

DYSLEXIE: IMPLIKACE PRO VÝUKU CHEMIE

HANA CÍDLOVÁ, ANNA BAYEROVÁ a DAVID PROKOP

*Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Poříčí 7, 623 00 Brno, Česká republika
cidlova@ped.muni.cz*

Došlo 13.6.24, přijato 19.7.24.

Dyslexie je zřejmě nejznámější specifickou poruchou učení. Veřejností bývá často zjednodušeně chápána jako porucha schopnosti (na)učit se číst, avšak jedná se o mnohem komplexnější problém. Obvykle mívá zřetelně negativní dopad na školní prospěch žáků, přestože mnozí žáci s dyslexií mohou mít výbornou prostorovou představivost a výbornou schopnost řešit problémy komplexního charakteru.

O dyslexii bylo napsáno mnoho publikací. Většina z nich se zabývá medicínskými nebo psychologickými aspekty dyslexie nebo se snaží žákům s dyslexií napomoci při čtení nebo jeho nácviku. Podstatně menší počet vědeckých prací se soustředí na pomoc s výukou konkrétních vyučovacích předmětů. Mezi nimi převládá snaha pomoci žákům se studiem cizích jazyků. Jen extrémně malý počet studií je zaměřen na dyslexii a přírodovědné předměty (např. chemii).

Cílem naší práce bylo vytvořit přehled informací o dyslexii a výuce chemie na základě textů publikovaných ve světové vědecké literatuře. Naše hypotéza, založená na studiu vědecké literatury o dyslexii a na našich zkušenostech s velmi limitovaným počtem spolupracujících žáků / studentů s dyslexií, případně s jejich učiteli, je následující: dyslexie se obvykle poprvé projeví během úvodního nácviku čtení. Čtení však může být postupně natrénováno až na společensky akceptovatelnou rychlost. To některé učitele může vést k mylnému názoru, že čtrnáctiletí žáci dyslexii již „zvládli“ a že tedy v přírodovědných předmětech mohou pracovat stejným způsobem jako ostatní žáci.

Některé články však poukazují na skutečnost, že žáci s dyslexií se od běžné populace mohou lišit způsobem práce s pamětí. Na pamětní zvládnutí učiva mohou potřebovat mnohem delší čas. Například „pouhé“ zapamatování si značek a názvů chemických prvků pro ně může být extrémně obtížný a časově náročný úkol.

Žáci s dyslexií mohou velmi ocenit vizualizace (pokusy, obrázky, ukázky skutečných chemických látek, modely, videa). Důvodem nemusí být jen samotný problém se čtením, ale i způsob myšlení (potřeba „překladu“ ze slov do reality). Mohou mít užitek z jasně strukturovaného vysvětlování a jasných výstupních požadavků. Na druhou stranu, mnozí z nich jsou kreativní a mají dobrou (až nadprůměrnou) schopnost řešit komplexní problémy. Výukové techniky, které pomáhají žákům s dyslexií, pomáhají všem žákům.

Klíčová slova: specifické poruchy učení, dyslexie, výuka chemie

Obsah

1. Úvod
2. Texty o dyslexii a výuce chemie ve vybraných světových vědeckých databázích
3. Významné chemické osobnosti s dyslexií
4. Nalezené informace o dyslexii a výuce chemie
5. Původní práce nalezené v české literatuře
6. Závěr

1. Úvod

Dyslexie je zřejmě nejznámější specifickou poruchou učení. Své označení získala díky skutečnosti, že se u žáků poprvé velmi výrazně projevuje většinou právě při úvodní výuce čtení. Na druhém stupni základní školy se promítá prakticky do všech vyučovacích předmětů, kde se pracuje

s textem, včetně výuky chemie. Veřejností bývá dyslexie často zjednodušeně chápána jako pouhá porucha schopnosti (na)učit se číst. Protože výuka chemie na základní škole začíná až v osmém ročníku, mnozí žáci s dyslexií už tou dobou mají čtení nacvičené na společensky akceptovatelnou rychlost. Učitel tak může snadno dojít k mylnému pocitu, že daný jedinec již svou dyslexií „zvládl“ a že tedy v rámci výuky chemie už zvláštní podporu nepotřebuje. Jedná se však o problém mnohem komplexnější, který daného jedince doprovází po celý život^{1,2}. Žáci s dyslexií mívají i přes usilovnou práci mnohdy horší studijní výsledky než jejich spolužáci bez dyslexie, a to jak ve znalostech, tak i v některých dovednostech³, přestože i mezi nimi jsou velmi inteligentní jedinci s velmi dobře rozvinutou prostorovou představivostí a dobrou schopností tvůrčím způsobem řešit problémy komplexního charakteru. Právě tyto dovednosti jsou při studiu chemie velmi cenné. Chemie totiž vyžaduje na jedné straně současně pamětní zvládnutí poměrně velkého

množství údajů, včetně značně abstraktních konceptů (např. představy o elektronové konfiguraci), na druhé straně vyžaduje dobrou schopnost exaktní práce, abstraktního myšlení a širokých mezioborových přesahů.

Podle British Dyslexia Association⁴ jsou charakteristickými rysy dyslexie potíže ve fonologickém uvědomění, verbální paměti a rychlosti verbálního zpracování. Nese s sebou však celé kontinuum problémů, přičemž neexistují žádné jasné hraniční body.

O dyslexii bylo napsáno mnoho publikací. Značná část z nich se zabývá jejími medicínskými a psychologickými aspekty. Z výukově zaměřených prací se převládající většina věnuje snaze napomoci žákům při nácvičce čtení, případně se pokouší čtení usnadnit i těm, kdo již čtou společensky akceptovatelnou rychlostí, ale nadále s velkou námahou. Vědeckých prací, zaměřených na výuku žáků s dyslexií v rámci konkrétních vyučovacích předmětů, je podstatně méně, přičemž mezi nimi převládá snaha napomáhat při výuce cizích jazyků.

Studii zabývajících se výukou přírodovědných předmětů s ohledem na žáky s dyslexií existuje extrémně málo, zejména v případě výuky chemie. Většina z publikovaných textů upozorňuje na chyby, které plynou specificky z potíží při čtení (záměny podobných chemických značek, chybování při práci s indexy, oxidačními čísly apod.). Některé články však mimoto poukazují i na skutečnost, že způsob uvažování žáků s dyslexií se liší od běžné populace; nejnovější práce, jak ukážeme v dalším textu, naznačují, že velkým a přes mnohé edukační snahy přetrvávajícím problémem spojeným s dyslexií by mohl být způsob práce s pamětí. Na to navazuje hledání vhodných výukových metod a učebních strategií, které žákům s dyslexií při studiu chemie napomáhají. Publikované práce o dyslexii a výuce chemie, pokud řeší otázky speciální didaktiky, se zaměřují především na výuku chemického názvosloví včetně vzorců organických látek, výuku základních chemických výpočtů a realizaci laboratorních prací. Ukazuje se, že řada z technik, které pomáhají žákům s dyslexií, je prospěšná všem žákům ve třídě³.

Dopad dyslexie může být leckdy až nepřiměřeně bagatelizován. Ve snaze přiblížit běžné populaci, jaké pocity může zažívat jedinec s dyslexií při čtení, vznikly např. texty cíleně upravené tak, aby problémy jedinců s dyslexií spojené se čtením názorně manifestovaly^{5,6}.

Počet jedinců s dyslexií v populaci se odhaduje přibližně na 10–15 % (cit.³), což je množství, které již zasluhuje odpovídající pozornost. Konkrétní údaje o zastoupení dyslexie v české populaci se navzájem rozcházejí⁷, uvádějí se však vesměs hodnoty poněkud nižší, cca 5–10 % (cit.⁸).

