

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra experimentální fyziky

DISERTAČNÍ PRÁCE

Science centrum jako součást vzdělávacího systému
v České republice



| | |
|-------------------|--------------------------------|
| Autor: | Mgr. Roman Chvátal |
| Studijní program: | P1703 Fyzika |
| Studijní obor: | 1701V047 Didaktika fyziky |
| Školitel: | doc. RNDr. Roman Kubínek, CSc. |
| Konzultantka: | RNDr. Renata Holubová, CSc. |
| Termín odevzdání: | červen 2024 |

Bibliografická identifikace

| | |
|--------------------------|--|
| Jméno a příjmení autora: | Mgr. Roman Chvátal |
| Název práce: | Science centrum jako součást vzdělávacího systému v České republice |
| Typ práce: | Disertační |
| Pracoviště: | Katedra experimentální fyziky |
| Školitel: | doc. RNDr. Roman Kubínek, CSc. |
| Konzultantka: | RNDr. Renata Holubová, CSc. |
| Rok obhajoby práce: | 2024 |
| Počet stran: | 115 |
| Počet příloh: | 3 |
| Jazyk: | Český |
| Klíčová slova: | science centrum, neformální vzdělávání, postoje učitelů, želatinové čočky, geometrická představivost |

Abstrakt:

Disertační práce se zabývá vlivem science center na český vzdělávací systém. Práce hodnotí jejich přínos především v oblasti spolupráce mezi učiteli a zaměstnanci science center, ale také mezi science centry a akademickým prostředím. V teoretických kapitolách je téma zasazeno do kontextu českého vzdělávacího systému s důrazem na celoživotní učení a neformální vzdělávání. Praktická část se soustředí na výzkum postojů učitelů k účasti na vzdělávacích programech a zaměřuje se na jejich motivace, očekávání a hodnocení úspěšnosti těchto programů. Další kapitoly popisují vybrané přístupy k podpoře výuky ve školách prostřednictvím science center a možnosti spolupráce s akademickou sférou. Práce se také věnuje tvorbě popularizačních výstupů a realizaci výzkumu s využitím heterogenních skupin respondentů. Závěrem poskytuje komplexní pohled na přínos science center pro český vzdělávací systém.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Mgr. Roman Chvátal
Title: Science centre as a part of the education system in the Czech Republic
Type of thesis: Dissertation
Department: Department of Experimental Physics
Supervisor: doc. RNDr. Roman Kubínek, CSc.
Consultant: RNDr. Renata Holubová, CSc.
The year of presentation: 2024
Number of pages: 115
Number of appendices: 3
Language: Czech
Keywords: science center, non-formal education, teachers' attitudes, gelatin lenses, geometric imagination

Abstract:

The dissertation examines the impact of science centres on the Czech education system, focusing on their role in facilitating cooperation between teachers, science centre staff, and the academic community. Theoretical chapters contextualize the topic within the Czech education system, emphasizing lifelong learning and non-formal education. The practical part investigates teachers' attitudes, motivations, expectations, and evaluations of educational programs. Additional chapters explore methods of enhancing school learning through science centres and opportunities for academic collaboration. The thesis also addresses the development of popularization outputs and research involving diverse respondent groups, offering a comprehensive view of the science centres' contributions to Czech education.

Prohlašuji, že jsem předloženou disertační práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Romana Kubínka, CSc. a za podpory RNDr. Renaty Holubové, CSc., a že jsem použil zdrojů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Olomouci dne 17. 6. 2024

.....

Mgr. Roman Chvátal

Srdečně děkuji všem, kteří mě v průběhu celého vysokoškolského studia podporovali a poskytovali mi cenné rady a podněty. Děkuji svému školiteli doc. RNDr. Romanu Kubínkovi, CSc. za trpělivý a podnětný přístup. Zvláštní poděkování patří RNDr. Renatě Holubové, CSc., která mě jako studenta první ročníku bakalářského studia přivedla k popularizaci vědy, čímž položila základy celé mé dosavadní profesní kariéry. Tu následně celých deset let kultivoval Mgr. Matěj Dostálek, jemuž tímto děkuji za zásadní ovlivnění celé mé osobnosti. V závěru doktorského studia mě významně motivovala a podporovala RNDr. Jana Slezáková, Ph.D., které patří další velké poděkování.

Děkuji také všem kolegům za všech různých pracovišť. Bylo mi ctí s nimi spolupracovat na kultivaci českého vzdělávacího systému. V neposlední řadě patří poděkování také mé rodině, která mě neustále podporuje, motivuje a od dětství mi umožnila realizovat se ve věcech, které mě baví.

OBSAH

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | ÚVOD | 8 |
| 2 | POJETÍ UČENÍ V KONTEXTU ČESKÉHO VZDĚLÁVACÍHO SYSTÉMU | 11 |
| 2.1 | CELOŽIVOTNÍ UČENÍ..... | 11 |
| 2.2 | NEFORMÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ V ČESKÝCH KURIKULÁRNÍCH DOKUMENTECH..... | 12 |
| 2.3 | ČESKÁ KURIKULÁRNÍ REFORMA | 13 |
| 2.4 | PROPOJOVÁNÍ FORMÁLNÍHO A NEFORMÁLNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ | 14 |
| 3 | SCIENCE CENTRUM | 16 |
| 3.1 | VYMEZENÍ POJMU | 16 |
| 3.2 | SCIENCE CENTRA V ČESKÉM PROSTŘEDÍ..... | 16 |
| 3.3 | VĚDECKO-POPULARIZAČNÍ A VZDĚLÁVACÍ FORMÁTY V KONTEXTU CÍLOVÝCH SKUPIN | 18 |
| 4 | SCIENCE CENTRA POHLEDEM UČITELŮ | 23 |
| 4.1 | POSTOJE UČITELŮ K NÁVŠTĚVĚ INSTITUCÍ NEFORMÁLNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ | 23 |
| 4.2 | VÝZKUM POSTOJŮ UČITELŮ K ÚČASTI NA VZDĚLÁVACÍM PROGRAMU V SCIENCE CENTRU | 24 |
| 4.2.1 | <i>Předvýzkum, výzkumné otázky, metodologie výzkumu</i> | 24 |
| 4.2.2 | <i>Výsledky výzkumu</i> | 27 |
| 4.2.3 | <i>Shrnutí výsledků výzkumu</i> | 61 |
| 4.2.4 | <i>Přínos výzkumu</i> | 65 |
| 5 | PODPORA VÝUKY PROSTŘEDNICTVÍM SCIENCE CENTER | 67 |
| 5.1 | KRITICKÁ A DYNAMICKÁ MÍSTA KURIKULA | 67 |
| 5.2 | VZDĚLÁVACÍ PROGRAM K TÉMATU PAPERKOVÉ OPTIKY | 69 |
| 5.2.1 | <i>Výroba a využití želatinových čoček</i> | 70 |
| 5.2.2 | <i>Dotazníkové šetření rozvoje znalostí žáků</i> | 73 |
| 5.2.3 | <i>Výsledky dotazníkového šetření</i> | 75 |
| 5.2.4 | <i>Přínos dotazníkového šetření</i> | 79 |
| 5.3 | VYUŽITÍ SDÍLENÝCH TERMOKAMER VE VÝUCE..... | 80 |
| 5.3.1 | <i>Zpětná vazba od učitelů</i> | 81 |
| 6 | SPOLUPRÁCE S AKADEMICKOU SFÉROU | 83 |
| 6.1 | PRAXE A STÁŽE STUDENTŮ, PROPOJENÍ S PŘÍPRAVOU BUDOUCÍCH UČITELŮ..... | 83 |
| 6.2 | UNIVERZITNÍ SCIENCE CENTRUM..... | 84 |
| 6.3 | PROGRAM FORT SCIENCE ACADEMY | 85 |
| 6.4 | VÝROBA EXPONÁTŮ A DIDAKTICKÝCH POMŮCEK | 86 |
| 6.5 | VÝZKUM ROZVOJE GEOMETRICKÉ PŘEDSTAVIVOSTI | 87 |
| 6.5.1 | <i>Výzkumná otázka</i> | 89 |
| 6.5.2 | <i>Metodologie výzkumu</i> | 89 |
| 6.5.3 | <i>Výsledky výzkumu</i> | 91 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 6.5.4 | <i>Přínos výzkumu</i> | 97 |
| 7 | ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU SCIENCE CENTER PRO ČESKÝ VZDĚLÁVACÍ SYSTÉM.. | 98 |
| 8 | ZÁVĚR..... | 100 |
| 9 | SEZNAM LITERATURY | 104 |
| 10 | SEZNAM OBRÁZKŮ..... | 110 |
| 11 | SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA SOUVISEJÍCÍCH S DISERTAČNÍ PRACÍ..... | 114 |
| 11.1 | PUBLIKACE V ODBORNÉM ČASOPISE V DATABÁZI WOS | 114 |
| 11.2 | PUBLIKACE V RECENZOVANÉM ČASOPISE..... | 114 |
| 11.3 | PUBLIKACE V KONFERENCEČNÍM SBORNÍKU..... | 114 |
| 12 | SEZNAM PŘÍLOH..... | 115 |

1 ÚVOD

Neformální vzdělávání hraje ve vývoji člověka a formování jeho osobnosti zásadní roli. K jeho výraznému rozvoji došlo díky všeobecnému přijetí konceptu celoživotního učení, přístupu, představujícího kontinuální proces rozvoje člověka. K tomuto rozvoji nedochází pouze ve formálním prostředí školy, a proto získaly na významu také instituce neformálního vzdělávání. Mezi nimi se v českém prostředí v posledních deseti letech etablovaly subjekty, které nazýváme science centra. Jejich cílem je popularizace vědy a výzkumu prostřednictvím interaktivních expozic a programů neformálního vzdělávání. Zájem o jejich aktivity neustále roste, a s ním nabývá na významu také vliv na vzdělávání české populace. Je však jejich potenciál využit naplno?

Práce je poněkud netradičně členěna do kapitol, které v sobě spojují rešeršní a výzkumné části vztahující se ke konkrétnímu tématu. Napříč kapitolami se line jedna ústřední myšlenka formulovatelná jako **cíl práce, kterým je zhodnotit přínos science center pro český vzdělávací systém**. A to zejména v kontextu spolupráce mezi učiteli různých typů škol a zaměstnanci science center, ale také s ohledem na spolupráci mezi science centry a akademickým prostředím.

Úkolem prvních dvou, ryze teoretických kapitol, je zasadit téma práce do kontextu českého vzdělávacího systému. Ústřední kapitola práce se zabývá pohledem učitelů na česká science centra, přičemž pozornost byla zaměřena na výzkum postojů učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru. Výzkum v českých science centrech byl realizován prostřednictvím kvantitativního elektronického dotazníku, který byl vytvořen na základě kvalitativního předvýzkumu realizovaného v izraelském science centru Madatech a v olomoucké Pevnosti poznání. **Cílem samotného výzkumu bylo odpovědět na několik výzkumných otázek a zhodnotit tak přístup a potřeby učitelů.**

1. **Jaké jsou motivace a očekávání učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru?**
2. **Jaké překážky musejí učitelé při plánování a realizaci účasti na vzdělávacím programu v science centru překonávat?**
3. **Jak učitelé uskutečňují výběr vzdělávacího programu v science centru?**
4. **Jak učitelé vnímají propojení výuky v science centru s výukou ve škole?**
5. **Jak učitelé hodnotí úspěšnost účasti na vzdělávacím programu v science centru?**

V další kapitole jsou popisovány různé přístupy k podpoře výuky prostřednictvím science center. První z nich se zaměřuje na propojení výuky v science centrech a ve škole prostřednictvím vzdělávacího programu. Součástí tohoto výstupu bylo také šetření zaměřující se na výzkum rozvoje znalostí žáků v oblasti paprskové optiky, a to formou pre-testu a post-testu, tedy před a po vzdělávacím programu. **Cílem tohoto ověřování bylo zjistit, zda neformální vzdělávání přináší odlišné kvantitativní výsledky v úspěšnosti žáků ve srovnání s formálním vzděláváním.** Toto ověřování zůstalo ve fázi předvýzkumu, jelikož další výzkum byl odkládán z důvodu pandemie a omezení prezenční výuky. Během tohoto období došlo k přeorientování pozornosti na oblast výzkumu, zabývající se postoji učitelů. Druhý z přístupů k podpoře výuky prostřednictvím science center přináší námět, jak zajistit dobrou technologickou vybavenost škol prostřednictvím sdílených pomůcek.

Kapitola mapující možnosti spolupráce s akademickou sférou přináší pohled na science centra, jako na instituce poskytující jedinečný prostor pro pregraduální přípravu učitelů a realizaci výzkumu. Synergie mezi zaměstnanci vede také k tvorbě nových didaktických pomůcek a vzdělávacích formátů. Práce s heterogenními skupinami umožňuje realizovat šetření na vzorku respondentů, kteří nepochází ze stejného prostředí, a směřuje tak ke kvalitní citizen science. Na základě těchto přístupů byl realizován výzkum geometrické představitosti žáků, založený na testování žáků za využití technologie eye-trackingu. **Cílem výzkumu bylo zjistit, jak ovlivňuje pořadí geometrických úloh vizuální pozornost a jak souvisí strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu s úspěšností, rychlostí řešení a rozdíly mezi pohlavími.**

Práce jako celek se zabývá několika různými oblastmi, mezi které patří: spolupráce s učiteli na užším propojení školní výuky s výukou v science centrech; podpora učitelů při rozvoji výuky ve školách; tvorba vzdělávacích programů a analýza vlivu výuky v neformálním prostředí na žáky; spolupráce s akademiky na tvorbě popularizačních výstupů, výrobě exponátů a následném výzkumu. Tento tematický rozptyl lze vnímat jako přínos pro komplexní zhodnocení přínosu science center pro český vzdělávací systém, které je podpořeno také mezinárodní zkušeností získanou během stáže v Izraeli, zemi, kde jsou science centra nedílnou součástí vzdělávacího systému.

Můj zájem o tuto oblast nevyplývá pouze z tvorby této práce, ale zejména z touhy propojovat světy, kterých jsem součástí. Ať už jako učitel na víceletém gymnáziu, lektor vzdělávacích programů v science centru, krajský koordinátor podpory nadání nebo nakonec i jako programový ředitel Pevnosti poznání, jsem se vždy snažil podporovat koncept neformálního vzdělávání, a proto jsem se rozhodl, propojit teoretickou práci a přípravu v rámci studia se svou praktickou zkušeností i zájmem, díky čemuž získané výsledky využijeme i v praxi.

2 POJETÍ UČENÍ V KONTEXTU ČESKÉHO VZDĚLÁVACÍHO SYSTÉMU

2.1 Celoživotní učení

Aktuální přístup ke vzdělávání klade důraz na propojení všech forem učení, ať již probíhají v rámci tradičních školských institucí nebo mimo ně, do sjednoceného systému (Van Dellen, 2012). Tento systém umožňuje plynulé propojení a přechody mezi studiem a profesním životem a nabízí možnost dosahovat stejných kvalifikací a kompetencí různými cestami, a to v jakékoli fázi života (MŠMT, 2007). Toto celostní pojetí dává základy celoživotnímu učení, jehož nezbytné základy vytváří formální vzdělávací systém, který je však pouze jednou jeho částí. Celoživotní učení by mělo vytvářet pevný a kvalitní vzdělanostní základ pro soustavné učení všech občanů, zajistit pružnější a plynulejší vazby mezi vzděláváním a zaměstnáním a odpovědnost za úspěšné provázání má na centrální úrovni nést vláda ve spolupráci se sociálními partnery (MŠMT, 2007). Víze pro celoživotní učení v ČR se soustřeďuje na podporu osobního rozvoje, sociální soudržnosti, aktivního občanství a zaměstnatelnosti (MŠMT, 2007). Celoživotní učení tak zahrnuje formální, neformální a informální učení, dle definic uvedených níže a je jistě nedílnou a významnou součástí vzdělávacího procesu každé osobnosti.

Pro účely této práce vycházím z definic pojmů uváděných v Doporučení Rady Evropské unie ze dne 20. prosince 2012 o uznávání neformálního a informálního učení. Neformálním učením se rozumí „učení, které se uskutečňuje prostřednictvím plánovaných činností (pokud jde o cíle učení, dobu učení), při nichž existuje určitá forma podpory při učení (např. vztah student-učitel); může zahrnovat programy ke zprostředkování pracovních dovedností, gramotnosti u dospělých a základního vzdělání pro osoby, které předčasně ukončily školní docházku; velmi častými případy neformálního učení jsou vnitropodnikové kurzy, jejichž prostřednictvím podniky zdokonalují a zvyšují dovednosti svých zaměstnanců, jako jsou dovednosti v oblasti informačních a komunikačních technologií, strukturované elektronické učení (např. využívání otevřených vzdělávacích zdrojů) a kurzy pořádané organizacemi občanské společnosti pro jejich členy, jejich cílovou skupinu nebo pro širokou veřejnost“ (Rada Evropské unie, 2012). Učením informálním se rozumí „učení, které je výsledkem každodenních činností souvisejících s prací, rodinou nebo volným časem a není

organizováno nebo strukturováno, pokud jde o cíle a dobu učení či podporu při učení; může být z hlediska učící se osoby nezáměrné; k příkladům výsledků učení dosažených informálním učením patří dovednosti získané prostřednictvím životních a pracovních zkušeností, dovednosti v oblasti řízení projektů nebo informačních a komunikačních technologií získané v práci; jazykové znalosti a interkulturní dovednosti získané při pobytu v jiné zemi; dovednosti v oblasti informačních a komunikačních technologií získané mimo zaměstnání, dovednosti získané při dobrovolné činnosti, kulturních činnostech, sportu, práci s mládeží nebo prostřednictvím činností v domácnosti (např. péče o dítě)“ (Rada Evropské unie, 2012). Pro doplnění, formálním učením se rozumí „učení, které se uskutečňuje v organizovaném a strukturovaném prostředí věnovaném výhradně učení a zpravidla vede k přiznání kvalifikace, obvykle ve formě osvědčení nebo diplomu; zahrnuje systémy všeobecného vzdělávání, počátečního odborného vzdělávání a vysokoškolského vzdělávání“ (Rada Evropské unie, 2012).

Těchto definic často využívají také autoři kurikulárních dokumentů a jiných pedagogických a didaktických publikací. Kromě pojmu formální učení se setkáváme také s pojmem formální vzdělávání a totéž platí i pro neformální učení, respektive vzdělávání. Definice neformálního vzdělávání se významově příliš neliší od definice uváděné ve vládním strategickém dokumentu, nesoucím název Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+, pro jejíž potřeby se neformálním vzděláváním rozumí vzdělávání, které „je zaměřeno na rozvoj znalostí, dovedností a schopností v zařízeních zaměstnavatelů, v soukromých vzdělávacích institucích, ve školských zařízeních (např. zájmové vzdělávání, které poskytuje účastníkům naplnění volného času zájmovou činností se zaměřením na různé oblasti), v nestátních neziskových organizacích, v paměťových institucích (zejména knihovnách a muzeích), uměleckých a jiných kulturních institucích, v science centrech a v dalších organizacích“ (MŠMT, 2020).

2.2 Neformální vzdělávání v českých kurikulárních dokumentech

Zmínky o neformálním vzdělávání v kurikulárních dokumentech vydávaných Ministerstvem školství České republiky se různí. S ohledem na silící vliv neformálního vzdělávání v průběhu minulých let se autoři těchto dokumentů o neformálním vzdělávání zmiňují častěji. V Bílé knize se pojem neformální vzdělávání objevuje celkem dvakrát a autoři zejména zmiňují, že „vedle škol a dalších vzdělávacích institucí se na kultivaci osobnosti dětí, mládeže a dospělých a rozvoji jejich zájmů mohou podílet též divadla,

muzea, galerie, knihovny, hvězdárny, botanické a zoologické zahrady, kulturní centra a další mimoškolní výchovně vzdělávací instituce a občanská sdružení, věnující se výchovné práci“ (MŠMT, 2001). Podle starší verze rámcového vzdělávacího programu chápeme výchovné a vzdělávací strategie jako „společné postupy na úrovni školy, uplatňované ve výuce i mimo výuku, jimiž škola cíleně utváří a rozvíjí klíčové kompetence žáků“ (MŠMT, 2013), čímž dokument podporoval myšlenku, že žáci nerozvíjí své kompetence pouze ve formálním prostředí. V aktuální verzi dokumentu se pouze uvádí, že výchovnými a vzdělávacími strategiemi rozumíme „promyšleně volené a řazené postupy, kterými chce škola cíleně směřovat k naplňování klíčových kompetencí“ (MŠMT, 2023). Zásadním dokumentem koncepce českého vzdělávání se však stala Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+, v níž se pojem neformální vzdělávání objevuje celkem 36krát a jako dílčí cíle strategického cíle 1 autoři uvádějí, že „zajistíme lepší návaznost a provázanost jednotlivých vzdělávacích stupňů i vyšší míru propojování formálního a neformálního vzdělávání“ (MŠMT, 2020). V dokumentu se také dočteme, že „neformální vzdělávání plní roli záchranné sítě pro ty, kteří jsou neúspěšní ve formálním vzdělávání“ (MŠMT, 2020). Ve Strategii 2030+ se dále uvádí, že pro realizaci neformálního vzdělávání je nutnou podmínkou účast odborného lektora, učitele, edukátora, trenéra či proškoleného vedoucího a účast na tomto typu vzdělávání zpravidla nevede k získání formálního stupně vzdělání v rámci mezinárodní standardní klasifikace vzdělávání ISCED.

2.3 Česká kurikulární reforma

Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+ představuje revoluční strategický dokument schválený vládou České republiky, jejímž cílem je „modernizovat vzdělávání tak, aby děti i dospělí obstáli v dynamickém a neustále se měnícím světě 21. století“ (MŠMT, 2020). Dokument obsahuje dva strategické cíle. Prvním cílem je „zaměřit vzdělávání více na získávání kompetencí potřebných pro aktivní občanský, profesní i osobní život“ a druhým cílem je „snížit nerovnosti v přístupu ke kvalitnímu vzdělávání a umožnit maximální rozvoj potenciálu dětí, žáků a studentů“ (MŠMT, 2020). Dle Dvořáka a kol. (2018) se klíčové kompetence staly ústředním cílem školního vzdělávání v mnoha zemích a jsou nejvýraznějším znakem nových kurikulárních dokumentů. Nutno podotknout, že do českého kurikula se klíčové

kompetence dostaly již při dřívější reformě v roce 2004 a v kontextu evropských zemí šlo o jedno z prvních kurikul (Češková, 2021).

V návaznosti zejména na první strategický cíl se uskutečňuje významná kurikulární reforma, která by měla postupně zasáhnout všechny stupně formálního vzdělávání a jejím cílem je přepracování rámcových vzdělávacích programů. Česká kurikulární reforma na úrovni základního vzdělávání se uskutečňuje na základě dokumentu Hlavní směry revize rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (dále jen RVP ZV), který byl vytvořen na základě otevřeného participativního přístupu mnoha subjektů a odborníků. Dokument představuje zadání pro tvorbu revidovaného RVP ZV, který vzniká za účasti mnoha odborníků pod záštitou Národního pedagogického institutu. Hlavními cíli revize RVP ZV je pokračovat v proměně výuky směrem ke kompetenčnímu a gramotnostnímu pojetí výuky, umožnit a podpořit individualizaci vzdělávání, aktualizovat vzdělávací obsahy a usnadnit kurikulární práci škol a podpořit v ní učitele a ředitele (MŠMT, 2022).

2.4 Propojování formálního a neformálního vzdělávání

Otázka propojení formálního a neformálního vzdělávání představuje v některých zemích ucelené koncepty spolupráce mezi různými institucemi (Garner a kol., 2014). Füz (2018) tvrdí, že pro dosažení komplexního porozumění neformálnímu přírodovědnému vzdělávání v různých kulturních kontextech je nezbytný další výzkum. Česká vláda se zavázala zajistit lepší návaznost a provázanost mezi jednotlivými stupni vzdělávání a také větší integraci formálního a neformálního vzdělávání (MŠMT, 2020). Určitou výhodou by mohlo být, že mimoškolní vzdělávání má v českém vzdělávacím kontextu dlouhou tradici ve využívání různých přístupů, podpořenou různými aktivitami a projekty (Bílek a kol., 2021). Stávající české kurikulární dokumenty tak počítají s dobrovolnou účastí v programech neformálního vzdělávání, ale probíhající kurikulární reforma hledá cesty, jak formální a neformální vzdělávání více propojit. Tyto snahy však komplikuje nedostatečné zmapování situace v terénu, které je ovlivněno i velkým počtem institucí poskytujících neformální vzdělávání. Šíří mimoškolních přírodovědných aktivit, které učitelé využívají, ilustruje struktura navržená Pávkovou (2002).

Z rešerše literatury vyplývá, že autoři často volně zaměňují pojmy mimoškolní vzdělávání a neformální vzdělávání. Někteří badatelé chápou mimoškolní vzdělávání

jako vzdělávání realizované v muzeích a science centrech (DeWitt & Osborne, 2007), zatímco jiní badatelé se zaměřují na vzdělávání v přírodě (Rickinson a kol., 2004). Fůz (2018) pracuje s pojmem mimoškolní učení jako s pojetím školních aktivit mimo školní třídy. Fallik a kol. (2013) zdůrazňují význam propojení formálního a neformálního přírodovědného vzdělávání pro zvýšení motivace žáků a zlepšení jejich učení a rozvíjení nových dovedností a schopností. Bilek a kol. (2021) uvádí, že mimoškolní vzdělávání přináší žákům mnoho nových znalostí, dovedností a zkušeností souvisejících s reálným životem. Také uvádí, že mimoškolní vzdělávání přináší žákům možnost spolupráce, probouzí vnitřní zájem žáka o poznávání a umožňuje dětem převzít spoluzodpovědnost za vzdělávací proces. Více než 70 studií, které Činčera a Holec (2016) analyzovali, ukazuje pozitivní vliv mimoškolního vzdělávání na znalosti, postoje, dovednosti a chování žáků, a to často více než aktivity uvnitř školy. Fůz (2018) ve své práci shrnuje výsledky, z nichž vyplývá, že žáci měli k mimoškolnímu vzdělávání pozitivní vztah a rádi by se podobných aktivit účastnili i v budoucnu, stejně jako učitelé a ředitelé škol. Malone a White (2016) navíc tvrdí, že učení v přírodním prostředí je prospěšné pro zdraví, lepší učení, rozvoj životních zkušeností a environmentální chování.

Podle Kuberské a kol. (2020) může propojování formálního a neformálního vzdělávání napomoci k úspěšné aktualizaci kurikula. Zástupci formálního vzdělávání, kteří se podílejí na koncepčních změnách českého vzdělávání, by měli při transformaci dbát na to, aby u žáků nedocházelo k tzv. utajenému vzdělávání, které je charakteristické „nadšením z objevování nových poznatků, avšak také absencí potřeby novým poznatkům hlouběji porozumět“ (Kuberská a kol., 2020). Naopak tzv. odcizenému poznávání, které je charakteristické „odtržením obsahu od žakovských zkušeností a následnou ztrátou motivace žáků k porozumění“, by měly zabránit podněty a připomínky ze strany zástupců neformálního vzdělávání, například pracovníků muzeí, galerií či science center (Kuberská a kol., 2020).

V textu výše se několikrát opakuje pojem science centrum, který se v českém prostředí objevuje teprve několik let. Instituce označované jako science centra představují unikátní prostředí umožňující naplňování cílů výše popsaných východisek a jsou součástí struktury institucí neformálního vzdělávání, což potvrzuje také Strategie 2030+, která je prvním kurikulárním dokumentem, který explicitně zmiňuje science centra jako instituce neformálního vzdělávání v českém prostředí.

3 SCIENCE CENTRUM

3.1 Vymezení pojmu

Broulíková (2015) pro potřeby své disertační práce uvádí, že science centra jsou „typické instituce neformálního vzdělávání, v nichž jsou v souladu s konkrétními didaktickými a metodickými vzorci rozmístěny interaktivní expozice skládající se často z desítek populárně vzdělávacích exponátů operujících na principu tzv. „hands on“ – je tedy nutné se jich dotýkat, manipulovat s nimi a pomocí interakce objevovat principy (či fenomény, konkrétní přírodní zákony) v nich ukryté.“ Tato definice se však soustředí pouze na výstavní činnost, která není jedinou oblastí, které se science centra věnují. Definici můžeme rozšířit o pohled Rychtery a kol. (2019), který popisuje science centrum jako poskytovatele specializovaných školení pro sdílení praktických zkušeností s přípravou jednoduchých učebních pomůcek, prováděním zajímavých experimentů a tvorbou atraktivních materiálů směřujících k oživení výuky. Tato definice již reflektuje tvorbu různých metodických výstupů pracovníky science center, ale stále nereflektuje celou šíři jejich aktivit. Fors (2006) vhodně uvádí, že mezi hlavní cíle science center patří popularizace vědy a výzkumu prostřednictvím interaktivních expozic a vzdělávacích programů. V tomto pojetí by bylo vhodné nahradit sousloví vzdělávacích programů za sousloví programů neformálního vzdělávání, které se neomezují pouze na výukové činnosti, protože šíře aktivit realizovaných v science centrech se neomezuje pouze na ně.

3.2 Science centra v českém prostředí

Rozvoj moderních science center je spjatý zejména se západní kulturou. Vznik prvních science center byl podpořen zájmem o vědu v době uskutečňujícího se vesmírného závodu a další rozvoj na konci minulého století byl jistě podpořen vizemi tzv. informační společnosti, která začala procházet bouřlivým technologickým rozvojem (Salmi, 2003). Začleňování science center do vzdělávacích systémů v demokratických západních a severovýchodních evropských státech se tak uskutečňuje výrazně delší dobu než v postkomunistických zemích východní Evropy. V evropském kontextu je jako příklad úspěšného propojení škol s institucemi neformálního vzdělávání často uváděn vzdělávací systém Velké Británie.

V českém prostředí se science centra objevila teprve nedávno. Představují instituce bez pevného ukotvení v systému tradičních muzeí či galerií a nejsou tak systematicky integrována do systému státní správy a celonárodního vzdělávacího systému. Jedná se o instituce zřizované v různých právních formách a provozované různými subjekty. Nejsou tak pod kontrolou Ministerstva školství, Ministerstva kultury nebo Ministerstva průmyslu a obchodu, avšak s těmito ministerstvy úzce spolupracují, jelikož svou činností zasahují do různých agend těchto ministerstev. S odkazem na výše popsanou analýzu kurikulárních dokumentů lze doplnit, že naplňování volného času dětí v České republice zajišťují různé instituce neformálního a zájmového vzdělávání. Dle zákona č. 561/2004 Sb. (2004) se zájmové vzdělávání uskutečňuje ve školských zařízeních pro zájmové vzdělávání, zejména ve střediscích volného času, školních družinách a školních klubech. Edukační proces v těchto institucích je tak řízen na základě pravidel daných zákonem. Instituce, na které tento zákon nepamatuje, nejsou řízeny dle zákonných pravidel a nejsou kontrolovány Českou školní inspekcí, mezi tyto instituce samozřejmě patří i science centra.

Na úvod nutno podotknout, že samotné instituce, které lze označit jako science centra, bojovaly v českém prostředí s neznalostí termínu mezi širokou veřejností, ale také mezi pedagogy a pedagožkami. V začátcích tak pracovníci science center hledali pojmy, kterými by se mohli v českém prostředí prezentovat na venek a vznikly tak pojmy jako muzeum vědy, interaktivní muzeum, vědecké muzeum, ale také převzatý pojem science–learningové centrum.

Science centra byla v České republice postupně budována díky evropským dotacím a otevírána v letech 2008 až 2015. Vzhledem k regionální alokaci prostředků určených k jejich budování se otevřela v regionálních krajských městech, nikoliv však v Praze. Pod hlavičkou České asociace science center (ČASC) se sdružuje všech pět science center, která v České republice působí, a to:

- plzeňská Techmania, otevřena v listopadu 2008,
- liberecká iQLANDIA, otevřena v březnu 2014,
- ostravský Svět techniky, otevřen v září 2014,
- brněnská VIDA!, otevřena v listopadu 2014,
- olomoucká Pevnost poznání, otevřena v dubnu 2015.

Pro česká science centra je typická roztržitá právní subjektivita, která často omezuje nejrůznější činnosti. Plzeňská Techmania Science Center o.p.s. a liberecká IQLANDIA, o.p.s. jsou shodně obecně prospěšnými společnostmi, součástí spolku s názvem Dolní oblast VÍTKOVICE, z.s. je ostravský Svět techniky. Brněnská VIDA! je příspěvkovou organizací s oficiálním názvem Moravian Science Centre Brno, příspěvková organizace zřizovaná Jihomoravským krajem a nakonec olomoucká Pevnost poznání je součástí Univerzity Palackého v Olomouci, navenek tedy vystupuje jako vysoká škola. Součástí asociace jsou také instituce provozující planetária, a to Hvězdárna a planetárium Brno a Hvězdárna a planetárium v Hradci Králové. Planetária však provozuje také plzeňská Techmania, liberecká IQLANDIA a olomoucká Pevnost poznání. Situaci nezjednodušuje ani struktura financování jednotlivých science center, která je často poměrně komplikovaná, protože centra získávají finance od různých zřizovatelů, z různých rozpočtů a od různých institucí.

Z výše uvedeného vymezení pojmu science centrum lze vyvozovat, že jednotlivé instituce kladou různý důraz na realizaci jednotlivých aktivit. Mezi základní rozdělení patří dělení návštěvníků na školní skupiny a širokou veřejnost. Rozdíly mezi českými science centry lze vyjádřit podílem žáků na celkové návštěvnosti (ČASC, 2024). Z tabulky na obrázku 1 vyplývá, že mezi instituce s nejvyšším podílem žáků patří olomoucká Pevnost poznání a plzeňská Techmania.

| instituce | návštěvnost žáků v rámci školních skupin (osoby) | celková návštěvnost (osoby) | podíl žáků na celkové návštěvnosti (%) |
|-----------------|--|-----------------------------|--|
| Techmania | 42500 | 164000 | 25,9 |
| iQLANDIA | 55200 | 485000 | 11,4 |
| Svět techniky | 36600 | 296000 | 12,4 |
| VIDA! | 19700 | 282000 | 7,0 |
| Pevnost poznání | 27800 | 106000 | 26,2 |

Obrázek 1: Návštěvnost českých science center sdružených v ČASC.

3.3 Vědecko-popularizační a vzdělávací formáty v kontextu cílových skupin

Na příkladu olomoucké Pevnosti poznání lze uvést výčet vědecko-popularizačních a vzdělávacích formátů, které lze v science centru realizovat. **Stolečkové experimenty** jsou krátké efektní demonstrace tematicky doplňující program v science centru s cílem

zaujmout, motivovat a poučit návštěvníky o zvoleném tématu. Zpravidla netrvají déle než 15 minut. **Otevřená dílna** je mezioborovou aktivitou vedoucí k prohloubení znalostí a kultivaci techniky prostřednictvím spojení vědy a kreativity, umožňující vyjádření vlastní tvorby. Zpravidla je realizována v prostoru výtvarné či technické dílny a trvá alespoň 30 minut. **Herní klub** představuje další formu otevřeného programu umožňující interakci návštěvníků prostřednictvím deskových, počítačových, pohybových, dramatizačních či znalostních her vedoucí k prohloubení znalostí ve zvolené oblasti. **Přednáška** umožňuje edukaci velkého počtu návštěvníků prostřednictvím frontálního vystoupení přednášejícího. V tomto případě je velmi žádoucí pamatovat na aktivizaci posluchačů prostřednictvím vhodných metod. **Badatelská hra** má za úkol zprostředkovat návštěvníkovi zážitek z vlastního zkoumání a objevování. Může se jednat o expoziční, ale i například městskou hru, při níž návštěvník plněním určitých úkolů dosáhne vytyčeného cíle. **Dětský kroužek** představuje ucelenou a organizovanou volnočasovou aktivitu dětí, charakteristickou řízenými učebními aktivitami. **Workshop** je organizovanou týmovou aktivitou vedoucí k objevení řešení prostřednictvím praktické činnosti. **Komentovaná prohlídka** je tradiční formou skupinové edukace, během které dochází pouze ke zprostředkování poznatků. Je organizačně efektivní, avšak v science centrech využívána pouze ve velmi specifických situacích. **Science show** je jedinečným, téměř hereckým vystoupením, umožňujícím představit návštěvníkům prostřednictvím poutavé frontální demonstrace různé fenomény a přírodní zákonitosti. **Vzdělávací program** představuje vrcholnou edukační aktivitu založenou na přímé facilitaci lektora a jedná se o řízený výchovně-vzdělávací proces. Zásady tvorby **rodinného programu** jistým způsobem vychází z programu vzdělávacího, avšak je třeba pamatovat na specifickou cílovou skupinu charakteristickou zejména věkovou a tedy i znalostní diverzitou. **Didaktické pomůcky** nejsou vzdělávacím formátem, ale spíše materiálovým vybavením umožňujícím při volbě správných metod a forem edukace dosahování vytyčených výchovně-vzdělávacích cílů. Specifickou skupinu tohoto vybavení tvoří **interaktivní exponáty**, umístěné zpravidla v interaktivních expozicích, jejichž cílem je zprostředkovat návštěvníkovi bezprostřední zážitek z vlastního objevování vybraného fenoménu. To vše za nutnosti se exponátu dotýkat a různě s ním manipulovat. Velmi specifickým typem didaktické pomůcky je **muzejní kufřík** sestávající se z logicky uspořádané sady předmětů, které dohromady poskytují nástroj k vlastnímu bádání. Soubor zpravidla tematicky navazuje přímo na expozici. Samotnou podstatou science center, ale nikoliv jejich výhradním formátem, jsou **interaktivní expozice** vedoucí

k aktivizaci návštěvníka prostřednictvím **interaktivních výstav** a exponátů. Ty jsou z podstaty určené k objevování, osahávání a manipulaci s nimi tak, aby návštěvník pozoroval různé fenomény a uvědomoval si jejich podstatu. Interaktivní expozice vytvářejí důležitou kulisu pro edukaci návštěvníků prostřednictvím nejrůznějších výše popsaných popularizačních formátů. Ty lze také rozdělit na základě cílových skupin, kterým jsou určeny.

Širokou veřejnost a rodiny s dětmi nejvíce láká návštěva interaktivních expozic, vědeckých dílen a planetária. Ve všední dny jsou stálé tematické expozice doprovázeny výkladem edutainerů, kteří návštěvníky vtáhnou do děje, vysvětlí jim představované jevy a fenomény a pomohou s obsluhou exponátů. O víkendu jsou stálé expozice zpravidla doplněny o program popularizačních tematických akcí, jejichž základem jsou zejména dočasné výstavy, edukační hry nebo soutěže. Tyto tematické akce jsou pořádány nejčastěji ve formátu víkendových popularizačních akcí. Nemalá část programu těchto akcí je realizována přímo ve vědeckých dílnách a planetáriu. Program vědeckých dílen se uskutečňuje v kreativní dílně a chemické laboratoři, je pravidla měsíční a koresponduje s tématy víkendových popularizačních akcí. Návštěvníci během šedesáti minut absolvují výtvarný i chemický program a domů si odnesou vlastní výrobek. Ve všední dny je v planetáriu uváděno několik populárně-naučných filmů s vesmírnou tematikou, ale víkendový program je doplněn o animační programy, které jsou představovány živě komentovanými prohlídkami hvězdné oblohy nebo sluneční soustavy.

Dětskou cílovou skupinu lze obecně charakterizovat jako osoby od pěti do patnácti let. Páteří nabídkou mimoškolních aktivit pro děti jsou odpolední kroužky realizované v průběhu školního roku, vždy jako pololetní cykly s odlišným programem. Kroužky jsou často odrazem tematické náplně jednotlivých expozic, které jsou nedílnou součástí prostředí, ve kterém se odehrávají. Samotnou programovou náplň kroužků vytvářejí zkušení lektori. V průběhu letních prázdnin se Pevnost poznání zaplní dětmi z příměstských táborů, ty jsou realizovány ve třech různých variantách. Junior tým je určen mladším účastníkům, expert tým navštěvují starší účastníci a science camp je příležitostí pro ty nejzvědavější děti, které díky jeho náplni nahlédnou do nejrůznějších laboratoří nejen Přírodovědecké fakulty. Na období semestru je navázána Dětská univerzita, která dětem přibližuje vysokoškolské studium. Semestr je zahájen imatrikulací a po deseti výukových blocích ukončen promocí. Tyto bloky jsou realizovány pracovníky

jednotlivých fakult ve formátu přednášek, workshopů nebo exkurzí. Děti se tak seznámí s nejrůznějšími tématy napříč vědními obory. Z pohledu vzdělávání velmi okrajovou, ale rodiči poměrně žádanou oddychovou aktivitou je vědecká party, která děti prostřednictvím rolové hry zavede do jednotlivých expozic a planetária. Když děti splní všechny úkoly, získají odměnu a společně si užijí pořádnou party. Nejnovějším formátem nabízeným žákům pátých a devátých tříd je příprava na přijímací zkoušky formou odpoledního kroužku, ve kterém se pod vedením zkušeného lektora připravují na vykonání přijímací zkoušky.

Školní skupiny navštěvují expozice Pevnosti poznání nejčastěji při školních výletech, které mohou být dále neorganizované a žáci se v expozicích pohybují pouze za doprovodu edutainerů. Komplexnější variantou, která však nemusí navazovat na školní výlet, jsou vzdělávací programy. Ty žáci absolvují jako ucelené výukové jednotky v délce 45 minut, které mají jasně definovány vzdělávací cíle, ale také vazbu k rámcovým vzdělávacím programům. To umožňuje učitelům snazší orientaci v rozsáhlém seznamu programů, které jsou nabízeny pod hlavičkou jednotlivých předmětů. Pro některé školní skupiny je zajímavé navštívit různé popularizační přednášky, které jsou uváděny v návaznosti na různé popularizační akce nebo výročí. Vědci z nejrůznějších institucí se snaží zejména žákům středních škol prezentovat aktuální výsledky svého výzkumu nebo úspěchy vědy obecně.

Učitelé mohou absolvovat vzdělávací kurzy akreditované pod hlavičkou Ministerstva školství v programu dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků. Díky intenzivní spolupráci s partnery se podařilo vytvořit nabídku vypůjčitelné techniky, která ve školách často chybí, pro oživení výuky přímo ve třídách. Konkrétně se jedná o sadu termokamer a dva batůžky s echolokátory.

Senioři mohou navštěvovat dva pohybově-vzdělávací kurzy, a to program Blízká setkání třetího věku a kroužek FurtFit. První z nich je více zaměřen na vzdělávání v oblasti fyziologie lidského těla, trénování paměti a psychomotorického tréninku. Kroužek FurtFit se více zaměřuje na pohybové aktivity a společenské vazby mezi účastníky. Pro seniory zajímající se o aktuality ve světě vědy je připraven kurz Nové trendy v přírodních vědách pod hlavičkou Univerzity třetího věku. Účastníci se formou vysokoškolských přednášek seznámí s nejnovějšími poznatky ve světě přírodních věd.

Na příkladu olomouckého science centra je patrné, že navázání úzké spolupráce mezi science centry, školami, univerzitami a dalšími institucemi neformálního vzdělávání může zaručit těsnou provázanost aktérů napříč vzdělávacím systémem. Pro žáky předškolního, základního a středního vzdělávání představují science centra inovativní, podnětné a motivující prostředí, které v nich vzbuzuje zájem o vědu, výzkum a techniku (Krčmová & Chvátal, 2020). V kontextu propojování formálního a neformálního vzdělávání navíc představují jedinečné prostředí umožňující učitelům zatraktivnit výuku, načerpat inspiraci a propojit výuku s reálnými zážitky. Relevantní studie ukazují, že motivace učitelů k návštěvě institucí neformálního vzdělávání je závislá na jejich vlastní zkušenosti s těmito institucemi, a proto bychom i v případě science center měli zkoumat postoje učitelů k jejich návštěvě.

4 SCIENCE CENTRA POHLEDEM UČITELŮ

4.1 Postoje učitelů k návštěvě institucí neformálního vzdělávání

Kisiel (2005) zdůrazňuje, že je důležité porozumět různým záměrům, které stojí za školními exkurzemi, protože osobní zkušenosti učitelů a školní prostředí významně ovlivňují jejich volbu. Pokud školy považují terénní výuku za důležitou, realizují ji i přes nepodporující vnější podmínky (Činčera & Holec, 2016). Fúz (2018) také uvádí, že příležitosti zažít školní aktivity mimo zdi třídy jsou vzácné. Může to být způsobeno tím, že neformální vzdělávání je pro učitele stále výzvou (Karnezou a kol., 2021). Učitelé ne vždy navrhnou vhodné aktivity, které integrují formální a neformální vzdělávací koncepty, nebo při plánování takových aktivit neuplatňují své pedagogické zkušenosti (Morentin & Guisasola, 2015). Souza a kol. (2023) považují za důležité vést učitele k tomu, aby co nejlépe využili potenciál výuky a učení, který může každý koncept poskytnout.

Proto je nutné porozumět motivacím učitelů k návštěvě institucí neformálního vzdělávání, jejich očekáváním nebo definovat nejčastější překážky, které musí překonávat (Julien & Chalmeau, 2022). Souza a kol. (2023) považují za důležitý návrh organizovat návštěvu školy ve třech krocích (před, během a po), jako způsob integrace zkušeností v neformálním vzdělávání se školním kurikulem. Henriksson (2018) zmiňuje, že myšlenkové procesy učitele lze rozdělit na plánování, úvahy a rozhodnutí a také záleží na přesvědčení učitele. Také uvádí, že různé překážky a výzvy ovlivňují jak myšlenkové procesy učitele, tak jeho jednání. Různé hodnoty a vnímání učení učitelem (Wilhelmsson, 2012) a přesvědčení a postoje učitelů (Haney a kol., 2002) ovlivňují cíle učitelů při výuce, postupy a činnosti ve třídě. Motivace učitelů k realizaci mimoškolního vzdělávání může být vyjádřena potřebou propojit návštěvu s učebními osnovami ve třídě, vystavit žáky novým zkušenostem a poskytnout jim všeobecnou vzdělávací zkušenost (Kisiel, 2005). Z výzkumu vyplývá, že mezi nejčastější účely realizace mimoškolního vzdělávání patří vazba na školní předmět, mimoškolní výuka a třídní výlet (Fúz, 2018). Obecně platí, že silně motivačním aspektem je vlastní zájem učitelů být se žáky venku, který může být podpořen nedostatečným vybavením školy (Henriksson, 2018). Na základě myšlenky Ledermana a kol. (2004), že mimoškolní vzdělávání není jen příjemnou činností mimo školu, ale je přímo propojeno se školním kurikulem, bychom měli zkoumat, jak učitelé vnímají propojení mimoškolního vzdělávání se školní výukou. Měli bychom se také

zabývat tím, jak učitelé hodnotí úspěšnost mimoškolního vzdělávání (Kisiel, 2005), protože tyto výsledky mohou pracovníkům institucí neformálního vzdělávání pomoci zlepšit nabídku vzdělávacích aktivit (Henriksson, 2018). Je také nutné zamyslet se nad formou, jakou je vzdělávací obsah v institucích prezentován, protože různé typy exponátů aktivizují návštěvníka různými způsoby (Rennie & McClaffery, 1996). Role science center je zdůrazňována také v souvislosti s českou kurikulární reformou (MŠMT, 2020).

4.2 Výzkum postojů učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru

Vzdělávací programy představují nejužší možnost spolupráce mezi science centrem a školou. Jedná se o ucelenou vzdělávací jednotku vedenou zkušeným lektorem v neformálním prostředí, jejímž prostřednictvím učitelé často doplňují výuku o atraktivní nebo netradiční témata. Učitelé často vybírají vzdělávací programy, během nichž žáci využívají interaktivní exponáty nebo různé technické vybavení, které ve školách nenajdeme. Zejména v období května a června jsou vzdělávací programy také součástí školních výletů. Motivace učitelů k účasti na vzdělávacím programu jsou velmi různorodé a často ovlivňují výběr konkrétního programu, ale rozhodují také o tom, jestli se učitel do science centra se žáky vůbec vydá nebo ne. Výstupy z prací, které se orientovaly na výzkum postojů učitelů k návštěvě institucí neformálního vzdělávání, můžeme využít jako vstupní předpoklady pro výzkum motivací učitelů k návštěvě science center a tento výzkum dále zacílit na analýzu motivací učitelů propojovat formální a neformální vzdělávání prostřednictvím vzdělávacích programů v science centrech.

4.2.1 Předvýzkum, výzkumné otázky, metodologie výzkumu

Cílem předvýzkumu bylo získat podklady pro tvorbu dotazníku určeného k realizaci samotného výzkumu. Na základě rešerše literatury zabývající se hodnocením realizace mimoškolní výuky z pohledu učitelů vyplývá několik oblastí, které by bylo vhodné zkoumat. Fůz (2018) se obdobně jako Julien a Chalmeau (2022) ve své práci zabývá studiem motivací k realizaci mimoškolní výuky a analýzou překážek, které musejí učitelé překonávat. Kisiel (2005) zkoumá motivací učitelů a pozadí jejich rozhodnutí mimoškolní výuku realizovat, ale také zjišťuje, jakými indikátory učitelé hodnotí úspěšnost návštěvy. Snaží-li se odborníci v rámci české kurikulární reformy více propojit formální a neformální vzdělávání, měli bychom se také zajímat o to, jak učitelé vnímají

důležitost propojení mimoškolní výuky se školním kurikulem. Za účelem šetření v rámci předvýzkumu tak byly stanoveny tyto oblasti:

- motivace učitelů, jejich rozhodování a očekávání,
- překážky, které musí učitelé při realizaci mimoškolní výuky překonávat,
- proces výběru vzdělávacího programu,
- návaznost na školní výuku, propojení se školním kurikulem,
- hodnocení úspěšnosti návštěvy.

Na základě těchto zájmových oblastí byl sestaven jednoduchý dotazník (příloha 1), určený k realizaci krátkých rozhovorů s učiteli, kteří se se svou třídou účastnili vzdělávacího programu v science centru. Otázky v dotazníku byly koncipovány tak, aby bylo možné získat co nejvíce unikátních odpovědí, které byly následně uváděny jako možné odpovědi v uzavřených otázkách výzkumného dotazníku. Tento předvýzkum byl realizován v olomoucké Pevnosti poznání a v science centru Madatech, které sídlí v izraelské Haifě. Účastnilo se ho celkem 32 učitelů, kteří přijeli se skupinou žáků ze základní nebo střední školy, z uvedeného počtu odpovídalo na otázky 22 českých učitelů a 10 učitelů izraelských.

