

# Dyslexie a výuka chemie na základní škole

Hana Cídlová

KFCHO, PdF MU Brno

## Dyslexie:

- nejznámější ze specifických poruch učení
- nejnápadněji ovlivňuje školní prospěch žáků
- obvykle známá jako porucha čtení
- problém je mnohem širší (Zelinková, 1994)
- 10 – 20 % populace (Kamińska-Ostęp and Gulińska, 2008)
- obvykle špatná pracovní paměť, nízká rychlost zpracování informací, rychlé vybavování informací z dlouhodobé paměti.
- Ovlivňuje i studium matematiky (60 % dyslektiků – problémy i s matematikou)

---

Zelinková, O. (1994). *Poruchy učení: dysortografie, dysgrafie, dyslexie* (3rd Ed.). Portál.

Kamińska-Ostęp, A., & Gulińska, H (2008). Teaching methods and aids assisting dyslexic pupils in learning chemistry. *Journal of Baltic Science Education*, 7(3), 147–154.

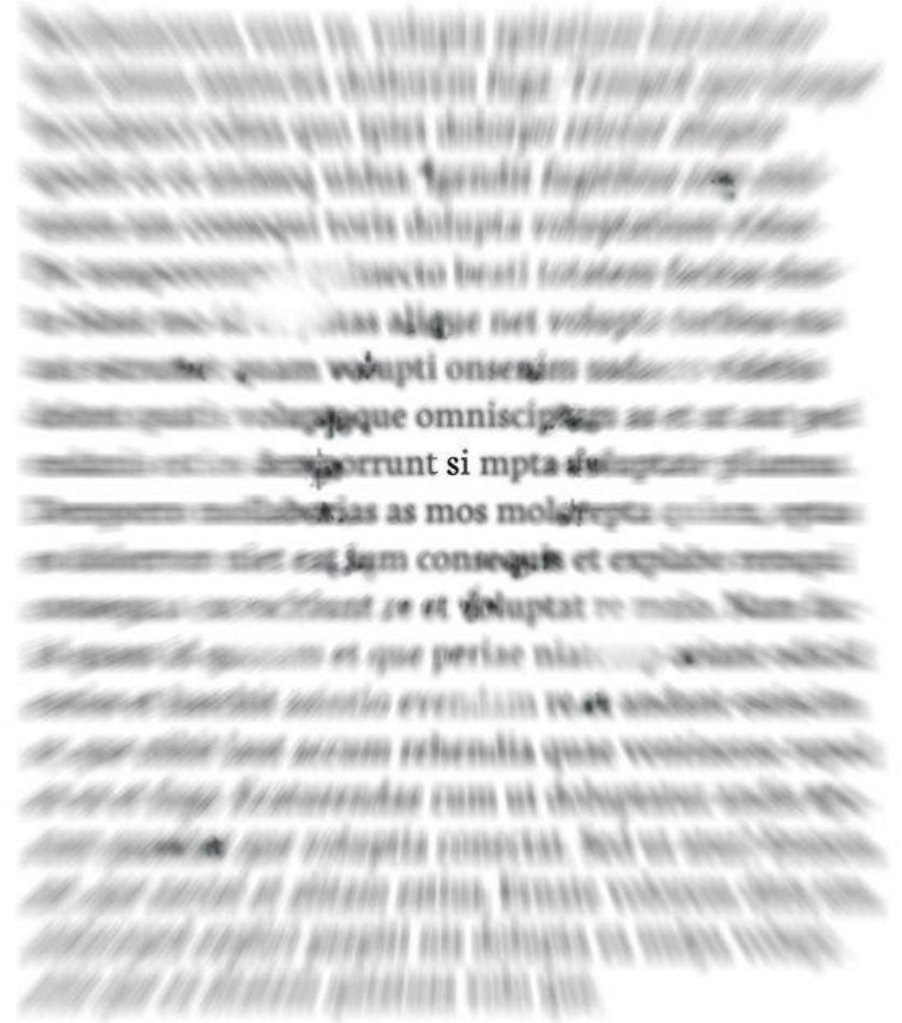
# Vnímání textu dyslektikem

a) V roce 1911 Ránodní djesnocený bývor ropuch uční zveřnil fednici porch ncuí. „Pochy uení je všeobec používa term vztahují se k heterogen skupině poruch, rteké se jropevuji rývazními ožtýbemi v kodonalém zvládnutý jedné nebo více dovedností nasloucháný mluvený čtený psaný uvažování, matematických a ostatních schopností a dovedností, které jsou tradičně očnazovany jako sdutijni.