Cílem naší práce bylo vyhledat ve světové vědecké literatuře texty o dyslexii a výuce chemie a důležité informace z nich uvést mezi českou veřejnost. Některé z nalezených informací pak porovnáme s našimi vlastními zkušenostmi z dlouhodobé spolupráce se zainteresovaným žákem s dyslexií, navštěvujícím základní školu. Jeho zákonní zástupci s touto spoluprací a zveřejněním relevantních informací souhlasili za podmínky dodržení anonymity. Jejich písemný souhlas jsme schopni doložit.

2. Texty o dyslexii a výuce chemie ve vybraných světových vědeckých databázích

Do vyhledávače Web of Science⁹ jsme postupně zadali různé výrazy, které by mohly zachytit problematiku dyslexie. Při vyhledávání byl zadán požadavek současného výskytu hesla „chemistry“ a libovolného z hesel „reading disability“, „reading difficulties“, „reading disorder“ nebo „dyslexia“ v jakémkoli vyhledávacím poli. K datu 7. 5. 2024 bylo tímto způsobem nalezeno celkem 49 záznamů. Po vyloučení duplicit, jednoho nedostupného textu, textů nezabývajících se problémem dyslexie a textů zaměřených vysloveně na medicínskou stránku dyslexie zbylo celkem 18 článků zaměřených na dyslexii a výuku. Z tohoto počtu se ovšem konkrétně na výuku chemie a příbuzných oborů soustředí pouze 3 texty.

Ve snaze rozšířit počet nalezených prací byl prohlédán také systém Americké chemické společnosti¹⁰. Vyhledávání bylo opět jakýkoli z termínů „reading disability“, „reading difficulties“, „reading disorder“ nebo „dyslexia“ v jakémkoli vyhledávacím poli. Požadavek současného výskytu hesla „chemistry“ byl v tomto případě vypuštěn, protože chemické zaměření publikací v systému Americké chemické společnosti jsme předpokládali jako implicitní. Tímto způsobem jsme získali celkem 83 záznamů. Po vyřazení nedostupných textů, duplicit (včetně případných duplicit s výše uvedeným vyhledávaním ve Web of Science), textů nevztahujících se k dyslexii a textů zaměřených na medicínskou stránku dyslexie zbylo celkem 30 textů zabývajících se výukou. Z nich 9 se soustředilo na významné chemické osobnosti s dyslexií. Pouze 13 článků se zabývalo výukou chemie a dyslexií.

Celkově spojením výsledků vyhledávání v obou světově významných databázích jsme získali (pouhých!) 16 publikací zaměřených současně na výuku chemie nebo příbuzných oborů a problematiku dyslexie.

3. Vybrané významné chemické osobnosti s dyslexií

Archer John Porter Martin

K významným osobnostem chemie, u kterých se předpokládá dyslexie¹¹, patří především biochemik Archer John Porter Martin, který v roce 1952 spolu s Richardem L. M. Syngem získal Nobelovu cenu za rozdělovací chromatografii. Sám A. J. P. Martin přiznává¹¹, že zřejmě musel mít dyslexii, protože do 9 roků se nenaučil číst ani natolik, aby si přečetl komiks.

Larry Duda

Larry Duda¹⁴ je chemický inženýr, jehož práce přispěla k výzkumům v oblasti biotechnologií a počítačových simulací, převážně se zaměřením na transport látek a polymerní materiály. Na vysoké škole začínal jako průměrný student, kterého brzdila jeho špatná středoškolská příprava

a problém s dyslexií. V kurzu zaměřeném na chemické inženýrství a stechiometrii objevil svoji silnou stránku (výbornou schopnost řešit problémy), pak začal při studiu vynikat.

Marie-Paule Pileni

Další významnou osobností chemie s dyslexií je např. rodačka z Madagaskaru, emeritní profesorka Univerzity Sorbonna, fyzikální chemička Marie-Paule Pileni¹². Její výzkum byl po celou její profesní kariéru výrazně interdisciplinární a přispěl k řadě převratných objevů např. v oblasti nanotechnologií. Pokud jde o studia, ve své autobiografii¹² uvádí: „*Moje školní výsledky, ve srovnání s jinými studenty, nebyly dobré. Když jsem přišla na střední školu, měla jsem kvůli své dyslexii problémy... Díky velké pozornosti svých učitelů jsem ale postupovala. Na konci studia jsem měla krásné hodnocení.*“

Nathan Allen

Další zajímavou osobností je organický průmyslový chemik Nathan Allen¹³. Ve svém volném čase je hlavním moderátorem vědecké komunity Reddit („science subreddit“) online a patří k nejvlivnějším vědeckým komunikátorům v U. S. A. Jako dítě se potýkal s problémy se školou. Když jeho rodiče zjistili, že má dyslexii, domnívali se, že se s tím nedá nic dělat. Protože ve škole vysloveně nepropadal, nechali věcem volný průběh. O své diagnóze dyslexie se tak N. Allen dozvěděl až po úspěšném absolvování Ph.D. studia.

Není bez zajímavosti, že výše uvedeným osobnostem je kromě studijních problémů souvisejících s dyslexií společná také dobrá schopnost řešit komplikovanější problémy, a to s mezioborovým přesahem. Tento jev bývá některými autory nazýván „dar dyslexie“³⁴.

4. Nalezené informace o dyslexii a výuce chemie

Podívejme se nyní na zjištění učiněná ve výzkumech zaměřených na dyslexii a výuku chemie. Především je nutné přiznat, že řada nalezených informací o dyslexii a výuce, i přes zvolený způsob vyhledávání, je zaměřených obecně, nikoli konkrétně na výuku chemie. Informace, které jsme našli, jsme se rozhodli rozdělit do následujících skupin:

- spolupráce učitel – žák,
- obecné zásady organizace výuky,
- pomoc s porozuměním / zapamatováním textu,
- snaha usnadnit čtení,
- tipy pro výuku konkrétních chemických problematik,
- profesní nasměrování žáků s dyslexií.

Spolupráce učitel – žák

Jedním z podstatných předpokladů úspěšného vzdělávání je to, aby mezi učitelem a žákem byl kladný vztah. Tato potřeba však patří při vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami mezi nejobtížnější výzvy¹⁵. Učite-

lé, přestože by těmto žákům měli poskytovat podporu a povzbuzení, mohou mít tendenci pokládat výuku žáků s poruchami učení za „ztrátu času“. Naopak zejména ti snaživější žáci s dyslexií mívají nízké sebevědomí, mimo jiné pramenící z toho, že k dosažení stejných výsledků jako ostatní žáci potřebují obvykle vynakládat podstatně větší úsilí. Je pak velmi snadné sklouznout k pocitu, že jsou hloupí a neschopní se učit. Tento pocit může i chytré a nadané žáky na dlouhou dobu poznamenat^{7,16,17}. Přestože jsou doloženy problémy v osobních i pracovních vztazích následujících po příznání dyslexie¹⁸, je vzájemná otevřená informovanost hned od začátku výuky velmi důležitá¹⁷, přičemž ideální by bylo, aby se učitel žáka zeptal, co mu při učení pomáhá¹⁹.