Výsledky předvýzkumu ukázaly, že odpovědi učitelů byly velmi různorodé, a proto byly seskupeny do ucelenějších podskupin tak, aby toto uspořádání usnadnilo orientaci v elektronickém výzkumném dotazníku (příloha 2). Cílem předvýzkumu nebylo detailně analyzovat odpovědi učitelů, ale předvýzkum byl realizován za účelem získání různorodých odpovědí, které bylo možné zakomponovat do elektronického výzkumného dotazníku určeného k realizaci výzkumu motivací učitelů propojovat formální a neformální vzdělávání prostřednictvím vzdělávacích programů v science centrech. V kontextu výše uvedeného můžeme formulovat následující výzkumné otázky.

- 1. Jaké jsou motivace a očekávání učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru?**
- 2. Jaké překážky musejí učitelé při plánování a realizaci účasti na vzdělávacím programu v science centru překonávat?**
- 3. Jak učitelé uskutečňují výběr vzdělávacího programu v science centru?**
- 4. Jak učitelé vnímají propojení výuky v science centru s výukou ve škole?**
- 5. Jak učitelé hodnotí úspěšnost účasti na vzdělávacím programu v science centru?**

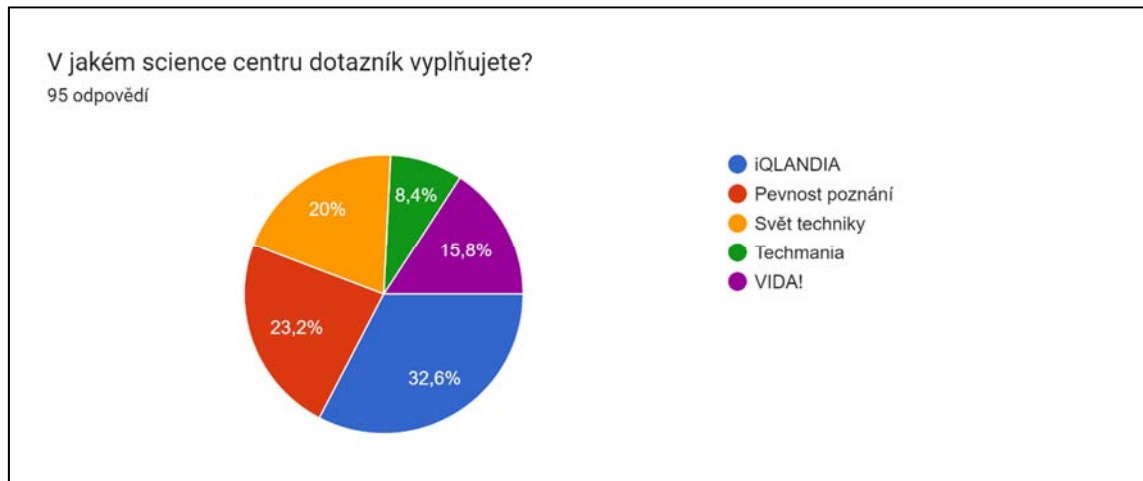
Na základě podkladů tvořených výstupy z rešerše literatury, výsledků rozhovorů realizovaných v rámci předvýzkumu a zpětné vazby od pracovníků českých science center byl sestaven elektronický výzkumný dotazník (příloha 2), který byl pro přehlednost rozdělen do šesti základních oblastí:

- obecné informace,
- motivace a očekávání,
- překážky,
- výběr vzdělávacího programu,
- kurikulum,
- hodnocení návštěvy.

Odpovědi na dotazník byly sbírány v průběhu června a července roku 2023. Dotazník byl zaslán všem učitelům, kteří v průběhu června navštívili se školní skupinou vzdělávací program. Cíleně nedocházelo k žádné selekci. Dotazník jim byl zaslán bezprostředně po jejich návštěvě. Někteří odpověděli bezprostředně po jeho obdržení, ale někteří učitelé odpovídali až v průběhu července. Důležitou informací je také to, že dotazník byl rozeslán na adresy uváděné v objednávce vzdělávacího programu, to znamená, že email mohl být doručen osobě, která ve skutečnosti science centrum nenavštívila, ale program pouze objednávala. Dotazník vyplnilo celkem 95 respondentů.

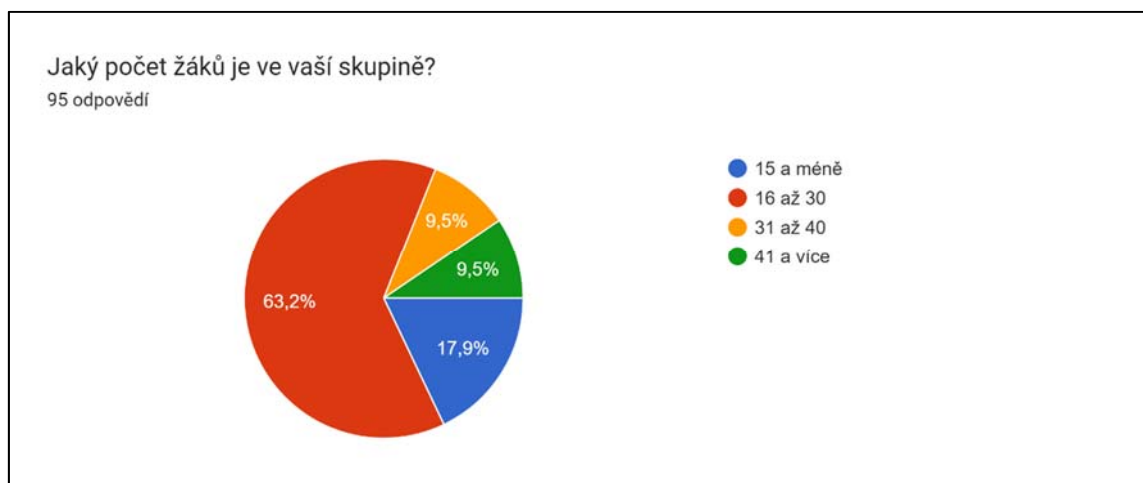
4.2.2 Výsledky výzkumu

V úvodu dotazníku učitelé odpovídali na obecné otázky, jejichž cílem bylo získat obecné informace o jejich návštěvě, respektive školní skupině. Na dotazník odpovědělo nejvíce učitelů, kteří navštívili vzdělávací program v science centru iQLANDIA, naopak nejméně učitelů odpovědělo v plzeňské Techmanii, což je patrné z obrázku 2.



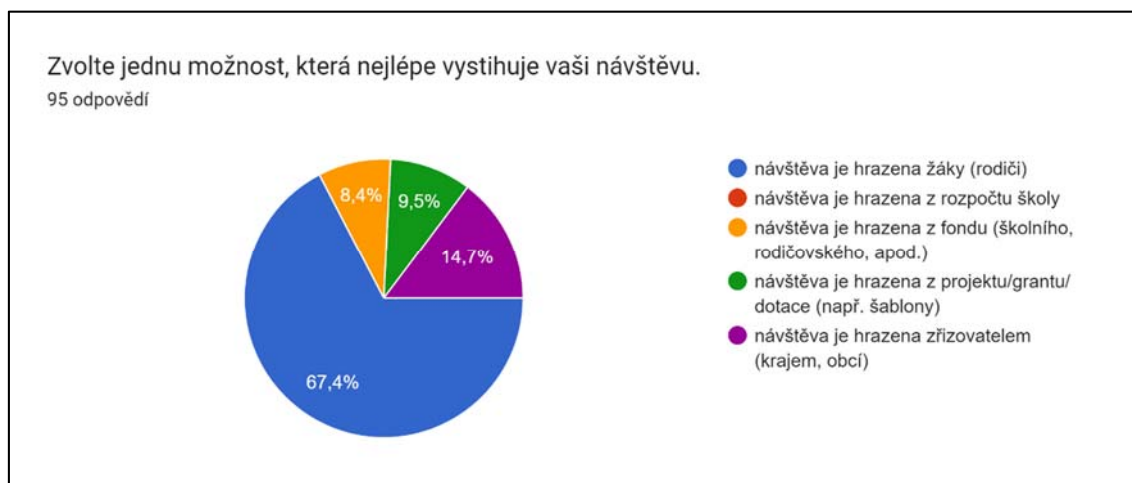
Obrázek 2: Zastoupení učitelů v jednotlivých science centrech (N=95).

Nejčastěji (63,2 %) učitelé přijížděli se skupinou žáků, která čítala 16 až 30 osob (obrázek 3), a tento kolektiv nejčastěji (64,2 %) charakterizovali jako běžnou třídu nebo její část. Skupiny, které respondenti charakterizovali jako více tříd rozdílných ročníků nebo jako více tříd stejného ročníku byly zastoupeny shodně, konkrétně 12,6 %. Nejnižší zastoupení měly skupiny nadaných žáků (6,3 %) a žáků se znevýhodněním (4,2 %).



Obrázek 3: Počet žáků ve školní skupině (N=95).

Dále 67,4 % respondentů uvedlo, že návštěva byla hrazena žáky, respektive rodiči. Různé možnosti financování návštěvy detailněji zobrazuje obrázek 4, z něhož je patrné, že žádný z respondentů nevedl, že návštěva byla hrazena z rozpočtu školy. Učitelé, kteří odpověděli, že návštěva byla hrazena zřizovatelem, patřili všichni do skupiny učitelů, kteří navštívili ostravský Svět techniky. Tento výsledek odpovídá skutečnosti, že ostravské školy mají návštěvu Světa techniky hrazenou z rozpočtu zřizovatele.



Obrázek 4: Zdroje financování návštěvy (N=95).

Na otázku, v níž měli respondenti zvolit všechny možnosti, které vystihovaly jejich návštěvu, odpovědělo 55,8 % respondentů, že návštěva byla součástí školního výletu a 53,7 % respondentů odpovědělo, že se jednalo o cílenou návštěvu vzdělávacího programu konkrétního tématu. Obě tyto možnosti současně uvedlo 28,4 % respondentů. Pro 16,8 % respondentů představovala návštěva cílenou návštěvu libovolného vzdělávacího programu.

Většina respondentů (89,5 %) uvedla, že se návštěvu rozhodli uspořádat sami, za 7,4 % respondentů naplánoval návštěvu někdo jiný a 3,2 % respondentů dostalo pokyn návštěvu uspořádat, přičemž 94,7 % respondentů charakterizovalo návštěvu jako dobrovolné obohacení školního kurikula. Pouze v 3,2 % případech byla tato návštěva povinnou součástí školního kurikula a 2,1 % návštěv bylo uspořádáno jako součást celoročního plánu bez vazby na školní kurikulum. Očekávatelným výsledkem je, že všichni učitelé, kteří uváděli, že návštěva byla povinnou součástí školního kurikula, současně uváděli, že cíleně navštívili vzdělávací program konkrétního tématu. Ve srovnání s tímto jsou zajímavým výsledkem odpovědi na otázku, zda obecně účast na

mimoškolní výuce vyplývá ze školního kurikula (obrázek 5), protože 27,4 % respondentů odpovědělo, že ano, přičemž 42,1 % respondentů uvedlo, že účast na mimoškolní výuce by měla vyplývat ze školního kurikula (obrázek 6).

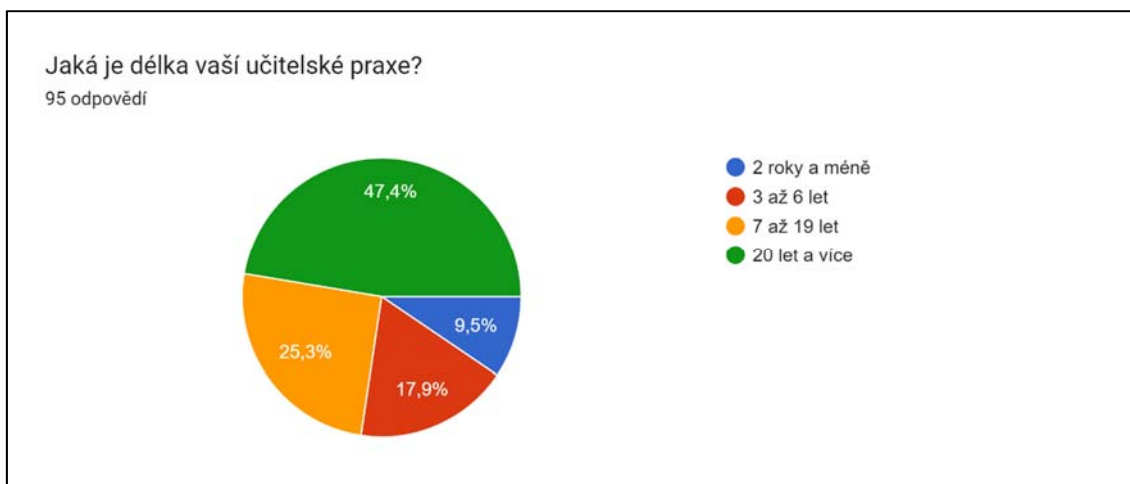


Obrázek 5: Souvislost mezi účastí na mimoškolní výuce a školním kurikulem (N=95).



Obrázek 6: Postoj k účasti na mimoškolní výuce v kontextu školního kurikula (N=95).

Zajímavým výsledkem je, že četnost respondentů odpovídajících na dotazník roste se zvyšující se délkou jejich učitelské praxe (obrázek 7), což by mohlo být dáno tím, že zkušenější pedagogové častěji plánují aktivity mimo školu.



Obrázek 7: Zastoupení respondentů s ohledem na délku jejich učitelské praxe (N=95).

Ve chvíli, kdy měli učitelé zvolit všechny možnosti, které platily o jejich pozici ve škole, uváděli nejčastěji pozici třídního učitele (82,1 %), 49,5 % respondentů uvedlo, že jsou učiteli přírodovědných předmětů a 31,6 % respondentů označilo svou pozici jako učitel humanitních předmětů. Na základě těchto výsledků lze identifikovat jeden z problémů propojování formálního a neformálního vzdělávání, a to, že s žáky často mimo školu cestuje třídní učitel, který v dané třídě není učitelem odborného předmětu, který koresponduje s tématem vzdělávacího programu. Tato situace jde zcela proti myšlence organizovat návštěvu školy ve třech krocích (před, během a po), aby byla zajištěna provázanost mezi výukou v neformálním prostředí a výukou ve škole. Toto potvrzuje také odpověď na otázku, zdali téma vzdělávacího programu koresponduje s oborem předmětu, který učitel učí ve skupině, se kterou vzdělávací program navštívil (obrázek 8).

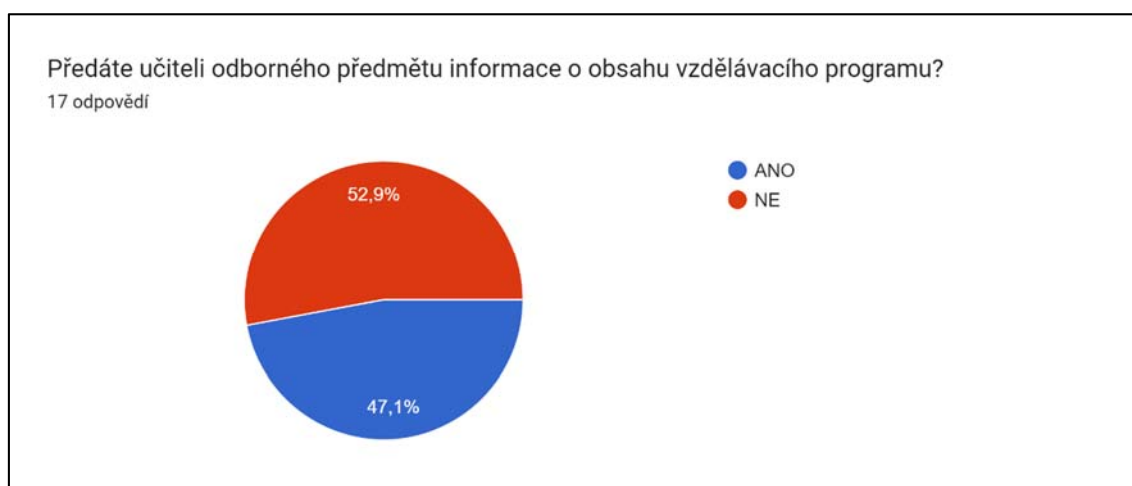


Obrázek 8: Téma vzdělávacího programu v kontextu výuky oborového předmětu (N=95).

Polovina respondentů sice uvedla, že téma vzdělávacího programu koresponduje s oborem předmětu, ale 31,6 % respondentů charakterizovalo souvislost pouze jako částečnou a 17,9 % respondentů dokonce uvedlo, že téma vzdělávacího programu s oborem vyučovaného předmětu nesouvisí. Tuto situaci nezlepšuje ani skutečnost vyplývající z dalších otázek. Poslední skupina respondentů byla dále dotazována, zda konzultovali výběr tématu vzdělávacího programu s vyučujícím odborného předmětu nebo zdali předají učitelé odborného předmětu informace o obsahu vzdělávacího programu. Z obrázku 9 vyplývá, že 82,4 % respondentů výběr nekonzultovalo a z obrázku 10 vyplývá, že 52,9 % respondentů nepředá informace o obsahu vzdělávacího programu.



Obrázek 9: Konzultace tématu vzdělávacího programu s vyučujícím odborného předmětu (N=17).



Obrázek 10: Transfer informací o obsahu vzdělávacího programu (N=17).

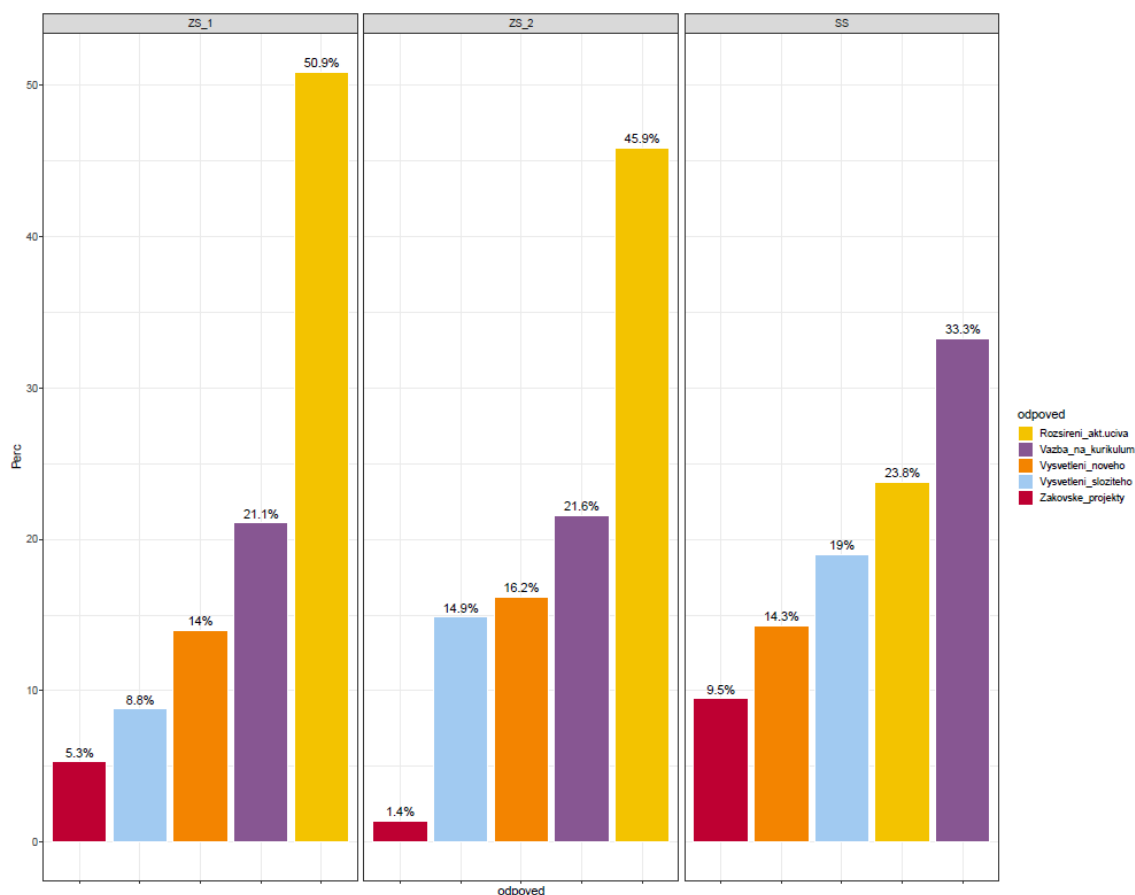
Pro další analýzu odpovědí na formulované výzkumné otázky byli učitelé rozděleni do tří skupin podle toho, s jakou skupinou žáků navštívili vzdělávací program:

- ZS_1 – skupina žáků tříd prvního stupně základních škol,
- ZS_2 – skupina žáků tříd druhého stupně základních škol a nižšího gymnázia,
- SS – skupina žáků tříd vyššího gymnázia, středních odborných škol a učilišť.

Skupinu ZS_1 tvoří 35 respondentů, skupinu ZS_2 tvoří 46 respondentů a skupinu SS tvoří 10 respondentů. Z celkového počtu 95 respondentů uvedli 4 učitelé, že přijeli se skupinou z mateřské školy (MS), tito respondenti nebyli zařazeni do žádné z výše uvedených skupin.

V následujících sloupcových grafech jsou znázorněny relativní četnosti odpovědí v rámci každé skupiny učitelů. Je důležité připomenout, že kromě otázek, na které odpovídali respondenti ano nebo ne, mohl každý respondent vybrat více než jednu odpověď. Jednotlivé grafy a komentáře k nim jsou pro snadnou orientaci rozděleny do skupin dle definovaných výzkumných otázek. Texty variant odpovědí v legendě grafů jsou zkráceny, ale vždy korespondují s možnostmi odpovědí uvedenými v elektronickém výzkumném dotazníku (příloha 2).

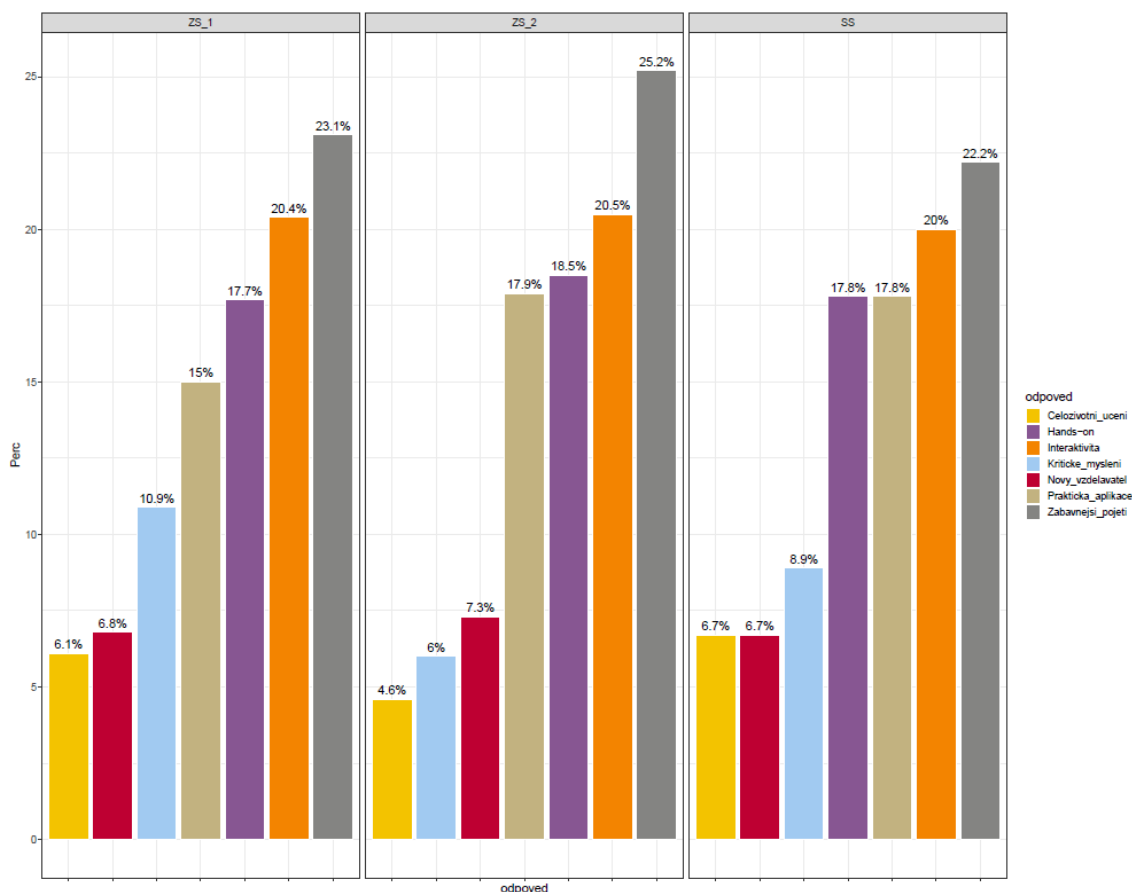
1. Jaké jsou motivace a očekávání učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru?



Obrázek 11: Motivace a očekávání učitelů v kategorii kurikulum (N=91).

Z grafů na obrázku 11 vyplývá, že nejčastější motivací, respektive očekáváním učitelů ze skupiny ZS_1 a ZS_2 bylo *rozšíření aktuálního učiva*. Učitelé ze skupiny SS nejčastěji volili jako odpověď *vazbu na školní kurikulum*. U učitelů ze skupiny ZS_1 a ZS_2 sledujeme stejný trend v relativní četnosti zvolených odpovědí, zatímco u skupiny učitelů SS je situace odlišná. Jako třetí nejčastější volba učitelů ze skupiny SS se vyskytovala odpověď *vysvětlení složitých a problematických témat (kritická místa kurikula)*, zatímco u učitelů ze skupiny ZS_1 a ZS_2 se jako třetí nejčastější volba vyskytovala odpověď *vysvětlení nových a aktuálních témat (dynamická místa kurikula)*. Nejméně častou volbou byla u všech skupin shodně odpověď *podněty pro zpracování žakovského projektu*.

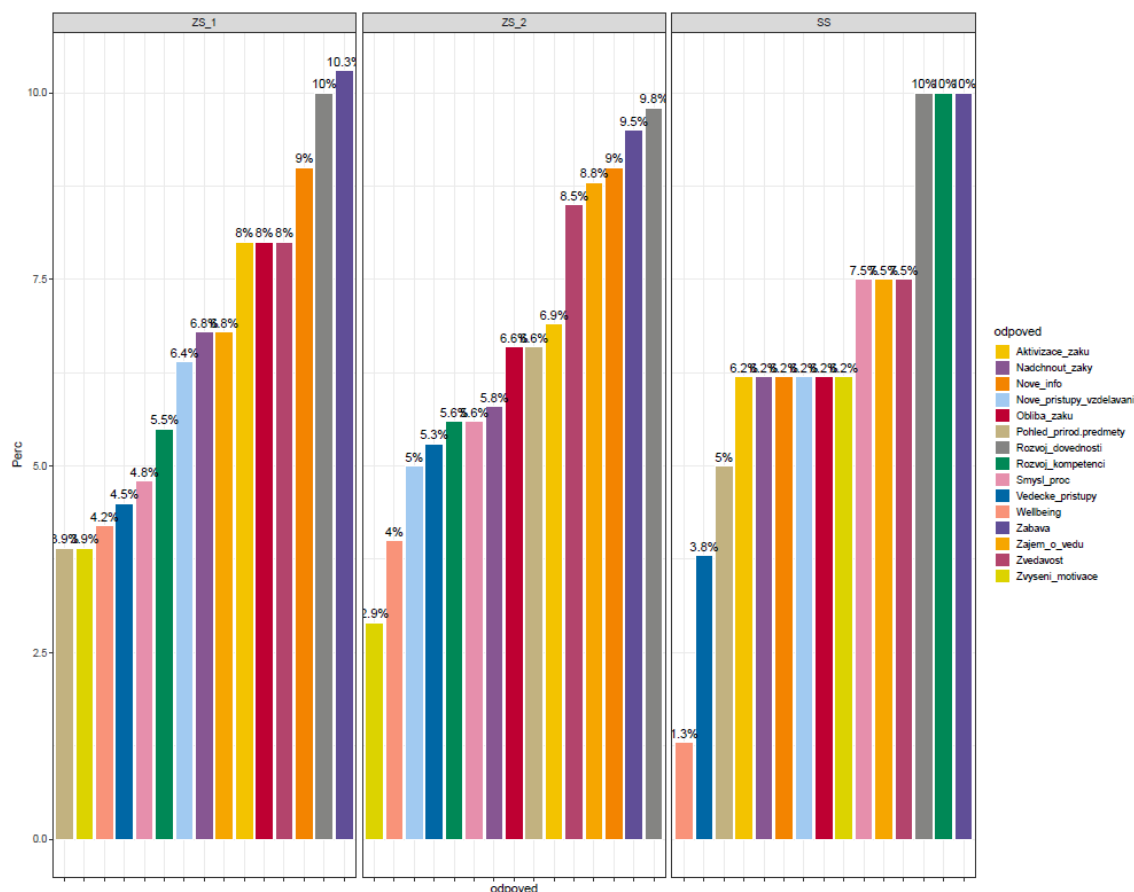
Z těchto dat vyplývá, že učitelé navštěvují vzdělávací programy za účelem rozšíření aktuálního učiva s vazbou na školní kurikulum, čímž mohou překonávat kritická a dynamická místa kurikula. Naopak neočekávají zpracování žakovských projektů.



Obrázek 12: Motivace a očekávání učitelů v kategorii metody a formy výuky (N=91).

Z grafů na obrázku 12 vyplývá, že v každé ze sledovaných skupin volilo více jak 20 % respondentů odpověď *zábavnější a hravé pojetí výuky a interaktivita*. Současně v každé sledované skupině volilo alespoň 15 % respondentů odpověď *hands-on aktivity, možnost si vše vyzkoušet a praktická aplikace znalostí a dovedností ze školy*. Nejméně častou volbou byla u všech skupin shodně odpověď *podpora celoživotního učení*. Učitelé ze skupiny ZS_1 a SS volili odpověď *rozvoj kritického myšlení* častěji než učitelé ze skupiny ZS_2, kteří před touto volbou upřednostnili odpověď *nová osobnost vzdělavatele*.

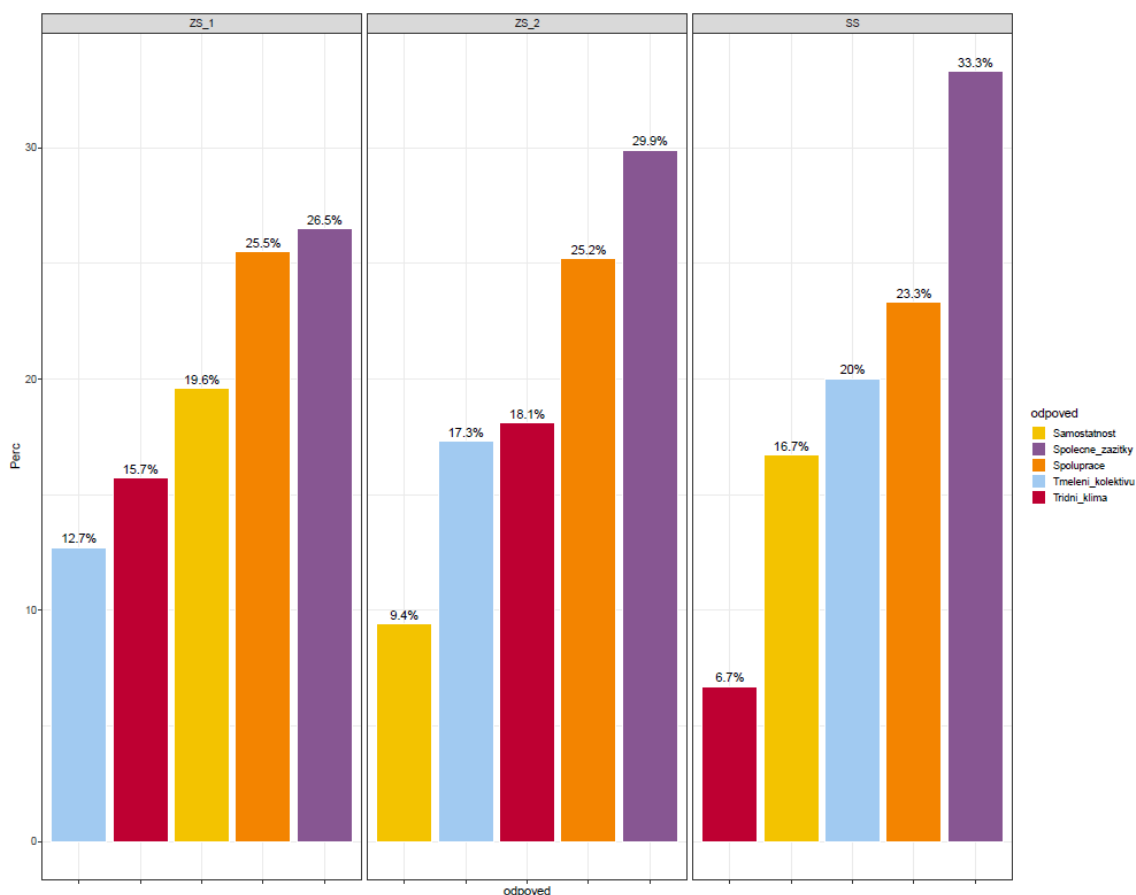
Z těchto dat vyplývá, že učitele motivuje, nebo že očekávají výuku zábavnější a interaktivní formou, jejímž cílem je praktická aplikace znalostí a dovedností. Naopak podpora konceptu celoživotního učení pro ně není v tomto kontextu natolik důležitá.



Obrázek 13: Motivace a očekávání učitelů v kategorii žáci (N=91).

Z grafů na obrázku 13 můžeme pozorovat, že motivace a očekávání učitelů v kategorii žáci jsou velice různorodé. I přes značnou roztříštěnost dat pozorujeme dvě volby, které dominují ve všech třech sledovaných skupinách, a to odpověď *rozvoj znalostí a dovedností žáků* a *zábava pro žáky*. Třetí nejčastější volbou učitelů ze skupiny ZS_1 a ZS_2 byla odpověď *žáci se seznámí s novými informacemi*, ale u učitelů ze skupiny SS výrazně dominovala odpověď *rozvoj kompetencí žáků*. Napříč sledovanými skupinami patřila mezi nejméně častou volbu učitelů odpověď *zlepšení wellbeingu žáků (pocit psychosomatické pohody)*. U učitelů ze skupiny ZS_1 a ZS_2 pak také odpověď *zvýšení motivace ke studiu*, což se liší od učitelů ze skupiny SS, protože ti tuto možnost volili výrazně častěji.

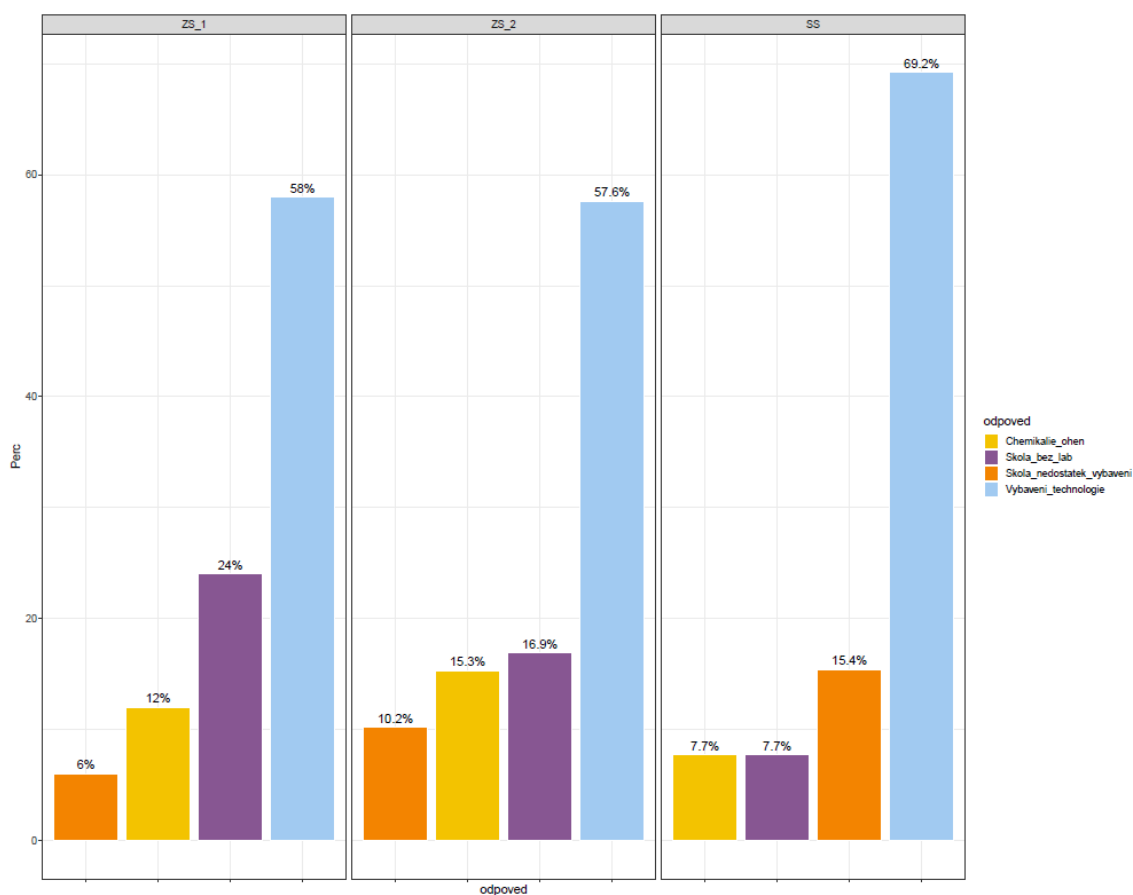
Z těchto dat vyplývá, že učitelé navštěvují vzdělávací programy za účelem rozvoje znalostí a dovedností žáků a současně očekávají, že se žáci budou bavit. Naopak podpora wellbeingu pro ně není v tomto kontextu natolik důležitá.



Obrázek 14: Motivace a očekávání učitelů v kategorii třídní kolektiv (N=91).

V každé sledované skupině volilo více než 20 % respondentů odpověď *společné zážitky žáků a rozvoj spolupráce mezi žáky*, což dokládá graf na obrázku 14. Další odpovědi se napříč sledovanými skupinami liší, pro učitele ze skupinu ZS_1 byla nejméně častou volbou odpověď *stmelení kolektivu žáků*, pro učitele ze skupiny ZS_2 odpověď *rozvoj samostatnosti žáků* a pro učitele ze skupiny SS odpověď *zlepšení třídního klimatu*.

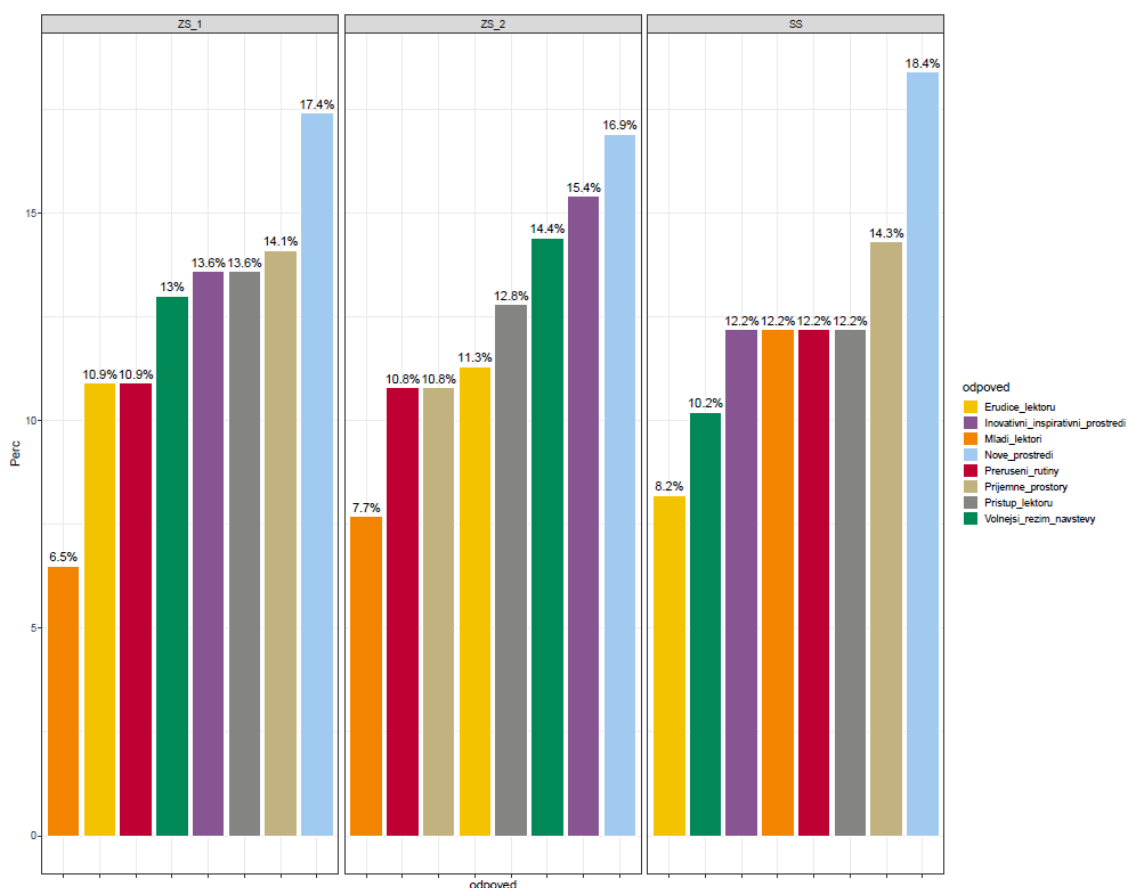
Z těchto dat vyplývá, že přestože v předchozím grafu na obrázku 13 patřil wellbeing mezi nejméně častou volbu odpovědí, tak při konkrétnějším dotazování je pro učitele rozvoj kolektivu žáků důležitý.



Obrázek 15: Motivace a očekávání učitelů v kategorii vybavení (N=91).

Z grafů na obrázku 15 jednoznačně vyplývá, že učitelé napříč sledovanými skupinami volili odpověď *nadstandardní vybavení science center, nové technologie*. U učitelů ze skupiny ZS_1 a ZS_2 sledujeme stejný trend v relativní četnosti zvolených odpovědí, ti často volili odpověď *ve škole chybějící laboratoře a specializované učebny a možnost práce žáků s chemikáliemi či ohněm v science centru*. Zatímco učitelé ze skupiny SS častěji volili odpověď *špatné materiálové vybavení školy, nedostatek pomůcek*.

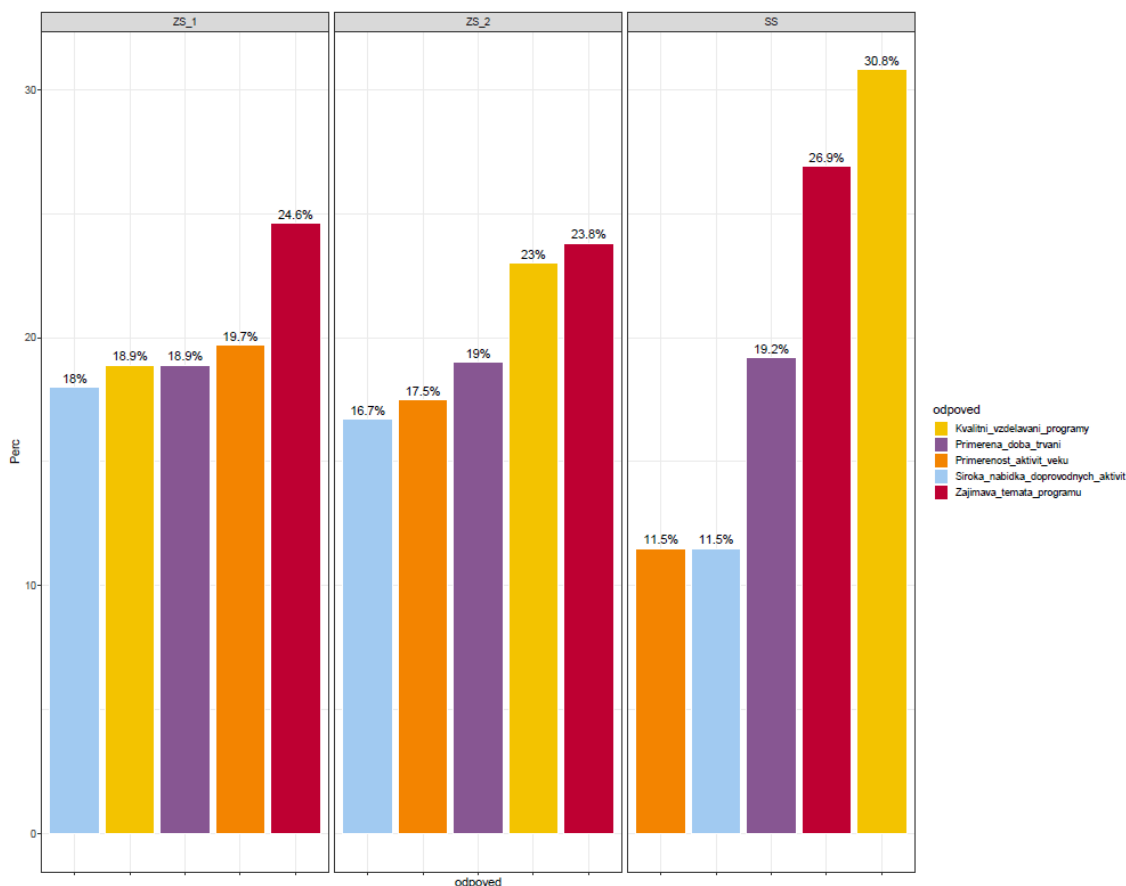
Z těchto dat vyplývá, že učitelé jednoznačně navštěvují vzdělávací programy z důvodu nadstandardního technologického vybavení science center. Zajímavým srovnáním je, že učitelé ze skupiny ZS_1 a ZS_2 častěji uváděli, že ve škole chybí laboratoře a specializované učebny, ale učitelé ze skupiny SS volili špatné materiálové vybavení školy a nedostatek pomůcek. Tyto výsledky korespondují s obecně známou situací, že základní školy často nedisponují vhodnými výukovými prostory.



Obrázek 16: Motivace a očekávání učitelů v kategorii science centrum (N=91).

Z grafů na obrázku 16 vyplývá, že nejčastější volbou napříč sledovanými skupinami byla odpověď *změna prostředí vzdělávání, odlišná atmosféra*. Pro učitele ze skupiny ZS_1 a SS byla druhou nejčastější volbou odpověď *příjemné prostory*, ale pro učitele ze skupiny ZS_2 to byla odpověď *inovativní a inspirativní prostředí*. Nejméně často volili učitelé ze skupiny ZS_1 a ZS_2 odpověď *mladí lektori*, ale pro učitele ze skupiny SS to byla odpověď *erudice lektorů a zaměstnanců*.

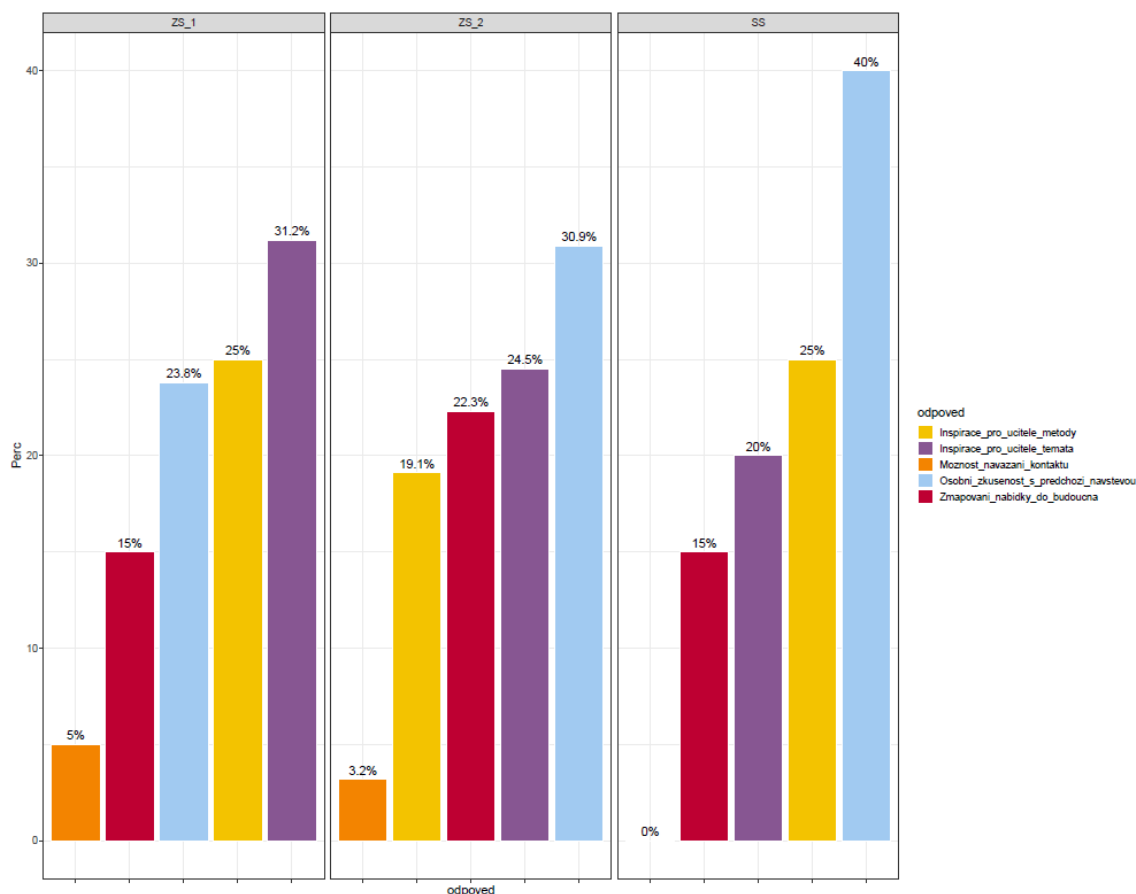
Z těchto dat vyplývá, že učitelé častěji volili odpovědi týkající se prostor science centra nežli zaměstnanců, ale přístup lektora je pro respondenty také důležitý.