b)

c)

<http://geon.github.io/programming/2016/03/03/dsxyliea>



Literatura o výuce dyslektiků (relativní množství dostupných publikací):

jak usnadnit čtení  
psychologická podpora

výuka  
cizích  
jazyků

výuka  
přírodovědných  
předmětů

**Cíl práce:**

Provést rešerši zaměřenou na výuku chemie pro žáky / studenty s dyslexií

# Typy informací nalezených v textech týkajících se výuky chemie i dyslexie.

- A. Spolupráce učitel - žák
- B. Obecné zásady organizace výuky
- C. Snaha usnadnit čtení
- D. Pomoc s porozuměním / zapamatováním textu
- E. Tipy pro výuku konkrétních chemických problematik
- F. Další

# A. Spolupráce učitel - žák

- Náročná výzva: (*toho žáka nic naučit nejde vs. jsem úplně neschopný...*) (Riendl and Haworth, 1995)
- Nízké sebevědomí může i talentované žáky nadlouho poznamenat (Ragain, 2020)
- I mezi dyslektiky jsou vynikající chemici, často mezioborové zaměření:  
Marie-Paule Pileni – nanotechnologie - emeritní profesorka na Sorbonně,  
Archer John Porter Martin – Nobelova cena za chromatografii
- Žák: na dyslexii upozornit na začátku výuky,  
Učitel: zeptat se, co mu při studiu pomáhá (Klane, 2009)

---

Riendl, P. A., & Haworth, D. T. (1995). Chemistry and Special Education. *Journal of Chemical Education*, 72(11), 983–986, <https://doi.org/10.1021/ed072p983>

Ragain, C. (2020). From imposter syndrome to tenured associate professor. *SciMeetings, ACS Spring 2020 National Meeting & Expo, Philadelphia, PA, USA, March 22, 2020*. <https://doi.org/10.1021/scimeetings.0c03371>

Klane, J. (2009). The challenges of chemical safety (or any) training! *Journal of Chemical Health & Safety*, 16(4), 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.jchas.2008.12.001>

## B. Obecné zásady organizace výuky

- Mnohé techniky, které pomáhají žákům s dyslexií, pomáhají VŠEM žákům (Riendl and Haworth, 1995)
- Klidná pracovní atmosféra a disciplína ve třídě
- Jasné výstupní požadavky z výuky
- Mnemotechnické pomůcky
- Schémata,
- Přehledy vztahů mezi jednotlivými částmi učiva
- **Nemohou současně poslouchat a dělat si zápis (!)**
- Grafika, média, počítačové simulace, exkurze, demonstrace, experimenty...

# Využití umělé inteligence (Zingoni et al., 2021)

- Jeví se jako slibné pro vyhledávání strategií vhodných pro konkrétní dyslektiky
- Tabulky na následujících stranách převzaty z těchto publikací:

---

Zingoni, A., Taborri, J., Panetti, V. Bonechi, S., Aparicio-Martinez, P., Pinzi, S., & Calabro, G. (2021). Investigating Issues and Needs of Dyslexic Students at University: Proof of Concept of an Artificial Intelligence and Virtual Reality-Based Supporting Platform and Preliminary Results. *Applied Sciences*, *11*(10), 2624. <https://doi.org/10.3390/app11104624>

Yeguas-Bolivar, E., Alcalde-Llergo, J. M., Aparicio-Martinez, P., Taborri, J., Zingoni, A., & Pinzi, S. (2022). Determining the Difficulties of Students With Dyslexia via Virtual Reality and Artificial Intelligence: An Exploratory Analysis. In *IEEE International Conference on Metrology for Extended Reality, Artificial Intelligence and Neural Engineering (IEEE MetroXRINE)*, pp.585–590. <https://doi.org/10.1109/MetroXRINE54828.2022.9967589>



**Table 5.** Average score of the experiencing of dyslexia-related issues, given by the students in the questionnaire, from 1 (very little experienced) to 5 (very much experienced) and percentage of students that has not experience them.