K situacím, které typicky musejí být dohodnuty v úplném začátku výuky chemie, patří i způsob zápisu značek chemických prvků. Někteří žáci s dyslexií totiž mohou být zvyklí psát pouze velkými tiskacími písmeny a změna tohoto systému by jim mohla působit velké potíže. Na začátku výuky chemie je proto nezbytná dohoda mezi učitelem a žákem, zda tento žákův způsob zápisu bude učitel tolerovat, pokud žák jednoznačným způsobem vyznačí první písmeno každé chemické značky, pravděpodobně použitím větší velikosti písmene, např. takto: NaCl, Ba(OH)₂ aj. (*pozn. autoři*).

Obecné zásady organizace výuky

Učitelé často pocítují přizpůsobování výuky žákům se speciálními vzdělávacími potřebami jako přítěž. Je však opakovaně různými výzkumy potvrzeno, že mnohé z technik, které pomáhají žákům s poruchami učení, jsou současně přínosem pro všechny žáky^{3,15} ve třídě. Obecně platí, že žáci s dyslexií těžší z jasného a konzistentního průběhu výuky a z jasného a jednoznačného oznamování výstupních požadavků¹⁵. Přínosné pro žáky s dyslexií (ale i ostatní žáky) může být např. využívání mnemotechnických pomůcek, schémat (plánovaného a uskutečněného obsahu výkladu) a strukturovaných přehledů (vzájemné vztahy mezi pojmy).

K obecným doporučením patří využívání různých grafických zařízení, médií, exkurzí a počítačových simulací. Je také nutné mít na paměti a zohlednit, že žáci s dyslexií si nemohou dělat poznámky a zároveň poslouchat výklad učitele²⁰: „*Dále mi velký problém dělají zápisky z přednášek. V podstatě nejsem schopný si je zapsat. A co zapíšu, po sobě nepřečtu. Nepomůže mi ani to, když si zápisky svých kolegů okopíruji – nepřečtu ručně psaný text.*“

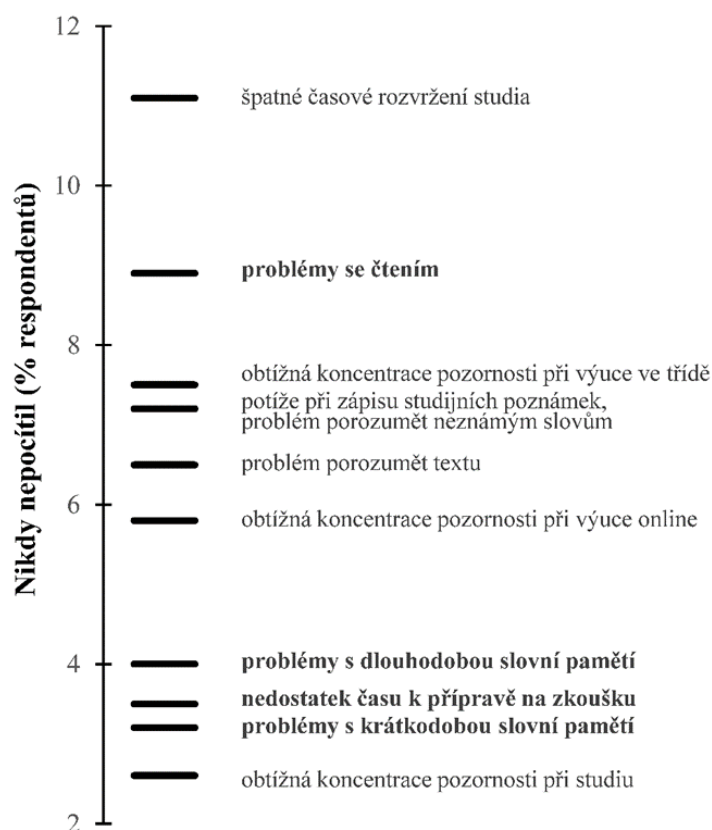
Jasně výstupní požadavky a dostupnost přehledů učiva včetně vyznačení vztahů mezi různými částmi učiva jsou ve výuce chemie opravdu velmi důležité. Chemie totiž, více než jiné předměty, je náročná současně dvojitým způsobem. Některé její partie kladou poměrně velké nároky na paměť žáků (např. přehledy různých chemických látek, jejich vlastností, výrob, příprav a využití), jiné partie jsou naopak náročné na tvorbu a následné využívání různých konceptů (např. základní představy o stavbě atomů a molekul, základy chemického názvosloví aj.). Žák, který

se s učivem setkává poprvé, však nemá představu, které informace zmíněné ve výuce jsou mezistupněm při budování složitějších konceptů a které nikoliv. Nemůže pak sám dobře posoudit, co bude v budoucnu potřebovat více a co méně a jak tedy má svůj čas a síly mezi jednotlivé části učiva rozvrhnout. Přehled učiva s vyznačením souvislostí může být v takové situaci výbornou pomocí. Přehledy, schémata a jasné vymezení výukových cílů jsou také dobrým vodítkem pro ty, kdo žákovi s dyslexií při studiu případně pomáhají, ale nemohou být osobně přítomni ve škole ve výuce.

Při úvahách o studijní pomoci žákům či studentům s dyslexií je nutné vzít v úvahu i to, že dyslexie je spektrum problémů a odlišností. Různí žáci či studenti s dyslexií mají proto při studiu různé konkrétní problémy a v návaznosti na to jim pomáhají různé pomůcky a učební strategie. Pro poskytnutí maximální podpory je tedy nutná úzká spolupráce žáka/studenta s dyslexií s psychologem, učitelem, rodiči apod., založená na oboustranné dobré vůli a dobré znalosti potřeb konkrétního žáka. Provedení potřebných psychologických testů a navrhování vhodných pomůcek a strategií může být záležitostí časově velmi náročnou. Nadějně se v tomto směru jeví využití umělé inteligence^{2,21}. V citovaných studiích uskutečněných v Itálii autoři provedli neobvykle rozsáhlý výzkum mezi

studenty s dyslexií, studujícími na některé z italských vysokých škol (celkový počet respondentů s dyslexií byl přibližně 700). Respondenti se nejprve vyjadřovali k problémům, které by jim z důvodu dyslexie mohly komplikovat studium. Následně pak měli na základě vlastních zkušeností zhodnotit, nakolik jim různé pomůcky a strategie pomáhají se studiem. Někteří z nich pak prošli testováním, přičemž výsledky byly poskytnuty umělé inteligenci: ta měla na základě jejich rozboru určit, které konkrétní pomůcky a strategie budou při studiu nejlépe nápomocné konkrétním studentům. Přesnost predikce vytvořené umělou inteligencí se v obou případech (pomůcky, strategie) pohybovala kolem 90 % (cit.²¹).

Z odpovědí respondentů (vysokoškolských studentů s dyslexií) uvedených v práci² uvedme pár zajímavostí. Dostí zakořeněným názorem mezi veřejností je mylná domněnka, že jediným problémem jedinců s dyslexií je čtení. Odtud je jen krůček k zásadně chybné představě, že žák 8. až 9. ročníku základní školy se již číst naučil, dyslexii tedy má zvládnutou a je možné s ním v přírodovědných předmětech pracovat víceméně stejně jako s ostatními žáky. Podle výsledků studie² není čtení pokládáno jedinci s dyslexií za nejhorší překážku ve studiu. Přibližně 9 % respondentů zapojených do výzkumu² naopak uvedlo, že problémy se čtením nepocítili nikdy (obr. 1). Mezi nejčas-



Obr. 1. Relativní zastoupení očekávaných studijních problémů obvykle spojovaných s dyslexií, o kterých vysokoškolští studenti s dyslexií tvrdí, že je nikdy nepocítili (zpracováno podle cit.²)

těži pocitované problémy podle zmíněné studie patří především obtížná koncentrace pozornosti při studiu, problémy s krátkodobou, případně i dlouhodobou slovní pamětí a s tím související pocit nedostatku času k přípravě na zkoušku.

