnější kognitivní zpracování dané části textu. Tato zadrhnutí se mohou projevit jak na úrovni fixací, tak na úrovni sakád. Na úrovni fixací zaznamenává zvýšenou dobu trvání fixace. Na Obrázku 3 vlevo je patrné, zejména v případě otázek dole, že žák během čtení textu procesoval určitá slova více než zbývající slova. Naproti tomu na obrázku vpravo je patrné rychlé prohlédnutí textu vyučujícím, které ukazuje homogenní dobu trvání fixací.



Obrázek 3. Ukázka gaze-plotu pro účastníka s výrazným zvýšením doby fixace (zejména v případě otázek) a gaze-plotu vyučující (vpravo).

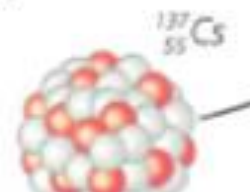
Na úrovni sakád nás obecně zajímají zpětné sakády, které mohou být několika typů:

S1a: čtenář se vrací v rámci slova zpět – znovuzpracování slova. Může se jednat o slovo cizí, špatně čitelné. Jak uvádí ukázka, někdy jsme zaznamenali i zpětnou sakádu v rámci nepříliš obtížného slova. V tomto případě se text zabýval jadernými přeměnami, takže lze odhadovat, že žák si slovo uvědomil jako klíčové pro tento kontext a došlo tedy k většímu zaměření pozornosti na toto slovo. Tento typ sakád tedy může indikovat jednak nová, obtížná slova a pojmy. A dále může ukazovat na porozumění a zasazení textu do kontextu.

Při alfa přeměně se jádro rozpadá na nové jádro a částici alfa. Nové jádro má protonové číslo o 2 menší, nukleonové se zmenší o 4. Příkladem je přeměna

S1b: zpět několik slov – neporozumění významu. V tomto případě se žák vrací dále než jen jedno slovo, o několik slov, větu. V případě předloženého textu se vcelku nepřekvapivě vraceli žáci zpět v případě čtení rovnic jaderných přeměn. Jednalo se o jedinou zpětnou sakádu typickou pro tento text.

Dnes víme, že záření beta vzniká, když se v jádře přemění neutron v proton: ${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0\beta^-$. V této reakci je n – neutron, p – proton a β^- částice beta. Přiřazujeme jim čísla podobně jako atomům. Příklad přeměny jádra je přeměna ${}_{55}^{137}\text{Cs} \rightarrow {}_{54}^{137}\text{Ba} + {}_{-1}^0\beta^-$. Všimněme si, že se cesium přeměnilo na baryum. Při přeměně β^- se



S2: return sweeps – návrat zpět v textu na přesné místo, který je typický pro zkušené čtenáře nebo čtenáře s vyšší úrovní porozumění.

S3: backtracks – nepřesný návrat zpět, víceméně se jedná o stejný druh pohybu očí. Čtenáři se však nedaří přesný návrat a dalšími krátkými sakádami upravuje svoje vyhledávání a lokalizaci požadované informace. Je typický pro méně zkušené čtenáře. Na následujících dvou obrázcích je ukázka pohybu *S2: return sweeps*, kdy je patrné, že žák si informaci o protonovém a nukleonovém čísle pro alfa záření spojuje s informací o tomtéž v předchozím textu pro beta záření. Že dochází k hlubšímu procesování, indikují znásobněné sakády v požadovaném směru, jak je patrné ze spodního obrázku.

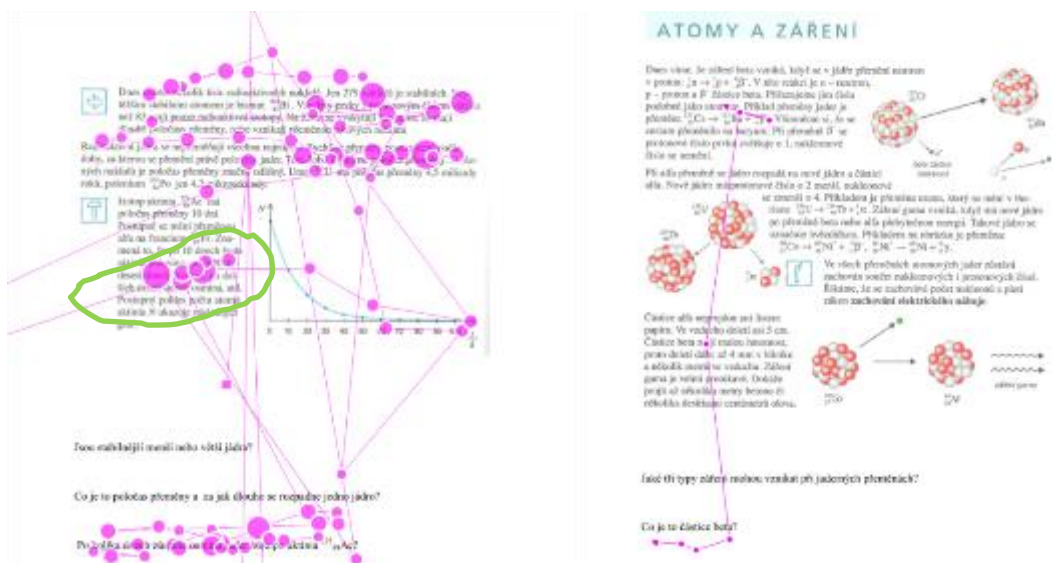
Dnes víme, že záření beta vzniká, když se v jádře přemění neutron v proton: ${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0\beta^-$. V této reakci je n – neutron, p – proton a β^- částice beta. Přifazujeme jim čísla podobně jako atomům. Příklad přeměny jader je přeměna ${}_{55}^{137}\text{Cs} \rightarrow {}_{56}^{137}\text{Ba} + {}_{-1}^0\beta^-$. Všimněme si, že se cesium přeměnilo na baryum. Při přeměně β^- se protonové číslo prvku zvětšuje o 1, nukleonové číslo se nemění.

