

READING OF TECHNICAL PICTURE MATERIALS BY PRIMARY SCHOOL TEACHER TRAINEES

ČTENÍ TECHNICKÝCH OBRAZOVÝCH MATERIÁLŮ STUDENTY UČITELSTVÍ PRVNÍHO STUPNĚ

Jan Janovec, Ivana Brtnová Čepičková

Abstract

The article describes the results of a study designed to determine the differences between students with better and worse performance when solving the displayed technical tasks. Searching for the right solutions, students had to apply visual-spatial skills, creative thinking, problem-solving skills and the ability to interpret visual images. During the activity, the students were scanned with an eye-tracking device. The data obtained from their eye movements was subjected to qualitative and quantitative examination and compared. It can be hypothesized that understanding the differences in students' visual perception in processing, problem solving, and the attention they pay to stimuli, can aid in positive interventions in technical education.

Key words: *technical literacy, primary school teaching, eye-tracking, visual imagination, problem solving*

Abstrakt

Článek popisuje výsledky studie, která byla navržena tak, aby byly zjištěny rozdíly mezi studenty s lepším a horším výkonem při řešení zobrazených technických úkolů. Při hledání správných řešení museli studenti uplatňovat vizuo-prostorové schopnosti, tvořivé myšlení, dovednosti při řešení problémů a schopnost interpretovat vizuální představy. Po dobu činnosti byli studenti snímáni zařízením pro eye-tracking. Získaná data z jejich očních pohybů byla podrobena kvalitativnímu i kvantitativnímu zkoumání a porovnána. Lze předpokládat, že pochopení rozdílů ve vizuálním vnímání studentů při zpracování, řešení problémů a pozornosti, kterou věnují podnětům, může pomoci při pozitivních intervencích v technickém vzdělávání.

Klíčová slova: *technická gramotnost, učitelství prvního stupně, eye-tracking, vizuální představitelství, řešení problémů*

ÚVOD

Moderní koncept výuky techniky a praktických činností směřuje k rozvoji technické a inženýrské gramotnosti. Obojí je nedílnou součástí konceptu STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), který představuje jednu z klíčových kompetencí v rámci nového pojetí kurikula (Dostál, J., 2018). Technická gramotnost je pojem, jehož obecná obsahová náplň není plně vymezena. Obecně ale můžeme říct, že jde o „technické vzdělanostní minimum“, jakýsi „souhrn technických způsobilostí, které jsou potřeba k životu v současné společnosti“. Uvedené široké vymezení netvoří dostatečnou oporu pro implementaci technického vzdělávání, proto je nutné konkrétnější vymezení pojmu. Roučová (2013) formuluje technickou gramotnost jako způsobilosti v těchto uvedených směrech: orientace v různých odvětvích techniky; znalost dějin techniky; znalost podstaty, funkce a konstrukce technického objektu; znalost použitých technologií a materiálů; ekologické, ekonomické, estetické

a bezpečnostní informace; znalost a schopnost manipulace s informacemi. Uvedené směry je možné blíže specifikovat na konkrétní způsobilosti. Podle Částkové a Kropáče (2015) škola vybavuje žáky obecně technickými způsobilostmi potřebnými pro zvládnutí problematických situací spojených s užitím techniky, které jsou aktuální nebo které je možno v budoucnu předpokládat. Ovšem kromě vytváření porozumění technickým systémům a činnostem jde i o rozvoj důležitých předpokladů (kritické myšlení, technické myšlení, psychomotorické dovednosti). Podobně formuluje potřebné způsobilosti Kožuchová a Kuruc (2020) ale se zaměřením na první stupeň ZŠ. Technická výchova na prvním stupni je zaměřená na široké spektrum pracovních činností a technologických postupů založených na tvořivé činnosti. Technickým vzděláváním jsou žáci vedeni k získání základních uživatelských zručností v různých oblastech lidské činnosti. Technická výchova se opírá o technické myšlení. Lucas a Hanson (2016) identifikovali šest nejvýraznějších dispozic rozvoje technického myšlení, které je třeba rozvíjet a podporovat rámci technické výchovy. Uvádíme ty, které mají nejbližší k technickému vzdělávání na 1. st. Je to systémové myšlení (vnímat celek, dílčí části, rozpoznávat závislosti), řešení problémů (kontrola řešení, ověřování), vizualizace (přechod od abstraktního ke konkrétnímu, manipulace s materiály, mentální nácvik fyzického prostoru a praktická konstrukční řešení). Všechny uvedené směry, záměry, koncepce, způsobilosti jsou zahrnuty i v koncepčních materiálech mnoha zemí ve standardech technické gramotnosti (Bybee, R. W., 2000, Dugger Jr, W. E., 2001). Zároveň je ve všech rozvinutých zemích považováno vzdělávání učitelů a jejich další profesní rozvoj za klíčový moment při zavádění národních standardů a osnov. Znalostní úroveň učitelů značně ovlivňuje, jak rychle lze ve třídě realizovat změny v technickém vzdělávání a nezanedbatelnou roli zde má práce s obrazovými materiály.