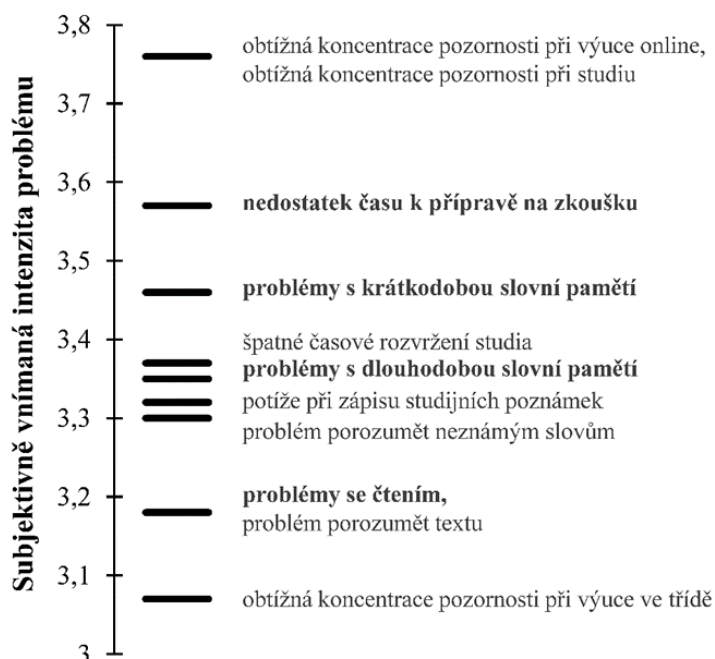
Podobné pořadí bylo zjištěno i při sledování intenzity problémů (obr. 2). Za nejobtížnější pokládali respondenti koncentraci pozornosti při studiu, pokud byli sami (samostatné studium, výuka online), problémy s krátkodobou slovní pamětí a nedostatek času při přípravě na zkoušku.

Pokud je tedy např. ve výuce v rychlém sledu zavedeno více nových odborných termínů a ihned jsou použity jako opěrné body pro další výklad, může se stát, že žák s dyslexií nebude výkladu téměř vůbec rozumět.

V souladu s tím jsou i výsledky další části výzkumu², kde nápad převést studijní materiály do formy audioknihy byl respondenty (vysokoškolskými studenty s dyslexií) vyhodnocen jako nejméně užitečný. Jako nejlépe pomáhající pomůcka bylo v dotazníku zodpovězeném vysokoškolskými studenty s dyslexií odhadnuto zvýraznění nejdůležitějších termínů v textu, následované jasným a graficky přehledným uspořádáním studijního materiálu, přičemž velkou pomocí je využití obrázků jako podkladů usnadňujících memorování konceptů. Ke stejnému závěru došla např. práce²².

Ze studijních strategií byla nejvýše hodnocena nutnost opakování. K dobrému zvládnutí učiva může jedinec s dyslexií potřebovat podstatně více opakování a procvičování než běžná populace.

Mnohým z nás téměř nepředstavitelnou časovou náročnost si zkusíme ilustrovat na jednom z „banálních“ úkolů pro žáky: „naučit se značky a názvy deseti chemických prvků“. V širším slova smyslu je od žáků vyžadován „překlad“ jakožto převod textového komunikátu mezi dvěma odlišnými znakovými systémy²³. Zadaný úkol obnáší zapamatovat si 10 „překladů“ název → značka (např. „vodík → H, dusík → N,...“) a 10 „překladů“ značka → název (např. „H → vodík, N → dusík,...“). Bohužel se ukazuje, že zvládnutí jednoho směru (např. název → značka) nemusí znamenat současně zvládnutí i směru opačného. Celkem se tedy jedná o 10 až 20 údajů. Započítáme-li 30 minut na uložení jednoho údaje do dlouhodobé paměti²⁴, docházíme k odhadu potřebného času na cca 5 až 10 hodin (tento údaj máme nezávisle experimentálně ověřený při práci se zainteresovaným žákem s dyslexií, navštěvujícím základní školu, při nácviu slovní zásoby anglického a německého jazyka i při studiu značek chemických prvků; v průběhu pěti let byly provedeny desítky měření; jejich výsledky výše uvedenému časovému odhadu odpovídají – pozn. autoři).



Obr. 2. Subjektivně vnímaná intenzita různých studijních problémů vysokoškolských student s dyslexií. 1 – slabý problém, 5 – velmi výrazný problém. (zpracováno podle cit.²)

Proto je důležité, aby žák s dyslexií i ti, kdo mu pomáhají, měli jasnou představu, které pojmy či koncepty jsou opravdu důležité. Velké časové nároky na zapamatování se totiž projeví ve všech předmětech, které zapamatování vyžadují, a žák si musí pro přípravu do všech těchto předmětů rozvrhnout čas. Jde nejen o zapamatování značek a názvů chemických prvků, násobilky nebo vyjmenovaných slov. Problém může přesáhnout např. i do tělesné výchovy, pokud je vyžadováno přesné pořadí cviků v sestavě apod.).

Pomoc s porozuměním / zapamatováním textu

Existují i výzkumné práce zaměřené právě na dopomoc žákům/studentům s dyslexií při zapamatování. Příkladem může být podepření výkladu (a následně i zadání otázky při zkoušení) vhodnými obrázky²², ale také i zvuky²⁵. Autoři uvedené studie²⁵ vytvořili animaci, kdy pohyb myši po různých částech strukturního vzorce složité organické látky je doprovázen různě vysokými tóny podle hodnoty zvolené fyzikálně-chemické veličiny (jednalo se o kurz biofyziky, konkrétně o studium změn tvaru proteinů, a související fyzikálně-chemické veličiny, např. hydrofobicitu nebo konformační entropii). V článku však autoři zdůrazňují s odvoláním na²⁶, že k podpoře zapamatování může dojít jen tehdy, je-li zvuk používán jako promyšlená pomůcka; jinak se naopak stane rušivým prvkem.

Autor práce²² vysvětluje vhodnost používání obrázků při zkoušení jako součást zadání přibližně takto: Nyní je běžnou praxí poskytovat při testování studentům s poruchami učení delší čas (kromě vhodné volby písma a papíru). Ten sice umožní zkoušenému přečíst si text pozorně a opakovaně, ale nemusí mu pomoci porozumět obsahu. Navíc se student po určité době unaví, takže prodloužená doba poskytnutá na test nemusí být plnohodnotnou pomocí.

Snaha usnadnit čtení

Ve snaze napomoci jedincům s dyslexií při čtení a studiu byly mimo jiné realizovány i výzkumy zaměřené na vhodnost různých vizuálních designů webových stránek^{27,28}. Pro jedince s dyslexií byl např. navržen web, kde si uživatelé mohli pomoci kaskádových stylů (CSS) nastavit vlastní subjektivně vyhovující design²⁹. Existuje také softwarová obdoba čtecího okénka³⁰ a různé čtečky obsahu obrazovky³¹. Nalezli jsme i zprávu o „digitální mluvčí učebnici“ chemie: Chemistry in the Community: Digital Talking Book³². Současné vědomosti o dyslexii však naznačují, že problém dyslexie je mnohem komplexnější než jen problémy se čtením, takže pouhá úprava designu textu nemůže být pro jedince s dyslexií dostatečnou pomocí².