Obrázek 17: Motivace a očekávání učitelů v kategorii vzdělávací programy (N=91).

Z grafů na obrázku 17 vyplývá, že u učitelů ze skupiny SS výrazně dominuje odpověď *kvalitní vzdělávací programy (pedagogicky, didakticky)*, která u učitelů ze skupiny ZS_1 naopak patří mezi druhou nejméně častou volbu. Učitelé ze skupiny ZS_1 a ZS_2 nejčastěji volili odpověď *zajímavá témata vzdělávacích programů*. Mezi nejméně častou volbu napříč sledovanými skupinami patří odpověď *široká nabídka doprovodných aktivit*. Odpověď *přiměřená doba trvání vzdělávacího programu* byla napříč sledovanými skupinami téměř stejně častou volbou. Učitelé ze skupiny SS nejméně často volili odpověď *přiměřenost aktivit věku*.

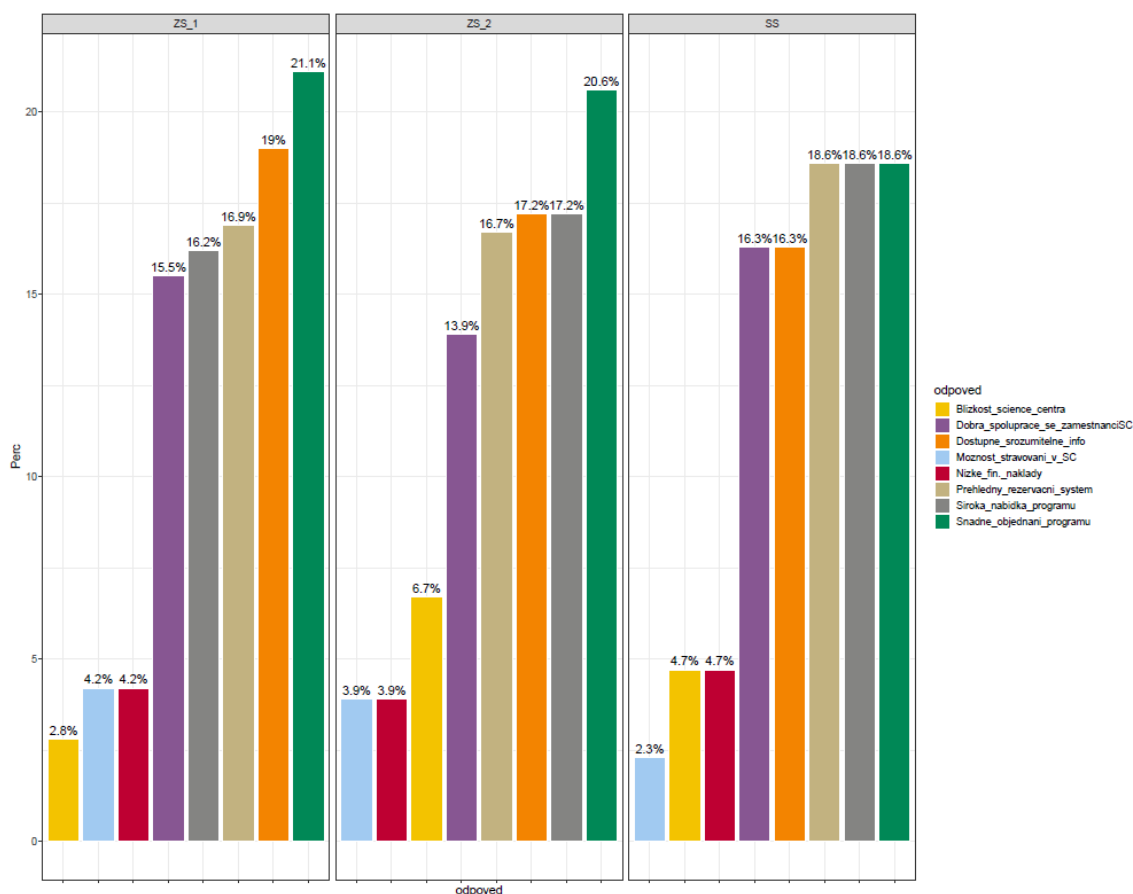
Z těchto dat vyplývá, že pro učitele ze skupiny ZS_1 a ZS_2 jsou důležitá zajímavá témata, ale pro učitele ze skupiny SS je důležitější kvalita vzdělávacích programů. Učitelé ze skupiny SS kladou menší důraz na přiměřenost aktivit věku žáků. Obecně platí, že široká nabídka doprovodných aktivit není pro učitele příliš významná.



Obrázek 18: Motivace a očekávání učitelů v kategorii učitel (N=91).

Z grafů na obrázku 18 vyplývá, že motivace a očekávání v kategorii učitel jsou pro sledované skupiny různorodé. Učitelé ze skupiny ZS_1 nejčastěji volili odpověď *nová témata a náměty do výuky (inspirace pro učitele)*. Učitelé ze skupiny ZS_2 a SS nejčastěji volili odpověď *osobní zkušenost s předchozí návštěvou*. Pro učitele ze skupiny ZS_1 a SS byla druhou nejčastější volbou odpověď *nové metody a formy výuky (inspirace pro učitele)*. Pro všechny sledované skupiny však platí, že nejméně častou volbou byla odpověď *možnost navázání kontaktů (s lektory, jinými učiteli)*.

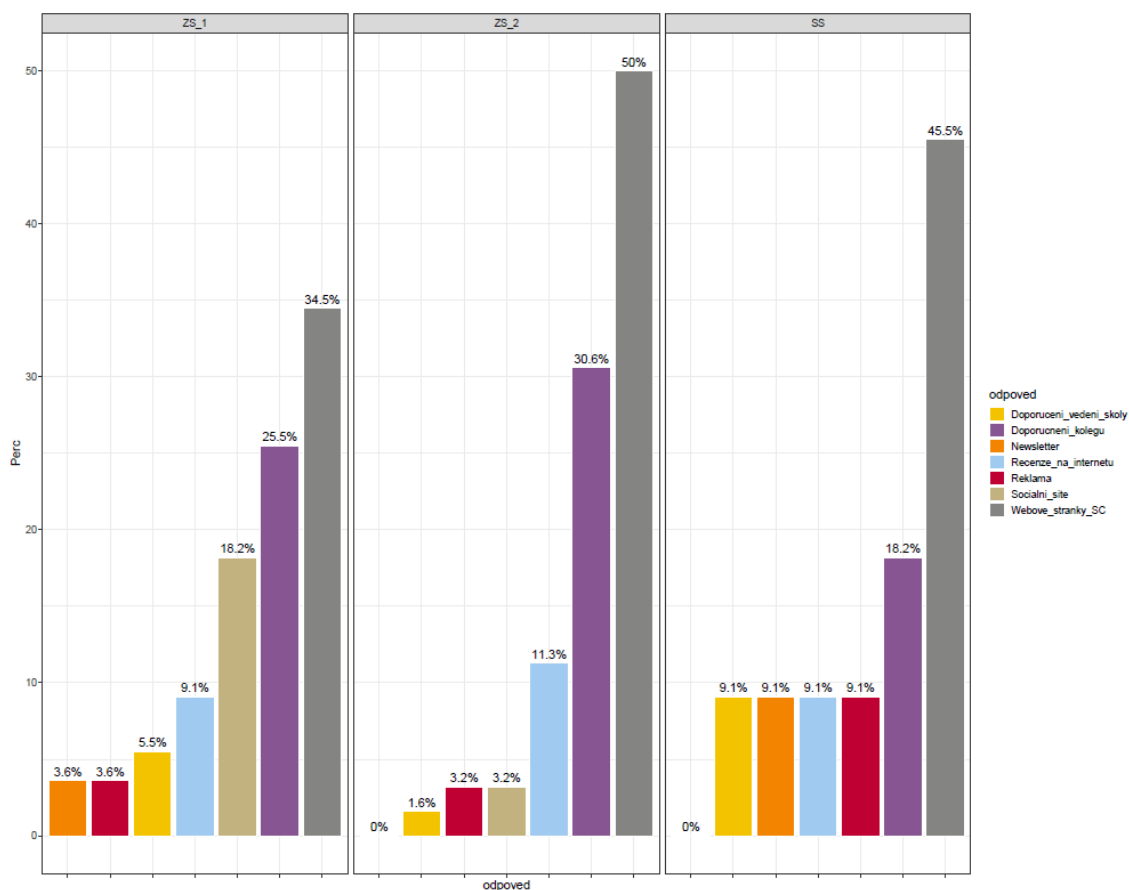
Z těchto dat vyplývá, že pro učitele jsou science centra zdrojem inspirace a je pro ně důležitá jejich osobní zkušenost. Naopak science centra příliš nevyužívají k navázání nových kontaktů.



Obrázek 19: Motivace a očekávání učitelů v kategorii organizace návštěvy (N=91).

Z grafů na obrázku 19 vyplývá, že učitelé napříč sledovanými skupinami nejčastěji volili odpověď *snadné objednání vzdělávacího programu* a mezi další nejčastější volby patří odpovědi *široká nabídka témat vzdělávacích programů*, *přehledný rezervační systém*, *dostupné a srozumitelné informace*. Méně častou volbou napříč sledovanými skupinami byla odpověď *dobrá spolupráce se zaměstnanci science centra*. Nejméně často pak volili učitelé odpovědi *možnost stravování přímo v science centru*, *blízkost science centra od školy* a *nízké finanční náklady*.

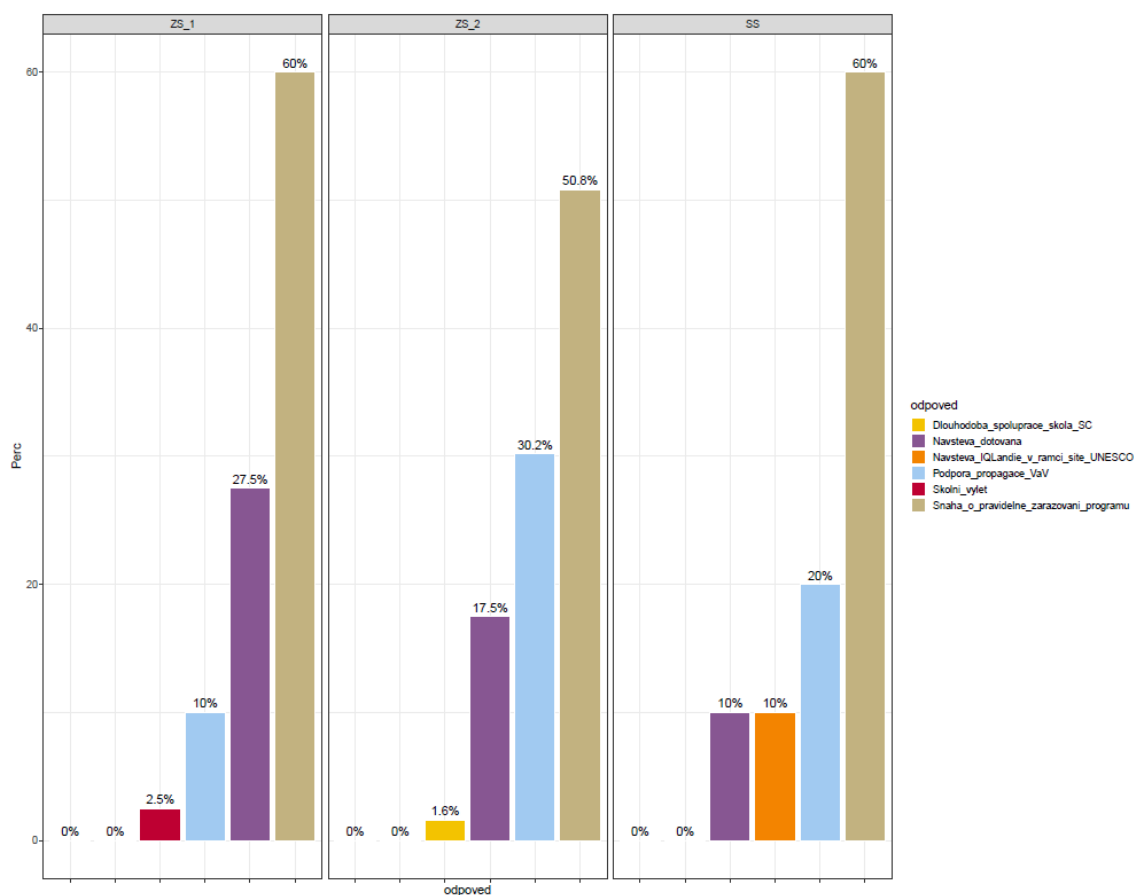
Z těchto dat vyplývá, že pro učitele napříč sledovanými skupinami je důležitý bezproblémový proces objednání vzdělávacího programu ze široké nabídky a dostupnost a srozumitelnost informací. Naopak z výsledků můžeme usuzovat, že návštěva science center nepatří mezi finančně nenáročné aktivity s pohodlnou dopravní dostupností.



Obrázek 20: Motivace a očekávání učitelů v kategorii informace (N=91).

Z grafů na obrázku 20 vyplývá, že mezi nejčastější volbou napříč sledovanými skupinami patří odpověď *webové stránky science centra* a *doporučení od kolegů*. Odpověď *sociální sítě* volili nejčastěji učitelé ze skupiny ZS_1, oproti tomu tuto odpověď nezvolil žádný učitel ze skupiny SS. Žádný učitel ze skupiny ZS_2 nezvolil odpověď *newsletter*, která byla současně nejméně častou odpovědí u učitelů ZS_1. Odpověď *recenze na internetu* byla napříč sledovanými skupinami téměř stejně častou volbou.

Z těchto dat vyplývá, že učitelé významně ovlivňují informace z webových stránek science center a doporučení od kolegů, ale také recenze na internetu. Učitelé ze skupiny ZS_1 jsou také významně ovlivněni informacemi ze sociálních sítí.

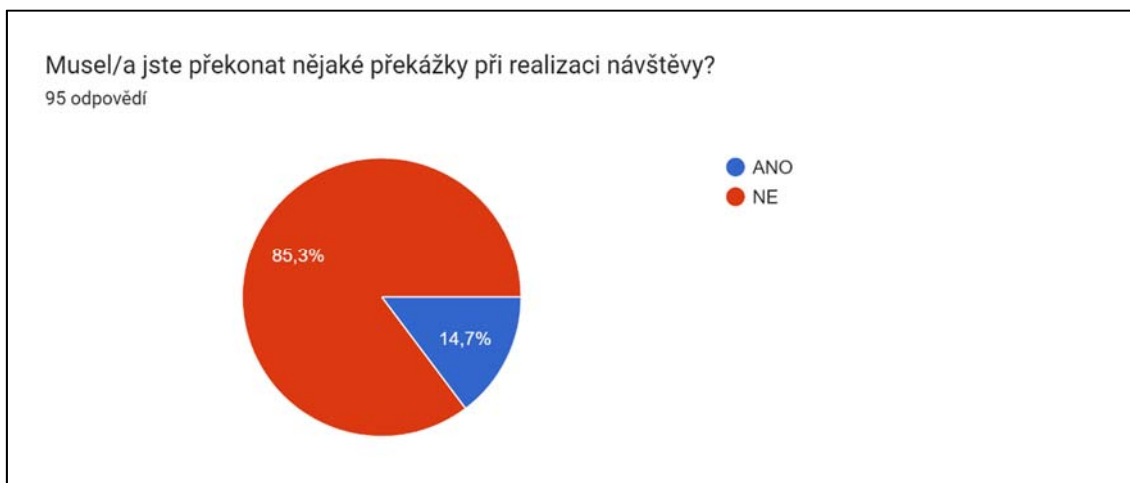


Obrázek 21: Motivace a očekávání učitelů v kategorii ostatní (N=91).

Z grafů na obrázku 21 jednoznačně vyplývá, že se učitelé napříč sledovanými skupinami nejčastěji volili odpověď *snaha pravidelně zařazovat programy neformálního vzdělávání*. Pro učitele ze skupiny ZS_2 a SS byla druhou nejčastější volbou odpověď *podpora propagace vědy a výzkumu*, ale pro učitele ze skupiny ZS_1 to byla odpověď *navštěva dotovaná projektem/grantem/dotací*. Nejméně často nebo vůbec volili učitelé odpověď *dlouhodobá spolupráce školy a science centra a splnění požadavků vedení školy*. U učitelů ze skupiny SS se vyskytla jedna velice specifická odpověď *navštěva iQLANDIE v rámci sítě UNESCO*, která sice tvoří 10 % odpovědí, ale představuje pouze jednoho respondenta.

Z těchto dat vyplývá, že se učitelé snaží pravidelně zařazovat programy neformálního vzdělávání do výuky a pro učitele ze skupiny ZS_2 a SS je důležitá podpora propagace vědy a výzkumu. Naopak pro učitele není v tomto kontextu důležité plnit požadavky vedení školy a rozvíjet dlouhodobou spolupráci mezi školou a science centrem.

2. Jaké překážky musejí učitelé při plánování a realizaci účasti na vzdělávacím programu v science centru překonávat?



Obrázek 22: Překonávání překážek při realizaci návštěvy (N=95).

Na otázku, zdali museli učitelé při realizaci návštěvy překonávat nějaké překážky, odpovědělo kladně pouze 14 respondentů. Další část dotazníku mapující konkrétní překážky tak vyplnilo pouze těchto 14 respondentů, přičemž 1 respondenta lze zařadit do námi nesledované skupiny MS, 5 respondentů do skupiny ZS_1, 6 respondentů do skupiny ZS_2 a 2 respondenti do skupiny SS. Získaná data tak nejsou reprezentativní a postrádá smysl je blíže analyzovat. Za zmínku stojí, že z uvedených 14 respondentů odpovědělo nejvíce, tedy 8 respondentů, že největší překážkou je *větší vzdálenost science centra od školy* a 4 respondenti odpověděli, že organizační překážku na straně školy představuje zejména *administrativa*. Relativní četnost ostatních odpovědí byla zanedbatelná. Zajímavým a velmi pozitivním výsledkem je, že 85,3 % respondentů uvedlo, že nemuseli při realizaci návštěvy překonávat žádné překážky.

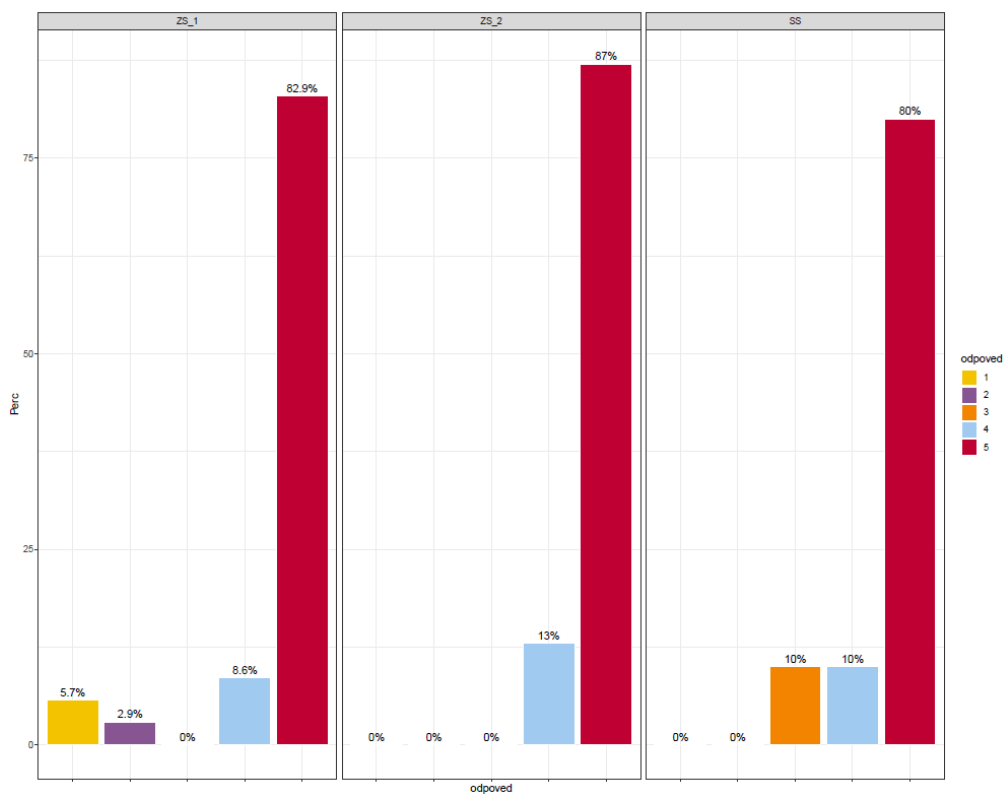
3. Jak učitelé uskutečňují výběr vzdělávacího programu v science centru?

Následující otázky byly koncipovány jako tvrzení, které měli respondenti ohodnotit na škále od 1 do 5, kdy číslo 1 vyjadřuje postoj rozhodně nesouhlasím a číslo 5 vyjadřuje postoj rozhodně souhlasím. Následující čtyři grafy jsou okomentovány současně, protože dohromady poskytují komplexnější pohled na rozdíly mezi sledovanými skupinami.

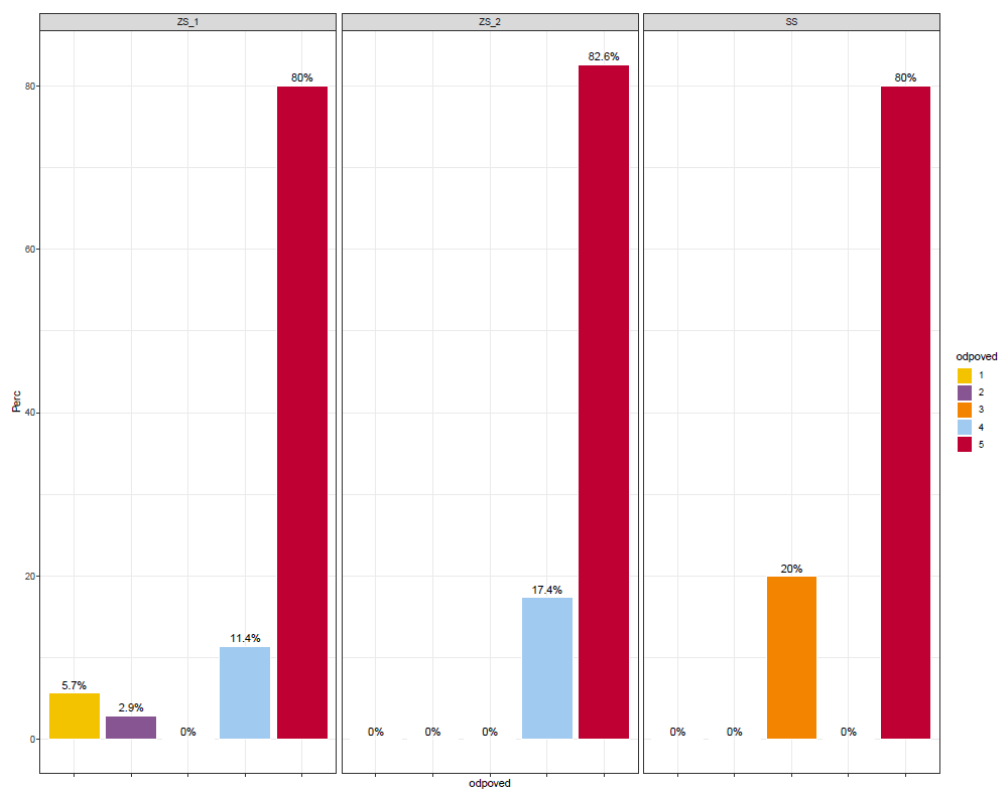
Z grafů na obrázku 23 vyplývá, že učitelé napříč skupinami se mohou sami rozhodnout, zda chtějí navštívit instituci neformálního vzdělávání. Obdobně se mohou sami rozhodnout, jakou instituci neformálního vzdělávání chtějí navštívit (obrázek 24).

Grafy na obrázku 25 dokládají, že k výrazné změně postojů učitelů napříč skupinami došlo v případě, kdy měli uvést, zdali se mohou sami rozhodnout, kdy chtějí instituci neformálního vzdělávání navštívit. Učitelé ze skupiny SS se cítili v tomto rozhodnutí nejvíce omezeni, naopak učitelé ze skupiny ZS_1 se cítili omezeni nejméně. Každopádně ve všech skupinách se oproti předchozím dvěma tvrzením cítili učitelé ve své volbě omezenější.

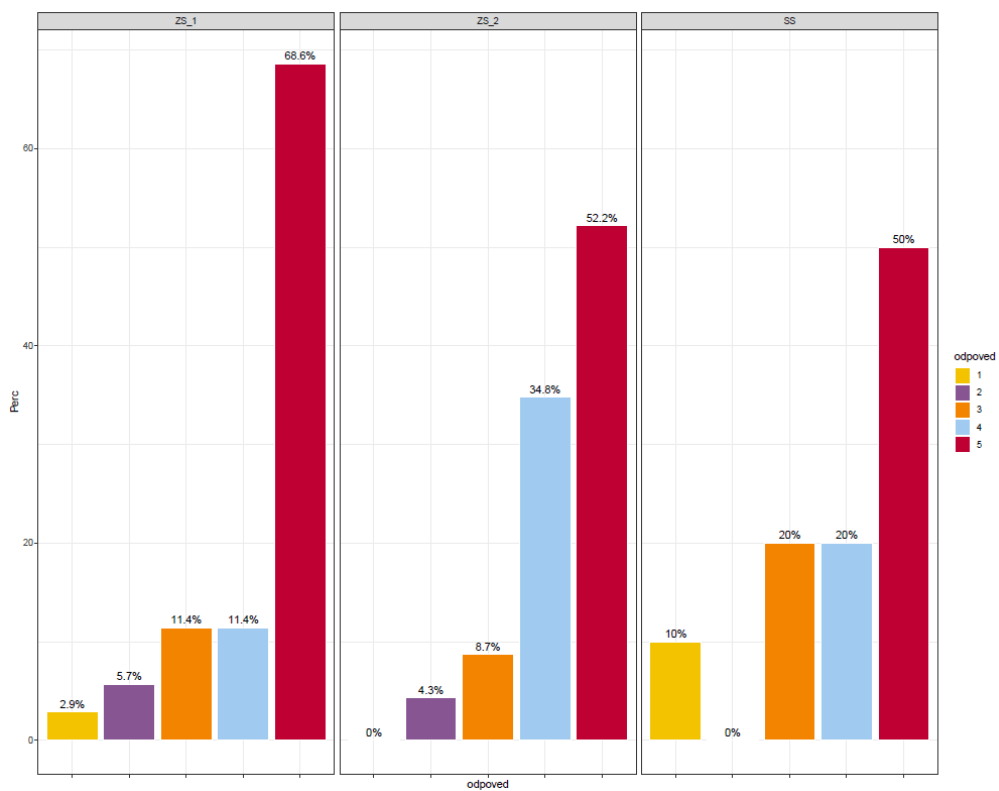
K zásadní změně postojů vyjadřovaných učiteli napříč skupinami došlo v situaci, kdy měli uvést, zdali se mohou sami rozhodnout, kolikrát chtějí instituci neformálního vzdělávání navštívit. V této volbě se respondenti ze všech skupin cítili výrazněji omezení, než při předchozích volbách. Opět platí, že učitelé ze skupiny SS se cítili v tomto rozhodnutí nejvíce omezeni, naopak učitelé ze skupiny ZS_1 se cítili omezeni nejméně, což dokládají grafy na obrázku 26.



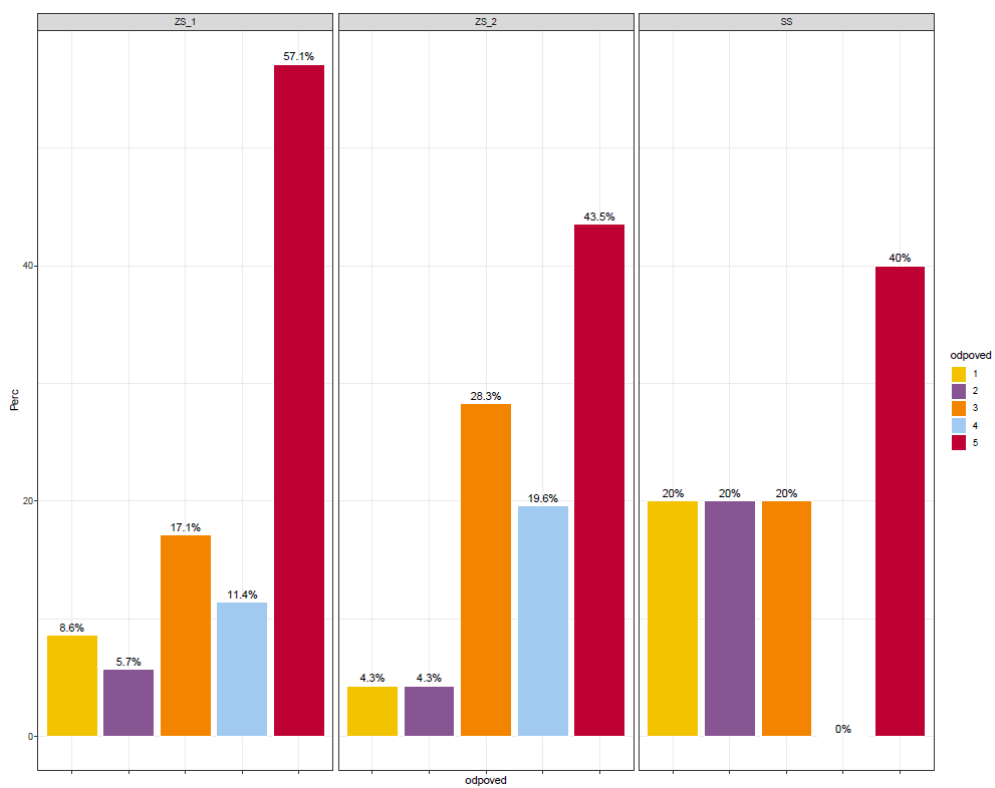
Obrázek 23: Mohu se sám/sama rozhodnout, zda chci navštívit instituci neformálního vzdělávání (N=91).



Obrázek 24: Mohu se sám/sama rozhodnout, jakou instituci neformálního vzdělávání chci navštívit (N=91).

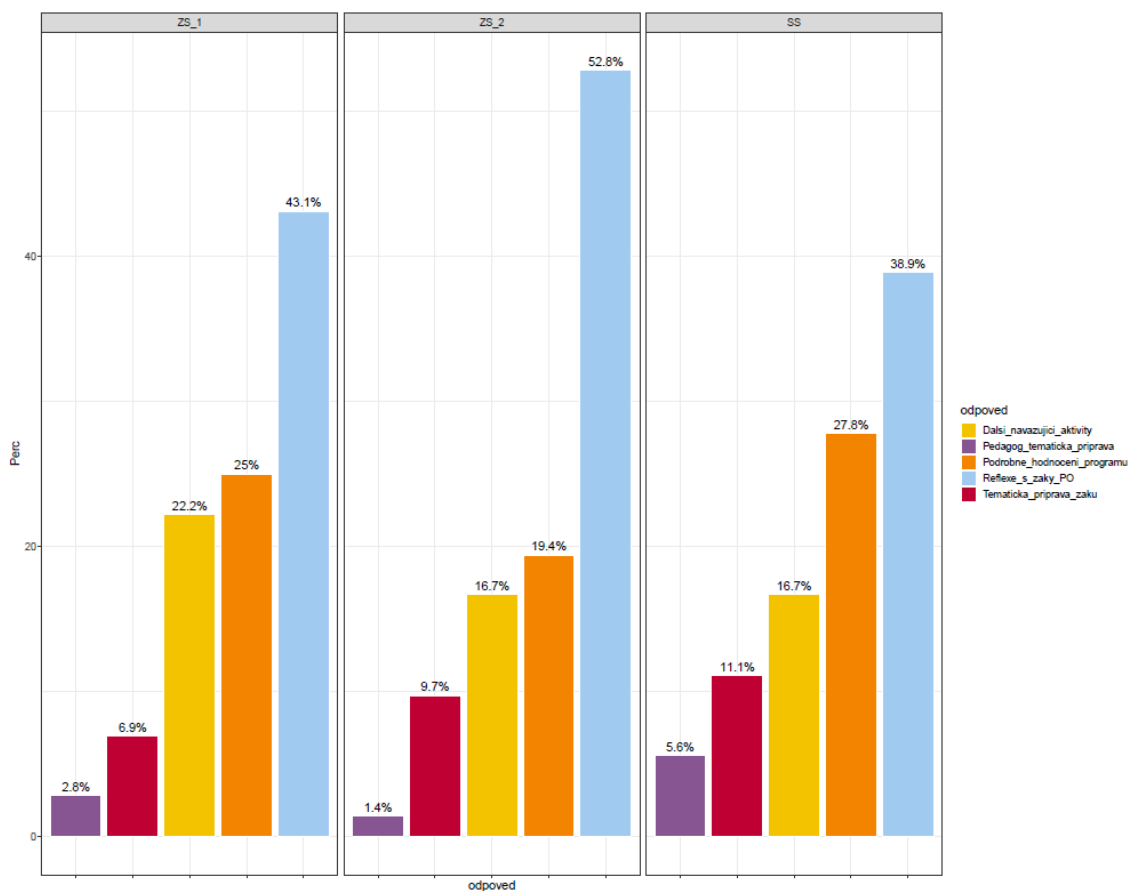


Obrázek 25: Mohu se sám/sama rozhodnout, kdy chci instituci neformálního vzdělávání navštívit (N=91).



Obrázek 26: Mohu se sám/sama rozhodnout, kolikrát chci instituci neformálního vzdělávání navštívit (N=91).

4. Jak učitelé vnímají propojení výuky v science centru s výukou ve škole?

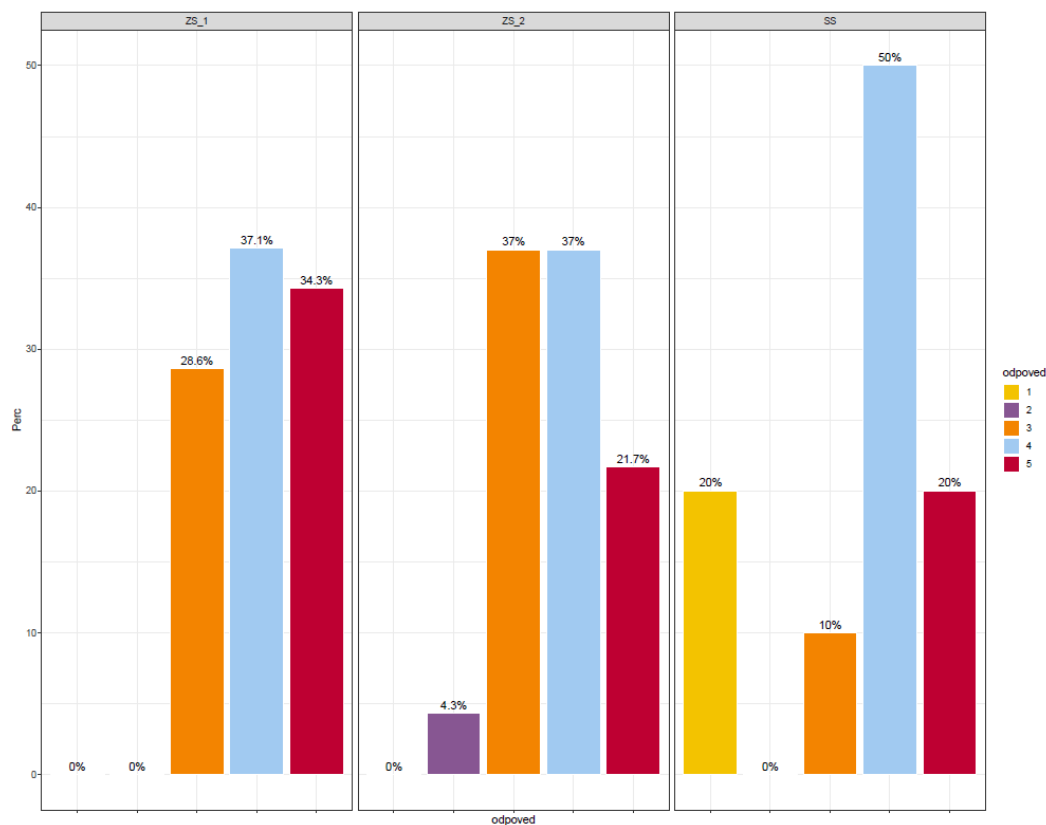


Obrázek 27: Činnosti obvykle realizované učiteli ve spojitosti s návštěvou (N=91).

Z grafů na obrázku 27 vyplývá, že trend relativní četnosti jednotlivých odpovědí je ve všech sledovaných skupinách totožný. Nejčastější volbou na otázku, které činnosti učitelé obvykle vykonávají ve spojitosti s návštěvou, byla odpověď: *se žáky reflektuji vzdělávací program po návštěvě*. Druhou nejčastější volbou byla odpověď: *podrobně hodnotím nabízené vzdělávací programy*. Naopak nejméně častými volbami byly odpovědi: *já sám/sama se tematicky připravuji před návštěvou vzdělávacího programu* a *tematicky připravuji žáky před návštěvou vzdělávacího programu*.

Z těchto dat vyplývá, že učitelé se nejčastěji věnují výběru tématu vzdělávacího programu a následné reflexi se žáky po návštěvě. Bohužel je z odpovědí patrné, že učitelé věnují minimum úsilí přípravě před vzdělávacím programem nebo dalším aktivitám navazujícím na návštěvu.

Následující otázky byly koncipovány jako tvrzení, které měli respondenti ohodnotit na škále od 1 do 5, kdy číslo 1 vyjadřuje postoj zcela nedůležité a číslo 5 vyjadřuje postoj velmi důležité.

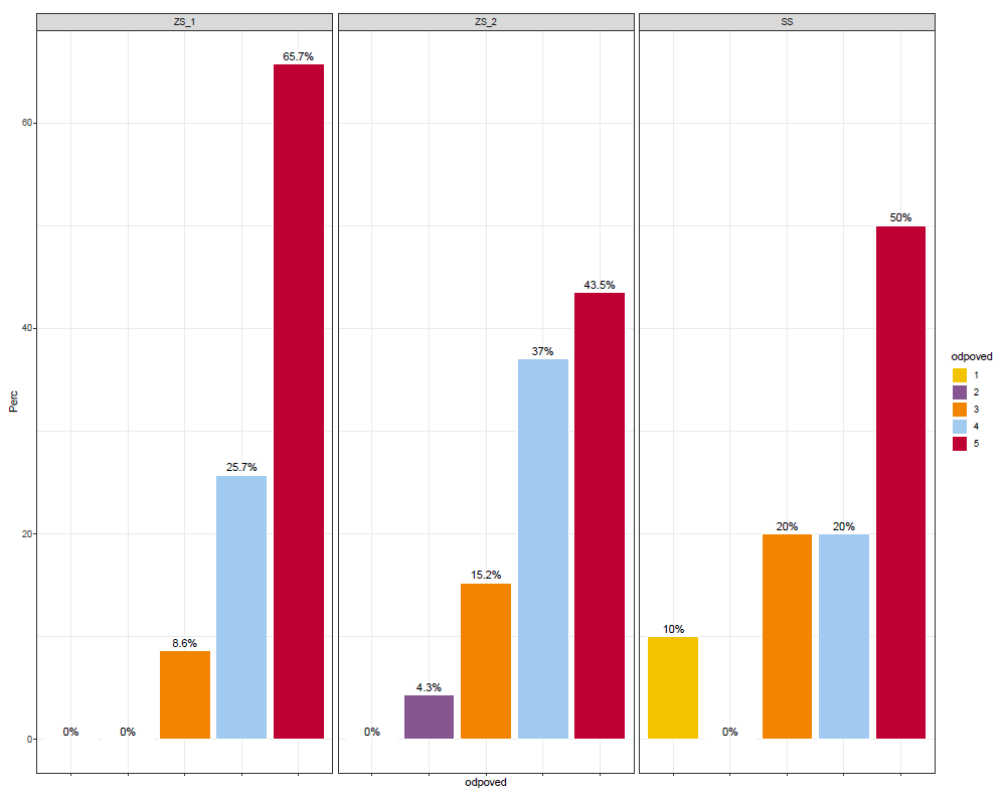


Obrázek 28: Propojení vzdělávacího programu se školním kurikulem (N=91).

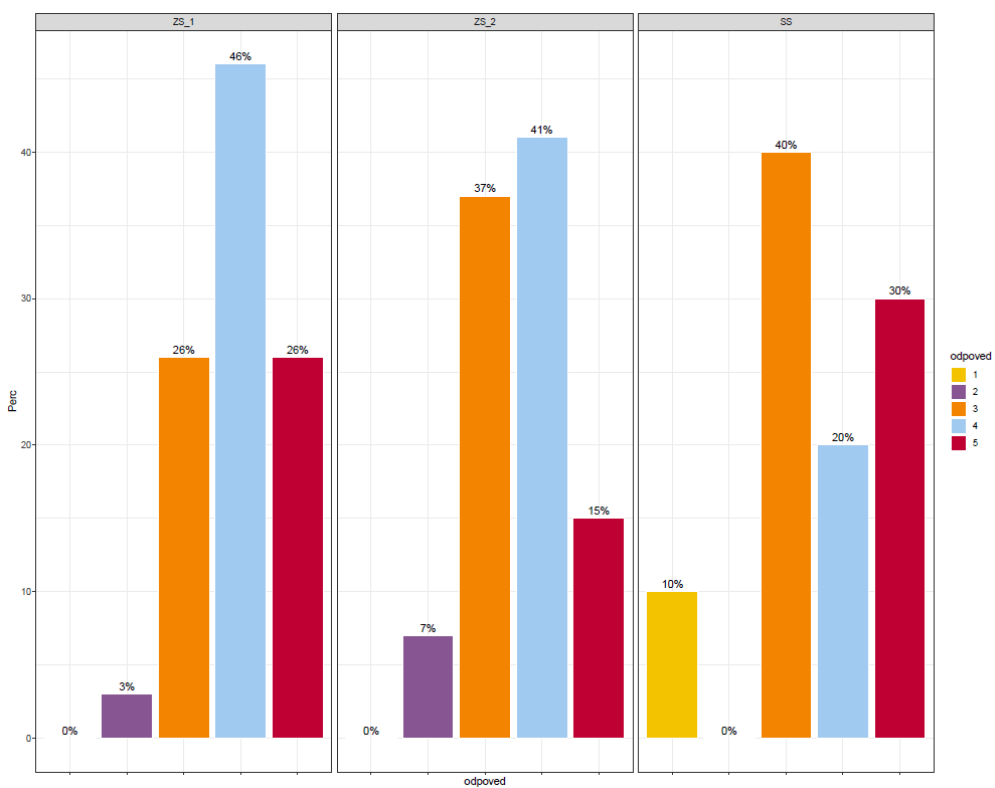
Z grafů na obrázku 28 vyplývá, že nejpozitivnější postoj k důležitosti propojení vzdělávacího programu se školním kurikulem zaujali učitelé ze skupiny ZS_1, naopak jako nejméně důležité ho vnímají učitelé ze skupiny SS, ve které se nejvíce respondentů vyjádřilo negativně.

Z grafů na obrázku 29 vyplývá, že učitelé napříč sledovanými skupinami vnímají využití vzdělávacího programu k rozvoji kompetencí a gramotností žáků jako důležité. Nejpozitivnější postoj zaujali učitelé ze skupiny ZS_1. Naopak u skupiny SS je míra relativní četnosti u pozitivního postoje nižší než u ostatních skupin a jeden respondent se vyjádřil zcela negativně.

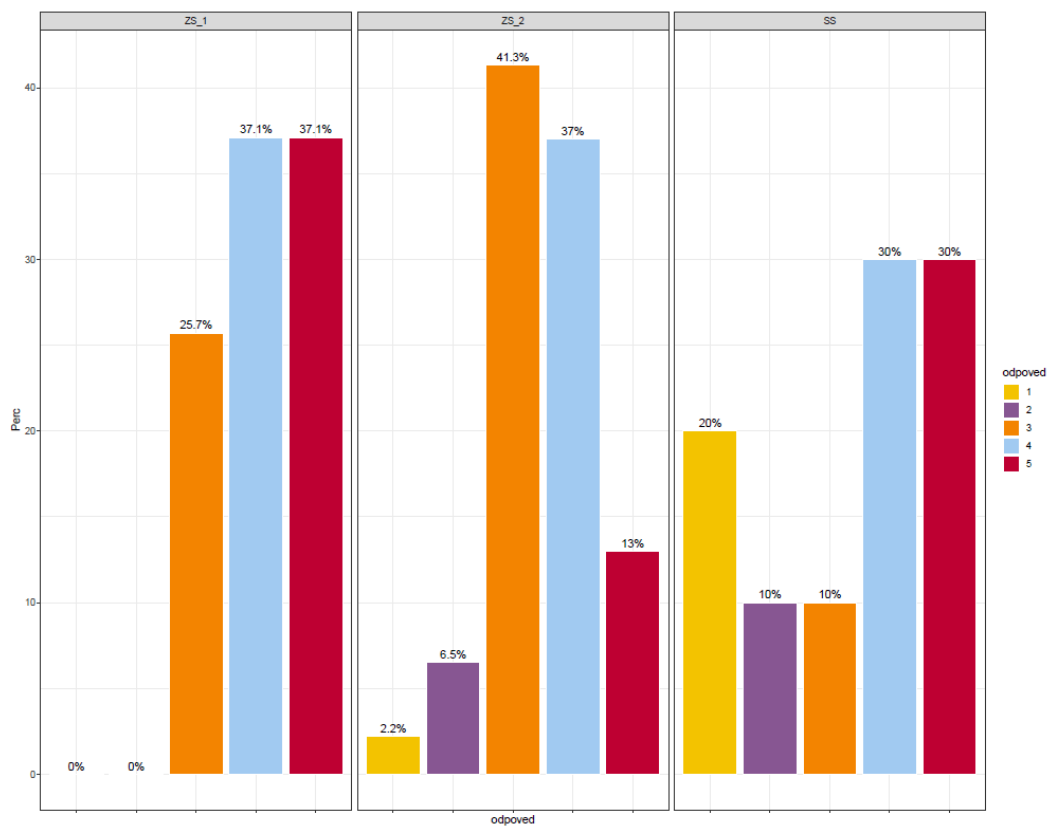
Z grafů na obrázku 30 vyplývá, že využití vzdělávacího programu k naplňování očekávaných výstupů vnímají nejpozitivněji učitelé ze skupiny ZS_1 a naopak nejméně pozitivně učitelé ze skupiny SS.



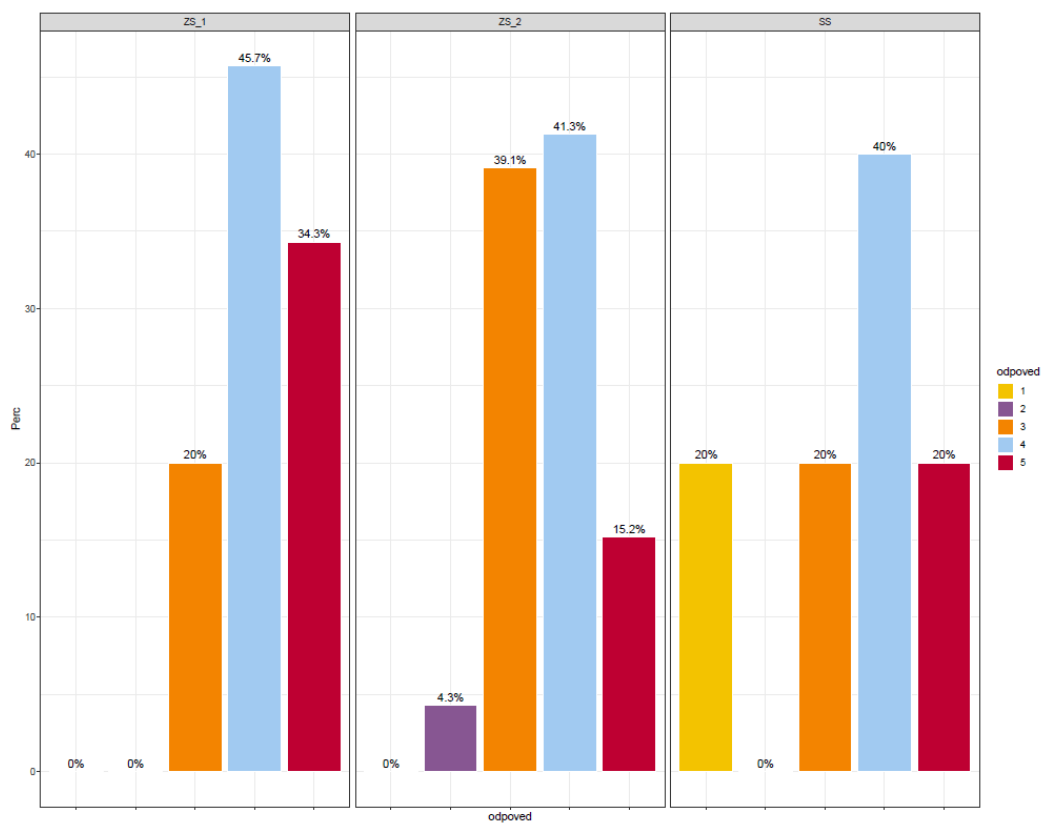
Obrázek 29: Využití vzdělávacího programu k rozvoji kompetencí a gramotností žáků (N=91).