Při alfa přeměně se jádro rozpadá na nové jádro a částici alfa. Nové jádro má protonové číslo o 2 menší, nukleonové se zmenší o 4. Příkladem je přeměna uraniu: ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\alpha$. Záření gama vzniká po přeměně beta nebo alfa přebytečnou energii. Označuje hvězdičkou. Příkladem na obrázku je ${}_{55}^{137m}\text{Cs} \rightarrow {}_{55}^{137}\text{Cs} + \gamma$.

Dnes víme, že záření beta vzniká, když se v jádře přemění neutron v proton: ${}_0^1n \rightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0\beta^-$. V této reakci je n – neutron, p – proton a β^- částice beta. Přifazujeme jim čísla podobně jako atomům. Příklad přeměny jader je přeměna ${}_{55}^{137}\text{Cs} \rightarrow {}_{56}^{137}\text{Ba} + {}_{-1}^0\beta^-$. Všimněme si, že se cesium přeměnilo na baryum. Při přeměně β^- se protonové číslo prvku zvětšuje o 1, nukleonové číslo se nemění.

Při alfa přeměně se jádro rozpadá na nové jádro a částici alfa. Nové jádro má protonové číslo o 2 menší, nukleonové se zmenší o 4. Příkladem je přeměna uraniu: ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\alpha$. Záření gama vzniká po přeměně beta nebo alfa přebytečnou energií. Označuje hvězdičkou. Příkladem na obrázku je ${}_{55}^{137m}\text{Cs} \rightarrow {}_{55}^{137}\text{Cs} + \gamma$.

Vracení se zpět na konkrétní místo v textu také zaznamenáme u žáků po přečtení otázky. Velmi názorně to můžeme vidět v případě Textu II a třetí otázky, tj. Po kolika dnech zůstane osmina jader actinia? Po přečtení této otázky téměř všichni žáci namířili sakádu do oblasti textu buďto přímo na „osmina“ nebo přilehlé „polovina, čtvrtina“. Viz Obrázek 4 vlevo. Podobně na obrázku vpravo je ukázka vyhledání klíčového slova „beta“ ihned po přečtení otázky: Co je to částice beta? Žáci tedy i po jednom poctivém přečtení textu umí minimálně klíčová slova v textu lokalizovat. Jak je však dále patrné z gazeplotu vlevo, pouhá lokalizace nezaručuje další zpracování najité oblasti. Žák se dále snažil vyhledávat informaci v grafu a prvních dvou odstavcích a větu, která se pojila s „osminou“ nečetl.



Obrázek 4. Ukázka gaze-plotu se zpětnou sakádou na slovo „osmina“ v textu. V zeleném kroužku. A další fixace, které následovaly poté (vlevo). Ukázka gaze-plotu se zpětnou sakádou na slovo „beta“ po přečtení otázky (vpravo).

Závěr

V rámci pilotní studie jsme identifikovaly typické oční pohyby – indikátory, které ukazují na vyšší kognitivní zátěž při čtení textu. Na základě těchto výstupů z těchto indikátorů by bylo možné dále učební text upravit nebo poskytnout zpětnou vazbu vyučujícímu o konkrétním procesu čtení jednotlivých žáků. Otázky, které následovaly po přečtení textu, ukazují vcelku výbornou lokalizační paměť žáků týkající se klíčových pojmů. Nicméně schopnost přesně lokalizovat pojem, na který se ptá otázka, není zárukou dalšího efektivního vyhledání a získání potřebné odpovědi. Vyučující se ukazuje jako nevhodný typ experta pro tento charakter výzkumů, protože se zdá, že si text prohlíží z hlediska toho, co zná a co ne a nepracuje s ním přímo jako s učebním textem.

Literatura

1. *Projekt HyperMind*, dostupné on-line iql-lab.de, cit. 20. 4. 2019
2. *Text 2.0*, dostupné on-line www.youtube.com/watch?v=8QocWsWd7fc cit. 20. 4. 2019
3. ARIASI, N., MASON, L. Uncovering the effect of text structure in learning from a science text: An eye-tracking study. *Instr Sci* (39), 2011, 581–601.
4. POZZER, L. L., ROTH, W. M. Prevalence, function, and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 2003, 1089-1114.
5. SLYKHUIS, D. A., WIEBE, E. N., ANNETTA, L. A. Eye-Tracking Students' Attention to PowerPoint Photographs in a Science Education Setting. *Journal of Sci. Ed. and Tech.*, 14 (5/6), 2005.
6. KEKULE, M. Dřepování na plošném siloměru a čtení zaznamenaného grafu žáky sledované oční kamerou In *Veletrh nápadů učitelů fyziky 22*, Sborník příspěvků z mezinárodní konference, 2017, 153-159.

Kontaktní adresa

RNDr. Martina Kekule, Ph.D.
Katedra didaktiky fyziky MFF UK
V Holešovičkách 2, 180 00 Praha
Telefon: +420 776 704 984
E-mail: martina.kekule@seznam.cz