Tipy pro výuku konkrétních chemických problematik

Práce³³, přestože není uvedena ve WoS, poskytuje důležité informace ohledně dyslexie a studia chemického názvosloví. Po provedení experimentu s žáky ve věku 16 až 18 let při řešení komplexních úloh (kombinace využití chemického názvosloví a chemických výpočtů) dochází k závěru, že při práci s chemickými vzorci se žáci

s dyslexií dopouštějí chyb přibližně 5× častěji než žáci intaktní. Pokud jde ale o pochopení podstaty zadaných úkolů, jsou naopak přibližně 2× úspěšnější než intaktní žáci.

Výzkum³³ byl proveden s malým počtem respondentů, uvedená konkrétní čísla je tedy nutné přijímat s rezervou. Autoři práce³³ nicméně vyvozují doporučení, že práce s chemickými vzorci je pro žáky či studenty s dyslexií velice obtížná, a proto by se měly při výuce žáků s dyslexií využívat jen v nezbytných případech. Např. obvyklý postup, kdy se molekulový vzorec používá jen pro urychlení zápisu (učitel tedy např. ve výkladu o vlastnostech iontových látek říká „chlorid sodný“, ale pro urychlení píše „NaCl“), může jedinci s dyslexií působit velké problémy.

Autoři práce³ uvádějí, že největší problémy žáků s dyslexií při studiu chemie nastávají v těchto oblastech:

- kvantitativní i kvalitativní interpretace symbolů

Uveďme si opět ilustraci: Např. pod zápisem „H₂O“ očekáváme, že si žák 8. ročníku základní školy relativně snadno představí vodu se všemi jejími notoricky známými vlastnostmi. Žák si však nejprve musí zápis „H₂O“ převést do slova „voda“ a pak slovo „voda“ interpretovat jako pojem – tj. představit si bezbarvou kapalinu, kterou obvykle pije, ... Tento sled dvou kroků, který většina ze čtenářů tohoto článku provede bezchybně a tak rychle, že si jej ani neuvědomí, však může žákům s dyslexií způsobovat problémy různé intenzity, počínaje únavou a konče nejružnějšími chybami (*pozn. autoři*). Situace je podobná jako v začátcích studia cizích jazyků, kdy žák pracně a únavně překládá, než se naučí v cizím jazyce myslet. Pro usnadnění a odlehčení studia bývají někdy využívány obrázkové slovníky. V chemii je nastíněná situace komplikovaná i tím, že naprostou většinu látek, o kterých se v chemii hovoří, žák nikdy v životě nevidí. A i ty látky, které vidět může, se mnohdy navzájem velmi podobají. Vzpomeňme si na popisy: „bílý krystalický prášek“, „bezbarvá kapalina“, „plyn bez barvy, chuti a zápachu“, „stříbrolesklý kov“, ...

- interpretace molekulových i strukturních vzorců chemických látek

Konkrétně autoři práce³³ zmiňují, že žáci s dyslexií měli při jejich experimentu problémy určit správně molární hmotnost látek na základě jejich vzorce, protože při práci se vzorcem látky zapomínali započítat některé atomy, přehlédli index určující počet atomů daného prvku anebo špatně přečetli chemickou značku. K záměně náchylné mohou být např. značky Sn × Sb × Si, Cu × Co, Ar × As, ale též P × F díky podobně znějícímu názvu prvku fosfor × fluor, podobně záměny bor × brom, radnatý × radonatý aj. (*pozn. autoři*).

- rovnice chemických reakcí

Výuka chemie předpokládá přesné a logické uvažování a schopnost porozumět abstraktním konceptům. Extrémně často využívá přesně definované kombinace písmen a číslic, které reprezentují chemické látky. Pro odlišení mezi jednotlivými chemickými látkami je často nutné přesně rozpoznat a odlišit podobně znějící zakončení slov

(např. $-nan \times -an$, $-itý \times -ičitý$, $-id \times -it$,...). Toto všechno jsou činnosti, které žákům s dyslexií činivají obtíže. Pokud v jakékoli z výše uvedených operací udělají chybu, nelze již rovnici správně sestavit a vyčíslit,...

– výpočet koncentrací roztoků

Pro dyslexii je poměrně typický problém s používáním symbolů. Přestože je možné provádět chemické výpočty různými postupy (např. výpočty zaměřené na výpočet koncentrace lze řešit buď dosazením do výpočetního vzorce anebo pomocí úměry), mnozí učitelé mají tendenci upřednostnit pouze jednu z obou možností. Podle výsledků rozsáhlého výzkumu realizovaného v Polsku³ i podle našich pozorování většině žáků s dyslexií lépe vyhovuje úměra. Setkali jsme se dokonce s případem, kdy žák s dyslexií zadané příklady na hmotnostní zlomek snadno vyřešil z hlavy, ale protože učitel vyžadoval postup pomocí výpočetního vzorce včetně zápisu, žák nejprve spočítal a zapsal výsledek a odpověď a pak zpětně do vynechaného místa nad tímto zápisem dopisoval výpočetní vzorec. Pokud jde o zápis výpočetního vzorce, pozorovali jsme i situaci, kdy žák s dyslexií do vzorce pro hmotnostní zlomek nebyl schopen dosadit. Pokud si však místo matematického zápisu zakreslil pizzu s výřezem a do výpočetního vzorce místo symbolů veličin kreslil obrázek dílku pizzy a celou pizzu, příklady řešil rychle a bezchybně (pozn. autoři).

Práce³ referuje o výsledcích rozsáhlého tříletého výzkumu provedeného s více než 400 žáky gymnázií v Polsku ve věku 13–15 let. Asi 20 % z nich představovali žáci s dyslexií s potvrzením z pedagogicko-psychologické poradny. Výzkum porovnával úspěšnost žáků s dyslexií a žáků intaktních při testování po provedení výuky různými způsoby. Jedním z nejdůležitějších zjištění byla velmi důležitá skutečnost, že výukové techniky, které pomáhaly žákům s dyslexií, pomáhaly současně i žákům intaktním. Čas a energie, které byly věnovány přípravě „speciálních“ materiálů a postupů pro žáky s dyslexií, se tedy zúročily ve formě lepších výsledků všech žáků. Z výzkumu vyplynulo:

- Žáci s dyslexií se v průměru lépe připravili na práci v chemické laboratoři, pokud měli k dispozici videozáznam provedení experimentu (ve srovnání s obvyklým slovním popisem postupu práce). Ke stejnému závěru došla i např. práce³⁵.
- Ve výuce chemických výpočtů pomocí úměry dosahovali žáci s dyslexií lepších výsledků, než při dosazování do výpočetních vzorců.
- Při procvičování chemického názvosloví anorganických sloučenin pomocí počítačových her dosáhli žáci s dyslexií lepších výsledků než při využití her žák-žák.
- Při úvahách o reaktivitě organických látek bylo účinnější využití prostorových modelů organických molekul ve srovnání s počítačovými animacemi.

Ve většině případů dosáhli žáci s dyslexií při testování horších výsledků než intaktní žáci, a to při použití obou porovnávaných výukových technik. Výukové techniky,

kteří z výzkumu vyšly jako účinnější pro žáky s dyslexií, byly účinnější pro obě skupiny žáků (žáky s dyslexií i žáky intaktní), ale žákům s dyslexií pomohly více. Rozdíly mezi žáky s dyslexií a žáky intaktními se při použití účinnější výukové techniky významně zmenšily.