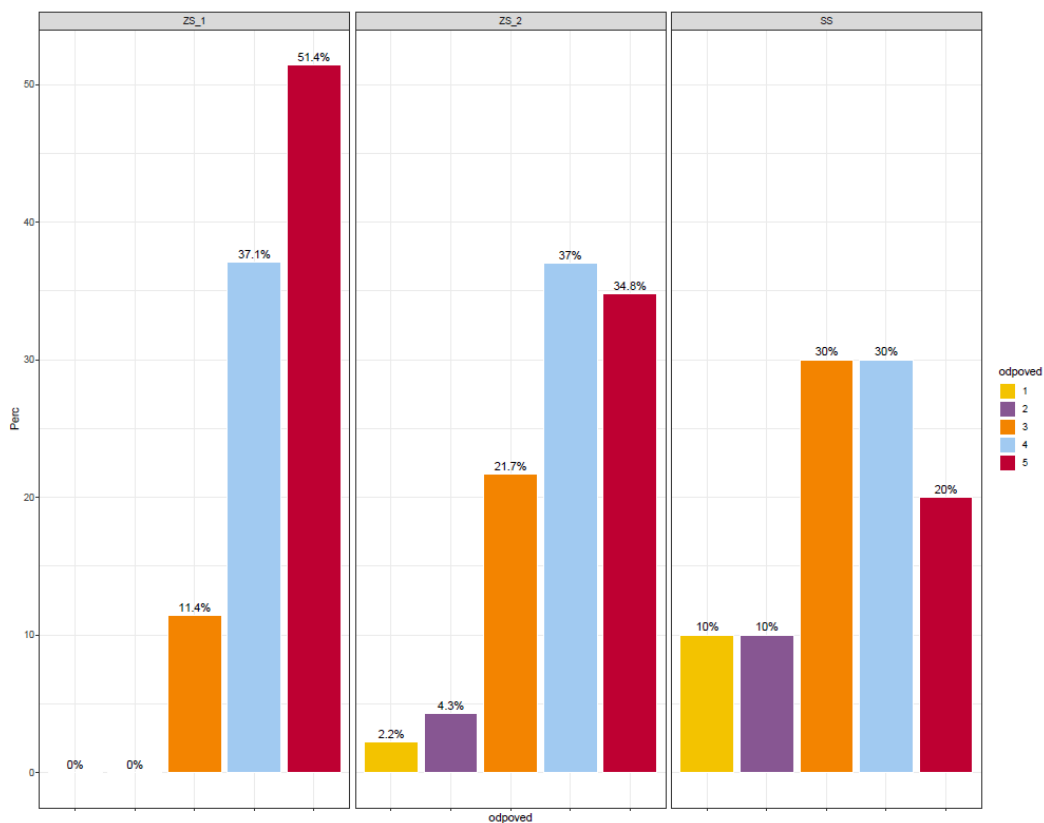
Obrázek 30: Využití vzdělávacího programu k naplňování očekávaných výstupů (N=91).



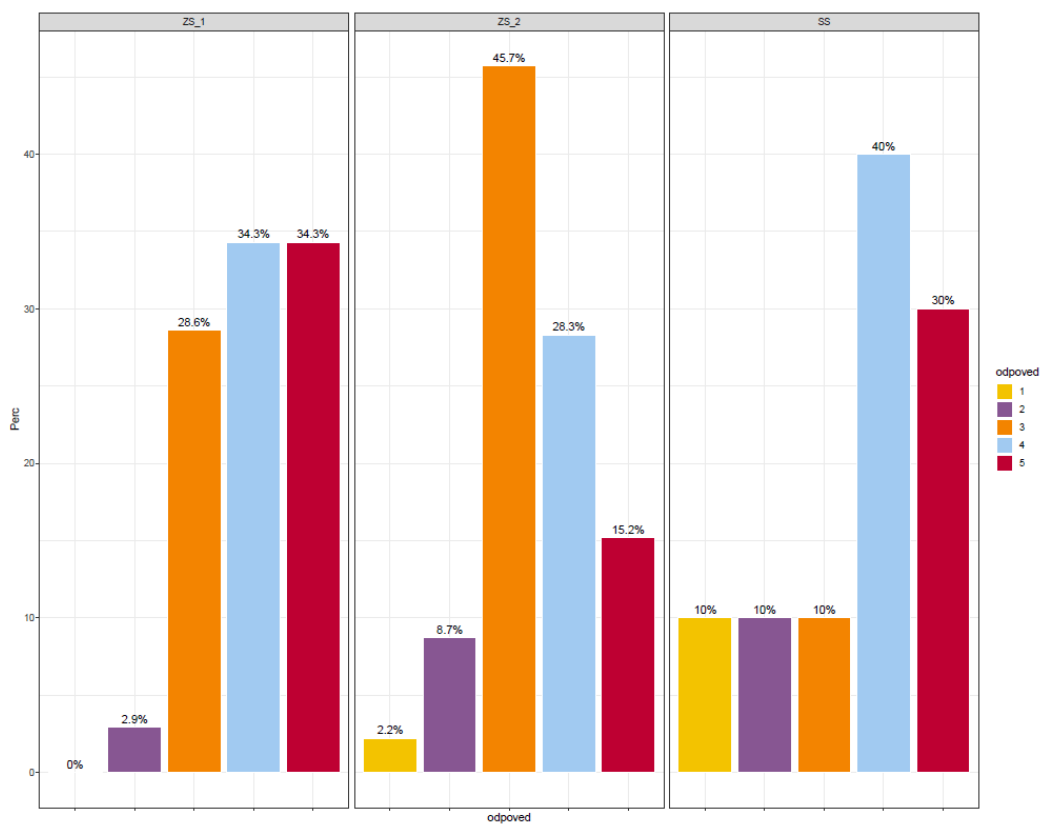
Obrázek 31: Propojení vzdělávacího programu s aktuálním tématem výuky (N=91).



Obrázek 32: Propojení vzdělávacího programu s určitými tematickými celky (N=91).



Obrázek 33: Využití vzdělávacího programu k rozvoji mezipředmětových vazeb (N=91).

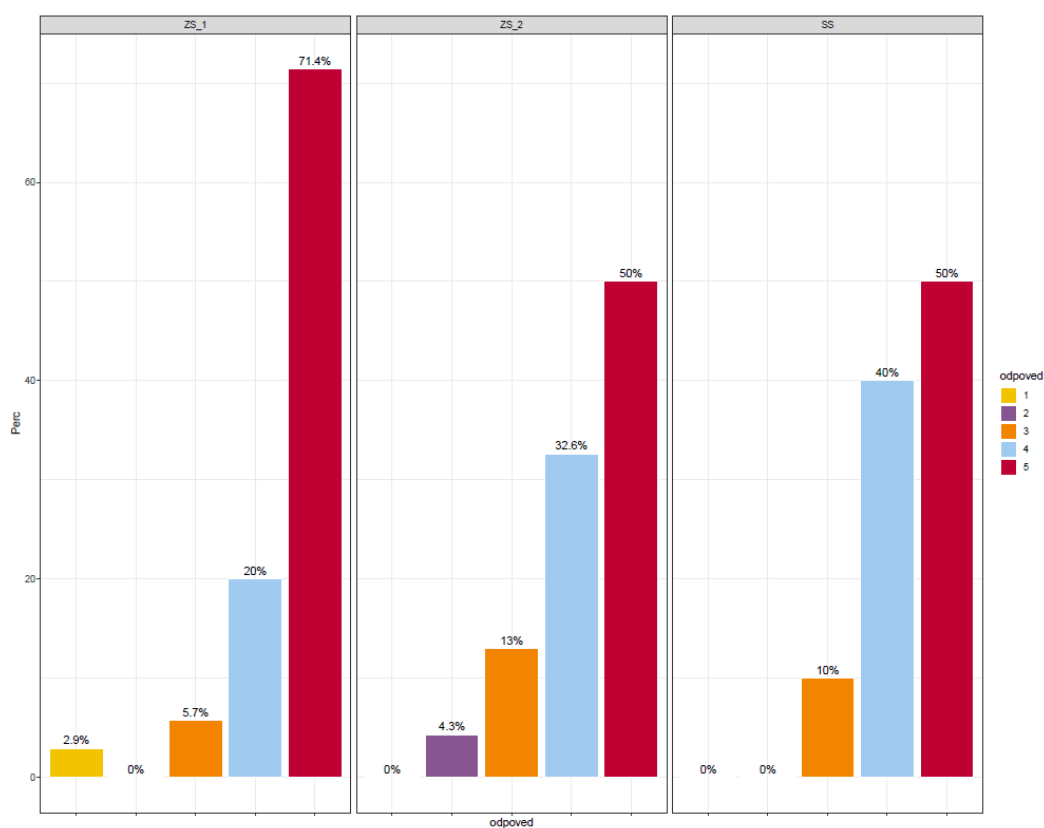


Obrázek 34: Využití vzdělávacího programu k naplňování průřezových témat (N=91).

Z grafů na obrázku 31 a obrázku 32 vyplývá, že na rozdíl od učitelů ze skupiny ZS_1, hodnotí někteří učitelé ze skupiny SS tematické propojení výuky ve škole se vzdělávacím programem jako méně důležité.

Z grafů na obrázku 33 vyplývá, že využití vzdělávacího programu k rozvoji mezipředmětových vazeb je nejvíce důležité pro učitele ze skupiny ZS_1, naopak učitelé ze skupiny SS vnímají toto propojení různě.

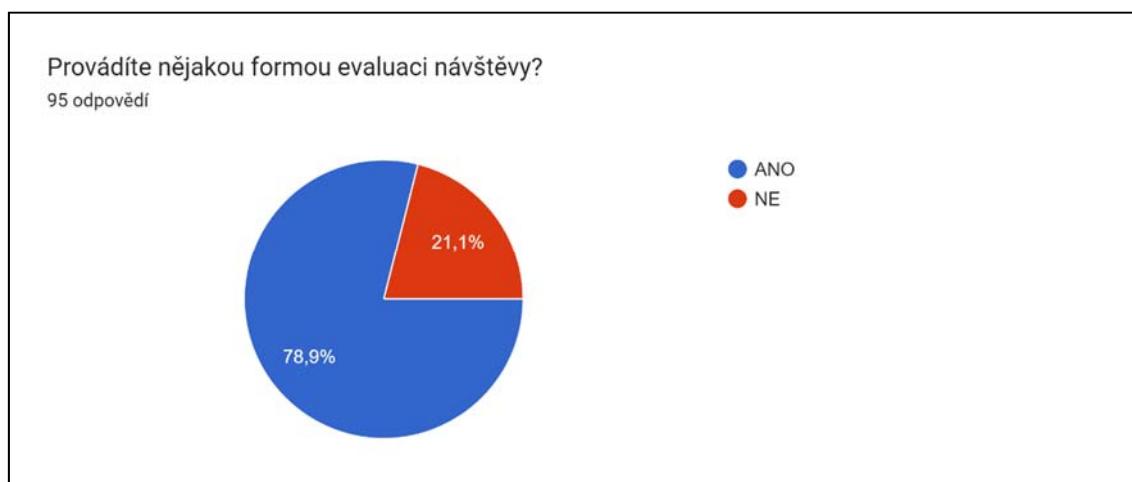
Z grafů na obrázku 34 vyplývá, že využití vzdělávacího programu k naplňování průřezových témat je nejvíce důležité pro učitele ze skupiny ZS_1. Mezi učiteli ze skupiny ZS_2 se nejvíce respondentů vyjádřilo neurčitě a mezi učiteli ze skupiny SS bylo nejvíce respondentů, kteří se vyjádřili také negativně a odpovědi jsou tak velmi různorodé.



Obrázek 35: Využití vzdělávacího programu k obohacením běžné školní výuky (N=91).

Z grafů na obrázku 35 vyplývá, že pro učitele napříč sledovanými skupinami je využití vzdělávacího programu k obohacením běžné školní výuky velmi důležité.

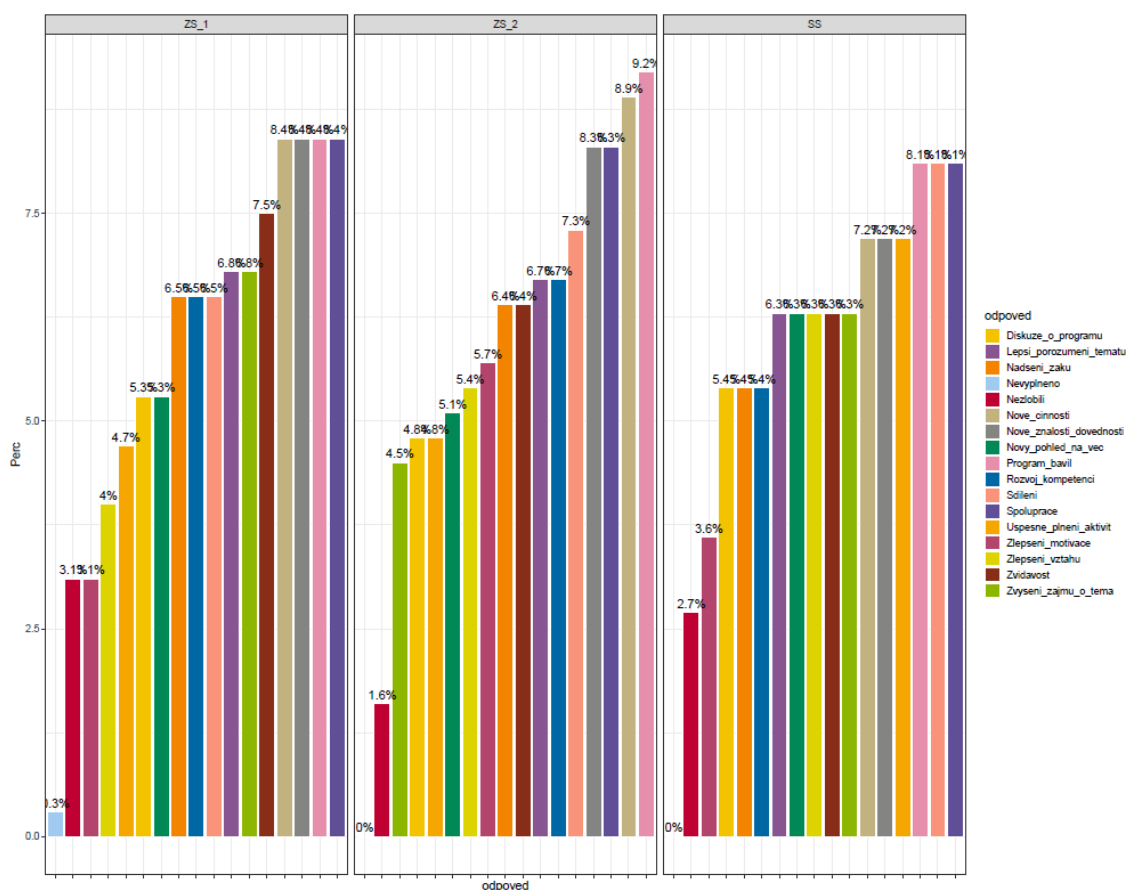
5. Jak učitelé hodnotí úspěšnost účasti na vzdělávacím programu v science centru?



Obrázek 36: Činnosti obvykle realizované učiteli ve spojitosti s návštěvou (N=95).

Z celkového počtu 95 respondentů odpovědělo negativně 20 respondentů, kteří tak neprovádí evaluaci návštěvy, a to zejména z toho důvodu, že na to nemají čas (16 respondentů). Dva respondenti evaluaci nepovažují za důležitou a 1 respondent neví, jak návštěvu hodnotit. Odpověď posledního respondenta je poněkud zvláštní, protože zvolil možnost otevřené odpovědi, do které uvedl, že například teď hodnotí, ale následující otázky o hodnocení zůstaly nevyplněny.

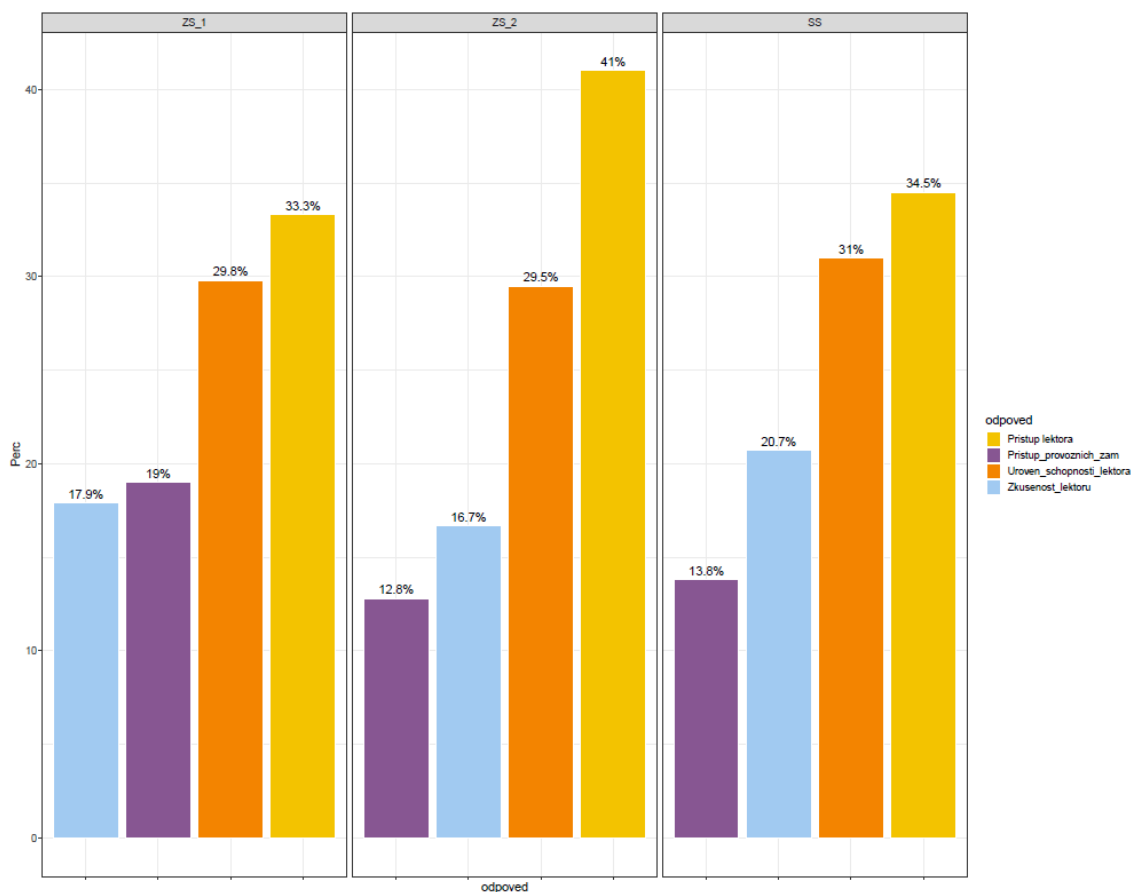
Ze zbývajících 75 respondentů byli odebráni učitelé ze skupiny MS. Ze skupiny zbývajících 71 respondentů uvedlo 65 respondentů, že je pro ně hodnocení návštěvy důležité a 63 respondentů uvedlo, že hodnocení návštěvy ovlivňuje jejich rozhodnutí uspořádat další návštěvu. Pro 70 respondentů je při hodnocení návštěvy důležitá zpětná vazba od žáků a pro všech 71 respondentů je při hodnocení návštěvy důležité jejich vlastní hodnocení.



Obrázek 37: Kritéria, která jsou pro učitele důležitá při hodnocení ze strany žáků (N=70).

Z grafů na obrázku 37 můžeme pozorovat, že kritéria, která jsou pro učitele důležitá při hodnocení vzdělávacího programu ze strany žáků, jsou velice různorodá. I přes značnou roztržitost dat pozorujeme jednu volbu, která překročila hranici 8 % ve všech sledovaných skupinách, a to odpověď *žáci vzdělávací program bavil, nenudili se*. Mezi další tři nejčastěji zvolená kritéria mezi učiteli ze skupiny ZS_1 a ZS_2 patří odpovědi: *žáci spolupracovali*, *žáci si vyzkoušeli nové činnosti* a *žáci si osvojili nové znalosti a dovednosti*. Odpověď *žáci spolupracovali*, volili současně učitelé ze skupiny SS jako jednu ze tří nejčastějších, mezi něž patřila také odpověď: *žáci mezi sebou sdílí své zážitky, pocity a názory*. Nejméně častou volbou napříč sledovanými skupinami byla odpověď *žáci nezlobili*.

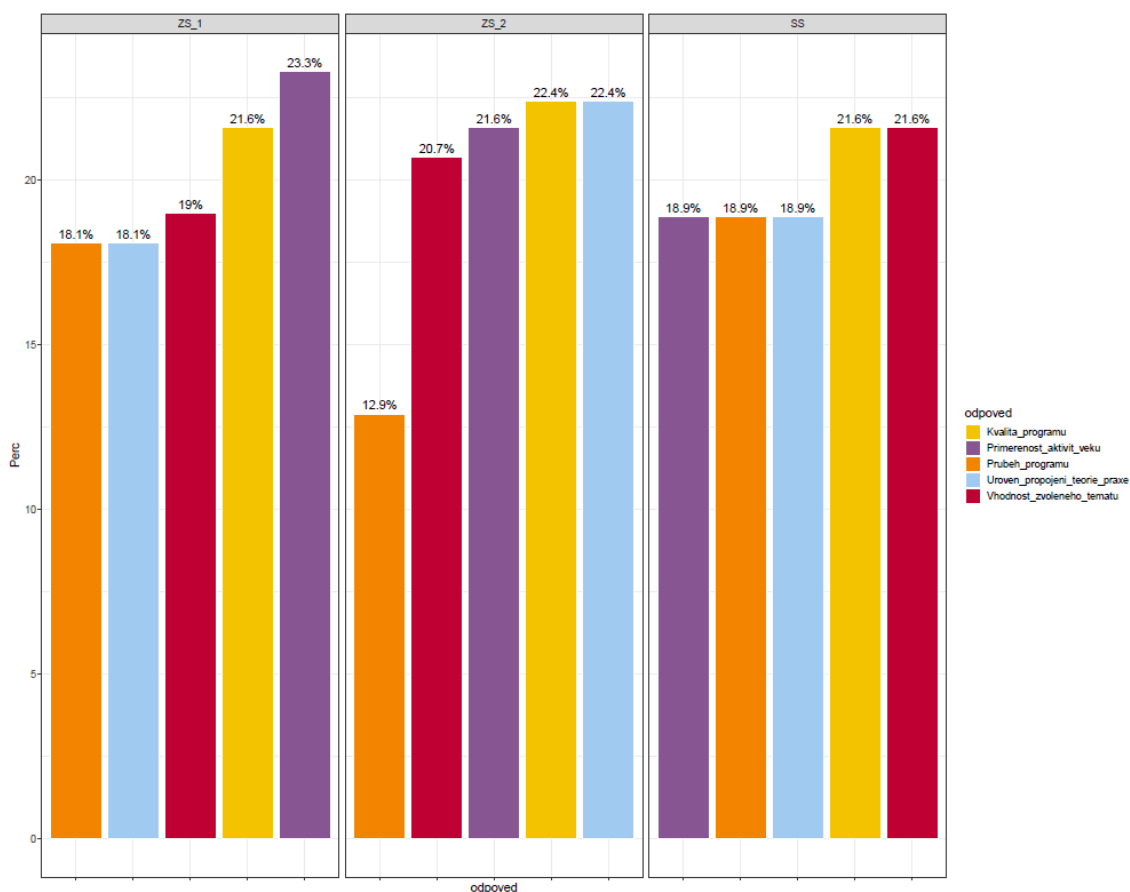
Z těchto dat vyplývá, že pro učitele je důležité, aby žáky vzdělávací program bavil a spolupracovali mezi sebou. Zároveň je pro ně hodnotícím kritériem, zdali si žáci vyzkoušeli nové činnosti a osvojili nové znalosti a dovednosti. Všechny tyto výsledky korespondují s výsledky uvedenými na obrázku 13.



Obrázek 38: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii zaměstnanci (N=71).

Z grafů na obrázku 38 vyplývá, nejčastější volbou napříč sledovanými skupinami byla odpověď *vystupování a přístup lektora*, následovaná volbou *úroveň znalostí a dovedností lektora*. Naopak méně časté volby patří odpověď *přístup provozních zaměstnanců* a *zkušenost a praxe lektorů*.

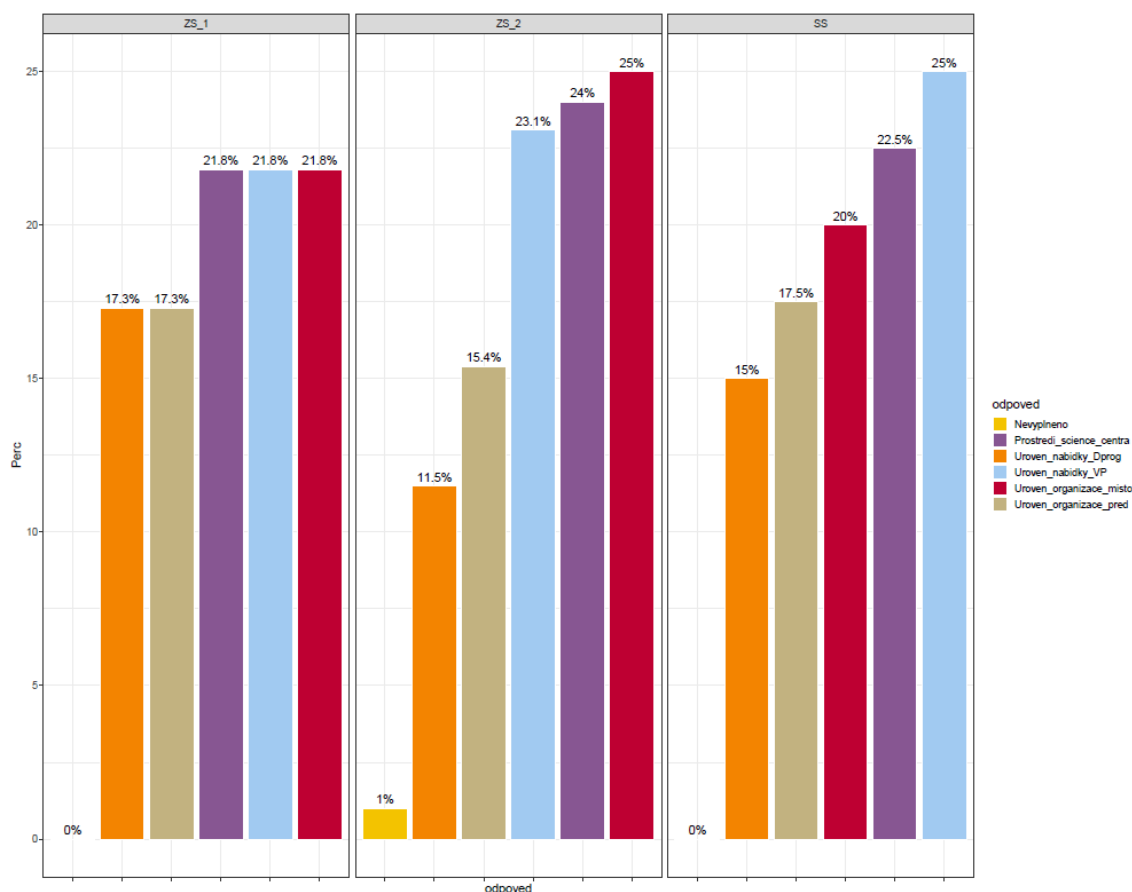
Z těchto dat vyplývá, že pro respondenty jsou při hodnocení důležitá ta kritéria, která mohou sami bezprostředně hodnotit. Lze totiž předpokládat, že o praxi lektorů toho příliš nevědí a pokud nebyli respondenti přímým objednavatelem vzdělávacího programu, mohla být jejich komunikace s provozními zaměstnanci velice omezená.



Obrázek 39: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii vzdělávací program (N=71).

Z grafů na obrázku 39 vyplývá, že pro učitele ze skupiny ZS_1 byla nejčastější volbou odpověď *přiměřenost aktivit věku*, pro učitele ze skupiny ZS_2 to byla odpověď *úroveň propojení teorie s praxí* a pro učitele ze skupiny SS to byla odpověď *vhodnost zvoleného tématu vzdělávacího programu*. Napříč sledovanými skupinami respondenti méně často volili odpověď *průběh vzdělávacího programu*, ale jako druhou nejčastější volili odpověď *kvalita vzdělávacího programu*.

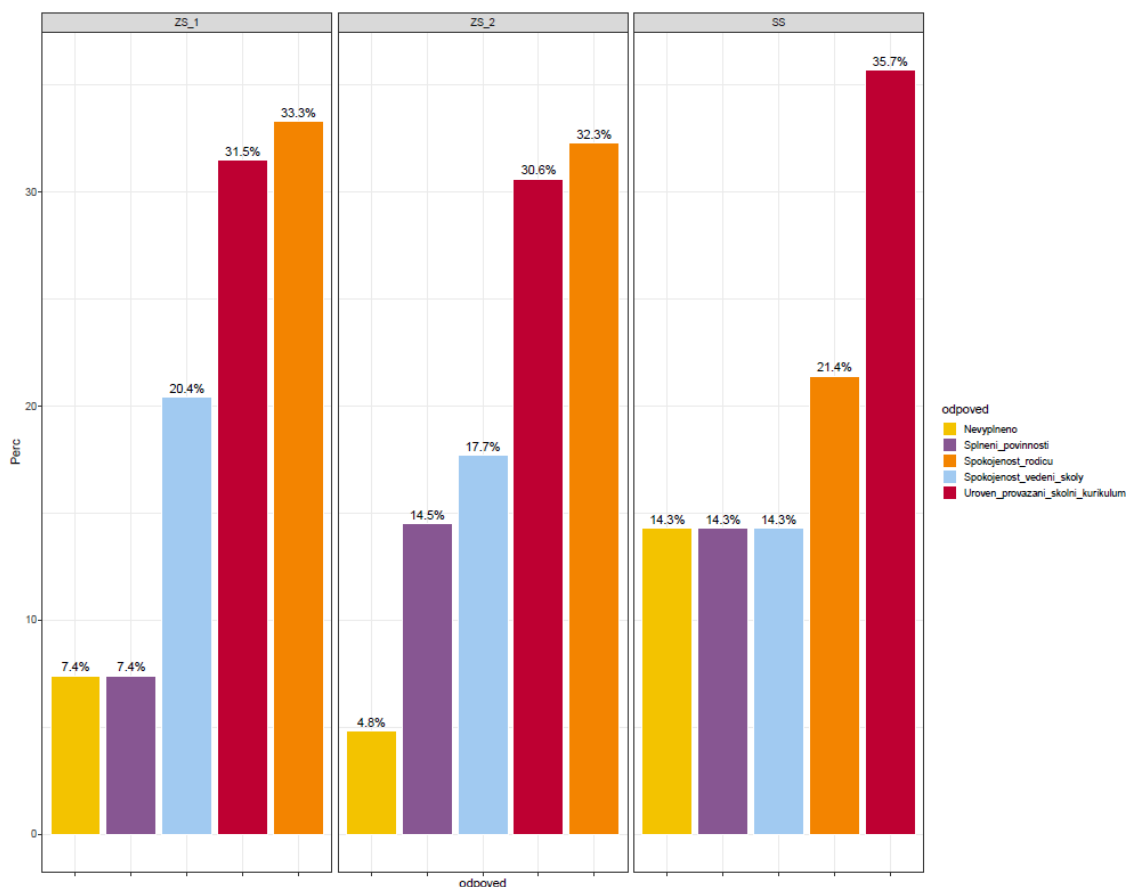
Z těchto dat opět vyplývá, že pro učitele ze skupiny SS není přiměřenost aktivit věku žáků příliš důležitá, naopak je pro ně důležitá vhodnost tématu a kvalita programu, což koresponduje s výsledky uvedenými na obrázku 17. Kvalita programu je důležitá pro učitele napříč sledovanými skupinami.



Obrázek 40: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii science centrum (N=71).

Z grafů na obrázku 40 vyplývá, že v každé ze sledovaných skupin volilo více jak 20 % respondentů odpovědi *úroveň organizace na místě, úroveň nabídky vzdělávacích programů a prostředí science centra*. Trend relativních četností zvolených odpovědí je u učitelů ze skupiny ZS_1 a ze skupiny ZS_2 totožný, ale u učitelů ze skupiny SS je opačný. Pokud nebudeme brát v potaz, že jeden respondent tuto odpověď nevyplnil vůbec, tak nejméně častou volbou byla odpověď *úroveň nabídky doprovodných programů*, a to napříč sledovanými skupinami.

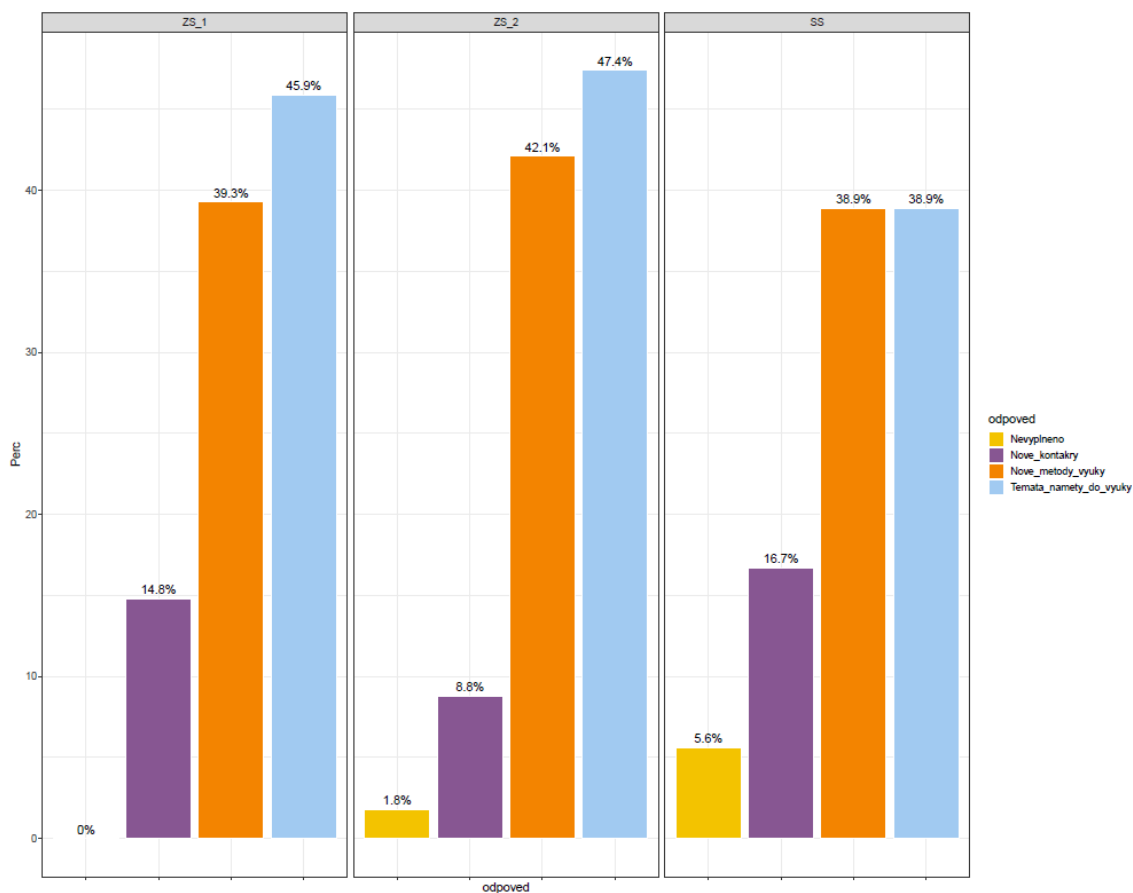
Z těchto dat vyplývá, že pro učitele je důležitá úroveň organizace na místě a prostředí science centra, ale také úroveň nabídky vzdělávacích programů. Naopak nejméně důležitá je pro ně úroveň organizace před návštěvou a úroveň nabídky doprovodných programů, což koresponduje s výsledky uvedenými na obrázku 17.



Obrázek 41: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii škola (N=71).

Z grafů na obrázku 41 vyplývá, že trend v relativní četnosti odpovědí je stejný mezi učiteli ze skupiny ZS_1 a ZS_2. Tito respondenti nejčastěji volili odpověď *spokojenost rodičů* a *úroveň provázání se školním kurikulem*. Učitelé ze skupiny SS nejčastěji volili odpověď *úroveň provázání se školním kurikulem*, a to s velmi výrazným rozdílem oproti ostatním odpovědím. Nejméně častou volbou respondentů byla odpověď *splnění povinností* následována odpovědí *spokojenost vedení školy*.

Z těchto dat vyplývá, že pro učitele napříč sledovanými skupinami je důležitá spokojenost rodičů a propojení výuky se školním kurikulem. Naopak uskutečnění návštěvy učitelé nevnímají jako splnění povinností, což koresponduje s výsledky uvedenými na obrázku 5, kde 54,7 % respondentů uvádí, že účast na mimoškolní výuce nevyplývá ze školního kurikula. Zajímavé je, že u učitelů ze skupiny SS byla nejčastější volbou hodnotícího kritéria odpověď *úroveň provázání se školním kurikulem*, což je v mírném rozporu s výsledky uvedenými na obrázku 28.



Obrázek 42: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii osobní rozvoj (N=71).

Z grafů na obrázku 42 vyplývá, že nejčastější volbou učitelů napříč kategoriemi byla odpověď *možnost seznámit se s novými zajímavými tématy a náměty do výuky*, následovaná odpověďmi *možnost seznámit se s novými metodami a formami výuky* a odpověďmi *možnost získat nové kontakty*. Trend v relativní četnosti odpovědí je stejný napříč sledovanými skupinami.

Uvedená data jsou zcela v souladu s daty uvedenými na obrázku 18, tedy že pro učitele jsou science centra zdrojem inspirace, ať už v kontextu nových témat nebo nových metod a forem výuky.

4.2.3 Shrnutí výsledků výzkumu

Učitelé navštěvovali vzdělávací program v science centru nejčastěji se skupinou žáků čítající 16 až 30 osob, přičemž tento kolektiv nejčastěji charakterizovali jako běžnou třídu. Návštěva byla nejčastěji hrazena žáky, respektive jejich rodiči a žádný respondent neuvedl, že by byla hrazena přímo z rozpočtu školy. Učitelé také nejčastěji uváděli, že návštěva byla uskutečněna v rámci školního výletu nebo jako cílená návštěva konkrétního vzdělávacího programu a naprostá většina učitelů se rozhodla návštěvu uspořádat sama, přičemž označovali návštěvu jako dobrovolné obohacení školního kurikula. Na dotazník odpovědělo nejvíce učitelů s delší pedagogickou praxí a sami se nejčastěji označovali jako třídní učitel. Výrazně menší podíl respondentů se označoval jako učitel přírodovědných nebo humanitních předmětů.

1. Jaké jsou motivace a očekávání učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru?

Získané výsledky v tomto případě nerozlišují mezi motivací učitelů k návštěvě science center a jejich očekáváními, ale lze předpokládat, že pokud učitelé něco očekávají, tak je to současně motivuje k návštěvě a naopak. Z výsledků vyplývá, že učitelé navštěvují vzdělávací programy za účelem rozšíření aktuálního učiva, což koresponduje s výsledky maďarské studie (Füz, 2018), s vazbou na školní kurikulum, tento důvod uváděli respondenti jako nejčastější ve studii Kisiela (2005). Současně předpokládají, že se žáci v science centru setkají se zábavnějším, hravým a interaktivním pojetím výuky, což koresponduje s tím, že chtějí, aby se žáci bavili a současně rozvíjeli své znalosti a dovednosti. Učitelé ve francouzské studii (Julien & Chalmeau, 2022) však akcentovali jako nejčastější důvod k realizaci mimoškolní výuky získání znalostí z oblasti vědy a osvojení si vědeckých přístupů. To by mělo vést k rozvoji spolupráce mezi žáky a ke vzniku společných zážitků v odlišné atmosféře nového prostředí. Jako zcela zásadní se ukázal předpoklad učitelů, že science centra disponují nadstandardním vybavením a novými technologiemi, které mohou přispět ke kvalitním vzdělávacím programům o zajímavých tématech. Díky tomu učitelé získávají nové náměty do výuky, což jistě pozitivně ovlivní jejich osobní zkušenost. Pro učitele je také důležité snadné objednání vzdělávacího programu, přičemž využívají informace z webových stránek science centra nebo doporučení od kolegů. Obecně platí, že se učitelé snaží pravidelně zařazovat programy neformálního vzdělávání do výuky.

Z výsledků také vyplývá, že pro učitele není v kontextu návštěvy vzdělávacího programu v science centru příliš důležitá podpora konceptu celoživotního učení nebo wellbeingu žáků. I když v případě wellbeingu se možná jedná o nejasný pojem, protože z výsledků popsaných výše vyplývá, že práce s třídním kolektivem a klima ve třídě jsou pro učitele relevantní témata. Pro učitele, kteří se rozhodli navštívit vzdělávací program, není příliš důležitá nabídka doprovodných aktivit a science centra významně nevyužívají k navázání nových kontaktů. Z výsledků můžeme také usuzovat, že návštěva science center může být finančně náročná.

2. Jaké překážky musejí učitelé při plánování a realizaci účasti na vzdělávacím programu v science centru překonávat?

Velice pozitivním výsledkem tohoto šetření je, že naprostá většina respondentů uvedla, že nemuseli při realizaci návštěvy překonávat žádné překážky. Je možné, že toto je dáno výběrem skupiny respondentů, tedy učitelů, kteří již science centrum navštívili. Mohou být více motivováni k návštěvě, mají zájem na tom návštěvu uskutečnit a některé překážky pro ně nejsou tak významné, aby je v dotazníku uváděli. Respondenti z minoritní skupiny uváděli, že museli překonávat překážky v podobě větší vzdálenosti science centra od školy a náročnější administrativy. Tyto důvody uváděli jako druhé nejčastější také učitelé v maďarské (Füz, 2018) a francouzské studii (Julien & Chalmeau, 2022). Oproti tomu Füz (2018) uvádí, že nejčastější bariérou, kterou museli učitelé překonávat, bylo hledání finančních zdrojů, což se shoduje i s výsledky francouzské studie (Julien & Chalmeau, 2022).

3. Jak učitelé uskutečňují výběr vzdělávacího programu v science centru?

Obecně platí, že se učitelé napříč stupni vzdělávací soustavy mohou sami rozhodnout, zda chtějí navštívit instituci neformálního vzdělávání a obdobně se mohou sami rozhodnout, jakou instituci neformálního vzdělávání chtějí navštívit. Proti tomu v případě, že se mají rozhodnout, kdy chtějí instituci neformálního vzdělávání navštívit, tak se cítí ve své volbě omezenější, a to zejména učitelé na středních školách. Nejvýrazněji se všichni učitelé cítí omezeni ve chvíli, kdy se mají rozhodnout, kolikrát chtějí instituci neformálního vzdělávání navštívit. V tomto případě opět platí, že učitelé středních škol se cítí ve své volbě nejvíce omezeni. Tyto výsledky korespondují s výsledky uváděnými ve studii Kisiela (2005).

4. Jak učitelé vnímají propojení výuky v science centru s výukou ve škole?

Minimum respondentů uvedlo, že návštěva vzdělávacího programu v science centru byla povinnou součástí školního kurikula. Avšak 27,4 % respondentů současně uvedlo, že účast na mimoškolní výuce vyplývá ze školního kurikula, přičemž 42,1 % respondentů uvedlo, že účast na mimoškolní výuce by měla vyplývat ze školního kurikula.

Zásadní problém propojení výuky v science centru s výukou ve škole dokládají výsledky, které odhalily, že pouze polovina učitelů, kteří přijíždějí se školní skupinou na vzdělávací program, učí v této skupině předmět, který zcela koresponduje s tématem vzdělávacího programu. Situaci nezlepšuje ani to, že respondenti, kteří uváděli, že téma vzdělávacího programu s oborem vyučovaného předmětu nesouvisí, současně uváděli, že nekonzultovali výběr vzdělávacího programu s učitelem odborného předmětu a většina z nich se ani nechystá předat informace o obsahu vzdělávacího programu.

Obecně platí, že učitelé se svými žáky reflektují vzdělávací program po návštěvě science centra a sami před návštěvou hodnotí nabízené programy. Příliš se však nevěnují tematické přípravě před návštěvou programu nebo dalším aktivitám na návštěvu navazujícím. Tyto výsledky jsou v souladu s výsledky studie, kterou publikovali Souza a kol. (2023). Z postojů učitelů k propojení výuky v science centru s výukou ve škole vyplývá, že nejpozitivněji toto propojení vnímají učitelé prvního stupně základních škol. Ve skupině učitelů středních škol uváděl vždy alespoň jeden respondent, že propojení výuky v science centru s výukou ve škole je pro něj zcela nedůležité. Výrazná shoda mezi všemi učiteli panovala v tom, že využívají vzdělávacího programu k obohacením běžné školní výuky.

5. Jak učitelé hodnotí úspěšnost účasti na vzdělávacím programu v science centru?

Obecně platí, že učitelé provádí nějakou formou evaluaci návštěvy a ti, kteří ji neprovádí tak činí zejména z důvodu nedostatku času. Pro učitele, kteří evaluaci provádí je tato činnost důležitá, získávají zpětnou vazbu od žáků, provádí vlastní hodnocení a tyto činnosti ovlivňují jejich rozhodnutí uspořádat další návštěvu.

Výsledky toho, která kritéria jsou pro učitele důležitá při hodnocení návštěvy, často korespondují s tím, co učitele k návštěvě motivuje a co od návštěvy očekávají. Ze zpětné vazby od žáků učitele zajímá, zdali se žáci bavili, zda žáci spolupracovali, vyzkoušeli si nové činnosti a osvojili nové znalosti a dovednosti. Tato dvě hodnotící kritéria byla nejdůležitější také pro respondenty ze studie Kisiela (2005). Také hodnotí, zdali následně mezi sebou sdílí své zážitky, pocity a názory. Sami učitelé pak hodnotí vystupování a přístup lektora a jeho znalosti a dovednosti. Při hodnocení vzdělávacího programu se zaměřují na přiměřenost aktivit věku, úroveň propojení teorie s praxí nebo vhodnost zvoleného tématu. Na science centru hodnotí zejména úroveň organizace na místě, úroveň nabídky vzdělávacích programů a prostředí instituce. Učitelé základních škol přihlížejí také ke spokojenosti rodičů. Učitelé středních škol akcentují úroveň provázání se školním kurikulem, přestože na otázku, jak vnímají propojení vzdělávacího programu se školním kurikulem, odpovídali méně pozitivně než učitelé základních škol. Také se potvrzuje, že učitelé vnímají science centra jako místa inspirace, protože mezi jejich hodnotící kritéria patří možnost seznámit se s novými zajímavými tématy a náměty do výuky nebo novými metodami a formami výuky.

Na závěr nutno podotknout, že mezi limity výzkumu patří zejména:

- vzorek respondentů omezený na učitele, kteří návštěvu v science centru skutečně realizovali,
- vzorek respondentů, který obsahuje nevyvážený počet respondentů ve sledovaných skupinách, zejména nízký počet středoškolských učitelů,
- období sběru dat bylo omezeno pouze na měsíc červen.

4.2.4 Přínos výzkumu

V kontextu vize užšího propojování formálního a neformálního vzdělávání jsou výsledky tohoto výzkumu značným přínosem nejen pro science centra, ale pro instituce neformálního vzdělávání obecně. Z výsledků se mohou inspirovat také učitelé.

Pracovníci science center, respektive institucí neformálního vzdělávání, by měli při přípravě vzdělávacích programů pamatovat zejména na skutečnost, že učitelé v různých kontextech akcentovali zájem o to, aby se žáci při absolvování vzdělávacího programu bavili. Z výsledků jasně nevyplývá, že by toto výrazně upřednostňovali před získáváním nových znalostí a dovedností žáky, ale důraz na zábavnější, hravé a interaktivní pojetí výuky je zcela zjevný. Pamatovat by měli také na zájem učitelů o získání inspirativních podnětů, které mohou z neformálního prostředí přenést do výuky ve škole.

Učitelé také vyjádřili zájem na úzkém propojení výuky v science centrech se školním kurikulem, i když každá ze sledovaných skupin učitelů kladla důraz na jinou formu propojení. Obecně však platí, že učitelé navštěvují vzdělávací programy za účelem rozšíření aktuálního učiva s vazbou na školní kurikulum a 42,1 % respondentů uvedlo, že účast na mimoškolní výuce by měla vyplývat ze školního kurikula.

Inspirací pro ostatní učitele může být skutečnost, že učitelé, kteří navštěvují science centra, tak činí také za účelem překonávání kritických a dynamických míst kurikula. Témata spadající do těchto oblastí často souvisí s nejnovějšími vědeckými poznatky, které jsou vázány na technologický pokrok. Aby byla výuka o těchto tématech atraktivní, je třeba využívat nejmodernější technologie, kterými disponují právě science centra. To ostatně podporují další výsledky výzkumu, ze kterých vyplývá, že na základních školách často chybí laboratoře a specializované učebny, ve kterých by se výuka přírodních věd odehrávala. Také učitelé středních škol uváděli, že je k návštěvě science center motivuje jejich materiálové vybavení a dostatek pomůcek v nich.

Zaměříme-li se na překážky, které musejí učitelé při realizaci návštěvy překonávat, získáváme velice pozitivní výsledky. Je však třeba poznamenat, že výzkum této oblasti by bylo vhodné realizovat na vzorku respondentů, který by zahrnoval učitele, kteří návštěvu programu skutečně realizovali, ale také učitele, kteří návštěvu instituce neformálního vzdělávání nerealizovali, protože učitelé, kteří mimoškolní výuku realizují,

mohou vnímat některé situace jako méně problematické a v dotazníku tak uváděli, že žádné překážky překonávat nemuseli.

Při implementaci návštěv institucí neformálního vzdělávání do školního kurikula by bylo vhodné pamatovat na výsledky, které ukazují, že učitelé se často cítí omezení ve své volbě, kdy a kolikrát instituci neformálního vzdělávání navštívit. Tento pocit omezení navíc narůstá u učitelů působících na vyšších stupních vzdělávací soustavy. To může být dáno zejména přeplněností školního kurikula.

Zajímavým zjištěním je skutečnost, že pro učitele není příliš důležitá nabídka doprovodných aktivit, což může být dáno tím, že většina respondentů uváděla, že se jednalo o cílenou návštěvu vzdělávacího programu konkrétního tématu a nevyžívali tak další nabídky science center.

Mezi negativní výsledky šetření patří zejména zjištění, že nedochází k uspokojivému transferu informací mezi neformálním prostředím a výukou ve škole. Výzkum potvrdil jednu z obecných tezí, že učitelé během výuky ve škole dostatečně nepracují s výstupy ze vzdělávacího programu, že se na vzdělávací program dostatečně tematicky nepřipravují a realizují málo aktivit navazujících na vzdělávací program. To ostatně dokládá také to, že pro učitele není důležitá dlouhodobá spolupráce mezi školou a science centrem.

