

ROZVOJ VIZUALIZAČNÍ GRAMOTNOSTI NA PRVNÍM STUPNI ZÁKLADNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ

Mgr. Tomáš Marek

Abstrakt

Metody převádění dat do grafické podoby hrají zásadní roli v efektivní práci s daty. Vznik konceptu vizualizační gramotnosti tuto skutečnost reflektuje. Zatímco v kontextu akademického prostředí nebo dospělé veřejnosti se vizualizační gramotnost a její rozvoj řeší hojněji, v kontextu primární edukace jde o velmi nové a nedostatečně exponované téma. Příspěvek stručně shrnuje současný stav poznání a výzkumu v této oblasti, představuje metody disertační práce v kontextu k jejím cílům a podává představu o provedení vlastního výzkumu převážně kvalitativními metodami.

Klíčová slova

vizualizační gramotnost, grafy, vizualizace dat, primární edukace, fNIRS

1 Datová a vizualizační gramotnost

Data hrají v moderní informační společnosti významnou roli. K desítkám doménově i věkově vymezených gramotností, které se průběžně vyčleňují a rodí v návaznosti na neschopnost předchozích gramotností pokrýt nové skutečnosti a požadavky současného světa, se tak v posledních letech přidala i gramotnost *datová* (DG). Ta je často zmiňována v souvislosti s širší kvantitativní gramotností [1], na vyšší úrovni pak i s gramotností statistickou [2].

Porozumění možnostem dat a povědomí o jejich limitech, společně s dovedností data smysluplně analyzovat a komunikovat, se stávají důležitými kompetencemi pro pracovní i osobní život. Skloňuje se také významná role dat v občanské participaci. Jako problematický tak můžeme vnímat fakt, že práce s daty je jedinou oblastí matematických dovedností, ve které si čeští žáci v aktuálním mezinárodním šetření TIMSS 2019 oproti předchozímu šetření z roku 2015 pohoršili (ačkoliv jde jen o návrat na hodnoty odpovídající roku 2011). [3] Slabší jsou žáci 4. a 8. tříd jak v tematickém celku *Čtení, interpretace a znázornění dat*, tak v celku *Používání dat k řešení problémových úloh* – v těchto oblastech se úspěšnost řešení testovacích úloh pohybovala na úrovni 47 % [3].

První ze jmenovaných celků šetření TIMSS obsahuje úlohy zaměřené nejen na čtení a interpretaci dat z tabulky, ale i z dat znázorněných základními formami vizualizace dat, jmenovitě ze sloupcového, čárového či kruhového diagramu. To je oblast, do které směřuje téma naší disertační práce: jedním z významných nástrojů, pomocí kterých se vypořádáváme s daty kolem nás, je právě vizualizace dat. Je to nástroj natolik specifický a komplexní, že se začal vyčleňovat do samostatné gramotnosti: *gramotnosti vizualizační* (VG).

Novost konceptu VG samozřejmě vede k terminologické neustálenosti a k množství definic. Mezi nejexponovanější patří definice Boye et al.: „*schopnost sebevědomě používat danou vizualizaci dat k převodu otázek specifikovaných v datové doméně do vizuálních dotazů ve vizuální doméně, a také interpretovat vizuální vzory ve vizuální doméně jako vlastnosti v datové doméně*“ [4] či uchopitelnější definice Börnerové et al.: „*schopnost chápat význam a interpretovat vzory, trendy a korelace ve vizuálních reprezentacích dat*“ [5]. Obě tyto definice (a s nimi shodně i většina dalších) poukazují jak na dovednost správně interpretovat informace z již existujících vizualizací dat, tak na využívání vizualizace v procesu explorační a komunikační práce s daty. Akcentována je tedy většinou jak role příjemce (a to i s ohledem na možnosti využití vizualizace k manipulaci sdělením), tak i role tvůrce vizualizace dat.