Profesní nasměrování žáků s dyslexií

V otázce profesního nasměrování samozřejmě záleží na potřebách a možnostech žáků samotných, přičemž mají možnost požádat pedagogicko-psychologickou poradnu o pomoc při rozhodování. Není však bez zajímavosti si přečíst i životní zkušenosti významných chemiků s dyslexií. Např. Nathan Allen zastává názor¹³, že i přes problémy související s dyslexií pokládá studium chemie za dobrou volbu. V chemii se toho podle něj vlastně nemusí moc číst, jen strukturální vzorce chemických látek. A prvků / chemických značek je relativně malé množství. Důležité je i poslání plynoucí ze slov Marie-Paule Pileni¹²: „*Chtěla jsem se stát lékařkou. Ale když jsem se měla touto cestou vydat, dostala jsem strach, že budu zabíjet lidi! Tehdy jsem si byla jistá, že vím, co dělat nechci. Ale nevěděla jsem, co bych dělat mohla. Rozhodla jsem se začít studovat fyzikální chemii, aniž bych měla představu o své budoucí kariéře.*“

Skutečnost, že v některých profesích může být dyslexie životně nebezpečná, je doložena experimentálně, konkrétně v oboru imuno hematologie³⁶. V citované práci je zmíněna záměna krevních skupin v souvislosti s dyslexií jedné pracovnice. Autoři článku pak preventivně vyhledávají i možnosti vzniku dalších chyb v oboru hematologie, jejichž pravděpodobnost by v souvislosti s dyslexií mohla výrazně vzrůst – např. záměna testů LDH vs. HDL, záměna číslic a znamének při výpočtech, chyby v zápise fyzikálních veličin a výpočetních vzorců aj.

Četli jsme také zpověď učitelky s dyslexií¹⁷. Píše, že žáci si vážili jejího přiznání a že nezpochybovali odlišnost mezi tím, když její přípravy na výuku kontrolovala kolegyně, anebo když se na výuku chystala sama. Konstatuje však, že práce s textem při přípravě výuky pro ni byla tak namáhavá, že osobně doporučuje volit pokud možno takové formy výuky, aby se nutnost číst co nejvíce zredukovala.

5. Původní práce nalezené v české literatuře

Protože se má za to, že zastoupení diagnostikované dyslexie v populaci může být ovlivněné tím, ve které zemi žák žije a je vzděláván, pokusili jsme se nalézt informace o dyslexii a výuce chemie také v české literatuře. Ve světových databázích WoS a ACS jsme texty českých autorů nenašli. V česky psaných textech volně dostupných na internetu jsme našli práce Měcháčkové^{37,38}. Autorka v rešeršní části zmiňuje různé čtecí pomůcky (čtecí okénko, softwarové čtecí okénko, čtečky, filtry, úpravy vzhledu textu, speciální fonty písma apod.) a informace převzaté především z práce³. Ve vlastním výzkumu realizovala rozhovory o studiu chemie se šesti žáky s dyslexií navštěvujícími druhý stupeň základní školy. Respondenti neměli chemii

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1H VODÍK																	2He HELIUM
2	3Li LITHIUM												6C UHLÍK	7N DUŠÍK	8O KYSLÍK	9F FLUOR	10Ne NEON	
3	11Na SODÍK	12Mg HOŘEK											13Al HOŘEK	14Si KŘEMÍK	15P FOSFOR	16S SIKA	17Cl CHLOR	18Ar ARGON
4	19K DRASÍK	20Ca VÁPNEK					25Mn MANGAN	26Fe ŽELEZO			29Cu MĚD	30Zn ZINEK					35Br BROM	36Kr KRYPTON
5											47Ag STŘEBRO			50Sn CIN			53I JOD	54Xe XENON
6											78Pt PLATINA	79Au ZLATO		82Pb OLOVO				86Rn RADON
7																		

Obr. 3. Představa periodické soustavy prvků upravené pro nácvik práce s úvodním výběrem prvků

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1H VODÍK																	2He HELIUM
2	3Li LITHIUM	4Be BERYLÍUM											5B BOR	6C UHLÍK	7N DUŠÍK	8O KYSLÍK	9F FLUOR	10Ne NEON
3	11Na SODÍK	12Mg HOŘEK											13Al HOŘEK	14Si KŘEMÍK	15P FOSFOR	16S SIKA	17Cl CHLOR	18Ar ARGON
4	19K DRASÍK	20Ca VÁPNEK	21Sc SKANDIUM	22Ti TITAN	23V VANAD	24Cr CHROM	25Mn MANGAN	26Fe ŽELEZO	27Co KOBALT	28Ni NIKEL	29Cu MĚD	30Zn ZINEK	31Ga GALLIUM	32Ge GERMANIUM	33As ARSEN	34Se SELEN	35Br BROM	36Kr KRYPTON
5	37Rb RUBIDIUM	38Sr STRONCIUM	39Y YTERBIUM	40Zr ZIRKONIUM	41Nb NIOB	42Mo MOLYBDEN	43Tc TECHNETIUM	44Ru RUTHENIUM	45Rh RHODIUM	46Pd PALADIUM	47Ag STŘEBRO	48Cd KADMIUM	49In INDIUM	50Sn CIN	51Sb ANTIMON	52Te TELUR	53I JOD	54Xe XENON
6	55Cs CEZIUM	56Ba BARIUM	57La LANTAN	72Hf HAFNIUM	73Ta TANTAL	74W WOLFRAM	75Re RHENIUM	76Os OSMIUM	77Ir IRIDIUM	78Pt PLATINA	79Au ZLATO	80Hg HRT	81Tl THALLIUM	82Pb OLOVO	83Bi BISMUT	84Po POLONIUM	85At ASTAT	86Rn RADON
7	87Fr FRANCIUM	88Ra RADIUM	89Ac AKTINIUM	104Rf RUFORFENIUM	105Db DUBNIUM	106Sg SEBORGIUM	107Bh BOHRJIUM	108Hs HASSIUM	109Mt MEITNERIUM	110Ds DARWSTADTIUM	111Rg RODENTIGENIUM	112Cn NIPERICIUM						

58Ce CER	59Pr PRASEODYM	60Nd NEODYM	61Pm PROMETIUM	62Sm SAMARIUM	63Eu EURÓPIUM	64Gd GADOLINIUM	65Tb TERBIUM	66Dy DYSPROSIUM	67Ho HOZMIUM	68Er ERBIUM	69Tm TERMIUM	70Yb YTERBIUM	71Lu LUTECIUM
90Th THORIUM	91Pa PROZAKTIUM	92U URAN	93Np NEPTUNIUM	94Pu PLUTONIUM	95Am AMERIČIUM	96Cm CURIUM	97Bk BERKELIUM	98Cf CALIFORNIUM	99Es EINSTEINIUM	100Fm FERMIUM	101Md MENDELEVIUM	102No NOBELIUM	103Lr LAWRENCIUM