Ze shrnutí a hodnocení výsledků vyplývá, že by bylo vhodné dále zkoumat některé oblasti, a to zejména:

- možnosti, jak podpořit učitele a zaměstnance science center v užší a koncepční spolupráci,
- překážky, které musí učitelé při realizaci návštěvy překonávat na širším vzorku respondentů,
- rozdíly mezi návštěvami vzdělávacích programů v kontextu různých organizačních zvyklostí škol v průběhu školního roku,
- jaký vliv má školní kurikulum na rozhodnutí realizovat návštěvy institucí neformálního vzdělávání.

5 PODPORA VÝUKY PROSTŘEDNICTVÍM SCIENCE CENTER

5.1 Kritická a dynamická místa kurikula

Podle Kohouta a kol. (2019a) chápeme kritická místa kurikula jako „problémy s koncepty, způsobené například jejich nevhodným umístěním ve struktuře konceptů či nevyhovujícím didaktickým uchopením daného tématu z hlediska nevhodné provázanosti s předchozím učivem.“ Chápání kritického místa kurikula jako „oblasti, kde žáci často selhávají“, rozšiřuje Mentlík a kol. (2018) o „oblasti, které jsou obtížné pro učitele.“ Učitelé tyto oblasti mohou chápat: „subjektivně, jako nejméně oblíbenou část učiva; z ontodidaktického hlediska, jako obtížně zvladatelná místa kurikula; z psychodidaktického hlediska, jako oblasti, ve kterých žáci nejčastěji selhávají“ (Mentlík a kol., 2018). Kohout a kol. (2019b) ve své studii stanovují kritická místa fyzikálního kurikula v návaznosti na výsledky mezinárodního šetření TIMSS porovnávané s názory učitelů zapojených do výzkumného šetření prostřednictvím rozhovorů. Výsledky studie určují několik kritických míst kurikula, a to:

- magnetické vlastnosti elektrického proudu a elektromagnet,
- magnetické pole a indukční čáry,
- hustota,
- čočky a zobrazování čočkami,
- hydrostatický tlak a Archimédův zákon,
- Pascalův zákon a hydraulická zařízení.

S odkazem na dřívější studii Mentlíka a kol. (2018) můžeme dynamická místa kurikula charakterizovat jako oblasti vědního oboru, „ve kterých dochází aktuálně k nejdynamičtějšímu vývoji, který chápeme jako aktuální generování originálních vědeckých poznatků obohacujících a měnících paradigma daného oboru.“ Jedním ze směrů, vyplývajících ze studie Mentlíka a kol. (2018), je snaha „definovat u přírodovědných oborů dynamická místa kurikula, provést jejich didaktickou transformaci a vytvořit učební úlohy umožňující jejich integraci do učiva a výuky na školách různých stupňů.“ Názorná integrace dynamických míst kurikula do běžné výuky může být zprostředkována zejména novými pomůckami a exponáty, jejich vývoj nebo nákup je však pro běžné školy obtížný, a proto se jako řešení nabízí spolupráce s institucemi

neformálního vzdělávání, jako jsou science centra (Mentlík a kol., 2018). Vzhledem k obrovskému rozsahu a heterogenitě výzkumu v oblasti fyziky je třeba dynamická místa kurikula specifikovat podrobněji tak, aby poskytovala dostatečná vodítka směrem k didaktické transformaci (Kohout a kol., 2019a). Pro oblast fyziky by tak podle Kohouta a kol. (2019a) „měla dynamická místa kurikula splňovat následující požadavky: jasnou provázanost se stávajícím kurikulem fyziky; jasně definovatelné a pro žáky představitelné dopady do běžného života; možnost demonstrovat danou problematiku pomocí názorných a atraktivních pomůcek či modelů.“ Kuberská a kol. (2020) s odkazem na projekt Didaktika A – Člověk a příroda uvádí pro předmět fyzika na základních školách čtyři dynamická místa kurikula, a to:

- magnetická kapalina,
- termografie,
- levitace vysokoteplotního supravodiče,
- materiály s tvarovou pamětí.

Například termografie tak spojuje oba koncepty. Ačkoliv přímo nespadá do výše definovaných kritických míst kurikula, tak ze vstupní analýzy výsledků mezinárodního šetření TIMSS vyplývá, že mezi problematiku úlohy patří například úlohy s tématy: přeměna energie, vedení tepla nebo skupenské přeměny (Kohout a kol., 2019b). Tato témata s termografií úzce souvisí a využití termokamer umožňuje názornou a atraktivní demonstraci těchto fyzikálních jevů.

Z výsledků výzkumu postojů učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru vyplývá, že návštěvy vzdělávacích programů učitelé využívají také k překonávání kritických a dynamických míst kurikula a současně využívají science centra jako instituce s nadstandardním technologickým vybavením. Proto další kapitola přináší inspiraci pro podporu výuky fyziky, respektive přírodních věd. Jedním výstupem je vzdělávací program zabývající se tématem čoček a zobrazování čočkami. Druhým výstupem je projekt navazující na téma termografie, který umožňuje výpůjčky technologického vybavení přímo do škol.

5.2 Vzdělávací program k tématu paprskové optiky

Při přípravě vzdělávacích programů určených pro školní skupiny, je dbáno na zajištění aktivního přístupu žáků k dané problematice. Výuka v science centrech je charakteristická využíváním mnoha aktivizujících metod a forem výuky. Mějme však na paměti, že nemůžeme zcela jasně říci, která didaktická metoda je aktivizující a která nikoliv. Vždy záleží na mnoha okolnostech, které určují, zda za pomoci určité metody dosáhneme kýženého cíle, ale určité didaktické metody můžeme označit za metody s vyšším aktivizačním potenciálem (Horák, 1991). Za ucelený soubor metod a forem výuky, který klade vysoký důraz na aktivizaci žáků, lze považovat badatelsky orientovanou výuku, na kterou nahlížíme jako na pojetí výuky, které nachází odraz ve všech jejích složkách, nejen v oblasti metod výuky, z čehož vyplývá, že badatelsky orientovaná výuka je více nežli metoda (Dostál, 2015). Na základě uvedeného můžeme badatelsky orientovanou výuku charakterizovat dle Dostála (2015) jako činnost učitele a žáka zaměřenou na rozvoj vědomostí, dovedností a postojů na základě aktivního a relativně samostatného poznávání skutečnosti žákem, kterou se sám učí objevovat a objevuje.

V rámci fyzikální expozice zaměřené především na optiku a astronomii vznikl vzdělávací program na téma čočky. Program je koncipován jako výuková jednotka o délce 45 minut určená pro maximálně 15 žáků. V úvodu se žáci stručně seznámí s cílem a obsahem programu a ihned začnou s výrobou želatinových optických prvků. Během doby, kdy optické prvky tuhnou v chladničce, lektor seznámí žáky se základními pojmy z oblasti paprskové optiky a nastíní, jaké jevy budou žáci zkoumat s využitím vyrobených optických prvků. Pozorování fyzikálních jevů je však předmětem vlastního bádání žáků, kteří během experimentování popíší pozorované fyzikální zákonitosti. Cíle vzdělávacího programu jsou tak naplněny díky vlastní aktivitě žáků a lektor vstupuje do výukové jednotky pouze jako facilitátor, který seznámí žáky s dílčími postupy práce. Využitím vyrobených želatinových optických prvků můžeme naplnit další význam badatelsky orientované výuky, který Dostál (2015) uvádí, totiž její stěžejní roli v rozvoji myšlení, tvořivosti a schopnosti řešení problémů. Při návrhu aktivity, která je založena na vlastní výrobě optických prvků, jsem postupoval na základě vlastní zkušenosti z fyzikálního kroužku na základní škole. Vzpomněl jsem si na výrobu čoček, které jsme vyráběli ze želatinového plátu vylitého na plech pomocí kovových vykrajovátek ve tvaru čoček. Při

hledání konkrétního návodu jsem však nenarazil na žádný podrobný popis, týkající se například koncentrace roztoku želatiny. Proto jsem se pustil do výroby optických prvků dle vlastního postupu a na základě vyzkoušených variant jsem vytvořil následující postup výroby (Chváta, 2020).

5.2.1 Výroba a využití želatinových čoček

K výrobě želatinových optických prvků si připravíme sušenou vepřovou želatinu, převařenou vodu, kádinku, skleněnou tyčinku, magnetickou míchačku (není nutností) a formy k odlévání optických prvků. Pro urychlení tuhnutí lze využít chladničku. Z produktů dostupných na trhu se osvědčily želatiny určené pro výrobu vaječné tlačanky, u kterých výrobce deklaruje jejich pevnost a čírost. Použití převařené vody se v praxi ukázalo jako výhodné, protože se snížila pěnovost připravovaného roztoku při jeho míchání. Želatinové optické prvky budeme odlévat z 8% roztoku čiré želatiny. Při použití roztoku o nižší koncentraci může docházet při manipulaci s vyrobenými optickými prvky k odlupování jejich částí nebo dokonce k jejich celkové destrukci. Naopak při použití roztoku vyšší koncentrace dochází k nežádoucímu zakalení optických prvků, kdy se čirý roztok želatiny mění v roztok se žlutavým nádechem. Na přípravu 100 g roztoku tak použijeme 8 g sušené želatiny a 92 g převařené vody. Převařenou vodu zahřejeme na 60 °C a za stálého míchání přisypeme sušenou želatinu a vymícháme roztok čiré želatiny. Teplota 60 °C zajišťuje dobrou rozpustnost želatiny, ale zároveň umožní rychlejší vychladnutí roztoku. Zde je třeba se rozhodnout na základě časových možností, zda si roztok čiré želatiny připravíme předem nebo společně se žáky. Pokud se rozhodneme roztok připravit předem, tak při zahájení práce se žáky udržujeme roztok želatiny při teplotě cca 32 °C, čímž zajistíme co nejrychlejší tuhnutí roztoku. Mějme však na paměti, že teplota roztoku by neměla klesnout pod 30 °C, protože v roztoku se pak začnou vytvářet hrudky a celý roztok se začne měnit v želé. K udržení stálé teploty roztoku lze využít magnetickou míchačku, která zaručí stálé míchání a prohřívání roztoku na stanovenou teplotu. Připravený roztok čiré želatiny nalejeme do připravených forem a formy umístíme do chladničky. Pokud naléváme roztok o teplotě přibližně 32 °C, tak vyrobené čočky můžeme vyjmout z forem přibližně za 15 minut.

K odlévání optických prvků se jako nejvhodnější varianta ukázalo využití plastových forem vyrobených technologií 3D tisku (obrázek 43 a 44). Formy pro výrobu spojné a rozptylné čočky byly navrženy tak, aby ohnisková vzdálenost čoček činila

přibližně 7 cm. Výhodou plastových forem z 3D tisku je jejich levná a rychlá výroba a navíc je lze snadno opracovat. Vnitřní plochy forem je vhodné před použitím začistit velmi jemným smirkovým papírem, čímž zvýšíme jakost lámavých ploch vyrobených čoček. Vyjmout vytvořenou čočku z plastové formy lze velmi snadno, ale pro zcela bezproblémové vytažení lze vnitřní plochy formy lehce potřít technickým univerzálním olejem. Právě povrch čoček bez nerovností umožní průchod laserového paprsku s co nejnižším povrchovým rozptylem. Pro snadnou manipulaci s vyrobenými čočkami je vhodné umístit mezi formu a její dno tvrdý papír, na kterém bude výsledná čočka umístěna.



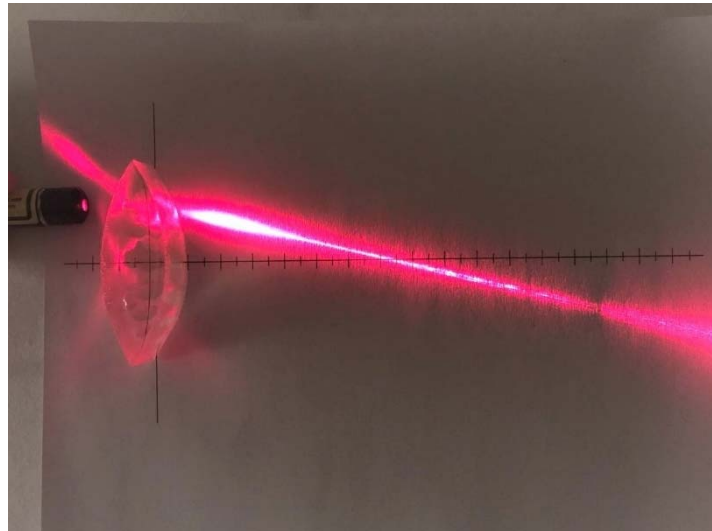
Obrázek 43: Rozložené plastové formy z 3D tiskárny.



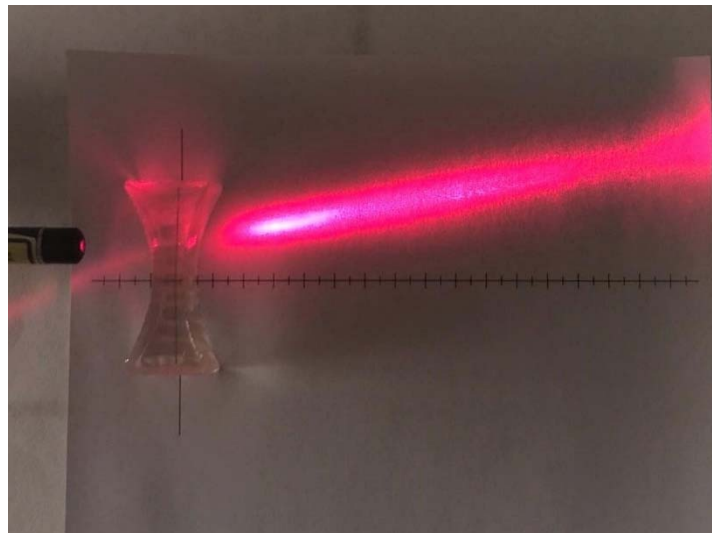
Obrázek 44: Složené plastové formy naplněné želatinou.

Vyrobené optické prvky lze použít k experimentům, na základě kterých žáci popíší fyzikální zákonitosti platné pro průchod světelného paprsku spojnou nebo

rozptylnou čočkou. Při výrobě čoček bychom měli dbát na to, aby ve skupině byly rovnoměrně zastoupeny oba typy čoček. To zajistíme například prací ve dvojicích. Žáci ve dvojicích pak mohou zkoumat, při použití laserového ukazovátka a vyrobených čoček, průchod světelného paprsku spojnou (obrázek 45) a rozptylnou čočkou (obrázek 46). Čočky mohou též přikládat k sobě a sledovat průchod paprsku přes spojnou a rozptylnou čočku o stejné optické mohutnosti.



Obrázek 45: Průchod světelného paprsku spojnou čočkou.



Obrázek 46: Průchod světelného paprsku rozptylnou čočkou.

Technologie 3D tisku umožňuje vytvářet velké množství různých forem, díky nimž získáme čočky různých rozměrů. Žáci tak mohou zkoumat průchod světelného paprsku čočkou v závislosti na jejích parametrech. Přimícháním cukru do želatinového roztoku docílíme změny indexu lomu světla. Můžeme tak vyrábět čočky o různých indexech lomu světla, aniž by došlo k jejich zakalení. Všechny tyto experimenty

přispívají k tomu, že žáci dokážou kvalitativně popsat průchod světelného paprsku čočkou na základě vlastních pozorování a objevů. Popsané možnosti využití vyrobených optických prvků jsou základním výčtem experimentů, které lze s žáky realizovat. Všechny experimenty by měly být realizovány přímo žáky za pouhého dohledu lektora nebo učitele, tak aby žáci pomocí experimentů sami popsali fyzikální zákonitosti platné pro průchod světelného paprsku optickými prvky, čímž podpoříme jejich tvořivé myšlení. Díky dynamicky se rozvíjejícímu odvětví 3D tisku je možné vytvářet další formy pro výrobu optických prvků a neomezovat se tak pouze na výrobu čoček. Je však důležité stanovit si cíle, kterých chceme dosáhnout, a objektivně zhodnotit časovou náročnost výuky. Všechny výše popsané náměty na experimenty rozhodně nelze realizovat během jedné vyučovací hodiny. V rámci jednoho vzdělávacího programu v science centru, který trvá 45 minut, žáci pracují s čočkami o stejné optické mohutnosti, které jsou vyrobené ze stejného roztoku. Rozšíření aktivit by vyžadovalo vyšší časovou náročnost. Bez předchozích zkušeností lze popsané aktivity realizovat ideálně ve cvičeních nebo kroužku s vyšší časovou dotací. Zvolený přístup představuje také zajímavou inspiraci pro učitele, kteří často trpí nedostatečným vybavením školních učeben a laboratoří. Mohou tak inovovat obsah vyučovacích hodin a k demonstraci fyzikálních jevů využít vlastnoručně vyrobené vybavení, což umožní praktičtější přístup a také zvýší zaujetí žáků pro dané učivo.

5.2.2 Dotazníkové šetření rozvoje znalostí žáků

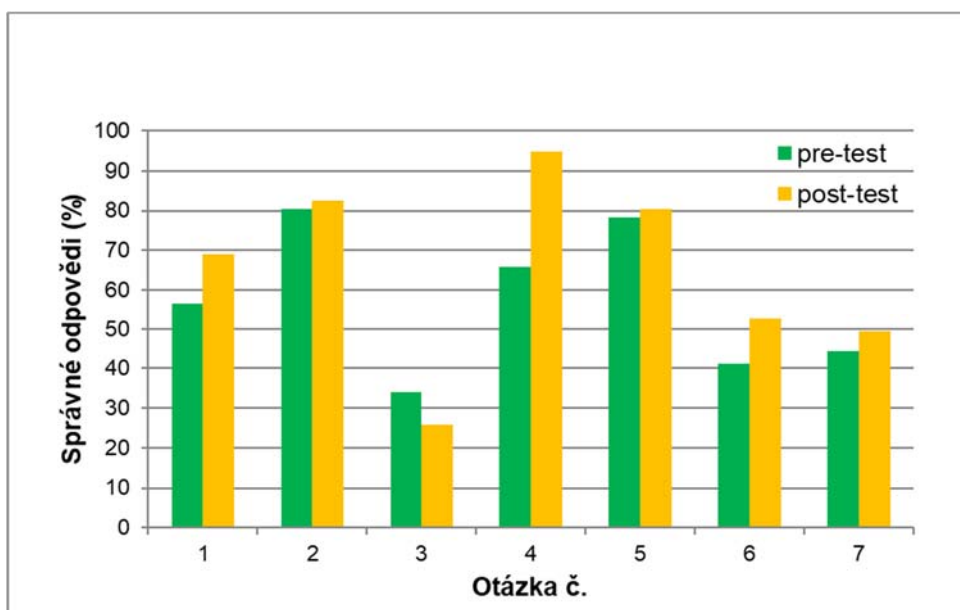
Samotná výroba čoček umožňuje žákům rozvíjet jejich manuální zručnost, která je při realizaci experimentů v přírodovědných a zejména technických oborech žádoucí vlastností. Nutno podotknout, že samotná výroba optických prvků je pro žáky určitým emočním zážitkem. Dle Dostála (2015) je pro badatelsky orientovanou výuku charakteristické, že emoce jsou úzce navázané na učivo, což by mohlo pozitivněji působit na trvalejší zapamatování si nových poznatků a osvojení si nových dovedností a postojů žáky. Pokud budeme vycházet z tohoto tvrzení, tak lze předpokládat, že žáci, absolvující vzdělávací program založený na principu badatelsky orientované výuky, budou vykazovat vyšší úspěšnost ve vzdělávacím procesu než žáci, kteří absolvují frontální výuku bez využití aktivizujících metod a forem výuky. Tento předpoklad byl předmětem zkoumání v rámci výzkumu, který byl realizován na začátku roku 2019 v olomouckém science centru a dvou olomouckých základních školách.

Další motivací pro výběr tohoto tématu byla také skutečnost, že existuje málo výzkumů týkajících se vlivu mimoškolního vzdělávání na žáky. Tyto studie se navíc z velké části zabývají popisem motivací a zájmů osob navštěvujících instituce neformálního vzdělávání a nesrovnávají vliv formálního a neformálního vzdělávání (Monzack & Petersen, 2011). Shaby a kol. (2017) uvádí, že ačkoliv se většina dosavadního výzkumu v oblasti vzdělávání zaměřovala na učení, které probíhá ve škole, rozšiřuje se povědomí o tom, že učení v oblasti přírodních věd, technologií, inženýrství a matematiky (STEM) se uskutečňuje v širším kontextu zahrnujícím muzea, mimoškolní programy, internet a dalších média, jakož i domácí učení v rodině. Studie zabývající se analýzou dopadu učení ve formálním prostředí jsou mnohem četnější ve srovnání s výzkumem dopadů učení v neformálním prostředí (Osborne & Dillon, 2007). Přestože se mimoškolní vzdělávání v science centrech postupně začleňuje do vzdělávacího systému, návštěva science center je stále často založena na iniciativě škol, respektive učitelů (Henriksson, 2018). To může být způsobeno dosud nevyjasněným vlivem mimoškolního vzdělávání v science centrech na školní výsledky žáků. Cílem výzkumu bylo zjistit, zda neformální vzdělávání přináší odlišné kvantitativní výsledky v úspěšnosti žáků ve srovnání s formálním vzděláváním.

Výsledky dotazníkového šetření nezohledňují genderovou a věkovou různorodost žáků ani typ školy, kterou navštěvují. Šetření se zúčastnilo 203 žáků druhého stupně základních škol a proběhlo formou testu (příloha 3) zadaného před vzdělávací jednotkou (dále jen „pre-test“), zabývající se tématem paprskové optiky, a ihned po jejím skončení (dále jen „post-test“). Z uvedeného počtu se zúčastnilo 106 žáků výuky v science centru a 97 žáků výuky ve škole. Žáci testovaní v science centru navštěvovali jinou základní školu než žáci testovaní ve škole a téma paprskové optiky bylo pro všechny žáky novým učivem. Počet žáků ve skupině navštěvující science centrum byl vždy menší než šestnáct žáků, protože celá třída byla rozdělena na dvě skupiny. Šetření ve školách bylo realizováno ve čtyřech třídách základních škol a počet žáků ve skupině odpovídal celému třídnímu kolektivu. Lektor, respektive učitel rozdál dotazníky před začátkem výuky a ihned po jejím skončení. Žáci anonymně vyplnili své osobní údaje a odpověděli na sedm základních otázek týkajících se tématu.

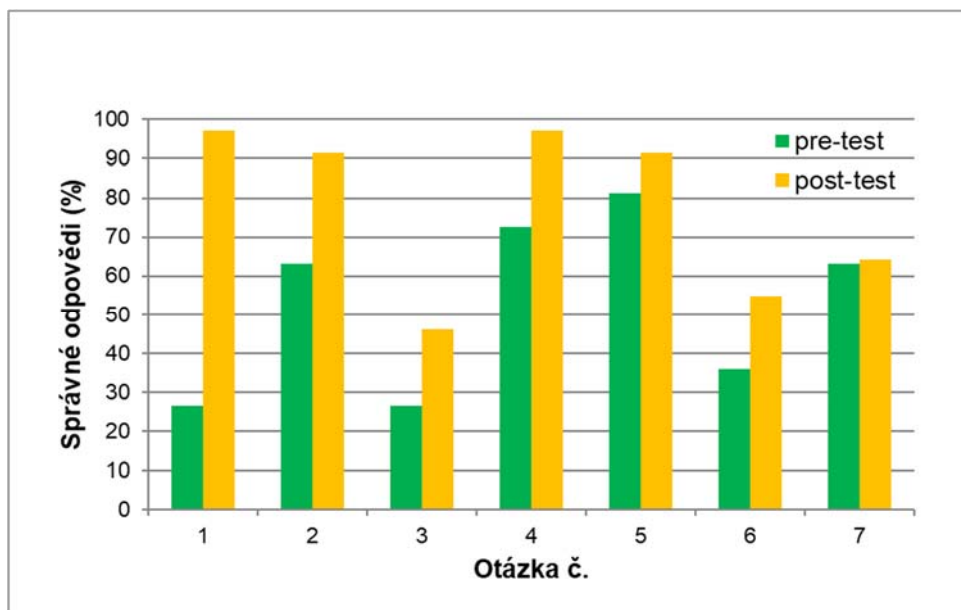
5.2.3 Výsledky dotazníkového šetření

Pro vyhodnocení úspěšnosti v testech byla zvolena metoda porovnání procentuálního zastoupení správných a špatných odpovědí na jednotlivé otázky. Na obrázku 47 jsou zobrazeny výsledky žáků, kteří absolvovali výuku ve škole. V případě většiny otázek je u post-testu patrný nárůst procentuálního zastoupení správných odpovědí ve srovnání s pre-testem, nejvíce u otázky číslo čtyři. Avšak u otázky číslo tři došlo k poklesu procentuálního zastoupení správných odpovědí.



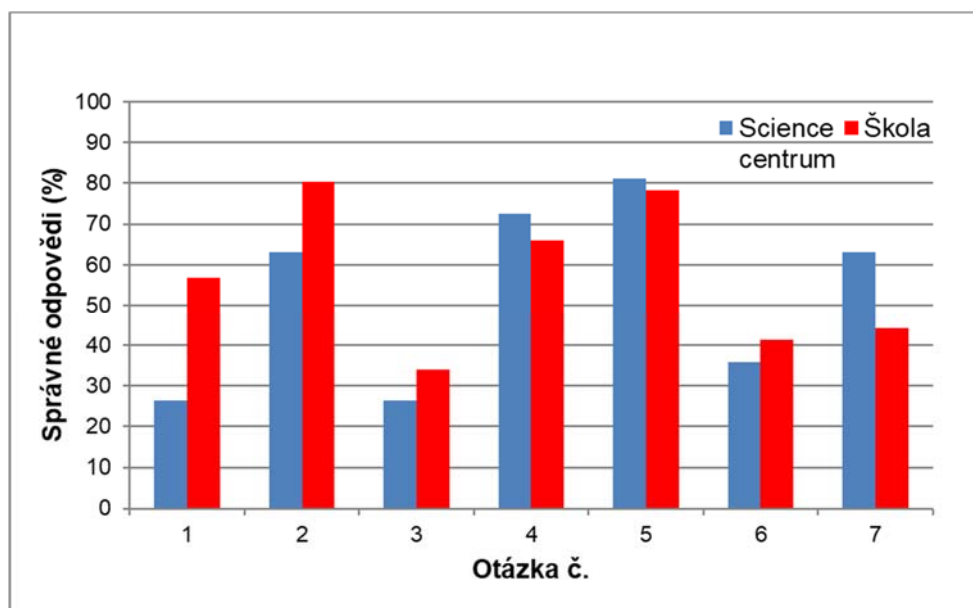
Obrázek 47: Výsledky šetření ve škole (N=97).

Na obrázku 48 jsou zobrazeny výsledky žáků, kteří absolvovali vzdělávací program v olomouckém science centru. V případě všech otázek došlo u post-testu k nárůstu procentuálního zastoupení správných odpovědí ve srovnání s pre-testem. V případě první, druhé a čtvrté otázky k nárůstu poměrně výraznému.



Obrázek 48: Výsledky šetření v science centru (N=106).

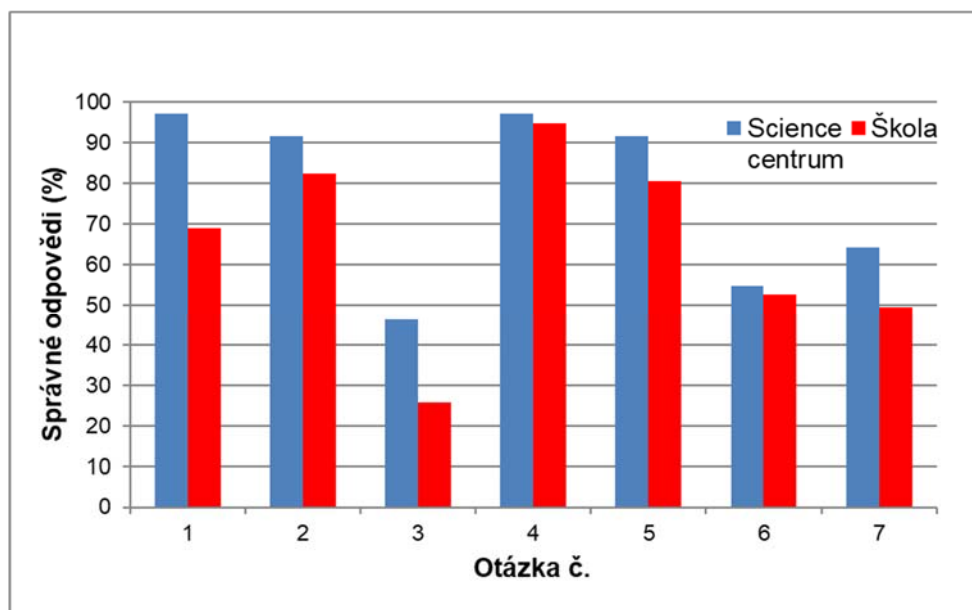
Pro obě skupiny žáků platí, že odpovídat na otázku číslo tři pro ně bylo poměrně složité. Je to pravděpodobně dáno zejména složitou větnou konstrukcí otázky a v dalším výzkumu by bylo vhodné otázku přeformulovat.



Obrázek 49: Výsledky pre-testu (N=203).

Obrázek 49 zobrazuje procentuální zastoupení správných odpovědí u jednotlivých otázek v pre-testu a srovnává skupinu žáků ze školy a ze science centra. Z dat je patrné, že žáci ze školy byli výrazně úspěšnější v odpovědích na otázku číslo jedna a dvě. Naopak v odpovědích na otázku číslo sedm byli žáci ze science centra úspěšnější než žáci ze

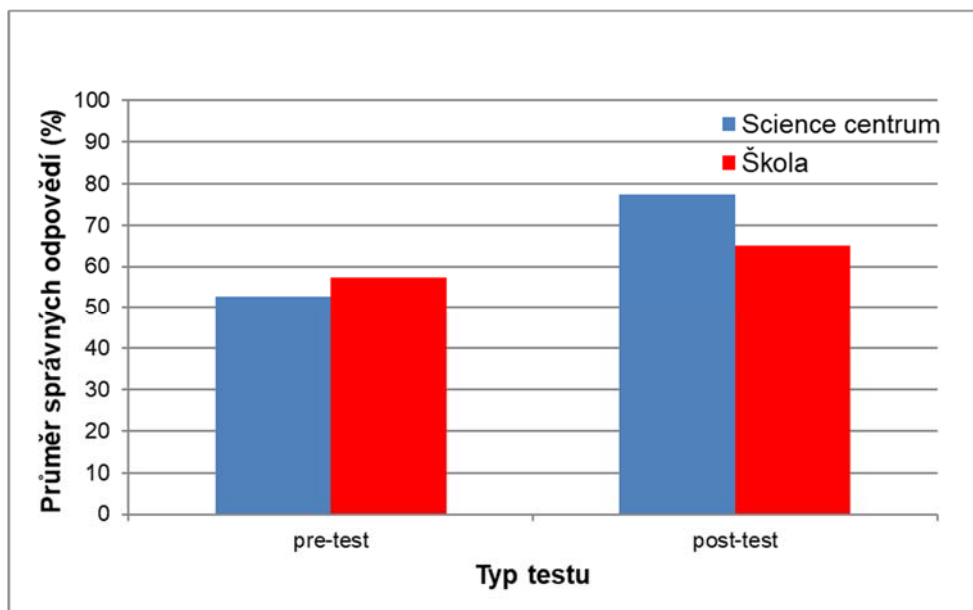
školy. V odpovědích na otázky číslo tři až šest byli žáci z obou skupin v úspěšnosti odpovědi srovnatelní. O téměř stejné úspěšnosti můžeme hovořit u otázky číslo pět.



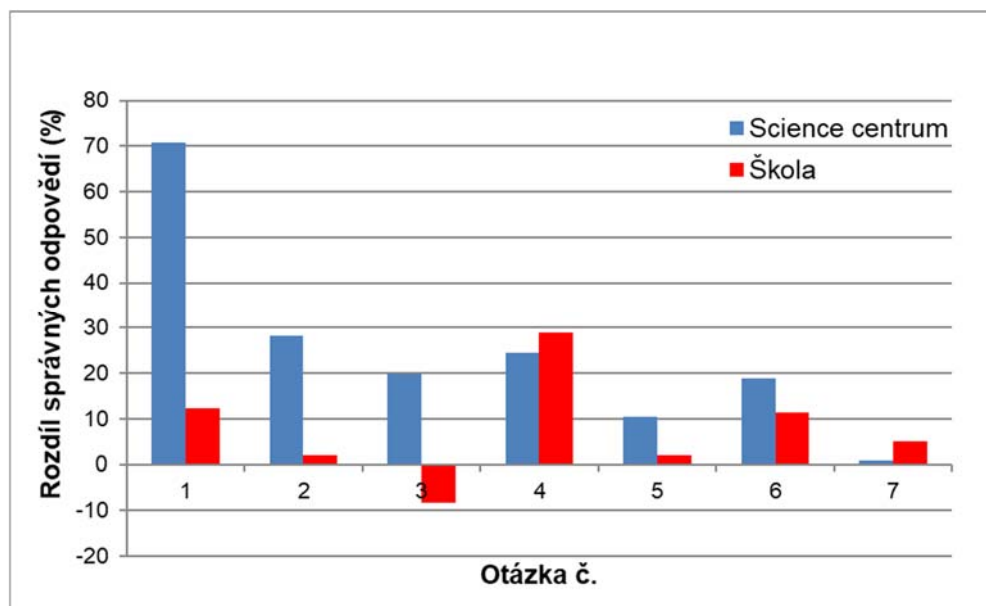
Obrázek 50: Výsledky post-testu (N=203).

Obrázek 50 zobrazuje procentuální zastoupení správných odpovědí u jednotlivých otázek v post-testu a srovnává skupinu žáků ze školy a ze science centra. Z dat je patrné, že žáci ze science centra byli v odpovědích na všechny otázky úspěšnější než žáci ze školní skupiny.

Srovnáme-li celkové procentuální zastoupení správných odpovědí v pre-testu a post-testu, pak celkové výsledky zobrazuje obrázek 51. Z něj je patrné, že v pre-testu byli celkově úspěšnější žáci ze školní skupiny, ale rozdíl mezi skupinami není příliš výrazný. Naopak v post-testu byli úspěšnější žáci ze science centra a rozdíl mezi skupinami je výraznější.



Obrázek 51: Celkové výsledky šetření (N=203).



Obrázek 52: Srovnání procentuálního zastoupení správných odpovědí v testech (N=203).

Obrázek 52 zobrazuje rozdíl procentuálního zastoupení správných odpovědí v pre-testu a post-testu. Z těchto dat vyplývá, že u skupiny žáků ze science centra došlo k nárůstu procentuálního zastoupení správných odpovědí v post-testu ve všech testovaných otázkách. U skupiny žáků ze školy došlo u otázky číslo tři k poklesu procentuálního zastoupení správných odpovědí v post-testu. To přisuzují již zmíněné složité větné konstrukci otázky. Z dat je také patrné, že u skupiny žáků ze science centra došlo u většiny otázek k výraznějšímu nárůstu procentuálního zastoupení správných odpovědí v post-testu ve srovnání se skupinou žáků ze školy.

Pro nastínění rozdílného dopadu formální a neformální výuky na žáky můžeme využít souhrnných výsledků popisujících úspěšnost žáků v pre-testu a post-testu v závislosti na místě realizace výuky (obrázek 51). V případě pre-testu byli žáci testovaní v science centru méně úspěšní než žáci testovaní ve škole. V případě post-testu se situace zcela obrátila a žáci testovaní v science centru vykazovali vyšší úspěšnost při řešení otázek než žáci testovaní ve škole. Na základě těchto výsledků má smysl uvažovat nad kladnými dopady výuky žáků v science centrech a další výzkum směřovat zejména k nalezení odpovědí, proč tomu tak je. Předpokládám, že vzdělávací programy pro žáky, založené na praktických aktivitách a badatelsky orientované výuce, vzbuzují v žácích větší zájem o řešenou problematiku. Výhodou je jistě také změna stereotypního prostředí škol za výrazně podnětnější prostředí science centra.

5.2.4 Přínos dotazníkového šetření

Přínos tohoto šetření je velmi limitován přístupem k testování. Z počátku bylo toto šetření koncipováno jako předvýzkum rozsáhlejší studie orientované na hodnocení výuky v science centrech ve srovnání s výukou ve škole. Tento výzkum však již nebyl realizován, důvody uvádím v úvodu práce. K výsledkům šetření je tak třeba přistupovat jako ke vstupním hypotézám pro další výzkum, i vzhledem k tomu, že v rámci zpracování výsledků nebyla provedena statistická analýza.

Obecně lze říci, že úspěšnost žáků v post-testu je v případě výuky v science centrech vyšší (Chvátal a kol., 2021). Otázkou zůstává, zda se na konečných výsledcích nějakým způsobem podílela změna prostředí, osobnost lektora nebo menší počet žáků ve skupině. Následující výzkum by měl zohlednit různorodost testované skupiny nebo vliv věku žáků na výsledky šetření. Důležitou oblastí by měla být také analýza předchozí zkušenosti žáků s tématem, tuto informaci by měl poskytnout učitel ze školy. Výsledky tohoto šetření by neměly vytvářet dojem, že výuka ve formálním prostředí selhává. Výsledky mohly být ovlivněny nevhodnou volbou výukových forem a metod při školní výuce a negativně tak ovlivnit výsledky žáků testovaných ve škole. Vzhledem k tomu, že mezi žáky neexistuje vazba na společného vyučujícího, vstupuje do výsledků další aspekt, a to samotná role učitele, jeho osobnostní rysy nebo přístup k žákům. Pro důsledný popis dopadů neformálního vzdělávání v science centrech je tak důležité propojit výsledky testování žáků s dotazníkovým šetřením mezi učiteli, které by se mělo soustředit na popis průběhu výuky ve škole, ale i v science centru.

5.3 Využití sdílených termokamer ve výuce

Pro stávající i budoucí učitele, vychovatele či lektory nebo další pedagogické pracovníky představují science centra inkubátor nových nápadů a přístupů ke vzdělávání, které mohou zajistit rozvoj celé vzdělávací soustavy (Krčmová & Chvátal, 2020). V případě, že téma termografie zařadíme mezi kritická a dynamická místa kurikula, je jistě vhodné poskytnout školám způsoby, jak se s tímto tématem v rámci výuky efektivně vypořádat. Termokamery jsou dnes běžně využívány v mnoha odvětvích lidských činností, a díky možnosti názorné vizualizace nejen fyzikálních jevů skrývají potenciál pro využití ve výuce. Jako doplněk k tradičnímu vzdělávání mohou sloužit vzdělávací programy zaměřené na termografii, které poskytují instituce neformálního vzdělávání, například science centra. V science centrech jsou často termokamery nedílnou součástí expozic, a to ve formě kamer pevně zabudovaných do větších exponátů. Díky tomu jsou termokamery chráněny před poškozením, ale zároveň je uživatel prostorově omezován. V případě práce se školními skupinami je však potřeba vzít kameru do rukou a mít tak možnost se s ní pohybovat a různě měnit úhly pozorování. Rozšiřuje se tak spektrum experimentů, které mohou žáci realizovat a na základě vlastní zkušenosti pak definovat získané poznatky. V Pevnosti poznání jsou k dispozici mobilní termokamery, které se využívají při vzdělávacích programech pro školní skupiny, ale také při víkendových workshopech pro širokou veřejnost, během kterých doplňují bádání v chemické laboratoři.

Další možností, jak podpořit vzdělávání v této oblasti, je poskytnout školám termokamery, které jsou snadno ovladatelné a mohou být využívány ve více předmětech. Zůstává však otázkou, jak efektivní je jejich využívání v průběhu celého roku. Je jistě zbytečné, aby termokamery využívané pár dní v roce ležely po zbytek školního roku uložené ve skříni. Sdílení termokamer mezi školami a dalšími vzdělávacími institucemi se proto jeví jako efektivní řešení, které umožňuje maximální využití těchto drahých pomůcek po celý rok (Chvátal a kol., 2022).

Výzkumný tým z centra Nové technologie při Západočeské univerzitě v Plzni vyvinul speciálně upravenou termovizní kameru, která je finančně přístupná a jednoduchá na obsluhu. Základem termokamer je velký dotykový 7" displej, který umožní nejen měření, ale i vyhodnocení experimentů. Termovizní čip měří ze vzdálenosti od 5 cm a měřicí teplotní rozsah je od -10 °C do 400 °C. Rozlišení kamery je 160 × 120 pixelů a

výdrž baterie minimálně 5 hodin. Všechny díly jsou zasazené do konstrukce vyrobené na 3D tiskárně. Robustní konstrukce s úchopy umožňuje pracovat nejen v lavici, ale také při pohybu. Software kamery je velmi intuitivní a umožňuje různě analyzovat data přímo při práci s kamerou. V případě potřeby lze obraz z termokamery přenášet přes síťový kabel na tabuli či do online prostředí.

Kamery se staly součástí vzdělávacího projektu **LabIR Edu – Termovize do škol**, kde jsou nabízeny školám k vypůjčení. Projekt má za cíl inspirovat mladé lidi k zájmu o vědu a technologie a motivovat je k dalšímu vzdělávání. Tým organizuje pro školy projektové dny a pro pedagogy workshopy, jak termovizní kamery využívat ve výuce. Společně s učiteli vyvíjí didaktické materiály a návody k experimentům, které jsou dostupné na webu edu.labir.cz a jsou zaměřené na přírodovědné a technické obory. Spolupráce s regionálními partnery umožnila vytvoření distribučních center, prostřednictvím kterých mohou učitelé získat termokamery pro výuku bez jakýchkoli poplatků. Takovým centrem se stala i olomoucká Pevnost poznání, která zajišťuje distribuci termokamer mezi učitele, realizuje pro ně workshopy a zaměstnanci science centra dále rozšiřují databázi námětů pro využití termokamer.

Samotné téma termografie není součástí kurikula, ale do výuky lze témata spjatá s termografií zařadit. Na základě nevyjasněné terminologie a konceptuální obtížnosti tématu je však výuka náročná pro učitele i žáky (Yeo & Zadnik, 2001). Absence vhodného technologického vybavení tento problém prohlubuje. Využití atraktivní vizuální pomůcky však může výuku usnadnit a také žákům zprostředkovat témata jako je přístrojové měření nebo záznam hodnot do grafů. Termokamery také umožňují vizualizovat abstraktní koncepty, jakými jsou například tepelné záření, teplo a teplota (Haglund a kol., 2015) a díky tomu výuku zatraktivnit. Mezi nejoblíbenější témata demonstrována učiteli pomocí termokamer tak patří změna vnitřní energie, tepelná propustnost materiálů, vedení tepla, změna skupenství nebo emisivita a odrazivost materiálů (Chvátal a kol., 2022).

5.3.1 Zpětná vazba od učitelů

V reakcích na projekt LabIR Edu se objevuje pozitivní ohlas od pedagogů zejména na úvodní semináře o využití termokamer ve výuce, které vedou zkušení lektori. Tito pedagogové hodnotí semináře jako velmi prospěšné, neboť jim umožňují rychle se

seznámit s jednoduchým ovládním těchto přístrojů. To pomáhá překonat počáteční nejistotu ve využívání nové technologie a nabízí možnost praktického nácviku experimentů, které lze následně aplikovat v hodinách. Entuziasmus lektorů a prezentace nového nástroje působí na pedagogy motivujícím dojmem. Termokamery jsou integrovány do výuky skrze interdisciplinární témata, jako jsou endotermické a exotermické reakce, elektrické obvody, úniky tepla, skupenské přeměny nebo vliv vegetace na mikroklima.

Z pořádání projektových dnů pro žáky základních a středních škol vyplývá, že termokamery dokážou zaujmout i ty studenty, kteří neexcelují ve fyzice. Stimuluje je možnost prakticky pracovat s moderním přístrojem a řešit s ním výzkumné úkoly, i bez hlubokých předchozích znalostí. Někteří se navíc aktivně zajímají o práci s přidruženým softwarem a přicházejí s vlastními nápady. Diskuze, kterou využití termokamery vyvolává mezi žáky a mezi žáky a učiteli, přispívá k lepšímu pochopení složitých témat a je považována za cenný prvek ve výuce.

V současnosti jsou termokamery vypůjčitelné v jedenácti regionálních centrech a zájem ze strany učitelů je enormní. Při pohledu do objednávkových systémů je zřejmé, že je nutností plánovat výpůjčku s velkým předstihem. Celý tento projekt je příkladem úzké a vzájemné spolupráce mezi výzkumným týmem, science centrem a školami, vedoucí k transferu nových technologií přímo do výuky.

6 SPOLUPRÁCE S AKADEMICKOU SFÉROU

6.1 Praxe a stáže studentů, propojení s přípravou budoucích učitelů

Spolupráce se studenty je jedním ze základních přístupů k zajištění provozu českých science center. Každé science centrum se liší pouze mírou zapojení studentů, která je dána různým poměrem mezi prací tzv. na dohodu a pracovními úvazky. Vzhledem k úzké spolupráci Pevnosti poznání s akademickým prostředím lze předpokládat, že míra zapojení studentů bude nadstandartní. To ostatně potvrzuje i počet aktivních animátorů, který k 1. lednu 2023 činil 170 osob. Participace těchto studentů je dobrovolná a realizují ji ve svém volném čase.

Ve spolupráci s akademiky se však na Univerzitě Palackého v Olomouci podařilo zařadit realizaci vzdělávacích aktivit v institucích neformálního vzdělávání do vysokoškolského kurikula. Mezi tyto předměty patří **KEF/AP Asistentská praxe**, jehož cílem je zapojit studenty učitelství z Přírodovědecké fakulty do organizace výuky ve školách, ale díky inovaci obsahu předmětu se toto zapojení rozšířilo také o participaci na vzdělávacích programech realizovaných v Pevnosti poznání. Předmět **KHI/LP Lektorská praxe** vznikl výhradně za účelem propojení vzdělávacích aktivit Pevnosti poznání s výukou studentů učitelství historie na Filozofické fakultě. Toto jedinečné spojení vyplývá z toho, že v Pevnosti poznání nalezneme unikátní historickou expozici, jejímž cílem je popularizovat vědecké přístupy historického bádání. Předmět **KEF/ISPP Interaktivní seminář v Pevnosti poznání** vznikl za účelem integrace motivačně-vzdělávacího programu Fort Science Academy do vysokoškolského kurikula a studenti tak mohou účastí ve výše popsaném programu splnit náležitosti tohoto předmětu. Mezipředmětovými vazbami a propojováním formálního a neformálního vzdělávání se na základě inovovaného obsahu zabývá také předmět **KEF/FTP Fyzika-technika-příroda**, který vyučují na Katedře experimentální fyziky a jehož cílem je představit studentům učitelství fyziky široké možnosti mezioborového transferu poznatků v rámci stávajících kurikulárních dokumentů.

Ať už volnočasové zapojení studentů učitelství do aktivit science center nebo plnění studijních povinností v těchto institucích významně napomáhá k prohlubování zájmů budoucích učitelů o aktivity institucí neformálního vzdělávání a v budoucnu tento zájem pravděpodobně podpoří propojování formálního a neformálního vzdělávání.

6.2 Univerzitní science centrum

Z výše uvedeného vyplývá, že Pevnost poznání představuje jedinečnou synergii mezi univerzitním prostředím a návštěvnickým centrem. Akademičtí pracovníci se podíleli na samotném vzniku science centra a nadále participují na tvorbě různých vědecko-popularizačních a vzdělávacích formátů. Synergie se projevuje zejména díky robustnímu odbornému zázemí pracovníků kateder a ústavů, kteří se snaží zprostředkovat různá vědecká témata široké veřejnosti. Tato snaha je často podpořena excelentním výzkumem, který se na univerzitě uskutečňuje, ale také snahou vychovávat mladé perspektivní osobnosti se zájmem o obor. Spojení výzkumu s pedagogickou přípravou budoucích učitelů vytváří jedinečné prostředí pro integraci neformálního vzdělávání přímo do vysokoškolské výuky. Vysokoškolští studenti se sami zapojují do chodu science centra a přináší vlastní podněty pro rozvoj obsahové nabídky. Označováni jsou jako animátoři, přičemž tato klasifikace je dále rozdělena na edutainery a lektory. Z hlediska terminologie lze animátory pojímat jako facilitátory, kteří pouze zprostředkovávají zážitky cílové skupině. Animátoři se na chodu centra podílejí ve svém volném čase, a jsou za své služby finančně odměňováni.

Edutainery jsou animátoři specializující se na práci v expozicích, zaměřují se na provádění návštěvníků skrze expozice, avšak jejich přístup není charakterizován jako formální nebo rigidně strukturovaný. Je důležité zdůraznit, že přítomnost edutainera představuje pro návštěvníka volitelný, avšak často preferovaný prvek zážitku. V situaci, kdy návštěvník není schopen samostatně zpracovat informace spojené s konkrétním exponátem, edutainer je připraven poskytnout vysvětlení, přičemž využívá interdisciplinární perspektivu a stimuluje diskusi, jež může vést k prohloubení porozumění tematiky a zvýšení zájmu o danou oblast.

Druhou skupinu animátorů představují lektori, kteří se věnují převážně kreativním a edukačním činnostem. Jejich zodpovědností je organizace a realizace edukačních programů pro různorodé skupiny návštěvníků, s důrazem na adaptaci obsahu v souladu s nejnovějšími poznatky. Aktivity lektorů jsou primárně orientovány na školní kolektivy. Tuto roli zastávají zejména, ale ne výhradně, studenti pedagogických oborů. Přínosem pro studenty je nejen finanční ohodnocení, ale také možnost získat praktické zkušenosti v rámci pedagogické přípravy prostřednictvím spolupráce s pedagogickými kabinety na

jednotlivých fakultách, což jim umožňuje získávání vysokoškolských kreditů za praktickou část vzdělání.