<b>Issue</b>	<b>Average Score</b>	<b>Not Experienced by (%)</b>
Reading difficulties	3.18	8.9%
Text comprehension difficulties	3.18	6.5%
Uncommon words understanding	3.30	7.2%
Concentration difficulty while studying	3.76	2.6%
Concentration difficulty during in-class lessons	3.07	7.5%
Concentration difficulty during online lessons	3.76	5.8%
Verbal short-term memory impairment	3.46	3.2%
Verbal long-term memory impairment	3.35	4.0%
Study scheduling	3.37	11.1%
Note-taking difficulties	3.32	7.2%
Lack of time to prepare exams	3.57	3.5%

**Table 6.** Average score given by dyslexic students in the questionnaire to the usefulness of each supporting tool, from 1 (very little useful) to 5 (very much useful) and percentage of students that found it useless.

Supporting Tool	Average Score	Not Useful for (%)
Audiobook with human voice	3.25	26.8%
Audiobook with artificial voice	2.28	51.7%
Words in different colors	3.61	10.2%
Clear layout of the study material	4.02	4.6%
Highlighted keywords	4.24	2.5%
Digital concept maps	3.80	7.9%
Digital schemes	3.80	8.0%
Summaries	3.94	6.1%
Digital Tutor	3.34	25.4%
Use of images for words memorization and understanding	3.90	7.1%
Use of images for concepts memorization	4.00	4.8%
Audio recording of the lessons	3.82	6.2%
Video lessons	3.67	9.2%
Integrating study material using internet	3.65	7.8%

**Table 7.** Average score given by dyslexic students in the questionnaire to the usefulness of each supporting strategies, from 1 (very little useful) to 5 (very much useful) and percentage of students that found it useless.

Supporting Tool	Average Score	Not Useful for (%)
Someone that reads the study material	4.05	3.3%
Repeating studied material	4.16	2.7%
Study groups	3.39	11.0%
Tutor	3.56	10.4%
Participating or creating students' associations to exchange information	3.86	5.8%
On-line lessons availability	4.22	1.4%
Pauses during lessons	4.49	1.0%
Lessons slides availability	4.14	3.3%
Recording lessons	4.04	3.8%
Early availability of courses programme	4.15	2.5%
Dividing exams in multiple shorter modules	3.27	19.0%
Only written exams	3.17	15.3%
Only oral exams	3.69	13.3%

# Další nápady

- Doplnění počítačového modelu neřečovým audiozáznamem podporujícím memorizaci (Scaletti et al., 2022)
- Audio smí být použité jen jako speciální podpora memorizace, jinak rozptyluje (Knoop-van Campen et al., 2020).

---

Scaletti, C., Rickard, M. M., Hebel, K. J., Pogorelov, T. V., Taylor, S. A. & Gruebele, M. (2022). Sonification-Enhanced Lattice Model Animations for Teaching the Protein Folding Reaction. *Journal of Chemical Education*, 99(3), 1220–1230. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00857>

Knoop-van Campen, C. A. N., Segers, E., & Verhoeven, L. (2020). Effects of Audio Support on Multimedia Learning Processes and Outcomes in Students with Dyslexia. *Computers & Education*, 150, 103858. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103858>

# C. Snaha usnadnit čtení

- Problém dyslexie je mnohem komplexnější než problém čtení. Pouhá úprava vzhledu textu nestačí (Zingoni et al., 2021)
- Web s možností individuální úpravy vzhledu pomocí CSS (Gledhill et al., 2006)
- Softwarové čtecí okénko (Schneps et al., 2010)
- Chemistry in the Community, Digital Talking Book (ACS, 2023)
- Různé čtečky (Egambaram et al., 2022)
- Doprovod tištěného textu hlasovou nahrávkou (Himes, 1995)

Zingoni, A., et al. (2021). Investigating Issues and Needs of Dyslexic Students at University: Proof of Concept of an Artificial Intelligence and Virtual Reality-Based Supporting Platform and Preliminary Results. *Applied Sciences*, 11(10), 2624. <https://doi.org/10.3390/app11104624>

Gledhill, R., et al. (2006). A Computer-Aided Drug Discovery System for Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 46(3), 960–970. <https://doi.org/10.1021/ci050383q>

Schneps, M. H., et al. (2010). Using Technology to Support STEM Reading. *Journal of Special Education Technology*, 25(3), 21–33. <https://doi.org/10.1177/016264341002500304>

American Chemical Society (2023). *ACS: Chemistry for Life: ACS Store*.