Obr. 4. Představa periodické soustavy prvků použitelné k vybarvování, tj. grafickému zvýrazňování potřebných informací o chemických prvcích

příliš rádi. K jejich oblíbeným činnostem ve výuce chemie patřilo sledování demonstračních experimentů a videozáznamů. Témata „chemické názvosloví“ a „chemické výpočty“ se pěti z těchto žáků jevila jako nejobtížnější. Nikdo z respondentů neznal žádné webové stránky určené uživatelům s dyslexií. Všichni shodně uvedli, že

v chemickém názvosloví anorganických sloučenin jim nejlépe vyhovuje používání křížového pravidla. Pět z nich by uvítalo, kdyby při převodu mezi vzorci a názvy mohli používat seznam názvoslovných zakončení pro kladná oxidační čísla (I: -ný, II: -natý, III: -itý,...).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H VODÍK																	2 He HELIUM
2	3 Li LITHIUM	4 Be BERYLIUM											5 B BOR	6 C UHLÍK	7 N DUŠÍK	8 O KYSÍK	9 F FLUOR	10 Ne NEON
3	11 Na SODÍK	12 Mg HOŘEK											13 Al HLINEK	14 Si KŘEMÍK	15 P FOSFOR	16 S SIŘA	17 Cl CHLOR	18 Ar ARGON
4	19 K DŘEVÍK	20 Ca VÁPNEK	21 Sc SKANDIUM	22 Ti TITAN	23 V VANAD	24 Cr CHROM	25 Mn MANGAN	26 Fe ŽELEZO	27 Co KOBALT	28 Ni NIKEL	29 Cu MĚD	30 Zn CINEK	31 Ga GALIUM	32 Ge GERMANIUM	33 As ARSEN	34 Se SELEN	35 Br BROM	36 Kr KRYPTON
5	37 Rb RUBIDIUM	38 Sr STRONCIUM	39 Y YTRIUM	40 Zr ZIRKONIUM	41 Nb NIOB	42 Mo MOLYBDEN	43 Tc TECHNECIUM	44 Ru RUTHENIUM	45 Rh RHODIUM	46 Pd PALADIUM	47 Ag STŘEBRO	48 Cd KADMIUM	49 In INDIUM	50 Sn CIN	51 Sb ANTIMON	52 Te TELUR	53 I JOD	54 Xe XENON
6	55 Cs CEZIJ	56 Ba BARIUM	57 La LANTAN	72 Hf HAFNIUM	73 Ta TANAL	74 W VOLFRAM	75 Re RHENIUM	76 Os OSMIUM	77 Ir IRIDIUM	78 Pt PLATINA	79 Au ZLATO	80 Hg RTUŤ	81 Tl TLAQUEJ	82 Pb OLOVO	83 Bi BISMUT	84 Po POLONIUM	85 At ASTAT	86 Rn RADON
7	87 Fr FRANCIUM	88 Ra RADIUM	89 Ac AKTINIUM	104 Rf RUFBERGIIUM	105 Db DUBENIUM	106 Sg SEABORGIUM	107 Bh BOHRIIUM	108 Hs HASSELIUM	109 Mt MEITNERIUM	110 Ds DARMŠTADTIUM	111 Rg RENTGENIUM	112 Cn NEUPERFIUM						

58 Ce CEZIJ	59 Pr PRASEODIM	60 Nd NEODYM	61 Pm PROMETIUM	62 Sm SAMARIUM	63 Eu EUROPIUM	64 Gd GADOLINIUM	65 Tb TERBIUM	66 Dy DYSPROSIUM	67 Ho HOLMIUM	68 Er ERBIUM	69 Tm TERMIUM	70 Yb YTERBIUM	71 Lu LUTECIUM
90 Th THORIUM	91 Pa PROTAKTIUM	92 U URAN	93 Np NEPTUNIUM	94 Pu PLUTONIUM	95 Am AMERIUM	96 Cm CURIUM	97 Bk BERKELIUM	98 Cf CALIFORNIUM	99 Es EINSTEINIUM	100 Fm FERMIUM	101 Md MENDĚLĚVIUM	102 No NOBELIUM	103 Lr LAWRENCIUM

Obr. 5. Představa využití vybarvovací formy periodické soustavy prvků pro zvýraznění prvků, které jsou za standardních podmínek plynné

Další dostupnou česky psanou prací zaměřenou na pomoc žákům s dyslexií při studiu chemie je cit.³⁹. Autor se pokouší na základě rešerše navrhnout pomůcky napomáhající žákům s dyslexií při studiu chemie na základní škole. Upozorňuje na obtíže žáků s dyslexií spojené s nutností kombinovat a přenášet informace z různých zdrojů (zadání úkolu v učebnici – vyhledávání relativních atomových hmotností v periodické tabulce – zápis řešení do sešitu) a na obtíže spojené s vyhledáváním údajů v souvislém textu. K dopomoci navrhuje mimo jiné poskytnout žákům s dyslexií alespoň pro začátek upravenou periodickou tabulku, ve které by se postupně zanašely jen ty prvky, se kterými žáci pracují (obr. 3). Detailní údaje o prvcích (elektronegativita, latinský název) mohou i nemusejí být zařazeny. Dá se očekávat, že tato upravená periodická tabulka bude pro žáky s dyslexií přehlednější a usnadní jim postupné zapamatování polohy nejdůležitějších prvků.

Učitel může také žákům poskytnout periodickou tabulku s nevybarvenými polí (obr. 4), ve které si mohou podle potřeby vybarvením zdůraznit potřebné údaje (např. odlišit kovy od nekovů, odlišit prvky podle skupenství, ...).

Zapamatování informací o prvcích se tím podpoří přidáním grafické informace (např. text „Vodík, kyslík, dusík, fluor, chlor, helium, neon, argon, krypton, xenon a radon jsou plyny.“) se tím zčásti převede na zapamatování polohy plyných prvků v periodické tabulce, tedy zapamatování obrázku (obr. 5).

Díky častým problémům s pamětí se dá očekávat, že žákům s dyslexií budou užitečné také různé mnemotechnické pomůcky. Např. k zapamatování prvních tří kovů 1. skupiny je možno použít mnemotechnickou pomůcku „líná kočka“: Li – Na – K. Tvorba a využití různých pomůcek podporujících zapamatování jsou jistě velmi rozsáhlou kapitolou samy o sobě.

6. Závěr

Náš text shrnuje současné dostupné poznatky o tom, jak je možné pomáhat žákům či studentům s dyslexií při studiu chemie. Nalezené informace částečně doplňujeme o naše vlastní zkušenosti s touto problematikou. Podařilo se nám prostudovat především texty psané v anglicky a většinou publikované prostřednictvím vědeckých databází WoS a ACS. K výzkumným publikacím zveřejněným mimo tyto databáze a v jiných jazycích než v angličtině, češtině a částečně polštině jsme se prakticky nedostali. Ukazuje se především, že dostupných informací je málo.

Důležitá je skutečnost, že dyslexie je celoživotní komplexní problém, který se u různých jedinců projevuje různě. Proto není možné sestavit univerzální systém doporučení, který by pomáhal všem jedincům s dyslexií.

I přes velké studijní úsilí je dyslexie většinou doprovázena horšími studijními výsledky než u běžné populace. Pokud se žákům s dyslexií podaří úvodní studijní obtíže překonat, stěžuje si většina z nich na obtížnou koncentraci

pozornosti, špatnou krátkodobou verbální paměť a celkově na nedostatek času, který potřebují ke zvládnutí studijních požadavků. Uvedené problémy jsou řadou z nich při dalším studiu vnímány dokonce jako zásadnější než obtíže při čtení. Obvykle používané výukové metody jim proto nemusí vyhovovat. V chemii, stejně jako v jiných předmětech, je nejnvhodnější se s žákem domluvit, co mu při studiu pomáhá. Dá se ale počítat s tím, že s velkou pravděpodobností budou žákům s dyslexií nápomocné jednak prostředky převádějící prosté slovní oznámení skutečnosti na vnímání i jinými smysly a pak prostředky, které usnadňují proces zapamatování.

Někteří žáci s dyslexií mohou být velmi inteligentní a kreativní, přestože pro jejich okolí to nemusí být zjevné. Mohou být schopni své znalosti spojit snadněji a nápaditěji než žáci intaktní. Tato nevšední a velmi užitečná schopnost bývá někdy označována jako „dar dyslexie“. Dokladem tohoto daru jsou takové osobnosti jako emeritní profesorka Marie-Paule Pileni nebo nositel Nobelovy ceny za chemii Archer John Porter Martin.