1 METODOLOGIE

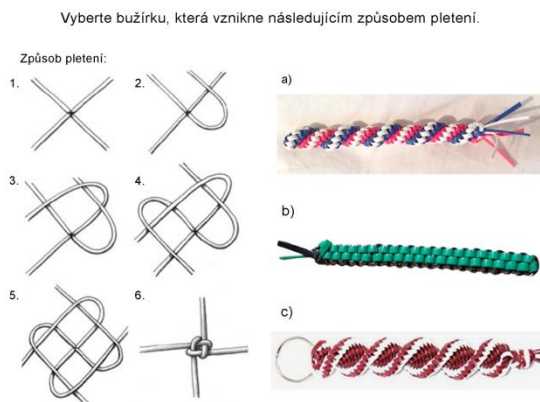
1.1 OBRAZOVÝ MATERIÁL

Hlavním předmětem výzkumu byla zobrazení týkající se vzdělávací oblasti Člověk a svět práce tematicky blízká prvnímu stupni základní školy. Jednotlivé snímky představovaly úkoly založené na analýze dané problematiky a rozhodnutí na základě výběru z nabízených grafických možností. Zobrazení byla koncipována tak, aby bylo možné identifikovat oblasti, které buďto bylo nutné analyzovat pro získání správných řešení nebo správná řešení zobrazovala. Instrukce k řešení úkolů ve formě textů byly co možná nejstručnější. Celkem bylo použito sedm snímků zaměřených ve třech případech na papírové skládanky, dále na dřevěné konstrukce, pletení z bužírky, vaření a pěstitecké práce. Ve většině úloh bylo respondentům uloženo na základě představeného pracovního postupu určit výsledek, u jedné úlohy zaměřené na papírové skládanky měl respondent za úkol určit chybný krok v návodu. Úspěšnost respondentů při řešení úloh byla hodnocena dichotomicky, uspěl/neuspěl.

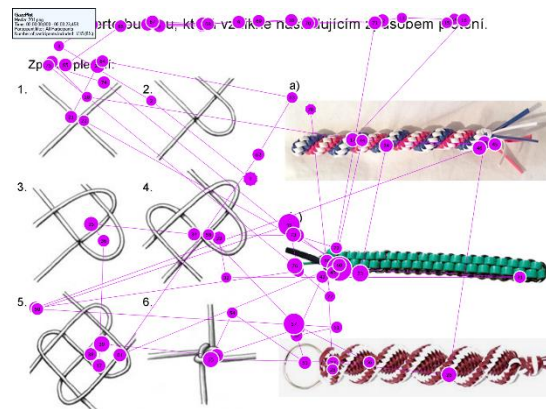
1.2 VÝZKUMNÝ NÁSTROJ A SBĚR DAT

Hlavním výzkumným nástrojem provedeného šetření představovala technologie eye-trackingu umožňující sledování pohybu očí s určením přesného místa pohledu na sledovaném obraze. K záznamu pohybů očí účastníků byl použit eye tracker Tobii Pro X2-60 se vzorkovací frekvencí 60 Hz propojený s počítačem, ze kterého byl zároveň ovládán experiment. Pro zobrazení experimentálních podnětů účastníkům byl použit monitor s úhlopříčkou 24 palců na němž byl tracker umístěn. Monitor byl vzdálen přibližně 60 cm od očí účastníků, právě v této vzdálenosti má eye tracker největší

přesnost, a to okolo $0,4^\circ$ (Tobii Pro, 2021). Při sběru dat měli účastníci volný pohyb hlavy a očí. Účastníci se přesouvali mezi jednotlivými snímky pomocí myši nebo klávesnice. Nainstalovaný software Tobii Studio v připojeném počítači byl použit k ukládání a analýze dat o pohybu očí respondentů.