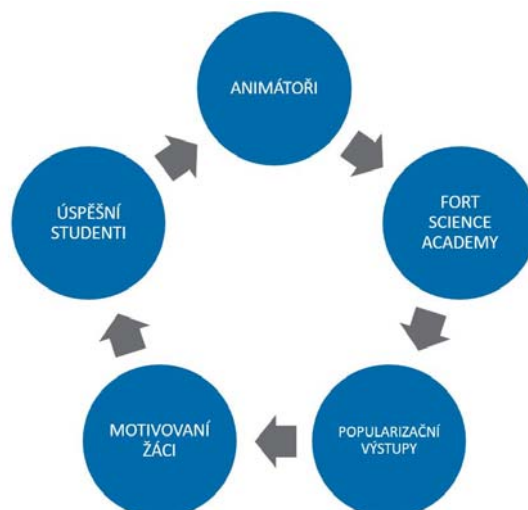
6.3 Program Fort Science Academy

Fort Science Academy představuje motivačně-vzdělávací program Centra popularizace Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, určený studentům a zaměstnancům UP. Program je zaměřený na rozvoj praktické komunikace a popularizace vědy, definuje také systém hodnocení a zpětné vazby. Mezi výstupy programu patří vývoj, realizace a následná reflexe populárně-vědeckých a neformálně-vzdělávacích programů a aktivit pro širokou veřejnost s využitím infrastruktury Pevnosti poznání. Účastníci programu jsou označováni jako kadeti.

Cíle programu je motivovat kadety k osobnímu rozvoji, kreativnímu vyjádření a popularizaci vědy, poskytnout jim prostor k seberealizaci, rozvoji komunikačních schopností, získání mezioborového rozhledu a kariérnímu postupu. Díky praxi v oblasti komunikace vědy dochází ke zlepšení kompetencí kadetů a vytvoření přirozené báze a zázemí pro výzkumnou činnost v oblasti neformálního vzdělávání. Přirozeně tak dochází k rozšiřování programového portfolia a vzdělávací infrastruktury Pevnosti poznání, vedoucí také k podpoře spolupráce a systematizace předávání zkušeností.

Samotná činnost v programu je zcela dobrovolná a její podstatou je přinášet nová témata a prostřednictvím různých formátů je zprostředkovávat veřejnosti. Kadeti tak přichází s vlastním návrhem aktivit, který je třeba obhájit před Radou Fort Science Academy, která je tvořena zaměstnanci jmenovanými ředitelem centra a kadety, které ze svých řad volí samotní účastníci programu. Po schválení záměru kadeti přetváří své nápady pod vedením zkušených koordinátorů v úspěšné vědecko-popularizační a vzdělávací formáty určené pro školní skupiny, ale i širokou veřejnost.

Obecně pak platí, že díky programu dochází k neustálému přínosu nových nápadů a námětů, což vede k neustálému rozvoji instituce. Za téměř desetileté období provozu Pevnosti poznání dochází k pozvolné generační obměně pracovníků science centra a často také k přílivu nových animátorů z řad dřívějších účastníků programů neformálního vzdělávání. Tento koloběh lze ilustrovat schématem na obrázku 53.

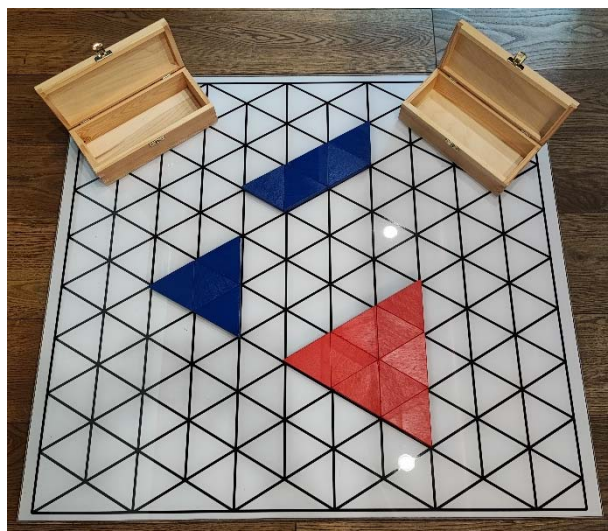


Obrázek 53: Schematické znázornění zapojení žáků a studentů do provozu instituce.

6.4 Výroba exponátů a didaktických pomůcek

Výroba nových exponátů se často realizuje za grantové podpory, ale také na základě spolupráce s partnerskými institucemi, které se mohou široké veřejnosti představit netradiční formou. Zabývají-li se vývojem či výrobou produktů, které lze prezentovat v kontextu vědeckého poznání přímo v science centru, mohou spolupracovat na vývoji a výrobě nového exponátu, který například díky dodávce unikátních komponentů vytvoří jedinečný edukační prvek. Nejčastější je však spolupráce přímo s akademickou obcí. Do přípravy nových exponátů se zapojují nejen vysokoškolští pedagogové, ale také studenti. Příkladem úspěšné spolupráce při přípravě nových didaktických pomůcek se stala spolupráce s doktorkou Janou Slezákovou, která následně vedla ke společnému výzkumnému úsilí v oblasti geometrické představivosti.

Na začátku spolupráce stála myšlenka výroby didaktické pomůcky rozvíjející geometrickou představivost návštěvníků. Cílem didaktické pomůcky nazvané Trojúhelníkové figury (obrázek 54) je snaha vést k tréninku vizuální představivosti a k procvičování motorických dovedností. Pravidelným procvičováním udržení představy ve vědomí si návštěvník zároveň zlepšuje schopnost soustředění, paměť a také rozvíjí své geometrické myšlení (Slezáková, 2021). Význam geometrie a schopnosti geometrického vnímání se odráží v mnoha běžných lidských činnostech a hraje významnou roli v architektuře, umění, geoinformatice, designu a či animaci. Schopnost geometrického vnímání a přidruženého geometrického myšlení lze dále rozvíjet a zdokonalovat.



Obrázek 54: Didaktická pomůcka Trojúhelníkové figury.

Trojúhelníkové figury jsou tvořeny sadou elementárních trojúhelníků opatřených magnety, které umožňují spojovat elementární trojúhelníky do větších celků, výchozích obrazců. Úkolem návštěvníka je přesouvat dílčí skupiny elementárních trojúhelníků tak, aby celkový obrazec tvořil opět rovnostranný trojúhelník. Výchozí obrazce jsou definovány v brožuře a návštěvník se snaží jedním řezem oddělit od výchozího obrazce dílčí skupinu elementárních trojúhelníků, tu přesunout a opětovným připojením k obrazci vytvořit velký rovnostranný trojúhelník (Slezáková, 2022a).

Didaktická pomůcka nabyla úspěchu nejen mezi běžnými návštěvníky science centra, ale také mezi animátory, kteří ji s chutí využívali při realizaci vzdělávacích aktivit pro žáky. To následně vedlo k potřebě analyzovat práci žáků s didaktickou pomůckou a na základě rešerše literatury se problematika ukázala jako oblast vhodná k dalšímu výzkumu. Nutno také zmínit, že v návaznosti na realizaci didaktické pomůcky trojúhelníkové figury vytvořila doktorka Jana Slezáková další didaktické pomůcky, konkrétně Trojúhelníkové puzzle (Slezáková, 2022b) a Trojúhelníkové domino (Slezáková, 2024).

6.5 Výzkum rozvoje geometrické představivosti

Rozvoj prostorové a geometrické představivosti představuje klíčový prvek v procesu vzdělávání. Schopnost prostorové a geometrické představivosti umožňuje lidem analyzovat a řešit rozličné problémy související s uspořádáním objektů v prostoru, což může stimulovat kreativní a inovativní myšlení. Lidé s touto schopností mohou přicházet s jedinečnými nápady a řešeními napříč různými disciplínami. Kultivace individuálních

řešitelských strategií vede k lepšímu chápání geometrických principů a k hledání vlastních technik řešení zajistí lepší pochopení geometrických pojmů a vztahů. Tato myšlenka vedla k tomu, abychom se pokusili pochopit strategie řešení geometrických úloh bez výpočtů. Současný výzkum zdůrazňuje souvislost mezi geometrickým myšlením a vizuálním vnímáním. Výzkum v této oblasti ukazuje na zaměření na otázky související s tím, co může mít vliv na neschopnost žáka "vidět" v geometrii a jak to napravit.

Strategiemi řešení geometrických úloh bez použití výpočtu se ve své studii zabývali (Vondrová & Divišová, 2013). Autorky zkoumaly, jestli strategie řešení předložených úloh jsou příbuzné věku. Zjišťovaly, jakým způsobem jsou upřednostňované strategie výpočtu na rozdíl od strategií geometrických. Ve své studii došly k závěru, že je nutné více zkoumat strategie řešení, aby se zjistilo, co u žáků ovlivňuje jejich schopnost „vidět“ v geometrii. Schindler a Lilienthal (2019) ve své studii uvádí, že eye-tracking je vhodným nástrojem pro využití v geometrii. Jsou přesvědčeni, že na co se lidé zaměřují, úzce souvisí s tím, co ve své mysli zpracovávají. Ve svém experimentu se zaměřili na žáky, kteří se zajímají o matematiku. Studenti řešili jednu planimetrickou úlohu, která byla založena na více možných způsobech řešení. Dospěli k závěru, že analýza pohybu očí může ovlivnit mentální procesy testované osoby. Identifikovali pět mentálních procesů odpovídajících vzorci pohybu očí při pohledu tam a zpět mezi dvěma vrcholy pravidelného šestiúhelníku. Lee a Wu (2018) se ve své studii zaměřili na čtení geometrického textu za pomoci eye-trackingu. Jednalo se o ilustrovaný popis. Cílem experimentu bylo zjistit, jakým způsobem vysokoškolští studenti, kteří nestudovali matematiku, čtou ilustrované geometrické texty. Výsledek experimentu ukázal, že většina studentů při čtení začíná textem a teprve pak se podívá na obrázek. Také časové omezení řešení nebo větší množství informací může způsobit velkou kognitivní zátěž, a tím tak ovlivnit čtenářův výkon. Uygun a kol. (2022) použili eye-tracking ke zkoumání chybných geometrických představ žáků a uvádějí, že pomocí eye-trackingu je možné ilustrovat, jak účastníci přemýšlejí o řešení testových úloh a jaké strategie volí. V práci Barana a kol. (2007) autoři použili eye-tracking k analýze přístupu k řešení digitálních tangramů a dospěli k závěru, že účastníci měli tendenci volit různé strategie při řešení úloh s různou úrovní obtížnosti. Uvádějí také, že v případech, kdy se zvyšuje úroveň složitosti, je ovlivněn proces řešení problému a zvyšuje se i počet fixací, doba trvání dokončení úlohy a počet přechodů.

6.5.1 Výzkumná otázka

Výzkum se zaměřil na identifikaci vybraných řešitelských strategií pomocí eye-trackingu. Strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu zahrnují racionální myšlení a hodnocení, které využívá logiku a analýzu a jsou založeny na dobře rozvinuté geometrické představivosti, logice a manipulaci s geometrickými obrazci. Byly vytvořeny skupiny respondentů se stejnou strategií řešení a zjišťováno, zda existuje vztah mezi zvolenou strategií řešení a úspěšností. Vizualizaci různých scénářů řešení umožňuje již zmíněná představivost. K analýze geometrické představivosti v rovině byl použit nestandardizovaný didaktický test, který podporuje rozvoj vizuální paměti a umožňuje rozvíjet schopnost určit nové zobrazení objektu po jeho transformaci v rovině (Slezáková, 2011). Ve studii byla použita modifikovaná verze testu použitá v rámci předběžného výzkumu a úlohy byly seřazeny podle obtížnosti na základě výsledků předvýzkumu.

Výzkumnou otázku lze formulovat takto: **Jak ovlivňuje pořadí geometrických úloh vizuální pozornost a jak souvisí strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu s úspěšností, rychlostí řešení a rozdíly mezi pohlavími?** A v návaznosti na ni lze doplnit čtyři výzkumné hypotézy:

H1: Nejvyšší vizuální pozornost bude zaznamenána při řešení v pořadí poslední geometrické úlohy.

H2: Strategie řešení geometrické úlohy bez výpočtu a úspěšnost řešení geometrické úlohy spolu korelují.

H3: Strategie řešení geometrické úlohy bez výpočtu a rychlost řešení geometrické úlohy spolu korelují.

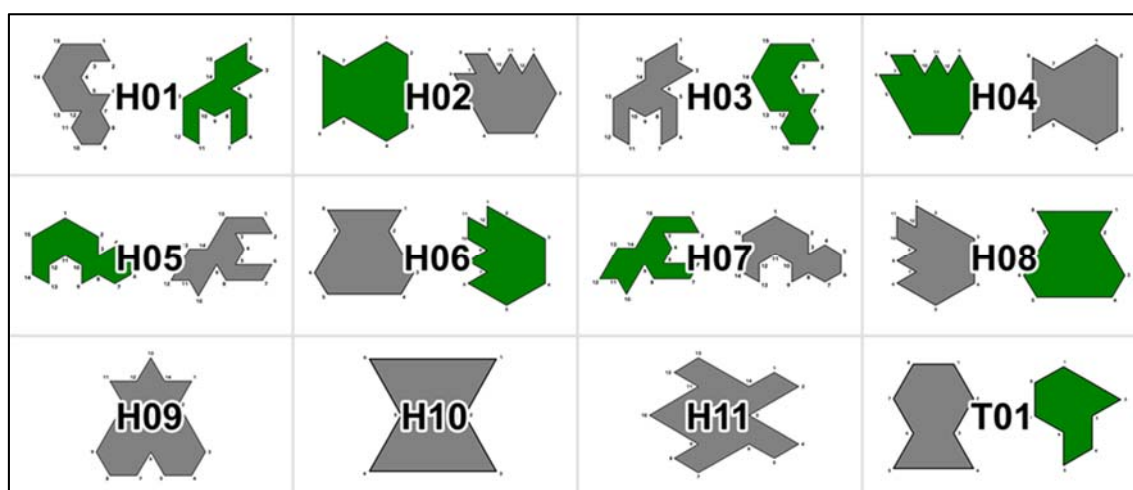
H4: Úspěšnost řešení geometrické úlohy bez výpočtu není závislá na pohlaví.

6.5.2 Metodologie výzkumu

Výzkumné šetření se uskutečnilo v Pevnosti poznání v létě 2021 v době, kdy se pořádaly intenzivní jednotýdenní příměstské tábory. Jednalo se o dobu těsně po ukončení epidemických omezení. Zajistili jsme tak heterogenní skupinu žáků různého věku, pohlaví a z různých typů škol. Výzkumu se zúčastnilo celkem 53 žáků ve věku 11 až 14 let. Devítibodová kalibrace byla provedena v programu GazePoint Analysis, který bohužel neumožňuje zobrazit její výsledek v číselné podobě. Místo toho byla data kontrolována vizuálně, a to jak během samotné kalibrace, tak během následného zpracování dat v

programu OGAMA. Kvůli nedostatečné kvalitě kalibrace bylo vyřazeno osm respondentů, jejichž data byla pro analýzu nepoužitelná. Výzkumný testovací vzorek činil celkem 45 žáků, z toho 25 dívek a 20 chlapců. Z uvedeného počtu bylo 24 žáků ve věku 11 let, 13 žáků ve věku 12 let, 6 žáků ve věku 13 let a 2 žáci ve věku 14 let. Z uvedeného počtu osm žáků navštěvovalo víceleté gymnázium, dva žáci Waldorfskou školu a ostatní žáci školu základní.

Nestandardizovaný test obsahoval celkem dvanáct obrázkových úkolů. Žáci pracovali pouze s obrázky, které se skládaly z nekonvexních mnohoúhelníků. Úkolem testovaného žáka bylo zjistit, mezi kterými dvěma očíslovanými body je třeba vést řez, aby po imaginárním složení obou částí vznikl pravidelný šestiúhelník. Uvedené zadání se týkalo jedenácti úkolů (H01–H11). Dvanáctý úkol (T01) měl zadání pozměněné. Po žácích jsme požadovali, aby opět určili, mezi kterými dvěma body mnohoúhelníku je třeba vést řez, aby po imaginárním složení obou částí vznikl rovnostranný trojúhelník. Prvních osm úkolů (H01–H08) obsahovalo vždy dva stejné obrázky. Jeden barevný, druhý bez barvy. Obrázky jsme v těchto osmi úlohách mezi sebou ve dvojici zaměnili nebo nechali rotovat o 90°. Předposlední tři úlohy (H09–H11) jsme ponechali po jednom obrázku. Poslední úloha obsahovala dva obrázky, tu jsme označili za nejtěžší. Před každým stimulem byl na dobu 600 ms zobrazen fixační kříž. Náhled na všech 12 stimulech obsažených v experimentu je zobrazen na obrázku 55.



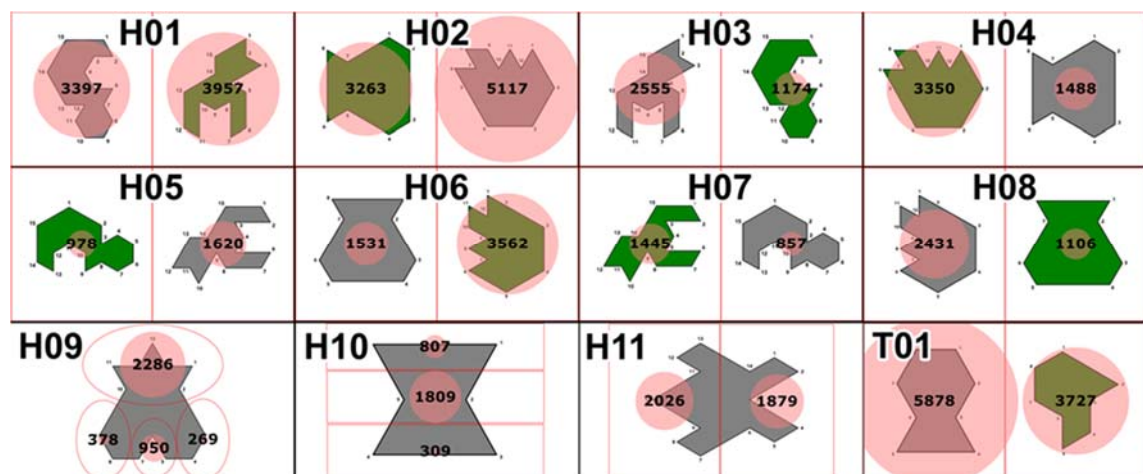
Obrázek 55: Náhled všech stimulů použitých v testu. (Chvátal a kol., 2023)

Pro analýzu naměřených dat bylo využito prostředí open-source nástroje OGAMA a detekce fixací a sakád byla provedena pomocí implementace I-DT algoritmu. Vlastní analýze předcházelo vytvoření oblastí zájmu nad jednotlivými stimuly, které nesloužily

pouze pro výpočty počtu fixací, ale jejich vytvoření bylo důležitým vstupním krokem pro detailní analýzu podobnosti trajektorií pohybu očí mezi různými respondenty. K tomu byl využit nástroj ScanGraph, vytvořený na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci a přehledný souhrn možností využití tohoto nástroje je popsán ve studii (Popelka & Beitlova, 2022). Při hledání vztahu mezi definovanou uživatelskou strategií a rychlostí řešení byla využita eye-tracking metrika Fixation Count. Ta silně koreluje s dobou řešení úkolu. Celá procedura analýzy dat je detailně popsána ve společné práci (Chvátal a kol., 2023).

6.5.3 Výsledky výzkumu

Analýzu **první výzkumné hypotézy H1** znázorňuje obrázek 56. Oblasti zájmu byly označeny červenými čarami a počet fixací zaznamenaných v každé oblasti zájmu byl znázorněn červenými kolečky s čísly.

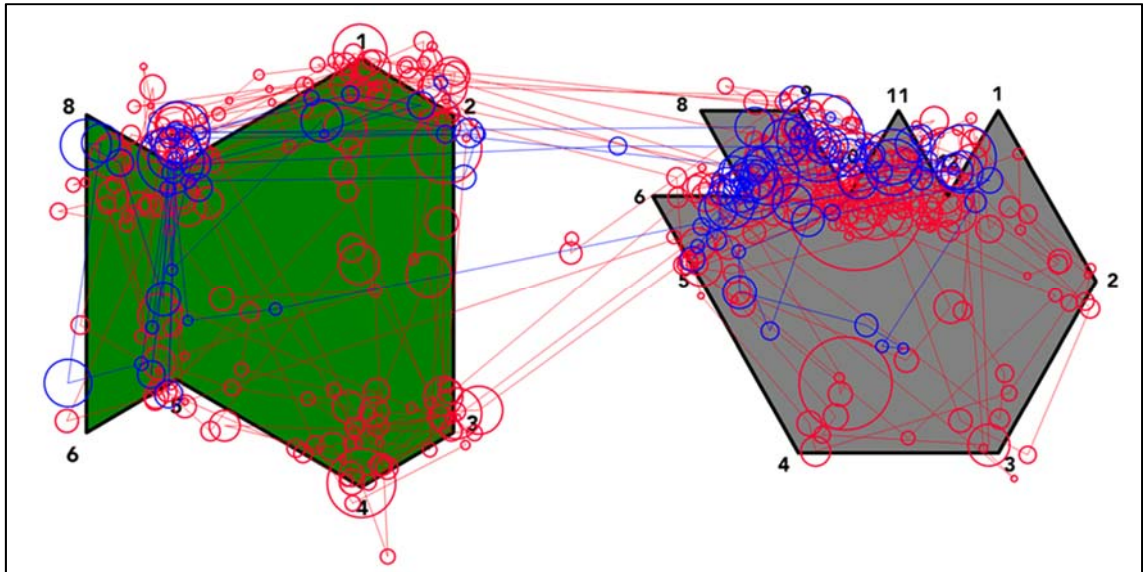


Obrázek 56: Znárodnění počtu fixací v oblastech zájmu zaznačených nad jednotlivými stimuly experimentu. (Chvátal a kol., 2023)

Ukázalo se, že poslední úloha v experimentu vyžadovala nejvyšší vizuální pozornost, a lze ji tedy považovat za nejsložitější. Toto zjištění podporuje první výzkumnou hypotézu, že žáci byli nuceni zaměřit svou pozornost a úsilí na řešení nové úlohy. Lze také konstatovat, že žáci vykazovali znatelné zlepšení, když byl obrazec zobrazen opakovaně. To lze ilustrovat například u obrazce v levé části stimulu H01, pro jehož řešení potřebovali žáci při první expozici 3397 fixací. Při druhé expozici, tedy v pravé části podnětu H03, však potřebovali jen 1174 fixací. Obrázek 56 také ukazuje postupný pokles počtu fixací, který byl očekáván při volbě opakovaného zařazení obrazců.

K analýze řešitelských strategií byl nejprve využit nástroj ScanGraph, avšak tato metoda k významným zjištěním nevedla. To mohlo být způsobeno skutečností, že stimulus zahrnoval jen dvě oblasti zájmu, a přesuny pohledu mezi těmito oblastmi nevykazovaly žádné významné trendy. Použité geometrické úkoly vyžadovaly důkladnější analýzu, která zahrnovala zaměření se na jednotlivá čísla v mnohoúhelnících a způsob, jakým by měl být proveden řez mezi nimi. Vytvoření algoritmu pro tuto analýzu by bylo velmi složité, a proto bylo přistoupeno ke kvalitativnímu hodnocení průběhu trajektorie pohledu očí.

Trajektorie pohybu očí jednotlivých respondentů ve formě videa a statického obrázku zadání byla pro každý z úkolů kvalitativně přiřazena do jedné ze tří definovaných kategorií. **Strategie Z** neboli ztroskotanec odpovídá strategii, při které se žák pokusí představit si řešení zadané úlohy, odhadne řešení a následně se pokusí ověřit, zda řešení vyhovuje. Takto postupuje dále, než nalezne řešení, které však nemusí být správné. Jedná o skupinu žáků, kteří se v prvním kroku pokusí odhadnout správné řešení a následně ověřují řešení marným hledáním odpovídajících spojnic vrcholů. **Strategie G** neboli génius vede k téměř okamžitému správnému řešení úlohy. Při takovém řešitelském postupu žák disponuje vysokou mírou představivosti. Tato skupina žáků vnímá úlohu jako celek, na první pohled dokážou určit správnou řešitelskou strategii a docílit správného řešení dané úlohy. Žáci, kteří disponují těmito schopnostmi, ihned zaměří svoji pozornost na tu část zvoleného objektu, která je řešením dané úlohy. **Strategie S** neboli snaživec spočívá v převedení dané úlohy na již známý problém, který žák dokáže ve své mysli analyzovat a představit si jeho správné řešení. Řešitel přitom využívá prostorovou představivost, kterou však nemusí mít na dostatečně vysoké úrovni. Při detailnější analýze jednotlivých respondentů byla vidět snaha úlohu za každou cenu vyřešit. V této kategorii žáci úlohy řešili déle, pravděpodobně si v mysli analyzovali daný problém. Tito respondenti dokázali lehčí úlohy vyřešit okamžitě, avšak úlohy vyžadující náročnější myšlenkové postupy pro ně mohly být obtížně řešitelné. Tato kategorie respondentů může prokazovat známky růstového nastavení mysli. Sice nemá geometrickou představivost na dostatečné úrovni, ale je schopna tréninkem a úsilím této úrovně dosáhnout. Rozdíly mezi definovanými řešitelskými strategiemi názorně zobrazuje obrázek 57 a shrnutí řešitelských strategií použitých při řešení jednotlivých úloh konkrétními žáky zobrazuje obrázek 58.

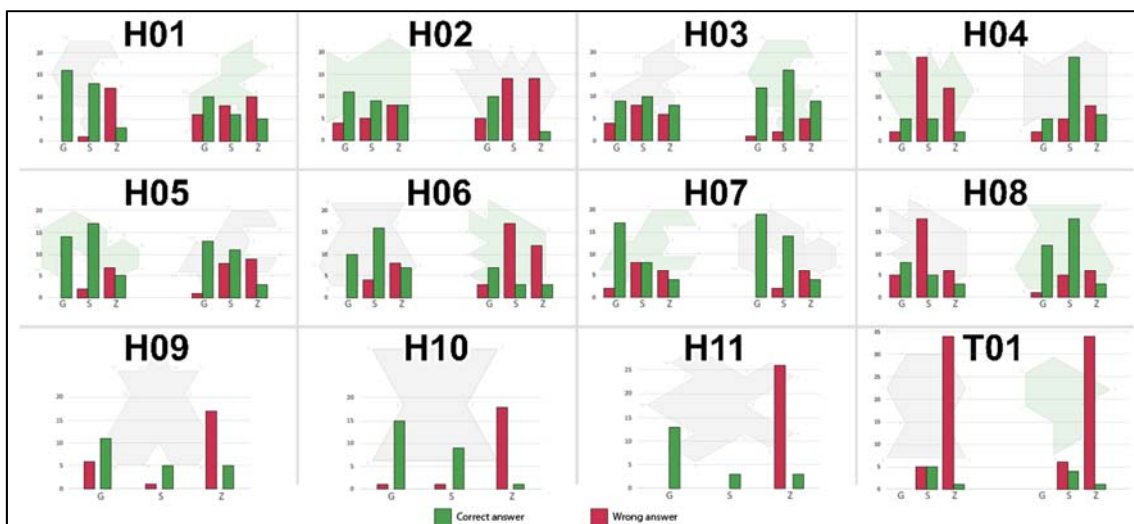


Obrázek 57: Příklad použití správné strategie řešení označené modře a nevhodné strategie označené červeně. (Chvátal a kol., 2023)

| Participant | Sex | Age | H01 | H02 | H03 | H04 | H05 | H06 | H07 | H08 | H09 | H10 | H11 | T01 | Sum Z | Sum G | Sum S |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|
| 11 | F | 12 | Z | S | S | S | Z | G | Z | G | Z | G | G | S | 4 | 4 | 4 |
| 13 | F | 11 | Z | S | S | S | Z | S | Z | S | G | Z | Z | Z | 6 | 1 | 5 |
| 18 | F | 12 | G | G | G | G | G | S | Z | S | G | G | Z | S | 2 | 7 | 3 |
| 19 | F | 12 | Z | G | G | S | S | S | G | G | S | G | G | Z | 2 | 6 | 4 |
| 22 | F | 11 | S | G | S | G | G | Z | G | S | G | G | G | Z | 2 | 7 | 3 |
| 23 | M | 11 | S | S | S | S | S | S | Z | G | Z | Z | Z | Z | 5 | 1 | 6 |
| 25 | M | 11 | S | S | G | Z | S | S | G | S | Z | S | Z | Z | 4 | 2 | 6 |
| 26 | F | 11 | Z | G | S | Z | S | S | S | Z | Z | Z | Z | Z | 7 | 1 | 4 |
| 29 | F | 11 | Z | S | Z | Z | Z | Z | Z | S | Z | G | Z | S | 8 | 1 | 3 |
| 31 | F | 11 | S | Z | S | S | S | Z | S | Z | Z | G | S | Z | 5 | 1 | 6 |
| 32 | M | 11 | Z | S | Z | S | Z | Z | S | G | Z | Z | Z | Z | 8 | 1 | 3 |
| 34 | M | 11 | G | Z | G | S | G | S | G | S | G | S | G | S | 1 | 6 | 5 |
| 36 | F | 11 | Z | G | Z | Z | Z | S | G | S | Z | S | G | Z | 6 | 3 | 3 |
| 37 | F | 11 | G | G | G | S | S | G | G | S | Z | G | Z | Z | 3 | 7 | 2 |
| 38 | F | 11 | G | G | Z | G | G | G | G | G | G | G | G | S | 1 | 10 | 1 |
| 66 | F | 13 | Z | G | S | S | G | S | G | G | Z | Z | Z | Z | 5 | 4 | 3 |
| 68 | F | 11 | S | S | S | Z | G | S | S | Z | Z | Z | Z | Z | 6 | 1 | 5 |
| 70 | F | 12 | G | S | S | S | S | Z | S | S | Z | Z | Z | Z | 5 | 1 | 6 |
| 74 | M | 11 | Z | Z | Z | Z | S | S | S | S | G | Z | Z | Z | 7 | 1 | 4 |
| 75 | M | 12 | G | Z | S | S | S | Z | Z | S | S | Z | Z | Z | 6 | 1 | 5 |
| 79 | F | 11 | G | S | S | S | S | Z | S | S | Z | Z | Z | Z | 5 | 1 | 6 |
| 80 | M | 11 | Z | Z | S | Z | Z | Z | S | S | Z | G | Z | Z | 8 | 1 | 3 |
| 83 | M | 12 | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | S | Z | Z | Z | 11 | 0 | 1 |
| 84 | F | 11 | G | G | S | G | G | G | G | G | G | G | G | S | 0 | 10 | 2 |
| 85 | F | 11 | S | S | Z | S | S | G | S | S | S | S | G | Z | 2 | 2 | 8 |
| 87 | M | 13 | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | 12 | 0 | 0 |
| 88 | M | 12 | S | Z | Z | Z | G | G | Z | Z | G | G | Z | Z | 7 | 4 | 1 |
| 89 | F | 14 | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | G | S | Z | Z | 10 | 1 | 1 |
| 90 | M | 12 | G | S | G | S | G | S | S | S | G | G | Z | S | 1 | 5 | 6 |
| 91 | M | 11 | G | Z | G | S | Z | S | G | Z | Z | Z | Z | Z | 7 | 3 | 2 |
| 92 | M | 13 | G | Z | S | S | S | G | G | G | S | G | G | Z | 2 | 6 | 4 |
| 93 | M | 13 | G | G | S | Z | S | Z | G | S | Z | Z | Z | Z | 6 | 3 | 3 |
| 95 | F | 14 | S | G | Z | Z | S | Z | G | Z | G | S | Z | Z | 6 | 3 | 3 |
| 97 | F | 12 | S | Z | S | S | Z | Z | S | S | G | Z | Z | Z | 6 | 1 | 5 |
| 98 | M | 13 | G | G | Z | S | S | S | S | S | Z | G | Z | Z | 4 | 3 | 5 |
| 99 | M | 13 | G | G | G | G | G | G | G | S | G | S | Z | Z | 2 | 8 | 2 |
| 117 | F | 12 | S | G | S | S | G | S | G | G | S | G | G | S | 0 | 6 | 6 |
| 118 | F | 12 | G | S | G | S | S | S | G | G | Z | Z | Z | Z | 4 | 4 | 4 |
| 119 | M | 11 | S | G | G | S | S | G | S | G | Z | S | S | Z | 2 | 4 | 6 |
| 120 | M | 11 | Z | Z | Z | Z | Z | G | S | S | Z | S | G | S | 6 | 2 | 4 |
| 121 | F | 11 | S | S | G | S | G | S | G | S | G | Z | Z | Z | 3 | 4 | 5 |
| 122 | M | 12 | G | S | G | S | G | S | G | G | G | Z | Z | Z | 3 | 6 | 3 |
| 123 | F | 11 | Z | Z | S | G | G | Z | S | S | G | Z | G | Z | 5 | 4 | 3 |
| 124 | M | 12 | S | Z | Z | S | S | S | G | S | G | G | S | S | 2 | 3 | 7 |
| 125 | F | 11 | S | Z | G | G | S | S | S | S | Z | S | G | Z | 3 | 3 | 6 |
| Sum Z | | | 15 | 16 | 14 | 14 | 12 | 15 | 10 | 9 | 22 | 19 | 29 | 35 | | | |
| Sum G | | | 10 | 15 | 13 | 7 | 14 | 10 | 19 | 13 | 17 | 16 | 13 | 0 | | | |
| Sum S | | | 14 | 14 | 18 | 24 | 19 | 20 | 18 | 23 | 6 | 10 | 3 | 10 | | | |

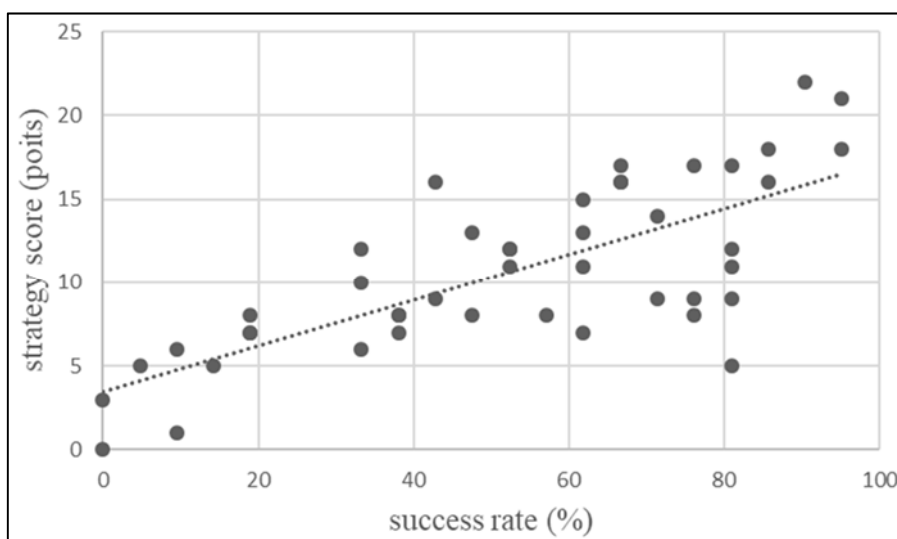
Obrázek 58: Shrnutí strategií použitých při řešení jednotlivých úloh. (Chvátal a kol., 2023)

Pro analýzu **druhé výzkumné hypotézy H2** lze využít souhrnná data zobrazená na obrázku 58. Mezi řešitelskými strategiemi a počtem správných odpovědí existuje vztah, vyplývající z obrázku 59, který znázorňuje počet správných a nesprávných odpovědí zaznamenaných třemi definovanými kategoriemi žáků.



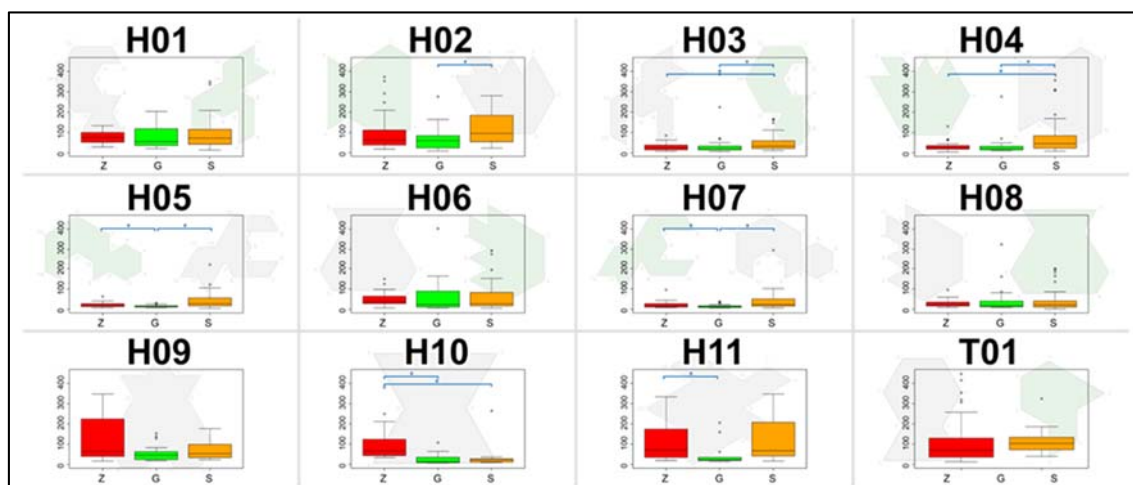
Obrázek 59: Znázornění počtů správných a špatných odpovědí zaznamenaných třemi definovanými skupinami respondentů. (Chvátal a kol., 2023)

Vydeme-li ze souhrnu strategií použitých při řešení jednotlivých úloh, pak jsme schopni díky bodovému ohodnocení jednotlivých strategií, přiřadit každému respondentovi celkové strategické body. Strategii G přiřazujeme 2 body, strategii S přiřazujeme 1 bod a strategii Z přiřazujeme 0 bodů. Pro celkové strategické body tak platí, že čím vyšší hodnoty nabývají, tím lepší strategie v celém testu respondent volil. Každý respondent je tak charakterizován strategickými body a úspěšností řešení testových úloh. Porovnáme-li pak závislost mezi úspěšností řešení testových úloh a strategickými body, tak model lineární regrese (obrázek 60) charakterizován koeficientem determinace o hodnotě 54,75 % vykazuje dostatečnou sílu závislosti, abychom mohli tvrdit, že řešitelské strategie a úspěšnost řešení geometrické úlohy vzájemně korelují.



Obrázek 60: Závislost mezi úspěšností řešení testových úloh a strategickými body. (Chvátal a kol., 2023)

Při analýze **třetí výzkumné hypotézy H3** uvažujeme, že počet fixací značně koreluje s časem řešení, a proto lze tuto metriku použít pro vyjádření délky řešení úkolu. Na obrázku 61 je pomocí boxplotů znázorněn počet fixací nutných pro řešení úkolu zaznamenaný jednotlivými skupinami respondentů. Modrá svorka s hvězdičkou označuje situaci, kdy byl tento rozdíl statisticky významný. Z uvedených dat je zřejmé, že přímá korelace mezi řešitelskými strategiemi a rychlostí řešení nebyla prokázána.



Obrázek 61: Znázornění počtů fixací nutných k vyřešení úkolu zaznamenaných třemi definovanými skupinami respondentů. (Chvátal a kol., 2023)

Za účelem analýzy **čtvrté výzkumné hypotézy H4** byly žáci rozděleni do dvou skupin (obrázek 62). Jako úspěšné řešitele testu jsme označili ty, kteří vykazovali úspěšnost v celém testu vyšší než 50 %. Žáci, kteří vykazovali úspěšnost v testu nižší nebo rovnou padesáti procentům jsme označili za neúspěšné řešitele. Pro případ dvou proměnných a vzorek respondentů větší než 40, lze jejich vztah zkoumat pomocí χ^2 testu, aniž by byl použit Fisherův test.

| | neúspěšní | úspěšní |
|---------|-----------|---------|
| dívky | 12 | 13 |
| chlapci | 7 | 13 |

Obrázek 62: Rozdělení žáků podle úspěšnosti a pohlaví. (Chvátal a kol., 2023)

K vyhodnocení závislosti úspěšnosti řešení na pohlaví byl použit χ^2 test s těmito výsledky: $\chi^2 = 0.77$, $\chi_{0.05}^2(1) = 3.84$. Jelikož hodnota testovacího kritéria nepřekročila kritickou hodnotu, byla přijata hypotéza H4. Platí tedy, že úspěšnost řešení geometrické úlohy není závislá na pohlaví.

6.5.4 Přínos výzkumu

Cílem výzkumu bylo posoudit, jak ovlivňuje pořadí geometrických úloh vizuální pozornost a jak souvisí strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu s úspěšností, rychlostí řešení a rozdíly mezi pohlavími. Na základě analýzy výzkumných hypotéz lze konstatovat, že při opakovaném zobrazení obrazců v jednotlivých úlohách docházelo k postupnému poklesu počtu fixací žáků a žáci vykazovali znatelné zlepšení, a také že žáci byli nuceni zaměřit svou pozornost a úsilí na řešení nové úlohy. Dále lze konstatovat, že řešitelské strategie a úspěšnost řešení geometrické úlohy vzájemně korelují, avšak přímá korelace mezi řešitelskými strategiemi a rychlostí řešení nebyla prokázána. Z testovaného vzorku chlapců a dívek také vyplývá, že úspěšnost řešení geometrické úlohy není závislá na pohlaví.

Zásadním přínosem je však analýza řešitelských strategií, která nebyla v literatuře popsána. Na základě kvalitativního hodnocení záznamů se podařilo definovat tři různé řešitelské strategie a z další analýzy vyplývá, že žáci zařazení do kategorie G neboli strategie génius mají dobře rozvinutou geometrickou představivost, neboť ve všech úlohách postupovali vždy stejně, tj. volili stejnou strategii řešení. Všichni žáci této kategorie byli schopni určit správné řešení ve velmi krátké době. Zároveň se potvrdilo, že pokud žák nemá dostatečně rozvinutou geometrickou představivost, má problém s řešením geometrických úloh bez výpočtu. To souvisí s výsledkem, že žáci zařazení do kategorie Z neboli ztroskotanec nedokážou správně analyzovat zadaný geometrický problém ve své mysli. Zajímavým zjištěním je, že žáci kategorie S neboli snaživec měli srovnatelné procento správných a nesprávných odpovědí. Z výzkumu také vyplynulo, že žáci zařazení do kategorie Z nedokážou často úspěšně řešit ani úlohy, ve kterých se v různých modifikacích opakují totožné obrazce. Na základě těchto zjištění by bylo vhodné zhodnotit a modifikovat výukové metody v oblasti geometrie tak, aby docházelo k úspěšnému rozvoji žáků s nedostatečně rozvinutou geometrickou představivostí.

7 ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU SCIENCE CENTER PRO ČESKÝ VZDĚLÁVACÍ SYSTÉM

Science centra představují v systému neformálního vzdělávání jedinečné instituce, jejichž cílem je popularizovat vědu a výzkum prostřednictvím interaktivních expozic a programů neformálního vzdělávání. Mezi jejich hlavní výhody patří nadstandardní materiálové a technologické vybavení, které umožňuje realizovat vzdělávací formáty založené na nejnovějších vědeckých poznatcích.

Česká science centra se prostřednictvím České asociace science center integrovala do několika platforem, jejichž cílem je inovovat český vzdělávací systém a přinášet do vzdělávací soustavy nové metody a formy výuky. Mezi tyto platformy patří zejména Stálá konference asociací ve vzdělávání, Národní pedagogický institut nebo platforma Museum Jinak. Spolupráce mezi science centry, centry ekologické výchovy, muzei a galeriemi kultivuje prostředí neformálního vzdělávání. Výhodou je, že science centra skrze svou profilaci nejsou přímými konkurenty mnoha etablovaných institucí a díky tomu vzniká vstřícné a podnětné prostředí ke spolupráci.

Všechna science centra také úzce spolupracují se Svazem průmyslu a dopravy a Hospodářskou komorou, čímž vytváří most mezi školami a firemním prostředím. Věda a výzkum nejsou výhradně vysokoškolské disciplíny, ale také firmy mají zájem získávat excelentní a motivované absolventy, kteří mohou přispět k rozvoji podnikatelské sféry. Společně s municipalitami, firmami a školami se v science centrech uskutečňují kulaté stoly s tematikou podpory polytechnického a přírodovědného vzdělávání, vedoucí k realizaci projektových dnů a konferencí, kterých se účastní přímo žáci a jejich pedagogové.

Práce s pedagogy je nedílnou součástí aktivit zaměstnanců science center, kteří se snaží se školami navazovat úzkou spolupráci. Bohužel výsledky dotazníkového šetření ukázaly, že hlubší spolupráce nepatří mezi priority respondentů. To však nemění nic na tom, že existuje řada příkladů dobré praxe, kdy užší spolupráce mezi učiteli a science centry funguje. Na příkladu vypůjčitelných termokamer je zřejmé, že podpora stávajících učitelů se vyplácí. Sdílení technologického vybavení je cestou, jak dostat nejnovější technologie mezi co největší počet žáků. Ale tyto výpůjčky je nutné doplnit také o metodickou podporu učitelů, kteří se budou při realizaci vzdělávacích aktivit cítit jistější.

Obecně platí, že je velice důležité zapojovat učitele do prostředí science center, respektive do prostředí institucí neformálního vzdělávání co nejdříve. Pokud se neformální prostředí stane běžnou součástí pregraduální přípravy budoucích učitelů, budou tito absolventi vnímat silící význam neformálního vzdělávání na rozvoj každého žáka. Díky tomu bude v budoucnu koncept propojování formálního a neformálního vzdělávání přirozenější součástí vzdělávacího systému. Na příkladu olomoucké Pevnosti poznání, která je součástí univerzity, je vidět, že spolupráce akademické sféry s institucí neformálního vzdělávání představuje přínos pro všechny aktéry ve vzdělávacím systému, kteří se mohou navzájem inspirovat, podporovat, motivovat a získávat jeden od druhého cenné informace.

Všechny výše popsané přínosy vedou ke kultivaci českého vzdělávacího systému, jehož cílem by měl být rozvoj potenciálu každého žáka bez rozdílu. Vzdělávací programy českých science center jsou dostatečně inkluzivní a nevytváří další nerovnosti mezi žáky v třídních kolektivech. Současně však některé formáty odpoledního mimoškolního vzdělávání mají za cíl rozvíjet nadané a talentované žáky, například formou Klubů nadaných dětí nebo Science campů. Odpolední mimoškolní aktivity vytváří obecně podnětné a motivující prostředí pro žáky a rozvíjí je v oblastech, o které mají žáci zájem.

Zaměstnanci českých science center by se měli snažit reflektovat záměry a potřeby učitelů a žáků, čímž docílí vyšší návštěvnosti a integrace programů neformálního vzdělávání do školního kurikula. Realizovaný výzkum postojů učitelů poukázal na několik oblastí, které je vhodné rozvíjet a neustále tak přizpůsobovat nabídku programů neformálního vzdělávání.

8 ZÁVĚR

Cílem disertační práce bylo zhodnotit přínos science center pro český vzdělávací systém. **Prostřednictvím dílčích kapitol přináší práce širší pohled na diskutovanou problematiku a také odpovídá na vznesené výzkumné otázky.** Lze konstatovat, že science centra v České republice hrají významnou roli v systému neformálního vzdělávání, zaměřeného na popularizaci vědy a výzkumu. Díky svému špičkovému vybavení, interaktivním exponátům a kvalitním popularizačním výstupům zprostředkovávají nejnovější vědecké poznatky široké veřejnosti, školním skupinám a také učitelům.

První kapitola pojednává o pojetí učení, s důrazem na význam celoživotního učení a neformálního vzdělávání. Obojí v kontextu aktuálně realizované kurikulární reformy, která vzniká na pozadí strategického dokumentu, jež si klade za cíl intenzivněji propojovat formální a neformální vzdělávání. Díky tomu by měla i nadále významně posilovat role science center. Druhá kapitola ukotvuje pojem science centrum, zasazuje jej do kontextu českého prostředí a představuje výčet vědecko-popularizačních a vzdělávacích formátů v kontextu cílových skupin, které svou podstatou zmiňované propojování významně podporují.

Hlavním přínosem disertační práce jsou výsledky výzkumu postojů učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru, které poskytují ucelený obraz o tom, jak učitelé vnímají propojování výuky v science centrech a ve škole, a to díky odpovědím na formulované výzkumné otázky.

1. Jaké jsou motivace a očekávání učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru?

Z výsledků vyplývá, že učitelé navštěvují vzdělávací programy za účelem rozšíření aktuálního učiva s vazbou na školní kurikulum. Současně předpokládají, že se žáci v science centru setkají se zábavnějším, hravým a interaktivním pojetím výuky, což koresponduje s tím, že chtějí, aby se žáci bavili a současně rozvíjeli své znalosti a dovednosti. Jako zcela zásadní se ukázal předpoklad učitelů, že science centra disponují nadstandardním vybavením a novými technologiemi.

2. Jaké překážky musejí učitelé při plánování a realizaci účasti na vzdělávacím programu v science centru překonávat?

Velice pozitivním výsledkem tohoto šetření je, že naprostá většina respondentů uvedla, že nemuseli při realizaci návštěvy překonávat žádné překážky. Je možné, že toto je dáno výběrem skupiny respondentů, tedy učitelů, kteří již science centrum navštívili. Výsledky získané z úzkého vzorku respondentů, kteří uvedli, že nějaké překážky museli překonávat, nejsou bohužel reprezentativní, avšak v práci jsou diskutovány. Při dalším výzkumu je nutné rozšířit vzorek respondentů také o učitele, kteří návštěvu v science centru teprve zvažují nebo ji nerealizovali.

3. Jak učitelé uskutečňují výběr vzdělávacího programu v science centru?

Obecně platí, že se učitelé napříč stupni vzdělávací soustavy mohou sami rozhodnout, zda chtějí navštívit instituci neformálního vzdělávání a obdobně se mohou sami rozhodnout, jakou instituci neformálního vzdělávání chtějí navštívit. Při rozhodnutí, kdy chtějí instituci neformálního vzdělávání navštívit, se cítí ve své volbě omezenější, a to zejména učitelé na středních školách. Nejvýrazněji se všichni učitelé cítí omezeni ve chvíli, kdy se mají rozhodnout, kolikrát chtějí instituci neformálního vzdělávání navštívit.