[https://join.teachchemistry.org/eweb/ACSTemplatePage.aspx?site=ACS\\_Store&WebCode=storeItemDetail&parentKey=7810d7e5-7e14-443d-8493-0c54f3319d2e#:~:text=In%20collaboration%20with%20gh%2C%20LLC%2C%20the%20American%20Chemical,the%20Community%20into%20a%20digital%20talking%20book%20%28DTB%29.](https://join.teachchemistry.org/eweb/ACSTemplatePage.aspx?site=ACS_Store&WebCode=storeItemDetail&parentKey=7810d7e5-7e14-443d-8493-0c54f3319d2e#:~:text=In%20collaboration%20with%20gh%2C%20LLC%2C%20the%20American%20Chemical,the%20Community%20into%20a%20digital%20talking%20book%20%28DTB%29.)

Egambaram, O., et al. (2022). The Future of Laboratory Chemistry Learning and Teaching Must be Accessible. *Journal of Chemical Education*, 99(12), 3814–3821. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00328>

Himes, F. L. (1995). Audio Tapes. *Journal of Chemical Education*, 72(9), 860. <https://doi.org/1021/ed072p860.1>

# Úprava typografie

- <https://clanky.rvp.cz/clanek/s/Z/21933/MUZE-POMOCI-UPRAVA-TYPOGRAFIE-ZAKOVI-S-DYSLEXII-NA-CESTE-KE-CTENARSKE-GRAMOTNOSTI.html> (Balharová, 2018)
- Mnoho užitečných rad pro úpravu textu
- Velmi nevhodné je patkové písmo na lesklém papíře



# D. Pomoc s porozuměním / zapamatováním textu

- Nahradit slovní otázku obrázkem (Reglinski, 2007)

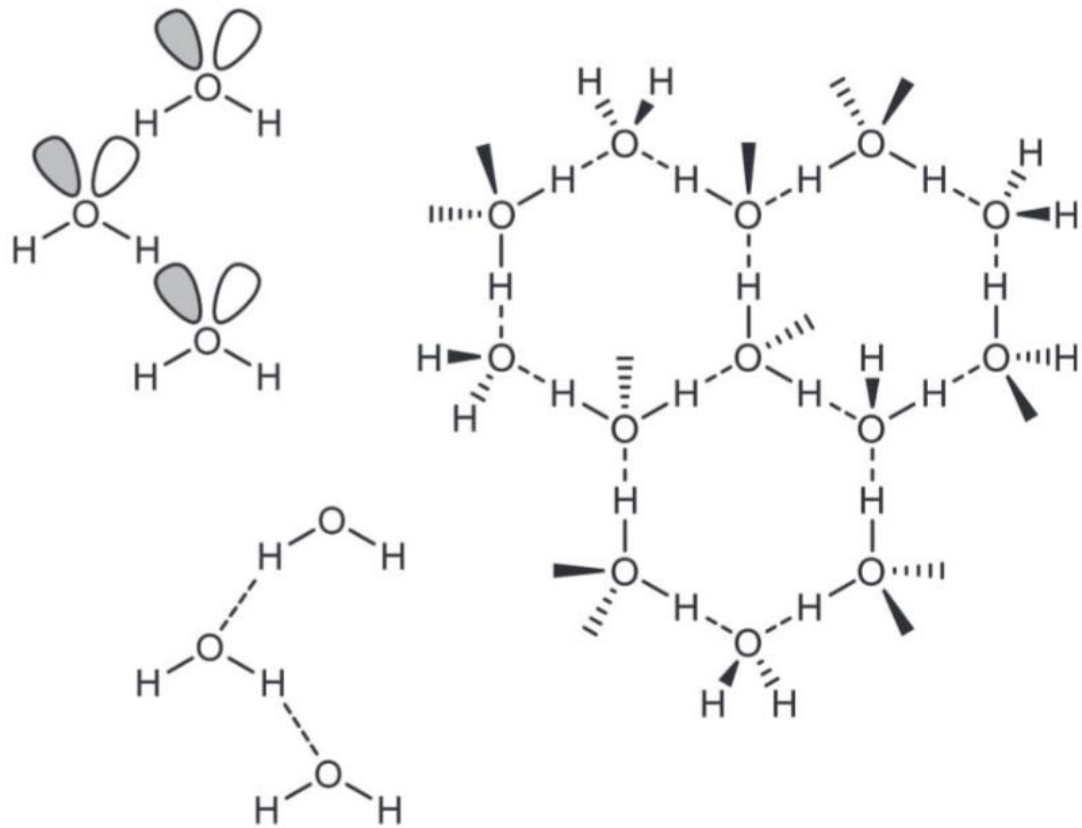


Figure 2. A visual, "ink-blot" method of asking the question, "Describe the importance of hydrogen bonding in chemistry."