Obr. 1 Příklad snímku úlohy



Obr. 2 Gaze Plot diagram

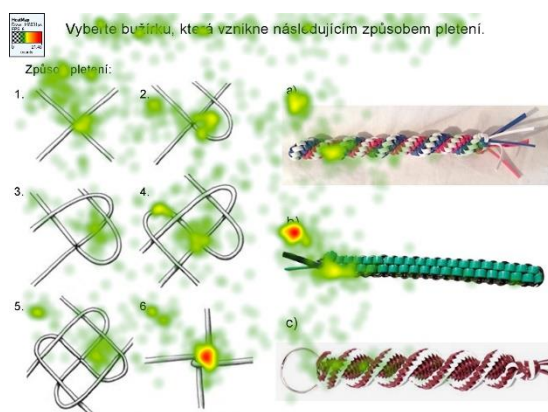
Jednotlivé obrazy v použitém software Tobii Studio tvoří ucelenou lineární posloupnost, kterou respondent postupně prochází a řeší zadané úlohy. Pro přechody mezi jednotlivými snímky existuje několik možností, jsou to “pevný čas”, “tlačítko myši” a “klávesa na klávesnici počítače”. Pevný čas využít nelze z důvodu různě dlouho trvajících řešení různých úloh u jednotlivých respondentů. Po předchozích zkušenostech bylo rovněž upuštěno od využití tlačítka myši. Pokud totiž respondent v průběhu měření přestane myš držet, je velká pravděpodobnost, že opustí očima obrazovku, aby ji lokalizoval, čímž sníží nebo zcela znehodnotí výsledky měření. S tím rovněž souvisí to, že v průběhu měření nebyl zobrazen kurzor. Zároveň bylo použito větší rozlišení s cílem využití maximální plochy, kterou software i hardware poskytují. Použitý software Tobii Studio zobrazuje v dané konfiguraci obrázky podle jejich rozlišení, a to vzhledem k použitému monitoru v našem případě FullHD. Aby tedy byla pokryta co největší oblast, byly použity obrázky s rozlišením, které bylo nebo se blížilo rozlišení 1920x1080 px.

1.3 RESPONDENTI VÝZKUMU

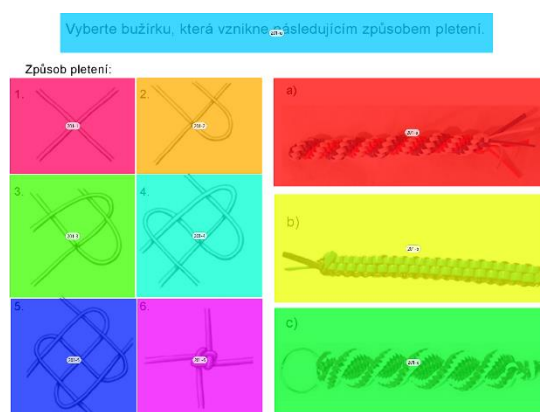
Respondenty výzkumu bylo celkem 15 studentů, 5 z 1. a 10 z 4. ročníku učitelství 1. st., ve věku od 20 do 26 let, 13 žen a 2 muži. Vzhledem k tomu, že v posledních měsících až letech všichni účastníci výzkumu prošli obdobným vzděláváním, lze u nich předpokládat podobné vnímání obrazových materiálů a přiměřeně rozvinutou schopnost čtení obrazových – technických obrazových materiálů. Všichni účastníci měli dobré vidění a prošli kalibrací pro sledování očí. Tři účastnice nosí brýle, jejich vliv se při kalibraci ani v průběhu měření neprojevil.

2 ANALÝZA DAT A VÝSLEDKY

K zodpovězení výzkumných otázek byly použity jak kvantitativní, tak kvalitativní přístupy. Hlavní výzkumnou otázkou šetření bylo, jak a zda se liší pohled na technická zobrazení u studentů, kteří byli při řešení zobrazovaných úkolů úspěšní nebo nikoli. Sledováno bylo rovněž, zda existují rozdíly mezi pohledy na pro řešení důležité části zobrazení a při prvních pohledech na jednotlivé části zobrazení. Vyhodnocena byla data exportovaná softwarem Tobii Studio, jak ve formě různých grafických zobrazení a videí, tak ve formě surových statistických dat v tabulce mající vzhledem k množství získaných dat cca 16 tis. řádků.