2 Vizualizační gramotnost v kontextu primární edukace

Vizualizační gramotnost je poměrně mladým konceptem. V teoretické části disertační práce je proto nutné ji ukotvit jakožto interdisciplinární soubor znalostí a dovedností – a následně ho nahlédnout prvostupňovým kontextem. Obsah této gramotnosti je již v odborné komunitě diskutován obecně, zatím však nikoliv na stupni ISCED 1.

Nejpokročilejší obecný rámec poskytují Börnerová et al. pod zkratkou DVL-FW [6]. Budují ho na základě rozsáhlého studia teorie vizualizace i souvisejících oblastí statistiky, kartografie a kognitivní vědy. Rámec zahrnuje a) terminologii a typologii základních vizualizačních konceptů (*typy hledí, typy analýzy, formy vizualizace, měřítka, symboly a glyfy, vizuální proměnné i interakce*), a b) procesní model konstrukce a interpretace datových vizualizací, na jehož základě je možné identifikovat různé fáze tohoto procesu a navrhnout úlohy vedoucí k rozvoji dovedností s těmito fázemi souvisejících.

DVL-FW nijak dále neřeší, které prvky je nutné rozvíjet primárně, případně na kterém stupni vzdělávání by k tomu mělo docházet. Jde o obecný rámec, o který se lze opřít při rozhodování, jaké formy a koncepty (např. typy hledí, typy analýz) společně s jakými fázemi vizualizačního procesu budou rozvíjeny v daném vzdělávacím kontextu. Jak již bylo naznačeno, většina aktivit v oblasti rozvoje VG (*de facto* i DG) cílí především na vysokoškolské studenty, akademiky či dospělou veřejnost. Jen minimum výzkumníků v oblasti VG se aktuálně zaměřuje na stupeň ISCED 1. Právě zde však vznikají základy, na kterých může další rozvoj vizualizační gramotnosti žáků stavět.

V kontextu primární edukace zatím nacházíme jen jednotlivé výzkumy a experimenty. Mezi první výzkumy přímo zacílené na rozvoj VG patří aplikace *C'est la Vis* [7]. Ta slouží jako praktické ověření didaktické koncepce založené na postupném zvyšování stupně abstrakce vizualizační formy: žáci začínají nejprve pracovat s piktoGRAMY (případně fyzickými objekty) a postupně se míra abstrakce navyšuje až do podoby běžných grafů. V posledním roce pak byly publikovány ještě podobná aplikace *Construct-A-Vis* [8] či aplikace založená na prolnutí VG a RPG storytellingu [9], kde je však primárně řešena role gamifikace a jen okrajově pak podoba samotných vizualizačních úloh.

Mezi starší metody, které by mohly být nově zkoumány i pohledem rozvoje vizualizační gramotnosti, patří např. tzv. *data walls*, se kterými se občasné setkáváme i v českém prostředí. *Data walls* jsou v posledních desetiletích prezentovány jako způsob práce

s daty o vzdělávacím procesu. [10] Hlavní oblastí výzkumu jsou tu však otázky po jejich dopadu na studijní motivaci, po nejefektivnějších formách a po psychologických dopadech (včetně těch potenciálně negativních). Pohledem vizualizační gramotnosti zatím řešeny nebyly.

3 Cíle disertační práce

S ohledem na RVP pro základní vzdělávání můžeme tvrdit, že studenti jsou zcela jistě vystaveni vizualizacím dat již na prvním stupni i v českém vzdělávacím systému (viz např. očekávaný výstup M-5-2-02). [11] Rozvoj konceptu VG v oblasti primární edukace je tu však na počátku: není jasné, jak znalost čtení a tvorby vizualizací vlastně vzniká, co by mělo být jejím obsahem ani jakými nástroji či metodami bychom tuto gramotnost měli efektivně rozvíjet.