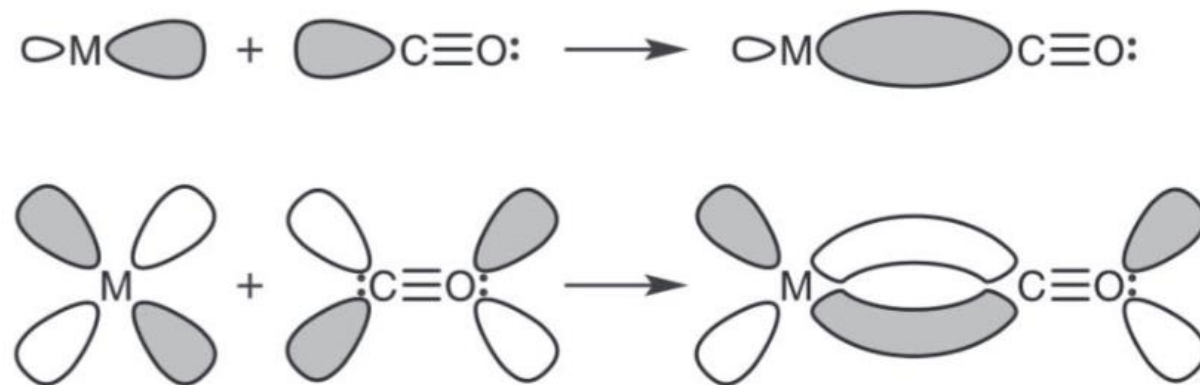


Figure 3. A visual, "ink-blot" method of asking the question, "Discuss the bonding in simple metal carbonyl compounds."



## E. Tipy pro výuku konkrétních chemických problematik

Ragkousis (2000):

- **Při práci s chemickými vzorci dyslektici chybují cca 5× častěji než nedyslektici.**
- **Přibližně 2× více dyslektiků než nedyslektiků však správně chápe koncepty.**
- → Dyslektici, i když rozumí pojmům, mohou mít velmi vážné problémy při práci s chemickými vzorci.
- Při výuce dyslektiků naprosto minimalizovat používání chemických vzorců.
- Při testování chemické vzorce používat jen jsou-li nezbytně nutné a musí být jasně napsány.

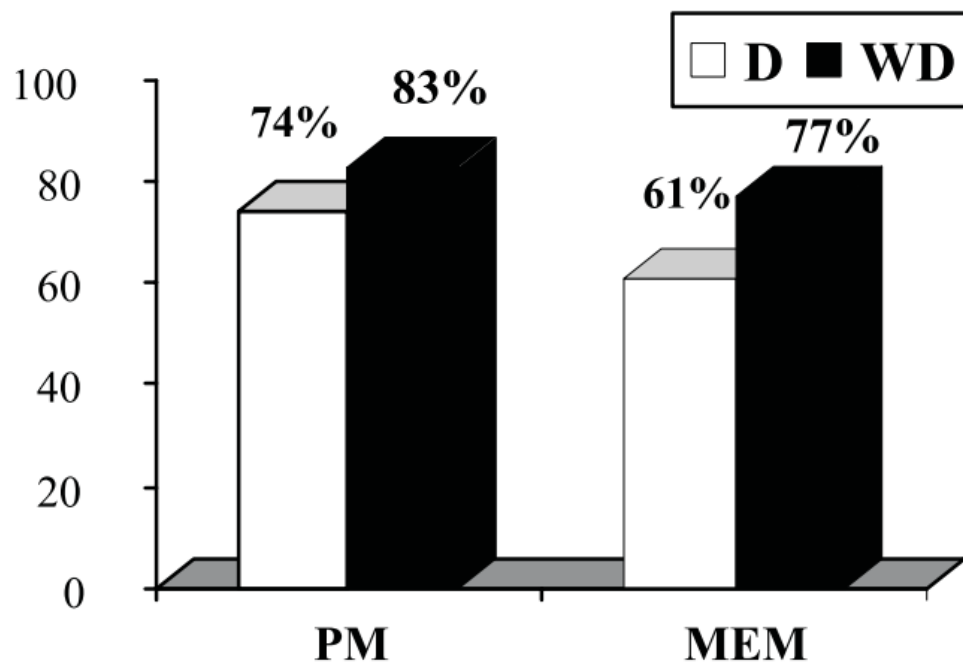
Kamińska-Ostęp and Gulińska (2008) : 3 roky výzkum, 400 žáků, věk 13-15 roků

- **Studium efektivity výuky těchto problematik různými způsoby:**
  - Chemické výpočty,
  - Příprava na chemické experimenty,
  - Procvičování vzorců anorganických sloučenin a rovnic chemických reakcí,
  - Procvičování vzorců organických sloučenin a rovnic chemických reakcí.
- Schémata na následujících stranách převzata z publikace Kamińska-Ostęp and Gulińska (2008).