4. Jak učitelé vnímají propojení výuky v science centru s výukou ve škole?

Zásadní problém propojení výuky v science centru s výukou ve škole dokládají výsledky, které odhalily, že pouze polovina učitelů, kteří přijíždějí se školní skupinou na vzdělávací program, učí v této skupině předmět, který zcela koresponduje s tématem vzdělávacího programu. Situaci nezlepšuje ani to, že respondenti nekonzultovali výběr vzdělávacího programu s učitelem odborného předmětu a většina z nich se ani nechystá předat informace o obsahu vzdělávacího programu. Obecně platí, že učitelé se svými žáky reflektují vzdělávací program po návštěvě science centra a sami před návštěvou hodnotí nabízené programy. Příliš se však nevěnují tematické přípravě před návštěvou programu nebo dalším aktivitám na návštěvu navazujícím.

5. Jak učitelé hodnotí úspěšnost účasti na vzdělávacím programu v science centru?

Obecně platí, že učitelé provádí nějakou formou evaluace návštěvy a ti, kteří ji neprovádí, tak činí zejména z důvodu nedostatku času. Výsledky toho, která kritéria jsou pro učitele důležitá při hodnocení návštěvy, často korespondují s tím, co učitele k návštěvě motivuje a co od návštěvy očekávají. Ze zpětné vazby od žáků učitele zajímá,

zdali se žáci bavili, zda žáci spolupracovali, vyzkoušeli si nové činnosti a osvojili nové znalosti a dovednosti. Sami učitelé pak hodnotí vystupování a přístup lektora a jeho znalosti a dovednosti. Při hodnocení vzdělávacího programu se zaměřují na přiměřenost aktivit věku, úroveň propojení teorie s praxí nebo vhodnost zvoleného tématu.

Z výsledků souhrnně vyplývá, že by se pracovníci science center měli zaměřit zejména na vytváření lepších podmínek pro transfer podnětů z výuky v neformálním prostředí do výuky ve škole. Měli by vytvářet takové programy, které poskytnou učitelům metodickou podporu, kterou budou moci využít při přípravě před programem a která jim současně poskytne náměty, jak na výuku navázat ve škole. Obsah vzdělávacích programů by měl být propracovaný tak, aby z podstaty obsahu vytvářel prostor pro rozvoj znalostí a dovedností žáků a současně žáky bavil a podněcoval je k vlastní aktivitě. Zlepšit by se mohl také přístup škol k organizaci harmonogramu školního roku a úpravou školního kurikula poskytnout učitelům více prostoru k realizaci mimoškolních aktivit.

Na základě výsledků výzkumu postojů učitelů a v kontextu kritických a dynamických míst kurikula je možné popsat různé přístupy k podpoře výuky prostřednictvím science center. Užší spolupráce mezi učiteli a science centry může být velmi přínosná, zejména při sdílení technologického vybavení a metodické podpory učitelů. Prohlubování této spolupráce je nutné zejména s ohledem na transfer podnětů mezi neformálním a formálním prostředím. Tento transfer by měl být zajišťován realizací vzdělávacích programů, na které bude následně navazovat výuka ve škole. **Zjišťování, zdali výuka v neformálním prostředí přináší odlišné kvantitativní výsledky v úspěšnosti žáků ve srovnání s formálním vzděláváním, bylo předmětem další výzkumné otázky.** Výsledky šetření ukázaly, že úspěšnost žáků v post-testu je v případě výuky v science centrech vyšší. Otázkou však zůstává, zda se na konečných výsledcích nějakým způsobem podílela změna prostředí, osobnost lektora nebo menší počet žáků ve skupině. Přínos tohoto šetření je velmi limitován přístupem k testování, které bylo z počátku koncipováno jako předvýzkum rozsáhlejší studie, která vlivem pandemie nebyla realizována.

Science centra také přispívají ke zlepšování českého vzdělávacího systému tím, že rozvíjejí potenciál každého žáka, poskytují inkluzivní vzdělávací programy, ale také se zaměřují na podporu nadaných a talentovaných žáků. Široká spolupráce s nejrůznějšími institucemi a subjekty vytváří ze science center most mezi mnohými

aktéry ve vzdělávacím systému a vytváří podnětné a motivující prostředí, kde se učí jeden od druhého. Velmi potřebné je proto intenzivnější začlenění neformálního vzdělávání do pregraduální přípravy budoucích učitelů, aby byl koncept propojování formálního a neformálního vzdělávání přirozenou součástí vzdělávacího systému, který sami učitelé utváří.

Příklad olomoucké Pevnosti poznání ukazuje, že prostředí science center je vhodné k realizaci nejrůznějších šetření a výzkumů. Tyto výzkumy mohou vést například k odhalování kritických a dynamických míst kurikula, k hledání cest, jak je překonávat a tím pomoci učitelské praxi. Samotná science centra mohou díky výsledkům šetření zlepšovat svoji nabídku. Jedním z takových výzkumů byl také výzkum geometrické představivosti žáků, jehož **cílem bylo zjistit, jak ovlivňuje pořadí geometrických úloh vizuální pozornost a jak souvisí strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu s úspěšností, rychlostí řešení a rozdíly mezi pohlavími.** Na základě analýzy výzkumných hypotéz lze konstatovat, že při opakovaném zobrazení obrazců v jednotlivých úlohách docházelo k postupnému poklesu počtu fixací žáků a žáci vykazovali znatelné zlepšení, a také že žáci byli nuceni zaměřit svou pozornost a úsilí na řešení nové úlohy. Dále lze konstatovat, že řešitelské strategie a úspěšnost řešení geometrické úlohy vzájemně korelují, avšak přímá korelace mezi řešitelskými strategiemi a rychlostí řešení nebyla prokázána. Z testovaného vzorku chlapců a dívek také vyplývá, že úspěšnost řešení geometrické úlohy není závislá na pohlaví. Na základě těchto zjištění by bylo vhodné zhodnotit a modifikovat výukové metody v oblasti geometrie tak, aby docházelo k úspěšnému rozvoji žáků s nedostatečně rozvinutou geometrickou představivostí.

Výzvou českého vzdělávacího systému nadále zůstává hlubší integrace neformálního vzdělávání do prostředí běžné školní výuky, čímž bychom splnili cíle vládních strategických dokumentů, ale zejména bychom se přiblížili naplňování cílů v oblasti celoživotního učení, které byly definovány dávno před příchodem science center do českého vzdělávacího prostředí. Věřím, že výstupy této práce pomohou při dalším rozvoji programové nabídky českých science center a podnítí k užší spolupráci mezi jejich zaměstnanci a učiteli. Další výzkum by se měl orientovat zejména na analýzu možností, jak podpořit učitele a zaměstnance science center v užší a koncepční spolupráci. A dále na širším vzorku respondentů analyzovat překážky, které musí učitelé při realizaci návštěvy překonávat.

9 SEZNAM LITERATURY

Baran, B., Dogusoy, B., & Cagiltay, K. (2007). How do adults solve digital tangram problems? Analyzing cognitive strategies through eye tracking approach. *Human-Computer Interaction. HCI Intelligent Multimodal Interaction Environments*, 12, 555–563.

Bilek, M., Rusek, M., & Milanović, V. (2021). Out-of-School Learning in the Czechia. *Out-of-School Learning in European Countries: Cases from Turkey, Czechia, Slovakia, and Germany*, 48–73.

Broulíková, M. (2015). *Science centra: vznik, poslání, proměny zaměřené na science centrum Techmania* [Disertační práce, Západočeská univerzita v Plzni].

Česká asociace science center. (2024). *Závěrečná zpráva za rok 2023*.

Češková, T. (2021). (Klíčové) kompetence v českém vzdělávání: Proč si navzájem nerozumíme?. *Studia paedagogica*, 26(3), 7–27.

Činčera, J., & Holec, J. (2016). Terénní výuka ve formálním vzdělávání. *Enviogika*, 11(2).

DeWitt, J. & Osborne, J. (2007). Supporting Teachers on Science-focused School Trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29(6), 685–710.

Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka. Pojetí, podstata, význam a přínosy*. Univerzita Palackého v Olomouci.

Dvořák, D., Holec, J., & Dvořáková, M. (2018). *Kurikulum školního vzdělávání: zahraniční reformy v 21. století*. Univerzita Karlova.

Fallik, O., Rosenfeld, S., & Eylon, B. S. (2013). School and out-of-school science: A model for bridging the gap. *Studies in Science Education*, 49(1), 69–91.

Fors, V. (2006). *The missing link in learning in science centres* [Doctoral dissertation, Luleå tekniska universitet].

Fűz, N. (2018). Out-of-school learning in Hungarian primary education: Practice and barriers. *Journal of Experiential Education*, 41(3), 277–294.

Garner, N., Hayes, S. M., & Eilks, I. (2014). Linking formal and non-formal learning in science education—a reflection from two cases in Ireland and Germany. *Sisyphus—Journal of Education*, 2(2), 10–31.

Haglund, J., Jeppsson, F., Hedberg, D., & Schönborn, K. J. (2015). Thermal cameras in school laboratory activities. *Physics Education*, 50(4), 424–430.

Haney, J. J., Lumpe, A. T., Czerniak, C. M., & Egan, V. (2002). From beliefs to actions: The beliefs and actions of teachers implementing change. *Journal of science teacher education*, 13(3), 171–187.

Henriksson, A. C. (2018). Primary School Teachers' Perceptions of Out of School Learning within Science Education. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 6(2), 9–26.

Horák, F. (1991). *Aktivizující didaktické metody*. Univerzita Palackého v Olomouci.

Chvátal, R. (2020). Výroba želatinových optických prvků jako nástroj badatelsky orientované výuky, *Československý časopis pro fyziku*, 70(3), 174–176.

Chvátal, R., Krčmářová, A., & Kubínek, R. (2021). Science centre as a part of the education system in the Czech Republic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1929(1), 012094.

Chvátal, R., Nováková, A., Lang, V., Krčmářová, A., & Šroub, J. (2022). Využití termokamer nejen ve výuce fyziky, *Československý časopis pro fyziku*, 72(6), 446–450.

Chvátal, R., Slezáková, J., & Popelka, S. (2023). Analysis of problem-solving strategies for the development of geometric imagination using eye-tracking. *Education and Information Technologies*, 1–19.

Julien, M. P., & Chalmeau, R. (2022). Field trips in French schools: teacher practices and motivations. *International journal of science education*, 44(6), 896–920.

Karnevou, M., Pnevmatikos, D., Avgitidou, S., & Kariotoglou, P. (2021). The structure of teachers' beliefs when they plan to visit a museum with their class. *Teaching and Teacher Education*, 99, 103254

Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science education*, 89(6), 936–955.

Kohout, J., Masopust, P., Mollerová, M., & Feřt, L. (2019a). *Kritická místa kurikula ve výuce fyziky na 2. stupni základní školy I*. Západočeská univerzita v Plzni.

Kohout, J., Mollerová, M., Masopust, P., Feřt, L., & Slavík, J. (2019b). Kritická místa kurikula na základní škole pohledem mezinárodního šetření TIMSS a českých učitelů – poznatky z fyziky. *Pedagogická orientace*, 29(1), 5–42.

Kuberská, M., Masopust, P., Kolářová, L., Desenský, P., Slavík, J., & Mentlík, P. (2020). Dynamická místa kurikula jako most mezi formálním a neformálním vzděláváním. *Pedagogika*, 70(3), 293–313.

Krčmová, S., & Chvátal, R. (2020). Možnosti neformálního vzdělávání v science centrech. *Pedagogika*, 70(3), 378–382.

Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Bell, R. L. (2004). *Constructing science in elementary classrooms*. Boston.

Lee, W.-K., & Wu, C.-J. (2018). Eye movements in integrating geometric text and figure: Scanpaths and given-new effects. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 699–714.

Malone, K., & Waite, S. (2016). *Student outcomes and natural schooling*. Plymouth University.

Mentlík, P., Slavík, J., & Coufalová, J. (2018). Kritická místa kurikula, organizační a klíčové koncepty – konceptuální vymezení a příklady z výuky geověd. *Arnica*, 8(1), 9–18.

Monzack, E. L., & Petersen, G. M. Z. (2011). Using an informal cardiovascular system activity to study the effectiveness of science education in unexpected places. *Research in Science Education*, 41, 453–460.

Morentin, M., & Guisasola, J. (2015). Primary and secondary teachers' ideas on school visits to science centres in the Basque country. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13*, 191–214.

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (2001). *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice - Bílá kniha*. https://www.msmt.cz/file/35405_1_1/

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (2007). *Strategie celoživotního učení* ČR. https://www.msmt.cz/uploads/Zalezitosti_EU/strategie_2007_CZ_web_jednostrany.pdf

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (2013). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2020/08/RVPZV_2013_upraveny_s_barevn%C4%9B_vyznacenyimi_zmenami.pdf

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (2020). *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+*. https://www.msmt.cz/uploads/Brozura_S2030_online_CZ.pdf

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (2022). *Hlavní směry revize rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání*. <https://velke-revize-zv.rvp.cz/files/iii-hlavni-smery-revize-rvp-zv-po-vpr-final-230111.pdf>

Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (2023). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. https://www.edu.cz/wp-content/uploads/2023/07/RVP_ZV_2023_cista_verze.pdf

Osborne, J. & Dillon, J. (2007). Research on Learning in Informal Contexts: Advancing the field?. *International Journal of Science Education, 29*(12), 1441–1445.

Pávková, J. (2002). *Pedagogika volného času: teorie, praxe a perspektivy výchovy mimo vyučování a zařízení volného času*. Portál.

Popelka, S., & Beitlova, M. (2022). Scanpath Comparison using ScanGraph for Education and Learning Purposes: Summary of previous educational studies performed with the use of ScanGraph. *Symposium on Eye Tracking Research and Applications*, 1-6.

Rada Evropské unie. (2012). *DOPORUČENÍ RADY ze dne 20. prosince 2012 o uznávání neformálního a informálního učení*. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2012:398:0001:0005:CS:PDF>

Rennie, L. J., & McClafferty, T. P. (1996). Science centres and science learning. *Studies in Science Education*, 27, 53–98.

Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M.Y., Sanders, K. & Benefield, P. (2004). *A review of research on outdoor learning*. Unknown Publisher.

Rychtera, J., Bílek, M., Bártová, I., Chroustová, K., Kolář, K., Machková, V., Sloup, R., Šmídl, M., Štrofová, J., Votrubcová, Š., & Wolfová, R. (2019). *Kritická místa kurikula chemie na 2. stupni základní školy I*. Západočeská univerzita v Plzni.

Salmi, H. (2003). Science centres as learning laboratories: experiences of Heureka, the Finnish Science Centre. *International Journal of Technology Management*, 25(5), 460–476.

Slezáková, J. (2011). *Geometrická představivost v rovině* [Disertační práce, Univerzita Palackého v Olomouci].

Slezáková, J. (2021). Trojúhelníkové figury jako nástroj rozvoje geometrické představivosti. *Učitel Matematiky*, 29(4), 194–202.

Slezáková, J. (2022a). *Trojúhelníkové figury: otestuj si geometrickou představivost*. Univerzita Palackého v Olomouci.

Slezáková, J. (2022b). Trojúhelníkové puzzle. *Matematika–Fyzika–Informatika*, 31(4), 270–274.

Slezáková, J. (2024). Geometrie a představivost – jak ji rozvíjet formou neinterakční hry Trojúhelníkové domino. *Učitel matematiky*, 32(1), 33–40.

Souza, V. M., Bonifácio, V., & Rodrigues, A. V. (2023). School Visits to Science Museums: A Framework for Analyzing Teacher Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 34(4), 329–351.

Shaby, N., Assaraf, O. B. Z., & Tal, T. (2017). The particular aspects of science museum exhibits that encourage students' engagement. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 253–268.

Schindler, M., & Lilienthal, A. J. (2019). Domain-specific interpretation of eye tracking data: towards a refined use of the eye-mind hypothesis for the field of geometry. *Educational studies in mathematics*, 101, 123–139.

Uygun, T., Guner, P., & Simsek, I. (2022). Examining students' geometrical misconceptions by eye tracking. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-26.

Van Dellen, T. (2012). Celoživotní učení a chut' se učit. *Studia paedagogica*, 17(1), 15–36.

Vondrová, N., & Divišová, B. (2013). Strategies for a certain type of geometric problems solvable without calculations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, 400–404.

Wilhelmsson, B. (2012). *Teachers' intention for outdoor education: conceptualizing learning in different domains* [Doctoral dissertation, Umeå universitet].

Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding. *The Physics Teacher*, 39(8), 496-504.

Zákon č. 561/2004 Sb. Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon) (2004).
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-561>

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Návštěvnost českých science center sdružených v ČASC. | 18 |
| Obrázek 2: Zastoupení učitelů v jednotlivých science centrech (N=95). | 27 |
| Obrázek 3: Počet žáků ve školní skupině (N=95). | 27 |
| Obrázek 4: Zdroje financování návštěvy (N=95). | 28 |
| Obrázek 5: Souvislost mezi účastí na mimoškolní výuce a školním kurikulem (N=95). | 29 |
| Obrázek 6: Postoj k účasti na mimoškolní výuce v kontextu školního kurikula (N=95). | 29 |
| Obrázek 7: Zastoupení respondentů s ohledem na délku jejich učitelské praxe (N=95). | 30 |
| Obrázek 8: Téma vzdělávacího programu v kontextu výuky oborového předmětu (N=95). | 30 |
| Obrázek 9: Konzultace tématu vzdělávacího programu s vyučujícím odborného předmětu (N=17). | 31 |
| Obrázek 10: Transfer informací o obsahu vzdělávacího programu (N=17). | 31 |
| Obrázek 11: Motivace a očekávání učitelů v kategorii kurikulum (N=91). | 33 |
| Obrázek 12: Motivace a očekávání učitelů v kategorii metody a formy výuky (N=91). | 34 |
| Obrázek 13: Motivace a očekávání učitelů v kategorii žáci (N=91). | 35 |
| Obrázek 14: Motivace a očekávání učitelů v kategorii třídní kolektiv (N=91). | 36 |
| Obrázek 15: Motivace a očekávání učitelů v kategorii vybavení (N=91). | 37 |
| Obrázek 16: Motivace a očekávání učitelů v kategorii science centrum (N=91). | 38 |
| Obrázek 17: Motivace a očekávání učitelů v kategorii vzdělávací programy (N=91). ... | 39 |

| | |
|--|----|
| Obrázek 18: Motivace a očekávání učitelů v kategorii učitel (N=91)..... | 40 |
| Obrázek 19: Motivace a očekávání učitelů v kategorii organizace návštěvy (N=91). ... | 41 |
| Obrázek 20: Motivace a očekávání učitelů v kategorii informace (N=91)..... | 42 |
| Obrázek 21: Motivace a očekávání učitelů v kategorii ostatní (N=91). | 43 |
| Obrázek 22: Překonávání překážek při realizaci návštěvy (N=95). | 44 |
| Obrázek 23: Mohu se sám/sama rozhodnout, zda chci navštívit instituci neformálního vzdělávání (N=91). | 46 |
| Obrázek 24: Mohu se sám/sama rozhodnout, jakou instituci neformálního vzdělávání chci navštívit (N=91)..... | 46 |
| Obrázek 25: Mohu se sám/sama rozhodnout, kdy chci instituci neformálního vzdělávání navštívit (N=91)..... | 47 |
| Obrázek 26: Mohu se sám/sama rozhodnout, kolikrát chci instituci neformálního vzdělávání navštívit (N=91)..... | 47 |
| Obrázek 27: Činnosti obvykle realizované učiteli ve spojitosti s návštěvou (N=91)..... | 48 |
| Obrázek 28: Propojení vzdělávacího programu se školním kurikulem (N=91). | 49 |
| Obrázek 29: Využití vzdělávacího programu k rozvoji kompetencí a gramotností žáků (N=91)..... | 50 |
| Obrázek 30: Využití vzdělávacího programu k naplňování očekávaných výstupů (N=91). | 50 |
| Obrázek 31: Propojení vzdělávacího programu s aktuálním tématem výuky (N=91). .. | 51 |
| Obrázek 32: Propojení vzdělávacího programu s určitými tematickými celky (N=91). .. | 51 |
| Obrázek 33: Využití vzdělávacího programu k rozvoji mezipředmětových vazeb (N=91). | 52 |

| | |
|---|----|
| Obrázek 34: Využití vzdělávacího programu k naplňování průřezových témat (N=91). | 52 |
| Obrázek 35: Využití vzdělávacího programu k obohacením běžné školní výuky (N=91). | 53 |
| Obrázek 36: Činnosti obvykle realizované učiteli ve spojitosti s návštěvou (N=95)..... | 54 |
| Obrázek 37: Kritéria, která jsou pro učitele důležitá při hodnocení ze strany žáků (N=70). | 55 |
| Obrázek 38: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii zaměstnanci (N=71)..... | 56 |
| Obrázek 39: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii vzdělávací program (N=71). | 57 |
| Obrázek 40: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii science centrum (N=71)..... | 58 |
| Obrázek 41: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii škola (N=71). | 59 |
| Obrázek 42: Vlastní hodnotící kritéria učitelů v kategorii osobní rozvoj (N=71)..... | 60 |
| Obrázek 43: Rozložené plastové formy z 3D tiskárny. | 71 |
| Obrázek 44: Složené plastové formy naplněné želatinou. | 71 |
| Obrázek 45: Průchod světelného paprsku spojnou čočkou. | 72 |
| Obrázek 46: Průchod světelného paprsku rozptylnou čočkou..... | 72 |
| Obrázek 47: Výsledky šetření ve škole (N=97)..... | 75 |
| Obrázek 48: Výsledky šetření v science centru (N=106). | 76 |
| Obrázek 49: Výsledky pre-testu (N=203)..... | 76 |
| Obrázek 50: Výsledky post-testu (N=203). | 77 |
| Obrázek 51: Celkové výsledky šetření (N=203)..... | 78 |
| Obrázek 52: Srovnání procentuálního zastoupení správných odpovědí v testech (N=203). | 78 |

| | |
|--|----|
| Obrázek 53: Schematické znázornění zapojení žáků a studentů do provozu instituce... | 86 |
| Obrázek 54: Didaktická pomůcka Trojúhelníkové figury. | 87 |
| Obrázek 55: Náhled všech stimulů použitých v testu. (Chvátal a kol., 2023)..... | 90 |
| Obrázek 56: Znázornění počtu fixací v oblastech zájmu zaznačených nad jednotlivými stimuly experimentu. (Chvátal a kol., 2023) | 91 |
| Obrázek 57: Příklad použití správné strategie řešení označené modře a nevhodné strategie označené červeně. (Chvátal a kol., 2023) | 93 |
| Obrázek 58: Shrnutí strategií použitých při řešení jednotlivých úloh. (Chvátal a kol., 2023) | 94 |
| Obrázek 59: Znázornění počtů správných a špatných odpovědí zaznamenaných třemi definovanými skupinami respondentů. (Chvátal a kol., 2023)..... | 95 |
| Obrázek 60: Závislost mezi úspěšností řešení testových úloh a strategickými body. (Chvátal a kol., 2023) | 95 |
| Obrázek 61: Znázornění počtů fixací nutných k vyřešení úkolu zaznamenaných třemi definovanými skupinami respondentů. (Chvátal a kol., 2023)..... | 96 |
| Obrázek 62: Rozdělení žáků podle úspěšnosti a pohlaví. (Chvátal a kol., 2023)..... | 96 |

11 SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA SOUVISEJÍCÍCH S DISERTAČNÍ PRACÍ

11.1 Publikace v odborném časopise v databázi WoS

Chvátal, R., Slezáková, J., & Popelka, S. (2023). Analysis of problem-solving strategies for the development of geometric imagination using eye-tracking. *Education and Information Technologies*, 1–19.

11.2 Publikace v recenzovaném časopise

Chvátal, R. (2020). Výroba želatinových optických prvků jako nástroj badatelsky orientované výuky, *Československý časopis pro fyziku*, 70(3), 174–176.

Chvátal, R., Nováková, A., Lang, V., Krčmářová, A., & Šroub, J. (2022). Využití termokamer nejen ve výuce fyziky, *Československý časopis pro fyziku*, 72(6), 446–450.

Krčmová, S., & Chvátal, R. (2020). Možnosti neformálního vzdělávání v science centrech. *Pedagogika*, 70(3), 378–382.

11.3 Publikace v konferenčním sborníku

Chvátal, R., Krčmářová, A., & Kubínek, R. (2021). Science centre as a part of the education system in the Czech Republic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1929(1), 012094.

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Dotazník využitý při předvýzkumu postojů učitelů.

Příloha 2: Elektronický výzkumný dotazník.

Příloha 3: Dotazník využitý při šetření rozvoje znalostí žáků.

Veškerá data získaná z elektronického výzkumného dotazníku (příloha 2) jsou dostupná prostřednictvím odkazu: <https://data.mendeley.com/datasets/kb5xghvptj/1>.

Příloha 1

POSTOJE UČITELŮ K NÁVŠTĚVĚ VZDĚLÁVACÍHO PROGRAMU V SCIENCE CENTRU

MOTIVACE, ROZHODNUTÍ, OČEKÁVÁNÍ

Co vás motivovalo k návštěvě science centra?

Na základě čeho jste se rozhodl/a navštívit science centra?

Jaké jste měl/a očekávání před návštěvou?

Jaká pozitiva spatřujete v návštěvě science centra?

PŘEKÁŽKY

Jaké překážky jste musel/a překonat pro úspěšnou realizaci návštěvy?

Brání vám něco v pravidelném navštěvování science centra?

VÝBĚR

Vybíral/a jste vy osobně, na jaký program přijedete? Na základě čeho jste vybíral/a?

Mohl/a jste si neomezeně vybrat, jak návštěvu uskutečníte? (kam, kdy, jak, na jaký program)

NÁVAZNOST, PROPOJENÍ S KURIKULEM

Jakou formou propojujete návštěvu science centra s výukou ve škole? (kdy, jak, za jakým účelem)

Reflektujete nějakým způsobem návštěvu science centra se žáky?

Dbáte při přípravě návštěvy science centra na propojení se školním kurikulem? (ŠVP)

Je pro vás důležitá vazba na školní kurikulum?

HODNOCENÍ

Na základě jakých kritérií a jakou formou hodnotíte úspěšnost návštěvy science centra?

Je pro vás důležité hodnotit úspěšnost návštěvy?

Příloha 2

POSTOJE UČITELŮ K NÁVŠTĚVĚ SCIENCE CENTER

Vážené pedagožky, vážení pedagogové,

prosíme o vyplnění kvantitativního dotazníku, jehož cílem je analyzovat:

- motivaci učitelů k návštěvě vzdělávacích programů v science centrech a jejich očekávání z návštěvy,
- překážky, které musí učitelé při plánování návštěvy science centra překonat,
- přístup učitelů k výběru konkrétního vzdělávacího programu,
- postoje učitelů k propojování školního kurikula s obsahem vzdělávacího programu,
- přístup učitelů k hodnocení návštěvy vzdělávacího programu.

Pod pojmem návštěva rozumějte návštěvu vzdělávacího programu, nikoliv pouze expozic.

U otázek s možností výběru více odpovědí vybírejte ty odpovědi, které vás významně ovlivnily/ovlivňují.

Dotazník je určen učitelům, kteří navštívili vzdělávací program v science centru se školní skupinou.

Velice děkujeme za vaše odpovědi.

** Označuje povinnou otázku*

1. V jakém science centru dotazník vyplňujete? *

Označte jen jednu elipsu.

- iQLANDIA
- Pevnost poznání
- Svět techniky
- Techmania
- VIDA!

OBECNÉ INFORMACE

Informace o školní skupině a učiteli.

2. S jakou skupinou žáků jste přijel/a? *

Označte jen jednu elipsu.

- mateřská škola
- dětská skupina
- 1. stupeň ZŠ
- 2. stupeň ZŠ
- nižší gymnázium
- vyšší gymnázium
- střední odborná škola
- učiliště

3. Jaký počet žáků je ve vaší skupině? *

Označte jen jednu elipsu.

- 15 a méně
- 16 až 30
- 31 až 40
- 41 a více

4. Zvolte jednu možnost, která nejlépe vystihuje vaši skupinu. *

Označte jen jednu elipsu.

- běžná třída nebo její část
- skupina složená z více tříd rozdílných ročníků
- skupina složená z více tříd stejného ročníku
- skupina nadaných žáků
- skupina žáků se znevýhodněním
- skupina žáků navštěvující mimoškolní aktivity pořádané školou

5. Jak je vaše škola vzdálená od science centra? *

Označte jen jednu elipsu.

- stejné město
- 10 km a méně
- 11 až 50 km
- 51 až 100 km
- 101 km a více

6. Jaká je délka vaší učitelské praxe? *

Označte jen jednu elipsu.

- 2 roky a méně
- 3 až 6 let
- 7 až 19 let
- 20 let a více

7. Zvolte všechny možnosti, které platí o vaší pozici ve škole. *

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- začínající učitel
- provázející učitel
- učitel přírodovědných předmětů
- učitel humanitních předmětů
- učitel odborných předmětů
- třídní učitel
- asistent pedagoga
- předseda předmětové komise
- školní psycholog
- zástupce ředitele
- ředitel
- Jiné: _____

8. Jak často navštěvujete science centra vy osobně? *

Označte jen jednu elipsu.

- alespoň jednou ročně
- alespoň dvakrát ročně
- alespoň pětkrát ročně
- alespoň jednou měsíčně
- alespoň dvakrát měsíčně
- zcela nepravidelně

OBECNÉ INFORMACE

Informace o návštěvě.

9. Zvolte jednu možnost, která nejlépe vystihuje vaši návštěvu. *

Označte jen jednu elipsu.

- sám jsem se rozhodl návštěvu uspořádat
- dostal jsem pokyn návštěvu uspořádat
- návštěvu naplánoval někdo jiný

10. Zvolte jednu možnost, která nejlépe vystihuje vaši návštěvu. *

Označte jen jednu elipsu.

- návštěva je povinnou součástí školního kurikula
- návštěva je součástí celoročního plánu bez vazby na školní kurikulum
- návštěva je dobrovolným obohacením školního kurikula

11. Zvolte všechny možnosti, které vystihují vaši návštěvu. *

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- cílená návštěva vzdělávacího programu konkrétního tématu
- cílená návštěva vzdělávacího programu libovolného tématu
- součást školního výletu
- součást tematické exkurze
- speciální tematický den (Den Země, různá výročí)
- návštěva za odměnu (výkon, soutěž)
- návštěva více institucí v jednom dni

12. Zvolte jednu možnost, která nejlépe vystihuje vaši návštěvu. *

Označte jen jednu elipsu.

- návštěva je hrazena žáky (rodiči)
- návštěva je hrazena z rozpočtu školy
- návštěva je hrazena z fondu (školního, rodičovského, apod.)
- návštěva je hrazena z projektu/grantu/dotace (např. šablony)
- návštěva je hrazena zřizovatelem (krajem, obcí)

13. Kdy byla provedena závazná objednávka termínu vzdělávacího programu? *

Označte jen jednu elipsu.

- na začátku školního roku
- před 6 měsíci a více
- před 3 až 5 měsíci
- před 1 až 2 měsíci
- před méně než 1 měsícem

MOTIVACE A OČEKÁVÁNÍ

Zvolte všechny možnosti, které vás významně motivovaly k návštěvě nebo vyjadřují vaše očekávání bezprostředně před návštěvou.

14. Kurikulum

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- rozšíření aktuálního učiva
- vazba na školní kurikulum
- podněty pro zpracování žákovského projektu
- vysvětlení složitých a problematických témat (kritická místa kurikula)
- vysvětlení nových a aktuálních témat (dynamická místa kurikula)

15. Metody a formy výuky

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- zábavnější a hravé pojetí výuky
- praktická aplikace znalostí a dovedností ze školy
- interaktivita
- hands-on aktivity, možnost si vše vyzkoušet
- nová osobnost vzdělavatele
- rozvoj kritického myšlení
- podpora celoživotního učení

16. Žáci

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- rozvoj znalostí a dovedností žáků
- rozvoj kompetencí žáků
- žáci se seznámí s novými přístupy ke vzdělávání
- žáci se seznámí s novými informacemi
- žáci se seznámí s různými vědeckými přístupy
- zvědavost žáků
- zábava pro žáky
- žákům se bude vzdělávací program líbit
- snaha nadchnout žáky
- zvýšení zájmu o vědu u žáků
- zvýšení motivace ke studiu
- jiný pohled na přírodovědné předměty
- objasnění smyslu proč se něco učíme, k čemu nám to bude
- aktivizace žáků
- zlepšení wellbeingu žáků (pocit psychosomatické pohody)

17. Třídní kolektiv

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- rozvoj spolupráce mezi žáky
- rozvoj samostatnosti žáků
- stmelení kolektivu žáků
- společné zážitky žáků
- zlepšení třídního klimatu

18. Vybavení

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- ve škole chybějící laboratoře a specializované učebny
- špatné materiálové vybavení školy, nedostatek pomůcek
- nadstandardní vybavení science center, nové technologie
- možnost práce žáků s chemikáliemi či ohněm v science centru

19. Science centrum

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- erudice lektorů a zaměstnanců
- mladí lektoři
- profesionální a empatický přístup lektorů
- změna prostředí vzdělávání, odlišná atmosféra
- přerušování rutiny
- příjemné prostory
- inovativní a inspirativní prostředí
- volnější režim návštěvy než v klasickém muzeu

20. Vzdělávací programy

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- kvalitní vzdělávací programy (pedagogicky, didakticky)
- zajímavá témata vzdělávacích programů
- široká nabídka doprovodných aktivit
- přiměřenost aktivit věku
- přiměřená doba trvání vzdělávacího programu

21. Učitel

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- osobní zkušenost s předchozí návštěvou
- zmapovat si nabídku pro budoucí návštěvy
- nové metody a formy výuky (inspirace pro učitele)
- nová témata a náměty do výuky (inspirace pro učitele)
- možnost navázání kontaktů (s lektory, jinými učiteli)

22. Organizace návštěvy

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- snadné objednání vzdělávacího programu
- široká nabídka témat vzdělávacích programů
- dostupné a srozumitelné informace
- přehledný rezervační systém
- dobrá spolupráce se zaměstnanci science centra
- blízkost science centra od školy
- nízké finanční náklady
- možnost stravování přímo v science centru

23. Informace

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- doporučení od kolegů
- doporučení od vedení školy
- recenze na internetu
- sociální sítě
- reklama
- newsletter
- webové stránky science centra

24. Ostatní

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- návštěva dotovaná projektem/grantem/dotací
- dlouhodobá spolupráce školy a science centra
- podpora propagace vědy a výzkumu
- splnění požadavků vedení školy
- snaha pravidelně zařazovat programy neformálního vzdělávání
- Jiné: _____

PŘEKÁŽKY

25. Musel/a jste překonat nějaké překážky při realizaci návštěvy? *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO Přeskočte na otázku 26
- NE Přeskočte na otázku 31

PŘEKÁŽKY

Zvolte všechny možnosti, které pro vás představovaly překážku při realizaci návštěvy.

26. Doprava

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- cena dopravy
- zajištění dopravy
- zpoždění dopravních spojů
- větší vzdálenost science centra od školy
- náročné cestování s dětmi

27. Organizační překážky na straně science centra

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- nedostatečné informace ze strany science centra
- nepřehledný rezervační systém
- nutnost rezervovat návštěvu v předstihu
- neuspokojivá šíře nabídky vzdělávacích programů
- omezená nabídka doprovodných programů
- složité navázání kontaktu s pracovníky science centra
- nedostatečná komunikace pracovníků science centra
- vysoká cena vzdělávacího programu
- dlouhá doba trvání vzdělávacího programu
- nevhodná otevírací doba
- stále stejné exponáty a pomůcky
- stále stejná témata vzdělávacích programů
- stále stejná témata doprovodných programů
- málo nových edukačních formátů

28. Organizační překážky na straně školy

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- rozvrhy žáků/tříd
- rozvrhy učitelů (suplování)
- administrativa
- časová náročnost přípravy celé návštěvy
- nutnost vrátit se do školy v přiměřeném čase
- zajištění obědů
- nemožnost stravovat se přímo v science centru
- absence žáků
- omezený čas na mimoškolní aktivity
- příliš obsáhlé školní kurikulum
- náročné provázání návštěvy se školním kurikulem

29. Osobnost učitele

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- obavy o bezpečnost dětí
- pocit vlastní neobornosti
- nedůvěra k novým metodám a formám výuky

30. Ostatní

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- neochota vedení školy podporovat mimoškolní aktivity
- neochota kolegů ve škole spolupracovat na přípravě návštěvy
- neochota rodičů financovat mimoškolní aktivity
- návštěvy dalších institucí neformálního vzdělávání v průběhu roku
- Jiné: _____

VÝBĚR VZDĚLÁVACÍHO PROGRAMU

Rozhodněte o následujících tvrzeních.

31. Mohu se sám/sama rozhodnout, zda chci navštívit instituci neformálního vzdělávání. *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

rozh rozhodně souhlasím

32. Mohu se sám/sama rozhodnout, jakou instituci neformálního vzdělávání chci navštívit. *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

rozh rozhodně souhlasím

33. Mohu se sám/sama rozhodnout, kdy chci instituci neformálního vzdělávání navštívit. *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

rozh rozhodně souhlasím

34. Mohu se sám/sama rozhodnout, kolikrát chci instituci neformálního vzdělávání navštívit. *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

rozh rozhodně souhlasím

VÝBĚR VZDĚLÁVACÍHO PROGRAMU

35. Téma vzdělávacího programu jsem zvolil/a já. *

Označte jen jednu elipsu.

ANO Přeskočte na otázku 37

NE Přeskočte na otázku 36

VÝBĚR VZDĚLÁVACÍHO PROGRAMU

36. Kdo zvolil téma vzdělávacího programu? *

Označte jen jednu elipsu.

vedení školy

učitel odborného předmětu

třídní učitel

člen předmětové nebo oborové komise

Jiné: _____

Přeskočte na otázku 40

VÝBĚR VZDĚLÁVACÍHO PROGRAMU

37. Zvolte všechna kritéria, na základě kterých jste zvolil/a téma vzdělávacího programu. *

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- aktuální téma výuky
- propojení se školním kurikulem
- téma celoročního projektu
- zájem žáků
- znalosti žáků
- vhodnost pro danou věkovou skupinu
- podle volného termínu
- Jiné: _____

38. Byla něčím omezena vaše možnost výběru? *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO *Přeskočte na otázku 39*
- NE *Přeskočte na otázku 40*

VÝBĚR VZDĚLÁVACÍHO PROGRAMU

39. Zvolte všechny možnosti, kterými byla omezena vaše možnost výběru. *

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- termín návštěvy byl pevně stanoven
- požadovaná témata již byla obsazena
- požadované termíny již byly obsazeny
- omezoval mě vysoký počet žáků ve skupině
- Jiné: _____

Přeskočte na otázku 40

KURIKULUM

40. Téma vzdělávacího programu koresponduje s oborem předmětu, který učím ve skupině, se kterou jsem přijel/a. *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO, zcela *Přeskočte na otázku 43*
- částečně *Přeskočte na otázku 43*
- NE *Přeskočte na otázku 41*

KURIKULUM

41. Konzultoval/a jste výběr tématu vzdělávacího programu s vyučujícím odborného předmětu? *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO
- NE

42. Předáte učiteli odborného předmětu informace o obsahu vzdělávacího programu? *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO
- NE

Přeskočte na otázku 43

KURIKULUM

43. Reflektujete (chystáte se reflektovat) návštěvu ve výuce? *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO *Přeskočte na otázku 44*
- NE *Přeskočte na otázku 45*

KURIKULUM

44. Jak reflektujete (chystáte se reflektovat) návštěvu ve výuce? *

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- společná diskuse
- rozhovor
- dotazník
- brainstorming
- žáci vytvářejí prezentaci
- žáci vytvářejí poster
- žáci realizují projekt
- využívám žáky získané poznatky při další výuce
- testováním znalostí
- Jiné: _____

Přeskočte na otázku 46

KURIKULUM

45. Proč nereflektujete (se nechystáte reflektovat) návštěvu ve výuce? *

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- není to důležité
- není na to čas
- nevím jak
- nejsem učitel odborného předmětu
- Jiné: _____

Přeskočte na otázku 46

KURIKULUM

46. Zvolte všechny činnosti, které obvykle realizujete ve spojitosti s návštěvou. *

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- podrobně hodnotím nabízené vzdělávací programy
- já sám se tematicky připravuji před návštěvou vzdělávacího programu (napsat jak)
- tematicky připravuji žáky před návštěvou vzdělávacího programu (napsat jak)
- se žáky reflektuji vzdělávací program po návštěvě
- se žáky realizují další aktivity navazující na návštěvu vzdělávacího programu

Přeskočte na otázku 47

KURIKULUM

Rozhodněte o následujících tvrzeních.

47. Propojení vzdělávacího programu se školním kurikulem je pro mě: *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

zcel velmi důležité

48. Propojení vzdělávacího programu s aktuálním tématem výuky je pro mě: *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

zcel velmi důležité

49. Propojení vzdělávacího programu s určitými tematickými celky je pro mě: *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

zcel velmi důležité

50. Využití vzdělávacího programu k rozvoji mezipředmětových vazeb je pro mě: *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

zcel velmi důležité

51. Využití vzdělávacího programu k rozvoji kompetencí a gramotností žáků je pro mě: *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

zcel velmi důležité

52. Využití vzdělávacího programu k naplňování očekávaných výstupů je pro mě: *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

zcel velmi důležité

53. Využití vzdělávacího programu k obohacením běžné školní výuky je pro mě: *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

zcel velmi důležité

54. Využití vzdělávacího programu k naplňování průřezových témat je pro mě: *

Označte jen jednu elipsu.

1 2 3 4 5

zcel velmi důležité

55. Účast na mimoškolní výuce vyplývá ze školního kurikula. *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO
 NE
 nevím

56. Účast na mimoškolní výuce by měla vyplývat ze školního kurikula. *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO
 NE
 nevím

57. Účast na mimoškolní výuce nařizuje ředitel školy. *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO
 NE
 nevím

58. Účast na mimoškolní výuce by měl nařizovat ředitel školy. *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO
 NE
 nevím

59. Mám ze strany science centra dostatek metodických a podpůrných materiálů. *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO
 NE
 nevím

60. Uvítal/a bych se strany science centra více metodických a podpůrných materiálů. *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO
 NE
 nevím

Přeskočte na otázku 61

HODNOCENÍ NÁVŠTĚVY

61. Provádíte nějakou formou evaluaci návštěvy? *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO *Přeskočte na otázku 63*
 NE *Přeskočte na otázku 62*

HODNOCENÍ NÁVŠTĚVY

62. Proč nehodnotíte návštěvu? *

Označte jen jednu elipsu.

- není to důležité
 není na to čas
 nevím jak
 Jiné: _____

Přeskočte na otázku 74

HODNOCENÍ NÁVŠTĚVY

63. Je pro vás hodnocení návštěvy důležité? *

Označte jen jednu elipsu.

ANO

NE

64. Ovlivňuje hodnocení návštěvy rozhodnutí uspořádat další návštěvu? *

Označte jen jednu elipsu.

ANO

NE

Přeskočte na otázku 65

HODNOCENÍ NÁVŠTĚVY

65. Je pro vás při hodnocení návštěvy důležitá zpětná vazba od žáků? *

Označte jen jednu elipsu.

ANO *Přeskočte na otázku 66*

NE *Přeskočte na otázku 67*

HODNOCENÍ NÁVŠTĚVY

66. Zvolte všechna kritéria, která jsou pro vás důležitá při hodnocení ze strany žáků. *

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- žáky vzdělávací program bavil, nenudili se
- žáky vzdělávací program nadchnul, jsou spokojeni
- žáci úspěšně plnili aktivity
- žáci si osvojili nové znalosti a dovednosti
- žáci lépe porozuměli danému tématu
- žáci rozvinuli své kompetence
- žáci získali nový pohled na problematiku
- žáci si vyzkoušeli nové činnosti
- žáci spolupracovali
- žáci zlepšili své vzájemné vztahy
- žáci nezlobili
- žáci byli zvědaví
- žáci zvýšili svůj zájem o dané téma
- žáci zlepšili svoji motivaci
- žáci o vzdělávacím programu diskutovali
- žáci mezi sebou sdílí své zážitky, pocity a názory
- Jiné: _____

Přeskočte na otázku 67

HODNOCENÍ NÁVŠTĚVY

67. Je pro vás při hodnocení návštěvy důležité vaše vlastní hodnocení? *

Označte jen jednu elipsu.

- ANO *Přeskočte na otázku 68*
- NE *Přeskočte na otázku 74*

HODNOCENÍ NÁVŠTĚVY

Zvolte všechna kritéria, která jsou pro vás důležitá při vlastním hodnocení.

68. Zaměstnanci

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- úroveň znalostí a dovedností lektora
- zkušenost a praxe lektorů
- vystupování a přístup lektora
- přístup provozních zaměstnanců

69. Vzdělávací program

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- vhodnost zvoleného tématu vzdělávacího programu
- přiměřenost aktivit věku
- úroveň propojení teorie s praxí
- průběh vzdělávacího programu
- kvalita vzdělávacího programu

70. Science centrum

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- úroveň organizace před návštěvou
- úroveň organizace na místě
- prostředí science centra
- úroveň nabídky vzdělávacích programů
- úroveň nabídky doprovodných programů

71. Škola

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- splnění povinností
- spokojenost vedení školy
- spokojenost rodičů
- úroveň provázání se školním kurikulem

72. Organizace návštěvy

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- množství problémů s dopravou
- množství nehod nebo zranění

73. Osobní rozvoj

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

- možnost seznámit se s novými metodami a formami výuky
- možnost seznámit se s novými zajímavými tématy a náměty do výuky
- možnost získat nové kontakty
- Jiné: _____

Přeskočte na otázku 74

ZÁVĚR

74. Podněty a připomínky

Obsah není vytvořen ani schválen Googlem.

Google Formuláře

Příloha 3

Dotazníkové šetření

Jsem žák: 2. stupně ZŠ - nižšího gymnázia - vyššího gymnázia - SŠ - SOŠ

Ročník: _____

Věk: _____

Probíral jsem danou látku během školní výuky: ANO / NE

Aktuálně se nacházím: ve škole / v science centru

Dotazník vyplňuji: před výukou / bezprostředně po výuce / po více jak 3 měsících po výuce

- 1) Čočky, jejichž střed je širší než okraj nazýváme:
 - a) sbíhavky
 - b) rozptylky
 - c) spojky

- 2) Čočky, jejichž okraj je širší než střed nazýváme:
 - a) rozbíhavky
 - b) rozptylky
 - c) spojky

- 3) Paprsky rovnoběžné s optickou osou se po průchodu spojnou čočkou lámou tak, že za čočkou:
 - a) mají takový směr, jakoby vycházely z jednoho bodu ležícího na optické ose.
 - b) směřují do jednoho bodu ležícího mimo optickou osu.
 - c) směřují do jednoho bodu ležícího na optické ose.

- 4) Rozptylky mění rovnoběžný svazek paprsků na:
 - a) sbíhavý
 - b) rozbíhavý
 - c) nemění ho

- 5) Vzdálenost mezi středem a ohniskem čočky nazýváme:
 - a) poloměr křivosti
 - b) výška čočky
 - c) ohnisková vzdálenost

- 6) Čím tlustší čočka je, tím _____ je její ohnisková vzdálenost f .
 - a) menší
 - b) větší

- 7) Čím větší je ohnisková vzdálenost čočky f , tím _____ je optická mohutnost čočky ϕ .
 - a) menší
 - b) větší

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra experimentální fyziky

AUTOREFERÁT K DISERTAČNÍ PRÁCI

Science centrum jako součást vzdělávacího systému
v České republice



| | |
|-------------------|--------------------------------|
| Autor: | Mgr. Roman Chvátal |
| Studijní program: | P1703 Fyzika |
| Studijní obor: | 1701V047 Didaktika fyziky |
| Školitel: | doc. RNDr. Roman Kubínek, CSc. |
| Konzultantka: | RNDr. Renata Holubová, CSc. |
| Termín odevzdání: | červen 2024 |

Student: **Mgr. Roman Chvátal**
Katedra experimentální fyziky PřF UP v Olomouci

Školitel: **doc. RNDr. Roman Kubínek, CSc.**
Katedra experimentální fyziky PřF UP v Olomouci

Konzultantka: **RNDr. Renata Holubová, CSc.**
Katedra experimentální fyziky PřF UP v Olomouci

Oponentky: **RNDr. Irena Dvořáková, Ph.D.**
Katedra didaktiky fyziky MFF UK v Praze

doc. PaedDr. Jana Škrabánková, Ph.D.
Katedra fyziky PřF OU v Ostravě

Místo a termín obhajoby: **Olomouc, srpen 2024**

Místo zpřístupnění práce: **Katedra experimentální fyziky PřF UP**

ABSTRAKT

Disertační práce se zabývá vlivem science center na český vzdělávací systém. Práce hodnotí jejich přínos především v oblasti spolupráce mezi učiteli a zaměstnanci science center, ale také mezi science centry a akademickým prostředím. V teoretických kapitolách je téma zasazeno do kontextu českého vzdělávacího systému s důrazem na celoživotní učení a neformální vzdělávání. Praktická část se soustředí na výzkum postojů učitelů k účasti na vzdělávacích programech a zaměřuje se na jejich motivace, očekávání a hodnocení úspěšnosti těchto programů. Další kapitoly popisují vybrané přístupy k podpoře výuky ve školách prostřednictvím science center a možnosti spolupráce s akademickou sférou. Práce se také věnuje tvorbě popularizačních výstupů a realizaci výzkumu s využitím heterogenních skupin respondentů. Závěrem poskytuje komplexní pohled na přínos science center pro český vzdělávací systém.

ABSTRACT

The dissertation examines the impact of science centres on the Czech education system, focusing on their role in facilitating cooperation between teachers, science centre staff, and the academic community. Theoretical chapters contextualize the topic within the Czech education system, emphasizing lifelong learning and non-formal education. The practical part investigates teachers' attitudes, motivations, expectations, and evaluations of educational programs. Additional chapters explore methods of enhancing school learning through science centres and opportunities for academic collaboration. The thesis also addresses the development of popularization outputs and research involving diverse respondent groups, offering a comprehensive view of the science centres' contributions to Czech education.

SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA

Publikace v odborném časopise v databázi WoS

Chvátal, R., Slezáková, J., & Popelka, S. (2023). Analysis of problem-solving strategies for the development of geometric imagination using eye-tracking. *Education and Information Technologies*, 1–19.

Publikace v recenzovaném časopise

Chvátal, R., Nováková, A., Lang, V., Krčmářová, A., & Šroub, J. (2022). Využití termokamer nejen ve výuce fyziky, *Československý časopis pro fyziku*, 72(6), 446–450.