Cílem disertační práce je proto:

- ukotvit v rámci teoretické části práce tuto specifickou gramotnost pro oblast primární edukace (tj. odpovědět na otázku, jaké koncepty a fáze vizualizačního procesu jsou pro prvostupňovou VG zásadní);
- prozkoumat současnou podobu rozvíjení těchto dovedností v daném stupni českého vzdělávacího systému (tj. odpovědět na otázku, jakým způsobem se dnes vizualizační gramotnost rozvíjí na prvním stupni ZŠ);
- popsat možnosti implementace VG do vzdělávání na prvním stupni (tj. odpovědět na otázku, jaké metody a strategie rozvoje VG jsou pro tento vzdělávací stupeň nejvhodnější).

4 Metodologický přístup

Metodologie práce je založena na kombinaci kvalitativních metod zkoumání třech základních aktérů procesu rozvoje vizualizační gramotnosti: pedagogických artefaktů, učitelů a žáků.

4.1 Analýza artefaktů

Vhled do současné podoby rozvíjení základů vizualizační gramotnosti poskytne obsahová analýza pedagogických artefaktů, především učebnic a úloh využívaných na prvním stupni. Podobnou analýzu provedli i Alper et al. [7], a to nad souborem 2600 reprezentací dat identifikovaných v učebnicích využívaných v USA. V rámci analýzy se zaměřili na formy vizualizací, metody a typy úkolů i stupeň abstrakce dat. V českém prostředí byl zatím proveden jen základní kvantitativní průzkum učebnic s ohledem na výskyt tabulek, grafů a diagramů [12]. Pro účely naší práce bude provedena hlubší obsahová analýza vizualizačních prvků z vybraných učebnic, a to se záměrem nejen popsat formy vizualizací, které se v nich objevují, ale podrobně zmapovat i metody, jakými jsou vizualizační dovednosti podle těchto materiálů předávány a rozvíjeny.

4.2 Rozhovorové šetření s učiteli

Obsahová analýza pedagogických artefaktů poskytuje jen částečný vhled do současného stavu rozvoje VG na prvním stupni. Cílem následné fáze je zkoumat přístup učitelů k vizualizaci dat a mapovat strategie, které volí v rámci rozvoje VG. I zde využijeme kvalitativní metodologii, a to hloubkové polostrukturované rozhovory. S ohledem na

pandemickou situaci a nejistý další vývoj je možné, že bude nutné tuto metodu přehodnotit, resp. promyslet specifika jejího řešení v distanční podobě.

4.3 Evaluace metod rozvoje VG

Na výstupu disertační práce je cílem nejen na základě zjištění poskytnout vhled do současného stavu rozvíjení VG a do přístupu učitelů, ale též předložit hypotézy o vhodných metodách a strategiích cíleného rozvoje dovedností v oblasti vizualizace dat u žáků na prvním stupni. Budeme se proto v rámci dané problematiky zaměřovat i na zkoumání práce samotných žáků.

Hlavním metodologickým přístupem zde bude kvalitativní zkoumání aktivity žáků nad úlohami rozvíjejícími vizualizační gramotnost (identifikovanými a analyzovanými v předchozích fázích práce), a to metodami videostudie a *think-aloud*. S ohledem na pandemickou situaci a nejistý vývoj je možné, že bude nutné tyto metody přehodnotit, zatím však věříme, že bude možné je výhledově realizovat. Doplňkovou metodou je zde plánované využití fNIRS (viz dále), které se však s ohledem na aktuální situaci jeví jako nejproblematictější realizovatelné.

4.4 Ověření možností neurovědeckých metod

Výzkumnou výzvou je evaluace jednotlivých metod a strategií pro rozvoj VG. Objevuje se zde však potenciál pro hodnocení jejich efektivity pomocí neurovědeckých metod. Tuto možnost chceme v návaznosti na dosud uvedené metody a cíle v závěru práce experimentálně zkoumat a ověřit.