## Chemické výpočty

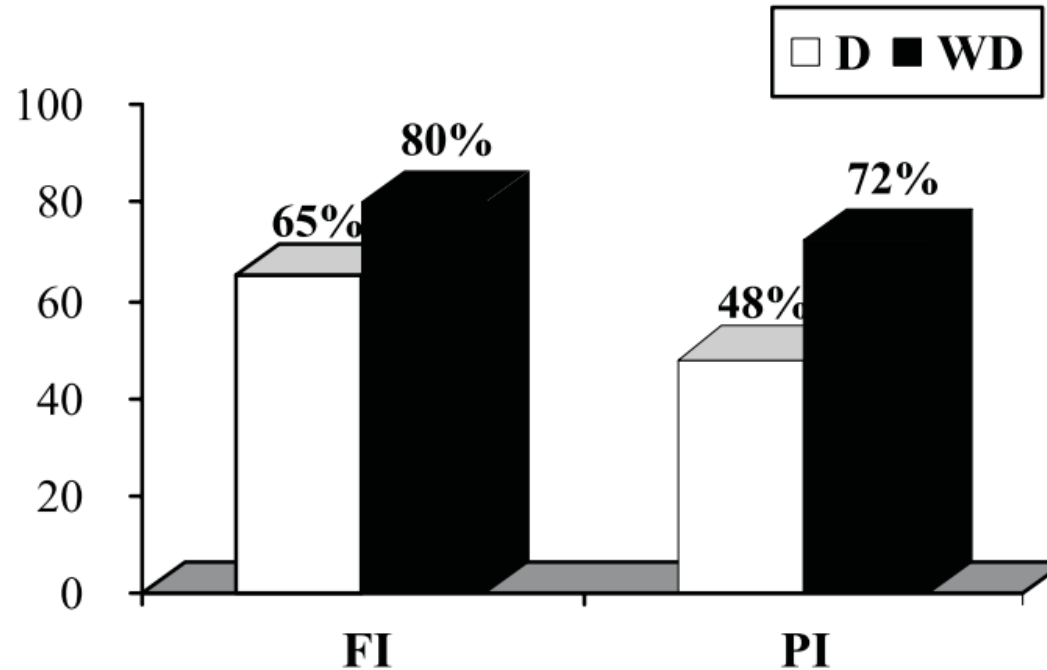
**PM (proporční metoda)**, MEM (řešení pomocí matematické rovnice)

D – dyslektici, WD - nedyslektici



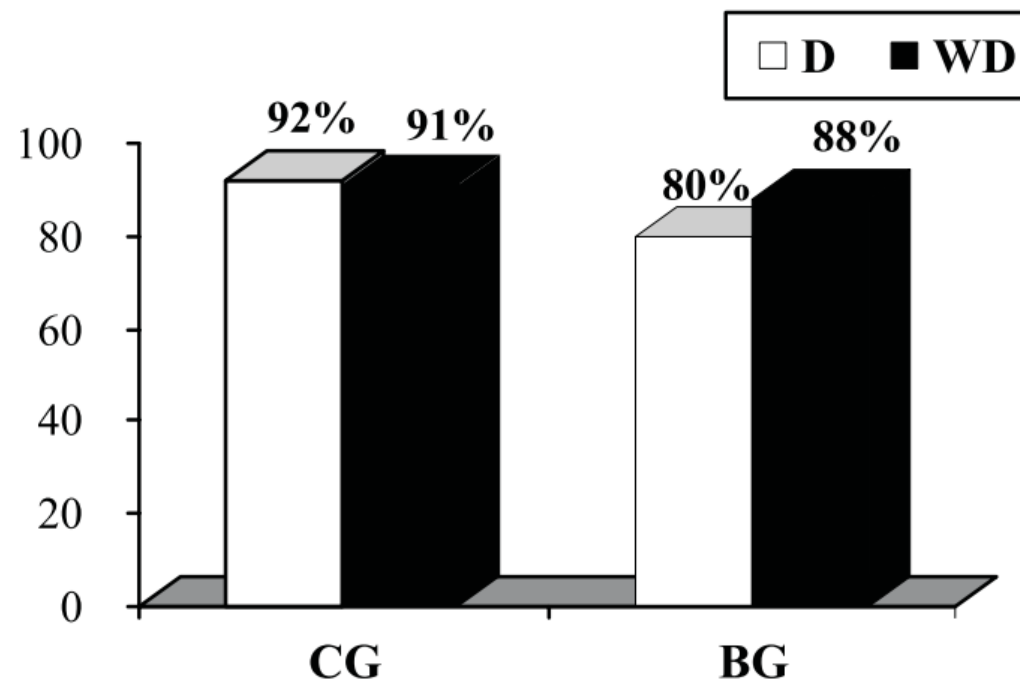
**Percentage of correct answers for the dyslexic (D) and without dyslexy pupils (WD) in the group: PM–the proportion method and MEM–the mathematical equation method.**