Obr. 3 Heat Map diagram



Obr. 4 Umístění AOI

Před provedením numerických a statistických analýz bylo provedeno kvalitativní šetření spočívající v empirickém pozorování diagramů Gaze Plot a Heat Map za účelem určení možných skupinových vzorců. Jedná se o obrazové výstupy obsahující zkoumaná zobrazení překrytá zobrazeními alokací fixací nebo sakád. Výstup Gaze Plot zobrazuje postupně pohledy jednotlivých respondentů na plochu obrázku a čísluje je (obr. 2). Je z něho tak možné odečítat jejich pořadí a logiku čtení informace. Z výstupů pro jednotlivé úkoly bylo možné vyvozovat, že neexistuje jednotná strategie čtení řešených úloh. Vypovídací hodnota tzv. heatmaps se v tomto případě ukázala jako nižší, neboť pořadí fixací neznázorňuje, pouze dobu setrvání pohledů respondentů na daném místě (obr. 3). Na druhou stranu identifikace míst nejčastějších pohledů, kterou heatmaps zobrazují rozhodla nebo potvrdila umístění AOI (Area of Interest) – oblastí zájmu. To jsou části snímků, u kterých je použitý software po jejich definování schopen rozhodnout o pohledu na ně samostatně. Definované oblasti zájmu byly podle důležitosti pro nalezení řešení úlohy rozděleny na validní a ostatní. Příklad umístění jednotlivých barevně odlišených AOI je na obr. 4. Ručně byly v tabulce statistických dat označeny všechny první fixace v daných oblastech.

Tab. 1 Naměřené hodnoty kvantitativního šetření

Hypotéza	$n_{úsp}/n_{neúsp}$	\bar{x}^*	\bar{x}^*	p-level
H1	6148/558	190,4–171,8=18,6	167–150=17	<0,01
H2	743/75	178,8–170,0=8,8	167–150=33	0,431
H3	815/37	193,9–168,7=25,2	167–150=17	0,273

Legenda: n – počet měření, \bar{x} – aritmetický průměr, \bar{x}^* – medián, *v ms.

V šetření bylo dále použito kvantitativních metod. Ze získaných exportovaných údajů bylo možné extrahovat data o době fixací pohledů na daná zobrazení. Stanoveny byly hypotézy pro následující sledované veličiny, hypotéza H1 – *Mezi dobami fixací jednotlivých pohledů v dané úloze úspěšných a neúspěšných respondentů je statisticky významný rozdíl*, hypotéza H2 – *Mezi dobami fixací prvních pohledů v dané úloze úspěšných a neúspěšných respondentů je statisticky významný rozdíl* a hypotéza H3 – *Mezi dobami fixací pohledů na validní AOI v dané úloze úspěšných a neúspěšných respondentů je statisticky významný rozdíl*.

Pro hypotézy H1 až H3 byly stanoveny nulové a alternativní hypotézy a ty byly testovány pomocí t-testu, a protože normalita dat nebyla ani v jenom případě potvrzena, tak rovněž neparametrickým Mann-Whitney U testem. Použit byl software NCSS. Rozdíl mezi dobami všech fixací jednotlivých pohledů u úspěšných

a neúspěšných řešitelů (H1) byl kladný, a to jak pro aritmetické průměry hodnot, tak pro mediány. Nulová hypotéza byla zamítnuta na hladině významnosti $p=0,05$ a přijata byla hypotéza alternativní, tedy *mezi dobami fixací jednotlivých pohledů v dané úloze úspěšných a neúspěšných respondentů je statisticky významný rozdíl*. Kladné rozdíly pro aritmetické průměry hodnot a pro mediány byly rovněž nalezeny mezi dobami fixací prvních pohledů v dané úloze úspěšných a neúspěšných respondentů (H2). Statisticky ale nebyla nulová hypotéza odmítnuta ani jedním testem na stanovené úrovni $p=0,05$ a dané rozdíly je nutné považovat za statisticky nevýznamné a nulovou hypotézu *mezi dobami fixací prvních pohledů v dané úloze úspěšných a neúspěšných respondentů není statisticky významný rozdíl* je nutné považovat za platnou. Obdobná situace nastala také u hypotézy H3, i zde byly nalezeny kladné rozdíly pro aritmetické průměry hodnot a pro mediány. Statisticky ale nebyla nulová hypotéza odmítnuta ani jedním testem na stanovené úrovni $p=0,05$ a dané rozdíly je nutné považovat za statisticky nevýznamné a nulovou hypotézu *mezi dobami fixací pohledů na validní AOI v dané úloze úspěšných a neúspěšných respondentů není statisticky významný rozdíl* je nutné považovat za platnou.