Pomocí běžných metod výzkumu je obtížné kvantifikovat kognitivní náročnost plněných úloh na respondenta. Tu lze většinou hodnotit pouze subjektivně. Jako možná cesta k objektivnějším datům se zde ukazuje měření aktivity mozku. Například v rámci hodnocení efektivity vizualizace dat neurovědeckými metodami se pracuje s teorií kognitivní nálože [13] a jednou z technologií, která se zde uplatňuje, je funkční blízká infračervená spektroskopie (fNIRS). Součástí projektu tak je v současné podobě i experimentální zkoumání vybraného vzorku žáků metodou fNIRS (*functional near-infrared spectroscopy*). S ohledem na rozsah práce jde výhradně o *proof-of-concept*: ověření, zda by bylo možné jednotlivé úlohy sloužící k rozvoji vizualizační gramotnosti skrze fNIRS a koncept kognitivní nálože evaluovat – tj. jakými způsoby a s jakými limity.

Na základě dosud provedené literární rešerše se metoda fNIRS jeví jako použitelná: například Peck et al. [14] na příkladu tradiční oborové debaty *koláčové versus sloupcové grafy* experimentálně ověřili, že technologie fNIRS umožňuje kvantifikovat a hodnotit dopad vizuálního designu na kognitivní procesy účastníka. Upřesňují, že nejvhodnější je její užití v kontextu analytických úloh. V oblasti základního vzdělávání byla technologie využita např. při zkoumání efektivity komunikace učitel-žák nebo při monitoringu pozornosti skupiny žáků během výuky [15]. Přehled dalších studií fNIRS u dětí podává např. [16]. Na rozdíl od ostatních technologií se navíc fNIRS ukazuje jako vhodná pro výzkum s dětmi: není tak citlivá k pohybům hlavy a dětský respondent se s ní dokáže jednodušeji a rychleji sžít, což je u výzkumu v prostředí primární edukace výraznou výhodou. Věříme tak, že by se fNIRS mohla prokázat jako zajímavá metoda, která nám umožní lépe ukotvit hypotézy o vhodných metodách rozvoje VG v kontextu primární edukace.

5 Závěr

Stručné shrnutí provedené literární rešerše ukázalo kontext a současný stav v oblasti rozvoje vizualizační gramotnosti. V rámci studia definic VG byl identifikován nejpokročilejší obecný model [6], o který se budeme opírat v našem výzkumu zacíleném do oblasti primární edukace. Zde budeme zkoumat jak pedagogické artefakty, tak přístupy učitelů. Zkoumání konceptu VG na prvním stupni bude doplněno kvalitativním výzkumem žáků při práci s úlohami rozvíjejícími jejich vizualizační gramotnost a ověřením způsobů evaluace těchto strategií pomocí neurovědeckých metod – to vše primárně s cílem podat hypotézy o vhodných metodách rozvoje VG na prvním stupni základního vzdělávání.

Literatura

- [1] VACHER, H.L. Looking at the Multiple Meanings of Numeracy, Quantitative Literacy, and Quantitative Reasoning. *Numeracy*. 2014, 7(2). ISSN 19364660. Dostupné z: doi:10.5038/1936-4660.7.2.1.
- [2] BIDGOOD, Penelope, Neville HUNT a F. R. JOLLIFFE. *Assessment methods in statistical education: an international perspective*. Hoboken: John Wiley, 2010. ISBN 978-0-470-74532-8.
- [3] TOMÁŠEK, Vladislav, Simona BOUDOVÁ, Libor KLEMENT, Josef BASL, Tomáš ZATLOUKAL, Dana PRAŽÁKOVÁ a Svatava JANOUŠKOVÁ. *Mezinárodní šetření TIMSS 2019: Národní zpráva*. Praha, 2020, 98 s.
- [4] BOY, Jeremy, Ronald A. RENSINK, Enrico BERTINI a Jean-Daniel FEKETE. A Principled Way of Assessing Visualization Literacy. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* [online]. 2014, 20(12), 1963-1972 [cit. 2021-01-18]. ISSN 1077-2626. Dostupné z: doi:10.1109/TVCG.2014.2346984
- [5] BÖRNER, Katy, Adam MALTESE, Russell Nelson BALLIET a Joe HEIMLICH. Investigating aspects of data visualization literacy using 20 information visualizations and 273 science museum visitors. *Information Visualization* [online]. 2016, 15(3), 198-213 [cit. 2021-01-19]. ISSN 1473-8716. Dostupné z: doi:10.1177/1473871615594652
- [6] BÖRNER, Katy, Andreas BUECKLE a Michael GINDA. Data visualization literacy: Definitions, conceptual frameworks, exercises, and assessments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2019, 116(6), 1857-1864 [cit. 2021-01-19]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.1807180116
- [7] ALPER, Basak, Nathalie Henry RICHE, Fanny CHEVALIER, Jeremy BOY a Metin SEZGIN. Visualization Literacy at Elementary School. In: *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* [online]. New York: ACM, 2017, 5485-5497 [cit. 2021-01-20]. ISBN 9781450346559. Dostupné z: doi:10.1145/3025453.3025877
- [8] BISHOP, Fearn, Johannes ZAGERMANN, Ulrike PFEIL, Gemma SANDERSON, Harald REITERER a Uta HINRICHS. Construct-A-Vis: Exploring the Free-Form Visualization Processes of Children. *IEEE Transactions*