Příprava na laboratorní cvičení  
**FI – videonávod**, PI – tištěný návod



Percentage of correct answers obtained in the test for the dyslexic (D) and without dyslexy (WD) pupils in **FI–the film instruction and PI–printed instruction groups.**

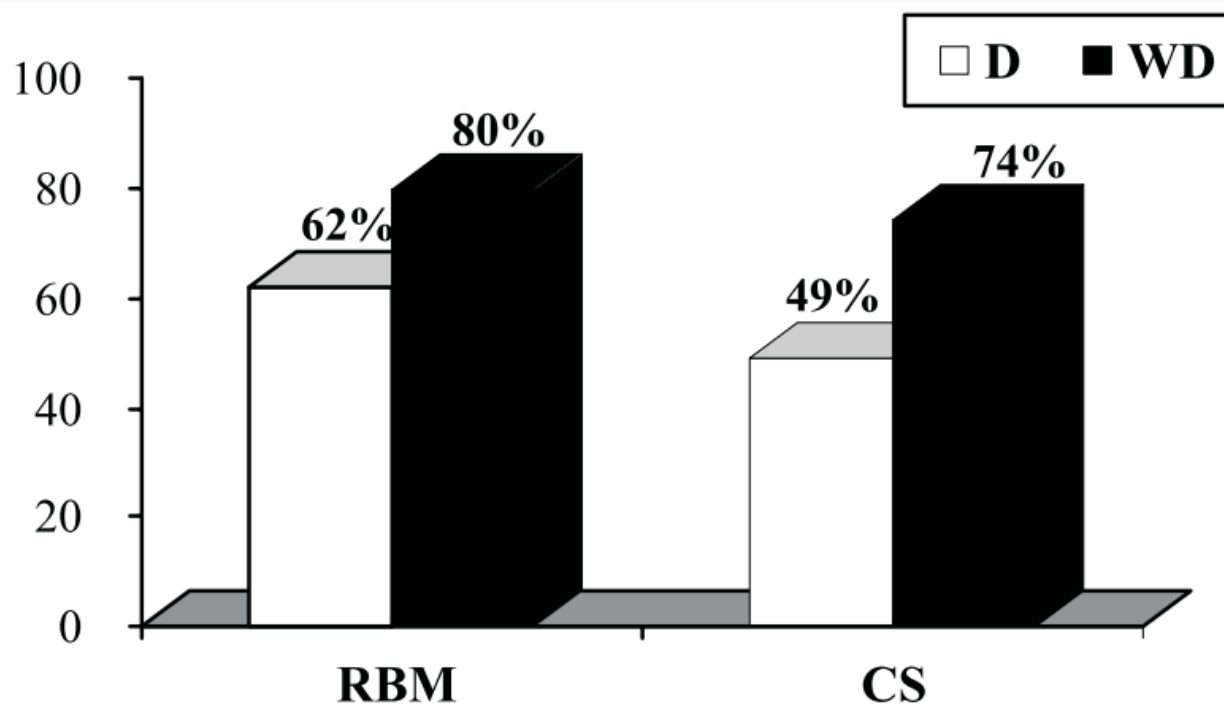
Procvičování vzorců anorganických látek, rovnice reakcí anorganických látek  
**CG – počítačová hra**, BG – desková hra



**Percentage of correct answers by the dyslexic (D) and without dyslexy (WD) pupils in the computer game CG and board game BG groups.**

# Organická chemie

**RBM – modely**, CS – počítačové simulace



**Percentage of correct answers by the dyslexic (D) and without dyslexy pupils (WD) in the group using rod-ball models RBM and that using computer simulations CS.**

Skaik (2010):

- V některých profesích může být dyslexie velmi nebezpečná
- Hematologie – záměny krevních skupin, záměny LDH vs. HDL testů, záměny znamének a číslic při výpočtech,...
- Lékařství: “I wanted to be a medical doctor. When I had to go in this direction, I was afraid of killing people!!” (Pileni, 2022).
- Učitelství – pro učitele velmi namáhavé, doporučena převrácená třída (Hiscock and Leigh, 2021)

---

Skaik, Y. A. A. M. (2010). Dyslexia: The faceless threat of patient safety in clinical chemistry laboratories. *Pakistan Journal of Medical Sciences*. 26(4), 984–984.