3 DISKUZE A ZÁVĚR

Cílem šetření bylo zjistit, jak respondenti přistupují k úkolům spojeným s řešením vizualizovaného technického problému. Literatura uvádí, že rozdíly v pozornosti a ve vizuálním vnímání mohou ovlivnit úspěšnost respondentů. Prostřednictvím eye-trackingu lze zjišťovat významné určující parametry, tj. průměrnou dobu fixace a průměrnou dobu fixace oblastí zájmu. V uvedeném šetření bylo zařazeno i sledování průměrné doby fixace prvního pohledu na danou oblast zájmu. Rozdíl mezi dobami fixací jednotlivých pohledů mezi úspěšnými a neúspěšnými řešiteli se ukázal jako významný. Neúspěšní respondenti vykazovali kratší trvání pohledu pro každý fixační bod, což může naznačovat přístup „pokus a omyl“, kdy subjekt hledá různé body na obrazovce, aniž by se soustředil na strategii nebo o úkolu uvažoval komplexněji. K podobnému výsledku dospěli i Gomes, Yassine, Worsley a Blikstein (2013). Statisticky nevýznamné byly rozdíly dob prvních fixací a fixací pohledů na validní oblasti zájmu. Na základě rozdílu průměrů naměřených hodnot lze ale usuzovat, že úspěšnější respondenti věnovali soustředěnější pozornost oblastem, které buďto bylo nutné analyzovat pro získání správných řešení, nebo správná řešení zobrazovala. Méně pozornosti věnovali nadbytečným oblastem. Zjištění kognitivního zpracování obrazu byla v souladu s předchozími studiemi (Zang et al., 2022), kdy vyšší procento fixací s delší dobou, implikuje větší pozornost a hlubší kognitivní zpracování řešení technického problému. Z výše uvedeného vyplývá, že v pedagogické praxi by učitelé měli používat instrukce, které by studenty vedly k soustředěnějšímu studiu vizuálních informací v klidnějším tempu, k tomu, aby hlouběji přemýšleli o klíčových informacích a zásadních otázkách, než aby rychle a povrchně, byť opakovaně, těkali z podnětu na podnět.

Literatura

1. BYBEE, R. (2000). Achieving technological literacy: A national imperative. *The Technology Teacher*, 60(1), pp. 23-28.
2. DOSTÁL, J. (2018). *Člověk a technika*. Podkladová studie. NÚV, Praha.
3. LUCAS, B., & HANSON, J. (2016). Thinking Like an Engineer: Using Engineering Habits of Mind and Signature Pedagogies to Redesign Engineering Education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 6(2), pp. 4–13. DOI: org/10.3991/ijep.v6i2. 5366.
4. ČÁSTKOVÁ, P., & KROPÁČ, J. (2015). Možnosti rozvoje sebepojetí žáka v technické výchově na primární škole. *Journal of Technology and Information Education*, 7(1), pp. 105-113. DOI: 10.5507/jtie.2015.009.
5. DUGGER Jr, W. E. (2001). Standards for technological literacy. *Phi Delta Kappan*, 82(7), pp. 513-517.
6. GOMES, J., YASSINE, M., WORSLEY, M., & BLIKSTEIN, P. (2013). Analysing engineering expertise of high school students using eye tracking and multimodal learning analytics. In *Educational Data Mining 2013*.
7. KOŽUCHOVÁ, M., & KURUC, M. (2020). Pripravenosť študentov predškolskej a elementárnej pedagogiky na výučbu pracovného vyučovania. *Journal of Technology and Information Education*, 12(2), pp. 16-26. DOI: 10.5507/jtie.2020.016.
8. ROUČOVÁ, E. (2013). Vnímání pojmu technická gramotnost u studentů učitelství pro primární školu a učitelů na primární škole. *Journal of Technology and Information Education*, 5(3), pp. 35-43. DOI: 10.5507/jtie.2013.032.
9. *Tobii Pro*. (2021). Retrieved November 14, 2022, from <https://www.tobiiipro.com>.
10. Zang, S., Lin, P., Chen, X., Bai, Y., Deng, H., & Li, L. (2022). Comparing Middle School Students' Scientific Problem-Solving Behavior in Hands-On Manipulation Performance Assessment: Terms by Eye-Tracking Analysis. *Scientific Programming*, 2022, pp. 1-9. DOI: 10.1155/2022/6972215.

Kontakty

Mgr. Jan Janovec, Ph.D.
Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta
Hoření 13, 400 96 Ústí nad Labem
Tel: +420 475 282 155
E-mail: jan.janovec@ujep.cz

doc. PaedDr. Ivana Brtnová Čepičková
Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Pedagogická fakulta
Hoření 13, 400 96 Ústí nad Labem
Tel: +420 475 282 157
E-mail: ivana.brtnova-cepickova@ujep.cz