on Visualization and Computer Graphics [online]. 2019, 451-460 [cit. 2021-01-20]. ISSN 1077-2626. Dostupné z: doi:10.1109/TVCG.2019.2934804

- [9] HUYNH, Elaine, Angela NYHOUT, Patricia GANEA a Fanny CHEVALIER. Designing Narrative-Focused Role-Playing Games for Visualization Literacy in Young Children. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* [online]. 2020 [cit. 2021-01-18]. ISSN 1077-2626. Dostupné z: doi:10.1109/TVCG.2020.3030464
- [10] ADIE, Lenore, Lois HARRIS a Claire WYATT-SMITH. Examining research into the use of data walls for teaching and learning: How are they being implemented within data use cycles? *Teaching and Teacher Education* [online]. 2020, 89 [cit. 2021-01-19]. ISSN 0742051X. Dostupné z: doi:10.1016/j.tate.2019.103012
- [11] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Praha: MŠMT, 2017 [cit. 2021-01-19]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>
- [12] KLEKAROVÁ, Kateřina. *Tabulky, grafy a diagramy v matematice 1. stupně ZŠ* [online]. Brno, 2018 [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/ocis8/>. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Eva Nováková.
- [13] ANDERSON, E. W., K. C. POTTER, L. E. MATZEN, J. F. SHEPHERD, G. A. PRESTON a C. T. SILVA. A User Study of Visualization Effectiveness Using EEG and Cognitive Load. *Computer Graphics Forum* [online]. 2011, 30(3), 791-800 [cit. 2021-01-19]. ISSN 01677055. Dostupné z: doi:10.1111/j.1467-8659.2011.01928.x
- [14] PECK, Evan M M., Beste F. YUKSEL, Alvitta OTTLEY, Robert J.K. JACOB a Remco CHANG. Using fNIRS brain sensing to evaluate information visualization interfaces. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* [online]. New York: ACM, 2013, 473-482 [cit. 2021-01-18]. ISBN 9781450318990. Dostupné z: doi:10.1145/2470654.2470723
- [15] BROCKINGTON, Guilherme, Joana Bisol BALARDIN, Guilherme Augusto ZIMEO MORAIS, Amanda MALHEIROS, Roberto LENT, Luciana Monteiro MOURA a Joao R. SATO. From the Laboratory to the Classroom: The Potential of Functional Near-Infrared Spectroscopy in Educational Neuroscience. *Frontiers in Psychology* [online]. 2018, 9 [cit. 2021-01-20]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2018.01840
- [16] NAGAMITSU, Shinichiro, Yushiro YAMASHITA, Hidetaka TANAKA a Toyojiro MATSUIISHI. Functional near-infrared spectroscopy studies in children. *BioPsychoSocial Medicine* [online]. 2012, 6(1) [cit. 2021-01-19]. ISSN 1751-0759. Dostupné z: doi:10.1186/1751-0759-6-7

Mgr. Tomáš Marek
Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta
Rokitanského 62
500 03 Hradec Králové
e-mail: marekto4@uhk.cz