Pileni, M. P. (2022). Autobiography: A View of This Superb Adventure Experienced by Marie-Paule Pileni. *The Journal of Physical Chemistry C*, 126(17), 7359–7363. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.2c02122>

Hiscock, J., & Leigh, J. (2021). 15: Teaching with and supporting teachers with dyslexia in higher education. In Brown, N. (Ed.), *Lived Experiences of Ableism in Academia: Strategies for Inclusion in Higher Education* (pp. 249–263). Bristol, UK: Policy Press.

## Riendl and Haworth (1995)

- Provádění experimentů: pro dyslektiky může být extrémně obtížné
- → pracovat ve dvojici s ochotným nedyslektikem

## Theisen (2022), Vadanán and Prakash (2017)

- Co nejvíc používat modely, i Lego nebo plastelína

---

Riendl, P. A., & Haworth, D. T. (1995). Chemistry and Special Education. *Journal of Chemical Education*, 72(11), 983–986, <https://doi.org/10.1021/ed072p983>

Vadanán, S. P., & Prakash, N. K. (2017). FPGA Based LED Cube to Assist Child Dyslexia. *8th IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (IEEE ICCIC)*, 915–917. <https://doi.org/10.1109/ICCIC.2017.8524513>

Theisen, K. E. (2022). Two Active Learning Models of Protein Dynamics for Use in Undergraduate Biochemistry Courses. *Journal of Chemical Education*, 99(6), 2245–2251. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00025>



## F. Další

- Konstrukce on-line testu: možnost si svobodně vybrat z testu přednostně úkoly – povolit listování testem tam a zpět (Raje and Stitze, 2020)
- Po odchodu ze základní školy na různé typy středních škol by mohli mít žáci s dyslexií na nových školách při řešení téhož testu navzájem odlišné problémy. (Wyżikowska, 2005).
- Rozsáhlý přehled literatury o dyslexii (ne česky) (Osińska-Kurek, 2011).

---

Raje, S., & Stitze, S. (2020). Strategies for Effective Assessments while Ensuring Academic Integrity in General Chemistry Courses during COVID-19. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3436–3440.

<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00797>

Wyżikowska, E. (2005). Trudności uczniów z dysleksją na lekcjach chemii w gimnazjum. *Wszystko dla Szkoły*, 3, 16–18.

Osińska-Kurek, J. (2011). *Dysleksja - zestawienie bibliograficzne w wyborze za lata 2003-2015*.

[http://www.bpsiedlce.pl/1/strona/81\\_zestawienia-bibliograficzne/286\\_pedagogika-wychowanie/852\\_dysleksja-cz-2](http://www.bpsiedlce.pl/1/strona/81_zestawienia-bibliograficzne/286_pedagogika-wychowanie/852_dysleksja-cz-2)

# Česká literatura mimo WOS a ACS

Měcháčková (2021): Interview 6 dyslektických žáků ZŠ

- Nemají chemii moc rádi
- Oblíbené aktivity v chemii: demonstrační pokusy, videa
- Nejméně oblíbené a subjektivně velmi obtížné: chemické názvosloví, chemické výpočty
- Nepoužívají žádnou elektronickou pomůcku pro zmírnění problémů se čtením
- Neznají žádný web zaměřený na pomoc dyslektikům
- Pro usnadnění orientace v textu používají barevné zvýraznění
- názvosloví anorganických sloučenin: preferují křížové pravidlo před řešením rovnice
- Ocenili neomezené používání tabulky s názvoslovnými zakončeními –ný, -natý,...

---

Měcháčková, L. (2021). *Využití videozáznamů ve výuce chemického názvosloví anorganických sloučenin s přihlédnutím k potřebám žáků s dyslexií*. [Diplomová práce, Masarykova univerzita]. Archiv závěrečných prací MUNI.  
<https://is.muni.cz/th/c0hc0/>