Procentuální zastoupení jedinců s dyslexií v populaci se odhaduje na cca 10–15 %, což je poměrně velké množství. Pokud jejich vzdělávání nebude náležitě podporováno, bude společnost pravděpodobně přicházet o potenciální kreativní a inteligentní pracovníky, kteří by jinak mohli být pro společnost velkým přínosem.

LITERATURA

- Zelinková O.: *Poruchy učení*. Portál, Praha 1994.
- Zingoni A., Taborri J., Panetti V., Bonechi S., Aparicio-Martinez P., Pinzi S., Calabró G.: *Appl. Sci.* 11, 4624 (2021).
- Kamińska-Ostępa A., Gulińska H.: *J. Balt. Sci. Educ.* 7, 147 (2008).
- <https://www.bdadyslexia.org.uk/dyslexia/about-dyslexia/what-is-dyslexia>, staženo 20. 4. 2023.
- Balharová K.: <https://clanky.rvp.cz/clanek/21933>, staženo 3. 5. 2023.
- <http://geon.github.io/programming/2016/03/03/dsxyliea>, staženo 21. 5. 2024.
- Krejčová L., Kejřová K.: *Psychologie pro praxi* 50, 75 (2015).
- Zelinková O., Čedík M.: *Mám dyslexii: Průvodce pro dospívající a dospělé se specifickými poruchami učení*. Portál, Praha 2013.
- <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>, staženo 7. 5. 2024.
- <https://pubs.acs.org>, staženo 7. 5. 2024.
- Stahl G. A.: *J. Chem. Educ.* 54, 80 (1977).
- Pileni M. P.: *J. Phys. Chem. C* 126, 7359 (2022).
- Widener A.: *ACS Cent. Sci.* 3, 1228 (2017).
- Nagarajan R.: *Ind. Eng. Chem. Res.* 40, 2987 (2001).
- Riendl P. A., Haworth D. T.: *J. Chem. Educ.* 72, 983 (1995).
- Ragain C.: *SciMeetings, ACS Spring 2020 National Meeting & Expo, Philadelphia, PA, USA, March 22, 2020*. <https://doi.org/10.1021/scimeetings.0c03371>.
- Hiscock J., Leigh J., v knize: *Lived Experiences of Ableism in Academia: Strategies for Inclusion in Higher Education* (Brown N. ed.), str. 249. Policy Press, Bristol 2021.
- Boxall K., Carson I., Docherty D.: *Disability & Society* 19, 99 (2010).
- Klane J.: *J. Chem. Health Saf.* 16, 10 (2009).
- Krejčová L.: *Dyslexie: psychologické souvislosti*. Grada, Praha 2019.
- Yeguas-Bolivar E., Alcalde-Llargo J. M., Aparicio-Martinez P., Taborri J., Zingoni A., Pinzi S.: *2022 IEEE International Conference on Metrology for Extended Reality, Artificial Intelligence and Neural Engineering (MetroXRINE), October 26–28 2022, Rome – Italy* (Coyle D., Arpaia P., De Paolis L. T., ed.), str. 585, Rome 2022.
- Reglinski J.: *J. Chem. Educ.* 84, 271 (2007).
- Jedlička D.: *Úvod do teorie a praxe překladu*. Slezská univerzita, Opava 2019.
- Plháková A.: *Učebnice obecné psychologie*. Academia, Praha 2004.
- Scaletti C., Rickard M. M., Hebel K. J., Pogorelov T. V., Taylor S. A., Gruebele M.: *J. Chem. Educ.* 99, 1220 (2022).
- Knoop-van Campen C. A. N., Segers E., Verhoeven, L.: *Computers & Education* 150, 103858 (2020). doi: 10.1016/j.compedu.2020.103858.
- Pang L., Jen C. C.: *Educ. Inf. Technol.* 23, 1023 (2018).
- Sarpudin S. N. S., Zambri S.: *Proceedings of the 2014 3rd International Conference on User Science and Engineering (i-USER)*, September 2. – 5. 2014, Shah Alam – Malaysia (Universiti Teknologi Mara, ed.), str. 192, Shah Alam 2014.
- Gledhill R., Kent S., Hudson B., Richards W. G., Essex J. W., Frey J. G.: *J. Chem. Inf. Model.* 46, 960 (2006).
- Schneps M. H., O'Keeffe J. K., Heffner-Wong A., Sonnert G.: *J. Spec. Educ. Technol.* 25, 21 (2010).
- Egambaram O., Hilton K., Leigh J., Richardson R., Sarju J., Slater A., Turner B.: *J. Chem. Educ.* 99, 3814 (2022).
- https://www.pittsburghacs.org/wp-content/uploads/2011/10/cruc_aug07.pdf, staženo 21. 5. 2024.
- Raghousis A.: *Chem. Educ. Res. Pract. Eur.* 1, 277 (2000).
- Davis R. D.: *The gift of dyslexia: why some of the smartest people can't read - and how they can learn*. Perigee Book, New York 2010.
- Blackburn R. A. R., Villa-Marcos B., Williams D. P.: *J. Chem. Educ.* 96, 153 (2019).
- Skaik Y. A. A. M.: *Pakistan J. Med. Sci.* 26, 984 (2010).
- Měcháčková L.: *Využití videozáznamů ve výuce chemického názvosloví. Bakalářská práce*. Masarykova univerzita, Brno 2019.
- Měcháčková L.: *Využití videozáznamů ve výuce chemického názvosloví anorganických sloučenin s při-*

hlédnutím k potřebám žáků s dyslexií. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Brno 2021.

39. Prokop D.: *Podpora výuky chemie na základní škole pro žáky s dyslexií. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Brno 2024.*

H. Cídllová, A. Bayerová, and D. Prokop (*Faculty of Education, Masaryk University, Brno, Czech Republic*):
Dyslexia: Implications for Chemistry Teaching

Dyslexia is probably the best-known specific learning difficulty. For many people it is simply known as a reading disorder, even though it is a much more complex problem. It usually has a noticeable negative impact on pupils' school performance, although many dyslexics can have excellent space imagination and ability to solve complex problems. Many publications have been written about dyslexia. The most of them deal with its medical and psychological aspects or they are trying to help dyslexics to read. A significantly smaller number of scientific papers is focused on help with specific school subjects. Among them, the predominant effort is to help the pupils with foreign languages study. Only extremely small number of studies is focused on dyslexia and science subjects (for instance chemistry). The aim of our article was to create an overview of information published in scientific literature, focused on dyslexia and teaching

chemistry. Our hypothesis, based on our study of scientific articles on dyslexia and on our experience with a very limited number of cooperating pupils/students with dyslexia, or with their teachers, is as follows: dyslexia is usually found during the initial reading practice. However, reading can usually be gradually practiced to an acceptable level. That is why some teachers think incorrectly that 14 years old pupils have already "overcome dyslexia" and that they can work within science subjects in the same way as the other pupils. However, dyslexics might differ from the population in the way how they work with their memory. They might need much longer time to memorize. For example, a "simple" memorizing the symbols and names of chemical elements can be an extremely difficult and time-consuming task for them. The dyslexics might greatly appreciate visualizations (experiments, pictures, showing real chemical substances, models, videos). The reason might be not the reading problem itself, but the way of thinking (the need of a "translation" from words into reality). They might profit from a clearly structured explanation including clear output requirements. On the other hand, many of them are creative and have a good (even above average) ability to solve complex problems. Techniques that help dyslexics help all pupils/students.

Keywords: specific learning difficulties, dyslexia, chemistry education



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.