Chvátal, R. (2020). Výroba želatinových optických prvků jako nástroj badatelsky orientované výuky, *Československý časopis pro fyziku*, 70(3), 174–176.

Krčmová, S., & **Chvátal, R.** (2020). Možnosti neformálního vzdělávání v science centrech. *Pedagogika*, 70(3), 378–382.

Publikace v konferenčním sborníku

Chvátal, R., Krčmářová, A., & Kubínek, R. (2021). Science centre as a part of the education system in the Czech Republic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1929(1), 012094.

Krčmářová, A., **Chvátal, R.**, & Holubová, R. (2021). Analysis of some selected FCI tasks using eye-tracking. *Journal of Physics: Conference Series*, 1929(1), 012021.

OBSAH

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | ÚVOD DO PROBLEMATIKY, CÍLE PRÁCE..... | 6 |
| 2 | VÝZKUM POSTOJŮ UČITELŮ K ÚČASTI NA VZDĚLÁVACÍM PROGRAMU V SCIENCE CENTRU..... | 8 |
| 2.1 | PŘEDVÝZKUM, VÝZKUMNÉ OTÁZKY, METODOLOGIE VÝZKUMU | 8 |
| 2.2 | VÝSLEDKY VÝZKUMU | 10 |
| 2.3 | PŘÍNOS VÝZKUMU | 13 |
| 3 | VZDĚLÁVACÍ PROGRAM K TÉMATU PAPRSKOVÉ OPTIKY..... | 16 |
| 3.1 | DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ ROZVOJE ZNALOSTÍ ŽÁKŮ | 18 |
| 3.2 | VÝSLEDKY A PŘÍNOS DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ | 19 |
| 4 | VÝZKUM ROZVOJE GEOMETRICKÉ PŘEDSTAVIVOSTI | 20 |
| 4.1 | VÝZKUMNÁ OTÁZKA | 21 |
| 4.2 | METODOLOGIE VÝZKUMU | 22 |
| 4.3 | VÝSLEDKY A PŘÍNOS VÝZKUMU | 23 |
| 5 | ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU SCIENCE CENTER PRO ČESKÝ VZDĚLÁVACÍ SYSTÉM | 24 |
| 6 | ZÁVĚR, SHRNUÍ POZNATKŮ, VIZE..... | 26 |
| 7 | SEZNAM LITERATURY | 30 |

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY, CÍLE PRÁCE

K zásadní změně paradigmatu ve vzdělávání došlo vlivem přijetí konceptu celoživotního učení. Tento přístup představuje kontinuální proces rozvoje člověka, v jehož kontextu roste význam institucí neformálního vzdělávání. V jejich struktuře se v posledních deseti letech etablovaly subjekty, které byly pro většinu laické i odborné veřejnosti zcela neznámé. **Science centra**, instituce, jejichž cílem je popularizace vědy a výzkumu prostřednictvím interaktivních expozic a programů neformálního vzdělávání. Zájem o jejich aktivity neustále roste, a s ním nabývá na významu také vliv na vzdělávání české populace, který je třeba zkoumat.

Práce je poněkud netradičně členěna do kapitol, které v sobě spojují rešeršní a výzkumné části vztahující se ke konkrétnímu tématu. Napříč kapitolami se line jedna ústřední myšlenka formulovatelná jako **cíl práce, kterým je zhodnotit přínos science center pro český vzdělávací systém**. A to zejména v kontextu spolupráce mezi učiteli různých typů škol a zaměstnanci science center, ale také s ohledem na spolupráci mezi science centry a akademickým prostředím.

Úkolem prvních dvou, ryze teoretických kapitol, je zasadit téma práce do kontextu českého vzdělávacího systému. Ústřední kapitola práce se zabývá pohledem učitelů na česká science centra, přičemž pozornost byla zaměřena na výzkum postojů učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru. Výzkum v českých science centrech byl realizován prostřednictvím kvantitativního elektronického dotazníku, který byl vytvořen na základě kvalitativního předvýzkumu realizovaného v izraelském science centru Madatech a v olomoucké Pevnosti poznání. **Cílem samotného výzkumu bylo odpovědět na několik výzkumných otázek a zhodnotit tak přístup a potřeby učitelů.**

1. **Jaké jsou motivace a očekávání učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru?**
2. **Jaké překážky musejí učitelé při plánování a realizaci účasti na vzdělávacím programu v science centru překonávat?**
3. **Jak učitelé uskutečňují výběr vzdělávacího programu v science centru?**
4. **Jak učitelé vnímají propojení výuky v science centru s výukou ve škole?**
5. **Jak učitelé hodnotí úspěšnost účasti na vzdělávacím programu v science centru?**

V další kapitole jsou popisovány různé přístupy k podpoře výuky prostřednictvím science center. První z nich se zaměřuje na propojení výuky v science centrech a ve škole prostřednictvím vzdělávacího programu. Součástí tohoto výstupu bylo také šetření zaměřující se na výzkum rozvoje znalostí žáků v oblasti paprskové optiky, a to formou pre-testu a post-testu, tedy před a po vzdělávacím programu. **Cílem tohoto ověřování bylo zjistit, zda neformální vzdělávání přináší odlišné kvantitativní výsledky v úspěšnosti žáků ve srovnání s formálním vzděláváním.** Toto ověřování zůstalo ve fázi předvýzkumu, jelikož další výzkum byl odkládán z důvodu pandemie a omezení prezenční výuky. Během tohoto období došlo k přeorientování pozornosti na oblast výzkumu, zabývající se postoji učitelů. Druhý z přístupů k podpoře výuky prostřednictvím science center přináší námět, jak zajistit dobrou technologickou vybavenost škol prostřednictvím sdílených pomůcek.

Kapitola mapující možnosti spolupráce s akademickou sférou přináší pohled na science centra, jako na instituce poskytující jedinečný prostor pro pregraduální přípravu učitelů a realizaci výzkumu. Synergie mezi zaměstnanci vede také k tvorbě nových didaktických pomůcek a vzdělávacích formátů. Práce s heterogenními skupinami umožňuje realizovat šetření na vzorku respondentů, kteří nepocházejí ze stejného prostředí, a směřuje tak ke kvalitní citizen science. Na základě těchto přístupů byl realizován výzkum geometrické představivosti žáků, založený na testování žáků za využití technologie eye-trackingu. **Cílem výzkumu bylo zjistit, jak ovlivňuje pořadí geometrických úloh vizuální pozornost a jak souvisí strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu s úspěšností, rychlostí řešení a rozdíly mezi pohlavími.**

Práce jako celek se zabývá několika různými oblastmi, mezi které patří: spolupráce s učiteli na užším propojení školní výuky s výukou v science centrech; podpora učitelů při rozvoji výuky ve školách; tvorba vzdělávacích programů a analýza vlivu výuky v neformálním prostředí na žáky; spolupráce s akademiky na tvorbě popularizačních výstupů, výrobě exponátů a následném výzkumu. Tento tematický rozptyl lze vnímat jako přínos pro komplexní zhodnocení přínosu science center pro český vzdělávací systém, které je podpořeno také mezinárodní zkušeností získanou během stáže v Izraeli, zemi, kde jsou science centra nedílnou součástí vzdělávacího systému.

2 VÝZKUM POSTOJŮ UČITELŮ K ÚČASTI NA VZDĚLÁVACÍM PROGRAMU V SCIENCE CENTRU

Vzdělávací programy představují nejužší možnost spolupráce mezi science centrem a školou. Jedná se o ucelenou vzdělávací jednotku vedenou zkušeným lektorem v neformálním prostředí, jejímž prostřednictvím učitelé často doplňují výuku o atraktivní nebo netradiční témata. Učitelé často vybírají vzdělávací programy, během nichž žáci využívají interaktivní exponáty nebo různé technické vybavení, které ve školách nenajdeme. Zejména v období května a června jsou vzdělávací programy také součástí školních výletů. Motivace učitelů k účasti na vzdělávacím programu jsou velmi různorodé a často ovlivňují výběr konkrétního programu, ale rozhodují také o tom, jestli se učitel do science centra se žáky vůbec vydá nebo ne. Výstupy z prací, které se orientovaly na výzkum postojů učitelů k návštěvě institucí neformálního vzdělávání, můžeme využít jako vstupní předpoklady pro výzkum motivací učitelů k návštěvě science center a tento výzkum dále zacílit na analýzu motivací učitelů propojovat formální a neformální vzdělávání prostřednictvím vzdělávacích programů v science centrech.

2.1 Předvýzkum, výzkumné otázky, metodologie výzkumu

Cílem předvýzkumu bylo získat podklady pro tvorbu dotazníku určeného k realizaci samotného výzkumu. Na základě rešerše literatury zabývající se hodnocením realizace mimoškolní výuky z pohledu učitelů vyplývá několik oblastí, které by bylo vhodné zkoumat. Fúz (2018) se obdobně jako Julien a Chalmeau (2022) ve své práci zabývá studiem motivací k realizaci mimoškolní výuky a analýzou překážek, které musejí učitelé překonávat. Kisiel (2005) zkoumá motivací učitelů a pozadí jejich rozhodnutí mimoškolní výuku realizovat, ale také zjišťuje, jakými indikátory učitelé hodnotí úspěšnost návštěvy. Snaží-li se odborníci v rámci české kurikulární reformy více propojit formální a neformální vzdělávání, měli bychom se také zajímat o to, jak učitelé vnímají důležitost propojení mimoškolní výuky se školním kurikulem. Za účelem šetření v rámci předvýzkumu tak byly stanoveny tyto oblasti:

- motivace učitelů, jejich rozhodování a očekávání,
- překážky, které musí učitelé při realizaci mimoškolní výuky překonávat,
- proces výběru vzdělávacího programu,
- návaznost na školní výuku, propojení se školním kurikulem,
- hodnocení úspěšnosti návštěvy.

Na základě těchto zájmových oblastí byl sestaven jednoduchý dotazník, určený k realizaci krátkých rozhovorů s učiteli, kteří se se svou třídou účastnili vzdělávacího programu v science centru. Otázky v dotazníku byly koncipovány tak, aby bylo možné získat co nejvíce unikátních odpovědí, které byly následně uváděny jako možné odpovědi v uzavřených otázkách výzkumného dotazníku. Tento předvýzkum byl realizován v olomoucké Pevnosti poznání a v science centru Madatech, které sídlí v izraelské Haifě. Účastnilo se ho celkem 32 učitelů, kteří přijeli se skupinou žáků ze základní nebo střední školy, z uvedeného počtu odpovídalo na otázky 22 českých učitelů a 10 učitelů izraelských.

Výsledky předvýzkumu ukázaly, že odpovědi učitelů byly velmi různorodé, a proto byly seskupeny do ucelenějších podskupin tak, aby toto uspořádání usnadnilo orientaci v elektronickém výzkumném dotazníku. Cílem předvýzkumu nebylo detailně analyzovat odpovědi učitelů, ale předvýzkum byl realizován za účelem získání různorodých odpovědí, které bylo možné zakomponovat do elektronického výzkumného dotazníku určeného k realizaci výzkumu motivací učitelů propojovat formální a neformální vzdělávání prostřednictvím vzdělávacích programů v science centrech. V kontextu výše uvedeného můžeme formulovat následující výzkumné otázky.

- 1. Jaké jsou motivace a očekávání učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru?**
- 2. Jaké překážky musejí učitelé při plánování a realizaci účasti na vzdělávacím programu v science centru překonávat?**
- 3. Jak učitelé uskutečňují výběr vzdělávacího programu v science centru?**
- 4. Jak učitelé vnímají propojení výuky v science centru s výukou ve škole?**
- 5. Jak učitelé hodnotí úspěšnost účasti na vzdělávacím programu v science centru?**

Na základě podkladů tvořených výstupy z rešerše literatury, výsledků rozhovorů realizovaných v rámci předvýzkumu a zpětné vazby od pracovníků českých science center byl sestaven elektronický výzkumný dotazník, který byl pro přehlednost rozdělen do šesti základních oblastí.

Odpovědi na dotazník byly sbírány v průběhu června a července roku 2023. Dotazník byl zaslán všem učitelům, kteří v průběhu června navštívili se školní skupinou vzdělávací program. Cíleně nedocházelo k žádné selekci. Dotazník jim byl zaslán bezprostředně po jejich návštěvě. Někteří odpověděli bezprostředně po jeho obdržení, ale někteří učitelé odpovídali až

v průběhu července. Důležitou informací je také to, že dotazník byl rozeslán na adresy uváděné v objednávce vzdělávacího programu, to znamená, že email mohl být doručen osobě, která ve skutečnosti science centrum nenavštívila, ale program pouze objednávala. Dotazník vyplnilo celkem 95 respondentů.

2.2 Výsledky výzkumu

Učitelé navštěvovali vzdělávací program v science centru nejčastěji se skupinou žáků čítající 16 až 30 osob, přičemž tento kolektiv nejčastěji charakterizovali jako běžnou třídu. Návštěva byla nejčastěji hrazena žáky, respektive jejich rodiči a žádný respondent neuvedl, že by byla hrazena přímo z rozpočtu školy. Učitelé také nejčastěji uváděli, že návštěva byla uskutečněna v rámci školního výletu nebo jako cílená návštěva konkrétního vzdělávacího programu a naprostá většina učitelů se rozhodla návštěvu uspořádat sama, přičemž označovali návštěvu jako dobrovolné obohacení školního kurikula. Na dotazník odpovědělo nejvíce učitelů s delší pedagogickou praxí a sami se nejčastěji označovali jako třídní učitel. Výrazně menší podíl respondentů se označoval jako učitel přírodovědných nebo humanitních předmětů.

1. Jaké jsou motivace a očekávání učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru?

Získané výsledky v tomto případě nerozlišují mezi motivací učitelů k návštěvě science center a jejich očekáváními, ale lze předpokládat, že pokud učitelé něco očekávají, tak je to současně motivuje k návštěvě a naopak. Z výsledků vyplývá, že učitelé navštěvují vzdělávací programy za účelem rozšíření aktuálního učiva, což koresponduje s výsledky maďarské studie (Füz, 2018), s vazbou na školní kurikulum, tento důvod uváděli respondenti jako nejčastější ve studii Kisiela (2005). Současně předpokládají, že se žáci v science centru setkají se zábavnějším, hravým a interaktivním pojetím výuky, což koresponduje s tím, že chtějí, aby se žáci bavili a současně rozvíjeli své znalosti a dovednosti. Učitelé ve francouzské studii (Julien & Chalmeau, 2022) však akcentovali jako nejčastější důvod k realizaci mimoškolní výuky získání znalostí z oblasti vědy a osvojení si vědeckých přístupů. To by mělo vést k rozvoji spolupráce mezi žáky a ke vzniku společných zážitků v odlišné atmosféře nového prostředí. Jako zcela zásadní se ukázal předpoklad učitelů, že science centra disponují nadstandardním vybavením a novými technologiemi, které mohou přispět ke kvalitním vzdělávacím programům o zajímavých tématech. Díky tomu učitelé získávají nové náměty do výuky, což jistě pozitivně ovlivní jejich osobní zkušenost. Pro učitele je také důležité snadné objednání vzdělávacího

programu, přičemž využívají informace z webových stránek science centra nebo doporučení od kolegů. Obecně platí, že se učitelé snaží pravidelně zařazovat programy neformálního vzdělávání do výuky.

Z výsledků také vyplývá, že pro učitele není v kontextu návštěvy vzdělávacího programu v science centru příliš důležitá podpora konceptu celoživotního učení nebo wellbeingu žáků. I když v případě wellbeingu se možná jedná o nejasný pojem, protože z výsledků popsaných výše vyplývá, že práce s třídním kolektivem a klima ve třídě jsou pro učitele relevantní témata. Pro učitele, kteří se rozhodli navštívit vzdělávací program, není příliš důležitá nabídka doprovodných aktivit a science centra významně nevyužívají k navázání nových kontaktů. Z výsledků můžeme také usuzovat, že návštěva science center může být finančně náročná.

2. Jaké překážky musejí učitelé při plánování a realizaci účasti na vzdělávacím programu v science centru překonávat?

Velice pozitivním výsledkem tohoto šetření je, že naprostá většina respondentů uvedla, že nemuseli při realizaci návštěvy překonávat žádné překážky. Je možné, že toto je dáno výběrem skupiny respondentů, tedy učitelů, kteří již science centrum navštívili. Mohou být více motivováni k návštěvě, mají zájem na tom návštěvu uskutečnit a některé překážky pro ně nejsou tak významné, aby je v dotazníku uváděli. Respondenti z minoritní skupiny uváděli, že museli překonávat překážky v podobě větší vzdálenosti science centra od školy a náročnější administrativy. Tyto důvody uváděli jako druhé nejčastější také učitelé v maďarské (Fúz, 2018) a francouzské studii (Julien & Chalmeau, 2022). Oproti tomu Fúz (2018) uvádí, že nejčastější bariérou, kterou museli učitelé překonávat, bylo hledání finančních zdrojů, což se shoduje i s výsledky francouzské studie (Julien & Chalmeau, 2022).

3. Jak učitelé uskutečňují výběr vzdělávacího programu v science centru?

Obecně platí, že se učitelé napříč stupni vzdělávací soustavy mohou sami rozhodnout, zda chtějí navštívit instituci neformálního vzdělávání a obdobně se mohou sami rozhodnout, jakou instituci neformálního vzdělávání chtějí navštívit. Proti tomu v případě, že se mají rozhodnout, kdy chtějí instituci neformálního vzdělávání navštívit, tak se cítí ve své volbě omezenější, a to zejména učitelé na středních školách. Nejvýrazněji se všichni učitelé cítí omezení ve chvíli, kdy se mají rozhodnout, kolikrát chtějí instituci neformálního vzdělávání

navštívit. V tomto případě opět platí, že učitelé středních škol se cítí ve své volbě nejvíce omezeni. Tyto výsledky korespondují s výsledky uváděnými ve studii Kisiela (2005).

4. Jak učitelé vnímají propojení výuky v science centru s výukou ve škole?

Minimum respondentů uvedlo, že návštěva vzdělávacího programu v science centru byla povinnou součástí školního kurikula. Avšak 27,4 % respondentů současně uvedlo, že účast na mimoškolní výuce vyplývá ze školního kurikula, přičemž 42,1 % respondentů uvedlo, že účast na mimoškolní výuce by měla vyplývat ze školního kurikula.

Zásadní problém propojení výuky v science centru s výukou ve škole dokládají výsledky, které odhalily, že pouze polovina učitelů, kteří přijíždějí se školní skupinou na vzdělávací program, učí v této skupině předmět, který zcela koresponduje s tématem vzdělávacího programu. Situaci nezlepšuje ani to, že respondenti, kteří uváděli, že téma vzdělávacího programu s oborem vyučovaného předmětu nesouvisí, současně uváděli, že nekonzultovali výběr vzdělávacího programu s učitelem odborného předmětu a většina z nich se ani nechystá předat informace o obsahu vzdělávacího programu.

Obecně platí, že učitelé se svými žáky reflektují vzdělávací program po návštěvě science centra a sami před návštěvou hodnotí nabízené programy. Příliš se však nevěnují tematické přípravě před návštěvou programu nebo dalším aktivitám na návštěvu navazujícím. Tyto výsledky jsou v souladu s výsledky studie, kterou publikovali Souza a kol. (2023). Z postojů učitelů k propojení výuky v science centru s výukou ve škole vyplývá, že nejpozitivněji toto propojení vnímají učitelé prvního stupně základních škol. Ve skupině učitelů středních škol uváděl vždy alespoň jeden respondent, že propojení výuky v science centru s výukou ve škole je pro něj zcela nedůležité. Výrazná shoda mezi všemi učiteli panovala v tom, že využívají vzdělávacího programu k obohacením běžné školní výuky.

5. Jak učitelé hodnotí úspěšnost účasti na vzdělávacím programu v science centru?

Obecně platí, že učitelé provádí nějakou formou evaluaci návštěvy a ti, kteří ji neprovádí tak činí zejména z důvodu nedostatku času. Pro učitele, kteří evaluaci provádí je tato činnost důležitá, získávají zpětnou vazbu od žáků, provádí vlastní hodnocení a tyto činnosti ovlivňují jejich rozhodnutí uspořádat další návštěvu.

Výsledky toho, která kritéria jsou pro učitele důležitá při hodnocení návštěvy, často korespondují s tím, co učitele k návštěvě motivuje a co od návštěvy očekávají. Ze zpětné vazby od žáků učitele zajímá, zdali se žáci bavili, zda žáci spolupracovali, vyzkoušeli si nové činnosti a osvojili nové znalosti a dovednosti. Tato dvě hodnotící kritéria byla nejdůležitější také pro respondenty ze studie Kisiela (2005). Také hodnotí, zdali následně mezi sebou sdílí své zážitky, pocity a názory. Sami učitelé pak hodnotí vystupování a přístup lektora a jeho znalosti a dovednosti. Při hodnocení vzdělávacího programu se zaměřují na přiměřenost aktivit věku, úroveň propojení teorie s praxí nebo vhodnost zvoleného tématu. Na science centru hodnotí zejména úroveň organizace na místě, úroveň nabídky vzdělávacích programů a prostředí instituce. Učitelé základních škol přihlížejí také ke spokojenosti rodičů. Učitelé středních škol akcentují úroveň provázání se školním kurikulem, přestože na otázku, jak vnímají propojení vzdělávacího programu se školním kurikulem, odpovídali méně pozitivně než učitelé základních škol. Také se potvrzuje, že učitelé vnímají science centra jako místa inspirace, protože mezi jejich hodnotící kritéria patří možnost seznámit se s novými zajímavými tématy a náměty do výuky nebo novými metodami a formami výuky.

Na závěr nutno podotknout, že mezi limity výzkumu patří zejména:

- vzorek respondentů omezený na učitele, kteří návštěvu v science centru skutečně realizovali,
- vzorek respondentů, který obsahuje nevyvážený počet respondentů ve sledovaných skupinách, zejména nízký počet středoškolských učitelů,
- období sběru dat bylo omezeno pouze na měsíc červen.

2.3 Přínos výzkumu

V kontextu vize užšího propojování formálního a neformálního vzdělávání jsou výsledky tohoto výzkumu značným přínosem nejen pro science centra, ale pro instituce neformálního vzdělávání obecně. Z výsledků se mohou inspirovat také učitelé.

Pracovníci science center, respektive institucí neformálního vzdělávání, by měli při přípravě vzdělávacích programů pamatovat zejména na skutečnost, že učitelé v různých kontextech akcentovali zájem o to, aby se žáci při absolvování vzdělávacího programu bavili. Z výsledků jasně nevyplývá, že by toto výrazně upřednostňovali před získáváním nových znalostí a dovedností žáky, ale důraz na zábavnější, hravé a interaktivní pojetí výuky je zcela

zjevný. Pamatovat by měli také na zájem učitelů o získání inspirativních podnětů, které mohou z neformálního prostředí přenést do výuky ve škole.

Učitelé také vyjádřili zájem na úzkém propojení výuky v science centrech se školním kurikulem, i když každá ze sledovaných skupin učitelů kladla důraz na jinou formu propojení. Obecně však platí, že učitelé navštěvují vzdělávací programy za účelem rozšíření aktuálního učiva s vazbou na školní kurikulum a 42,1 % respondentů uvedlo, že účast na mimoškolní výuce by měla vyplývat ze školního kurikula.

Inspirací pro ostatní učitele může být skutečnost, že učitelé, kteří navštěvují science centra, tak činí také za účelem překonávání kritických a dynamických míst kurikula. Témata spadající do těchto oblastí často souvisí s nejnovějšími vědeckými poznatky, které jsou vázány na technologický pokrok. Aby byla výuka o těchto tématech atraktivní, je třeba využívat nejmodernější technologie, kterými disponují právě science centra. To ostatně podporují další výsledky výzkumu, ze kterých vyplývá, že na základních školách často chybí laboratoře a specializované učebny, ve kterých by se výuka přírodních věd odehrávala. Také učitelé středních škol uváděli, že je k návštěvě science center motivuje jejich materiálové vybavení a dostatek pomůcek v nich.

Zaměříme-li se na překážky, které musejí učitelé při realizaci návštěvy překonávat, získáváme velice pozitivní výsledky. Je však třeba poznamenat, že výzkum této oblasti by bylo vhodné realizovat na vzorku respondentů, který by zahrnoval učitele, kteří návštěvu programu skutečně realizovali, ale také učitele, kteří návštěvu instituce neformálního vzdělávání nerealizovali, protože učitelé, kteří mimoškolní výuku realizují, mohou vnímat některé situace jako méně problematické a v dotazníku tak uváděli, že žádné překážky překonávat nemuseli.

Při implementaci návštěv institucí neformálního vzdělávání do školního kurikula by bylo vhodné pamatovat na výsledky, které ukazují, že učitelé se často cítí omezení ve své volbě, kdy a kolikrát instituci neformálního vzdělávání navštívit. Tento pocit omezení navíc narůstá u učitelů působících na vyšších stupních vzdělávací soustavy. To může být dáno zejména přeplněností školního kurikula.

Zajímavým zjištěním je skutečnost, že pro učitele není příliš důležitá nabídka doprovodných aktivit, což může být dáno tím, že většina respondentů uváděla, že se jednalo o cílenou návštěvu vzdělávacího programu konkrétního tématu a nevyužívali tak další nabídky science center.

Mezi negativní výsledky šetření patří zejména zjištění, že nedochází k uspokojivému transferu informací mezi neformálním prostředím a výukou ve škole. Výzkum potvrdil jednu z obecných tezí, že učitelé během výuky ve škole dostatečně nepracují s výstupy ze vzdělávacího programu, že se na vzdělávací program dostatečně tematicky nepřipravují a realizují málo aktivit navazujících na vzdělávací program. To ostatně dokládá také to, že pro učitele není důležitá dlouhodobá spolupráce mezi školou a science centrem.

Ze shrnutí a hodnocení výsledků vyplývá, že by bylo vhodné dále zkoumat některé oblasti, a to zejména:

- možnosti, jak podpořit učitele a zaměstnance science center v užší a koncepční spolupráci,
- překážky, které musí učitelé při realizaci návštěvy překonávat na širším vzorku respondentů,
- rozdíly mezi návštěvami vzdělávacích programů v kontextu různých organizačních zvyklostí škol v průběhu školního roku,
- jaký vliv má školní kurikulum na rozhodnutí realizovat návštěvy institucí neformálního vzdělávání.

3 VZDĚLÁVACÍ PROGRAM K TÉMATU PAPRSKOVÉ OPTIKY

K výrobě želatinových optických prvků si připravíme sušenou vepřovou želatinu, převařenou vodu, kádinku, skleněnou tyčinku, magnetickou míchačku (není nutností) a formy k odlévání optických prvků. Pro urychlení tuhnutí lze využít chladničku. Z produktů dostupných na trhu se osvědčily želatiny určené pro výrobu vaječné tlačanky, u kterých výrobce deklaruje jejich pevnost a čírost. Použití převařené vody se v praxi ukázalo jako výhodné, protože se snížila pěnovost připravovaného roztoku při jeho míchání. Želatinové optické prvky budeme odlévat z 8% roztoku číré želatiny. Při použití roztoku o nižší koncentraci může docházet při manipulaci s vyrobenými optickými prvky k odlupování jejich částí nebo dokonce k jejich celkové destrukci. Naopak při použití roztoku vyšší koncentrace dochází k nežádoucímu zakalení optických prvků, kdy se čirý roztok želatiny mění v roztok se žlutavým nádechem. Na přípravu 100 g roztoku tak použijeme 8 g sušené želatiny a 92 g převařené vody. Převařenou vodu zahřejeme na 60 °C a za stálého míchání přisypeme sušenou želatinu a vymícháme roztok číré želatiny. Teplota 60 °C zajišťuje dobrou rozpustnost želatiny, ale zároveň umožní rychlejší vychladnutí roztoku. Zde je třeba se rozhodnout na základě časových možností, zda si roztok číré želatiny připravíme předem nebo společně se žáky. Pokud se rozhodneme roztok připravit předem, tak při zahájení práce se žáky udržujeme roztok želatiny při teplotě cca 32 °C, čímž zajistíme co nejrychlejší tuhnutí roztoku. Mějme však na paměti, že teplota roztoku by neměla klesnout pod 30 °C, protože v roztoku se pak začnou vytvářet hrudky a celý roztok se začne měnit v želé. K udržení stálé teploty roztoku lze využít magnetickou míchačku, která zaručí stálé míchání a prohřívání roztoku na stanovenou teplotu. Připravený roztok číré želatiny nalejeme do připravených forem a formy umístíme do chladničky. Pokud naléváme roztok o teplotě přibližně 32 °C, tak vyrobené čočky můžeme vyjmout z forem přibližně za 15 minut.

K odlévání optických prvků se jako nejvhodnější varianta ukázalo využití plastových forem vyrobených technologií 3D tisku. Formy pro výrobu spojné a rozptylné čočky byly navrženy tak, aby ohnisková vzdálenost čoček činila přibližně 7 cm. Výhodou plastových forem z 3D tisku je jejich levná a rychlá výroba a navíc je lze snadno opracovat. Vnitřní plochy forem je vhodné před použitím začistit velmi jemným smirkovým papírem, čímž zvýšíme jakost lámavých ploch vyrobených čoček. Vyjmout vytvořenou čočku z plastové formy lze velmi snadno, ale pro zcela bezproblémové vytažení lze vnitřní plochy formy lehce potříit technickým

univerzálním olejem. Právě povrch čoček bez nerovností umožní průchod laserového paprsku s co nejnižším povrchovým rozptylem. Pro snadnou manipulaci s vyrobenými čočkami je vhodné umístit mezi formu a její dno tvrdý papír, na kterém bude výsledná čočka umístěna.

Vyrobené optické prvky lze použít k experimentům, na základě kterých žáci popíší fyzikální zákonitosti platné pro průchod světelného paprsku spojnou nebo rozptylnou čočkou. Při výrobě čoček bychom měli dbát na to, aby ve skupině byly rovnoměrně zastoupeny oba typy čoček. To zajistíme například prací ve dvojicích. Žáci ve dvojicích pak mohou zkoumat, při použití laserového ukazovátka a vyrobených čoček, průchod světelného paprsku spojnou a rozptylnou čočkou. Čočky mohou též přikládat k sobě a sledovat průchod paprsku přes spojnou a rozptylnou čočku o stejné optické mohutnosti.

Technologie 3D tisku umožňuje vytvářet velké množství různých forem, díky nimž získáme čočky různých rozměrů. Žáci tak mohou zkoumat průchod světelného paprsku čočkou v závislosti na jejích parametrech. Přimícháním cukru do želatinového roztoku docílíme změny indexu lomu světla. Můžeme tak vyrábět čočky o různých indexech lomu světla, aniž by došlo k jejich zakalení. Všechny tyto experimenty přispívají k tomu, že žáci dokážou kvalitativně popsat průchod světelného paprsku čočkou na základě vlastních pozorování a objevů. Popsané možnosti využití vyrobených optických prvků jsou základním výčtem experimentů, které lze s žáky realizovat. Všechny experimenty by měly být realizovány přímo žáky za pouhého dohledu lektora nebo učitele, tak aby žáci pomocí experimentů sami popsali fyzikální zákonitosti platné pro průchod světelného paprsku optickými prvky, čímž podpoříme jejich tvořivé myšlení. Díky dynamicky se rozvíjejícímu odvětví 3D tisku je možné vytvářet další formy pro výrobu optických prvků a neomezovat se tak pouze na výrobu čoček. Je však důležité stanovit si cíle, kterých chceme dosáhnout, a objektivně zhodnotit časovou náročnost výuky. Všechny výše popsané náměty na experimenty rozhodně nelze realizovat během jedné vyučovací hodiny. V rámci jednoho vzdělávacího programu v science centru, který trvá 45 minut, žáci pracují s čočkami o stejné optické mohutnosti, které jsou vyrobené ze stejného roztoku. Rozšíření aktivit by vyžadovalo vyšší časovou náročnost. Bez předchozích zkušeností lze popsané aktivity realizovat ideálně ve cvičeních nebo kroužku s vyšší časovou dotací. Zvolený přístup představuje také zajímavou inspiraci pro učitele, kteří často trpí nedostatečným vybavením školních učeben a laboratoří. Mohou tak inovovat obsah vyučovacích hodin a k demonstraci fyzikálních jevů využít vlastnoručně vyrobené vybavení, což umožní praktičtější přístup a také zvýší zájem žáků pro dané učivo.

3.1 Dotazníkové šetření rozvoje znalostí žáků

Samotná výroba čoček umožňuje žákům rozvíjet jejich manuální zručnost, která je při realizaci experimentů v přírodovědných a zejména technických oborech žádoucí vlastností. Nutno podotknout, že samotná výroba optických prvků je pro žáky určitým emočním zážitkem. Dle Dostála (2015) je pro badatelsky orientovanou výuku charakteristické, že emoce jsou úzce navázané na učivo, což by mohlo pozitivněji působit na trvalejší zapamatování si nových poznatků a osvojení si nových dovedností a postojů žáky. Pokud budeme vycházet z tohoto tvrzení, tak lze předpokládat, že žáci, absolvující vzdělávací program založený na principu badatelsky orientované výuky, budou vykazovat vyšší úspěšnost ve vzdělávacím procesu než žáci, kteří absolvují frontální výuku bez využití aktivizujících metod a forem výuky. Tento předpoklad byl předmětem zkoumání v rámci výzkumu, který byl realizován na začátku roku 2019 v olomouckém science centru a dvou olomouckých základních školách.

Další motivací pro výběr tohoto tématu byla také skutečnost, že existuje málo výzkumů týkajících se vlivu mimoškolního vzdělávání na žáky. Tyto studie se navíc z velké části zabývají popisem motivací a zájmů osob navštěvujících instituce neformálního vzdělávání a nesrovnávají vliv formálního a neformálního vzdělávání (Monzack & Petersen, 2011). Shaby a kol. (2017) uvádí, že ačkoliv se většina dosavadního výzkumu v oblasti vzdělávání zaměřovala na učení, které probíhá ve škole, rozšiřuje se povědomí o tom, že učení v oblasti přírodních věd, technologií, inženýrství a matematiky (STEM) se uskutečňuje v širším kontextu zahrnujícím muzea, mimoškolní programy, internet a dalších média, jakož i domácí učení v rodině. Studie zabývající se analýzou dopadu učení ve formálním prostředí jsou mnohem čtenější ve srovnání s výzkumem dopadů učení v neformálním prostředí (Osborne & Dillon, 2007). Přestože se mimoškolní vzdělávání v science centrech postupně začleňuje do vzdělávacího systému, návštěva science center je stále často založena na iniciativě škol, respektive učitelů (Henriksson, 2018). To může být způsobeno dosud nevyjasněným vlivem mimoškolního vzdělávání v science centrech na školní výsledky žáků. Cílem výzkumu bylo zjistit, zda neformální vzdělávání přináší odlišné kvantitativní výsledky v úspěšnosti žáků ve srovnání s formálním vzděláváním.

Výsledky dotazníkového šetření nezohledňují genderovou a věkovou různorodost žáků ani typ školy, kterou navštěvují. Šetření se zúčastnilo 203 žáků druhého stupně základních škol a proběhlo formou testu zadaného před vzdělávací jednotkou (dále jen „pre-test“), zabývající se tématem paprskové optiky, a ihned po jejím skončení (dále jen „post-test“). Z uvedeného

počtu se zúčastnilo 106 žáků výuky v science centru a 97 žáků výuky ve škole. Žáci testovaní v science centru navštěvovali jinou základní školu než žáci testovaní ve škole a téma paprskové optiky bylo pro všechny žáky novým učivem. Počet žáků ve skupině navštěvující science centrum byl vždy menší než šestnáct žáků, protože celá třída byla rozdělena na dvě skupiny. Šetření ve školách bylo realizováno ve čtyřech třídách základních škol a počet žáků ve skupině odpovídal celému třídnímu kolektivu. Lektor, respektive učitel rozdál dotazníky před začátkem výuky a ihned po jejím skončení. Žáci anonymně vyplnili své osobní údaje a odpověděli na sedm základních otázek týkajících se tématu.

3.2 Výsledky a přínos dotazníkového šetření

Přínos tohoto šetření je velmi limitován přístupem k testování. Z počátku bylo toto šetření koncipováno jako předvýzkum rozsáhlejší studie orientované na hodnocení výuky v science centrech ve srovnání s výukou ve škole. Tento výzkum však již nebyl realizován, důvody uvádím v úvodu práce. K výsledkům šetření je tak třeba přistupovat jako ke vstupním hypotézám pro další výzkum, i vzhledem k tomu, že v rámci zpracování výsledků nebyla provedena statistická analýza.

Obecně lze říci, že úspěšnost žáků v post-testu je v případě výuky v science centrech vyšší (Chvátal a kol., 2021). Otázkou zůstává, zda se na konečných výsledcích nějakým způsobem podílela změna prostředí, osobnost lektora nebo menší počet žáků ve skupině. Následující výzkum by měl zohlednit různorodost testované skupiny nebo vliv věku žáků na výsledky šetření. Důležitou oblastí by měla být také analýza předchozí zkušenosti žáků s tématem, tuto informaci by měl poskytnout učitel ze školy. Výsledky tohoto šetření by neměly vytvářet dojem, že výuka ve formálním prostředí selhává. Výsledky mohly být ovlivněny nevhodnou volbou výukových forem a metod při školní výuce a negativně tak ovlivnit výsledky žáků testovaných ve škole. Vzhledem k tomu, že mezi žáky neexistuje vazba na společného vyučujícího, vstupuje do výsledků další aspekt, a to samotná role učitele, jeho osobnostní rysy nebo přístup k žákům. Pro důsledný popis dopadů neformálního vzdělávání v science centrech je tak důležité propojit výsledky testování žáků s dotazníkovým šetřením mezi učiteli, které by se mělo soustředit na popis průběhu výuky ve škole, ale i v science centru.

4 VÝZKUM ROZVOJE GEOMETRICKÉ PŘEDSTAVIVOSTI

Rozvoj prostorové a geometrické představivosti představuje klíčový prvek v procesu vzdělávání. Schopnost prostorové a geometrické představivosti umožňuje lidem analyzovat a řešit rozličné problémy související s uspořádáním objektů v prostoru, což může stimulovat kreativní a inovativní myšlení. Lidé s touto schopností mohou přicházet s jedinečnými nápady a řešeními napříč různými disciplínami. Kultivace individuálních řešitelských strategií vede k lepšímu chápání geometrických principů a k hledání vlastních technik řešení zajistí lepší pochopení geometrických pojmů a vztahů. Tato myšlenka vedla k tomu, abychom se pokusili pochopit strategie řešení geometrických úloh bez výpočtů. Současný výzkum zdůrazňuje souvislost mezi geometrickým myšlením a vizuálním vnímáním. Výzkum v této oblasti ukazuje na zaměření na otázky související s tím, co může mít vliv na neschopnost žáka "vidět" v geometrii a jak to napravit.

Strategiemi řešení geometrických úloh bez použití výpočtu se ve své studii zabývali (Vondrová & Divišová, 2013). Autorky zkoumaly, jestli strategie řešení předložených úloh jsou příbuzné věku. Zjišťovaly, jakým způsobem jsou upřednostňované strategie výpočtu na rozdíl od strategií geometrických. Ve své studii došly k závěru, že je nutné více zkoumat strategie řešení, aby se zjistilo, co u žáků ovlivňuje jejich schopnost „vidět“ v geometrii. Schindler a Lilienthal (2019) ve své studii uvádí, že eye-tracking je vhodným nástrojem pro využití v geometrii. Jsou přesvědčeni, že na co se lidé zaměřují, úzce souvisí s tím, co ve své mysli zpracovávají. Ve svém experimentu se zaměřili na žáky, kteří se zajímají o matematiku. Studenti řešili jednu planimetrickou úlohu, která byla založena na více možných způsobech řešení. Dospěli k závěru, že analýza pohybu očí může ovlivnit mentální procesy testované osoby. Identifikovali pět mentálních procesů odpovídajících vzorci pohybu očí při pohledu tam a zpět mezi dvěma vrcholy pravidelného šestiúhelníku. Lee a Wu (2018) se ve své studii zaměřili na čtení geometrického textu za pomoci eye-trackingu. Jednalo se o ilustrovaný popis. Cílem experimentu bylo zjistit, jakým způsobem vysokoškolští studenti, kteří nestudovali matematiku, čtou ilustrované geometrické texty. Výsledek experimentu ukázal, že většina studentů při čtení začíná textem a teprve pak se podívá na obrázek. Také časové omezení řešení nebo větší množství informací může způsobit velkou kognitivní zátěž, a tím tak ovlivnit čtenářův výkon. Uygun a kol. (2022) použili eye-tracking ke zkoumání chybných geometrických představ žáků a uvádějí, že pomocí eye-trackingu je možné ilustrovat, jak

účastníci přemýšlejí o řešení testových úloh a jaké strategie volí. V práci Barana a kol. (2007) autoři použili eye-tracking k analýze přístupu k řešení digitálních tangramů a dospěli k závěru, že účastníci měli tendenci volit různé strategie při řešení úloh s různou úrovní obtížnosti. Uvádějí také, že v případech, kdy se zvyšuje úroveň složitosti, je ovlivněn proces řešení problému a zvyšuje se i počet fixací, doba trvání dokončení úlohy a počet přechodů.

4.1 Výzkumná otázka

Výzkum se zaměřil na identifikaci vybraných řešitelských strategií pomocí eye-trackingu. Strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu zahrnují racionální myšlení a hodnocení, které využívá logiku a analýzu a jsou založeny na dobře rozvinuté geometrické představivosti, logice a manipulaci s geometrickými obrazci. Byly vytvořeny skupiny respondentů se stejnou strategií řešení a zjišťováno, zda existuje vztah mezi zvolenou strategií řešení a úspěšností. Vizualizaci různých scénářů řešení umožňuje již zmíněná představivost. K analýze geometrické představivosti v rovině byl použit nestandardizovaný didaktický test, který podporuje rozvoj vizuální paměti a umožňuje rozvíjet schopnost určit nové zobrazení objektu po jeho transformaci v rovině (Slezáková, 2011). Ve studii byla použita modifikovaná verze testu použitá v rámci předběžného výzkumu a úlohy byly seřazeny podle obtížnosti na základě výsledků předvýzkumu.

Výzkumnou otázku lze formulovat takto: **Jak ovlivňuje pořadí geometrických úloh vizuální pozornost a jak souvisí strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu s úspěšností, rychlostí řešení a rozdíly mezi pohlavími?** A v návaznosti na ni lze doplnit čtyři výzkumné hypotézy:

H1: Nejvyšší vizuální pozornost bude zaznamenána při řešení v pořadí poslední geometrické úlohy.

H2: Strategie řešení geometrické úlohy bez výpočtu a úspěšnost řešení geometrické úlohy spolu korelují.

H3: Strategie řešení geometrické úlohy bez výpočtu a rychlost řešení geometrické úlohy spolu korelují.

H4: Úspěšnost řešení geometrické úlohy bez výpočtu není závislá na pohlaví.

4.2 Metodologie výzkumu

Výzkumné šetření se uskutečnilo v Pevnosti poznání v létě 2021 v době, kdy se pořádaly intenzivní jednotýdenní příměstské tábory. Jednalo se o dobu těsně po ukončení epidemických omezení. Zajistili jsme tak heterogenní skupinu žáků různého věku, pohlaví a z různých typů škol. Výzkumu se zúčastnilo celkem 53 žáků ve věku 11 až 14 let. Devítibodová kalibrace byla provedena v programu GazePoint Analysis, který bohužel neumožňuje zobrazit její výsledek v číselné podobě. Místo toho byla data kontrolována vizuálně, a to jak během samotné kalibrace, tak během následného zpracování dat v programu OGAMA. Kvůli nedostatečné kvalitě kalibrace bylo vyřazeno osm respondentů, jejichž data byla pro analýzu nepoužitelná. Výzkumný testovací vzorek činil celkem 45 žáků, z toho 25 dívek a 20 chlapců. Z uvedeného počtu bylo 24 žáků ve věku 11 let, 13 žáků ve věku 12 let, 6 žáků ve věku 13 let a 2 žáci ve věku 14 let. Z uvedeného počtu osm žáků navštěvovalo víceleté gymnázium, dva žáci Waldorfskou školu a ostatní žáci školu základní.

Nestandardizovaný test obsahoval celkem dvanáct obrázkových úkolů. Žáci pracovali pouze s obrázky, které se skládaly z nekonvexních mnohoúhelníků. Úkolem testovaného žáka bylo zjistit, mezi kterými dvěma očíslovanými body je třeba vést řez, aby po imaginárním složení obou částí vznikl pravidelný šestiúhelník. Uvedené zadání se týkalo jedenácti úkolů (H01–H11). Dvanáctý úkol (T01) měl zadání pozměněné. Po žácích jsme požadovali, aby opět určili, mezi kterými dvěma body mnohoúhelníku je třeba vést řez, aby po imaginárním složení obou částí vznikl rovnostranný trojúhelník. Prvních osm úkolů (H01–H08) obsahovalo vždy dva stejné obrázky. Jeden barevný, druhý bez barvy. Obrázky jsme v těchto osmi úlohách mezi sebou ve dvojici zaměnili nebo nechali rotovat o 90°. Předposlední tři úlohy (H09–H11) jsme ponechali po jednom obrázku. Poslední úloha obsahovala dva obrázky, tu jsme označili za nejtěžší. Před každým stimulem byl na dobu 600 ms zobrazen fixační kříž.

Pro analýzu naměřených dat bylo využito prostředí open-source nástroje OGAMA a detekce fixací a sakád byla provedena pomocí implementace I-DT algoritmu. Vlastní analýze předcházelo vytvoření oblastí zájmu nad jednotlivými stimuly, které nesloužily pouze pro výpočty počtu fixací, ale jejich vytvoření bylo důležitým vstupním krokem pro detailní analýzu podobnosti trajektorií pohybu očí mezi různými respondenty. K tomu byl využit nástroj ScanGraph, vytvořený na Katedře geoinformatiky PřF UP v Olomouci a přehledný souhrn možností využití tohoto nástroje je popsán ve studii (Popelka & Beitlova, 2022). Při hledání

vztahu mezi definovanou uživatelskou strategií a rychlostí řešení byla využita eye-tracking metrika Fixation Count. Ta silně koreluje s dobou řešení úkolu.

4.3 Výsledky a přínos výzkumu

Cílem výzkumu bylo posoudit, jak ovlivňuje pořadí geometrických úloh vizuální pozornost a jak souvisí strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu s úspěšností, rychlostí řešení a rozdíly mezi pohlavími. Na základě analýzy výzkumných hypotéz lze konstatovat, že při opakovaném zobrazení obrazců v jednotlivých úlohách docházelo k postupnému poklesu počtu fixací žáků a žáci vykazovali znatelné zlepšení, a také že žáci byli nuceni zaměřit svou pozornost a úsilí na řešení nové úlohy. Dále lze konstatovat, že řešitelské strategie a úspěšnost řešení geometrické úlohy vzájemně korelují, avšak přímá korelace mezi řešitelskými strategiemi a rychlostí řešení nebyla prokázána. Z testovaného vzorku chlapců a dívek také vyplývá, že úspěšnost řešení geometrické úlohy není závislá na pohlaví.

Zásadním přínosem je však analýza řešitelských strategií, která nebyla v literatuře popsána. Na základě kvalitativního hodnocení záznamů se podařilo definovat tři různé řešitelské strategie a z další analýzy vyplývá, že žáci zařazení do kategorie G neboli strategie génius mají dobře rozvinutou geometrickou představivost, neboť ve všech úlohách postupovali vždy stejně, tj. volili stejnou strategii řešení. Všichni žáci této kategorie byli schopni určit správné řešení ve velmi krátké době. Zároveň se potvrdilo, že pokud žák nemá dostatečně rozvinutou geometrickou představivost, má problém s řešením geometrických úloh bez výpočtu. To souvisí s výsledkem, že žáci zařazení do kategorie Z neboli ztroskotanec nedokážou správně analyzovat zadaný geometrický problém ve své mysli. Zajímavým zjištěním je, že žáci kategorie S neboli snaživci měli srovnatelné procento správných a nesprávných odpovědí. Z výzkumu také vyplynulo, že žáci zařazení do kategorie Z nedokážou často úspěšně řešit ani úlohy, ve kterých se v různých modifikacích opakují totožné obrazce. Na základě těchto zjištění by bylo vhodné zhodnotit a modifikovat výukové metody v oblasti geometrie tak, aby docházelo k úspěšnému rozvoji žáků s nedostatečně rozvinutou geometrickou představivostí.

5 ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU SCIENCE CENTER PRO ČESKÝ VZDĚLÁVACÍ SYSTÉM

Science centra představují v systému neformálního vzdělávání jedinečné instituce, jejichž cílem je popularizovat vědu a výzkum prostřednictvím interaktivních expozic a programů neformálního vzdělávání. Mezi jejich hlavní výhody patří nadstandardní materiálové a technologické vybavení, které umožňuje realizovat vzdělávací formáty založené na nejnovějších vědeckých poznatcích.

Česká science centra se prostřednictvím České asociace science center integrovala do několika platforem, jejichž cílem je inovovat český vzdělávací systém a přinášet do vzdělávací soustavy nové metody a formy výuky. Mezi tyto platformy patří zejména Stálá konference asociací ve vzdělávání, Národní pedagogický institut nebo platforma Museum Jinak. Spolupráce mezi science centry, centry ekologické výchovy, muzei a galeriemi kultivuje prostředí neformálního vzdělávání. Výhodou je, že science centra skrze svou profilaci nejsou přímými konkurenty mnoha etablovaných institucí a díky tomu vzniká vstřícné a podnětné prostředí ke spolupráci.

Všechna science centra také úzce spolupracují se Svazem průmyslu a dopravy a Hospodářskou komorou, čímž vytváří most mezi školami a firemním prostředím. Věda a výzkum nejsou výhradně vysokoškolské disciplíny, ale také firmy mají zájem získávat excelentní a motivované absolventy, kteří mohou přispět k rozvoji podnikatelské sféry. Společně s municipalitami, firmami a školami se v science centrech uskutečňují kulaté stoly s tematikou podpory polytechnického a přírodovědného vzdělávání, vedoucí k realizaci projektových dnů a konferencí, kterých se účastní přímo žáci a jejich pedagogové.

Práce s pedagogy je nedílnou součástí aktivit zaměstnanců science center, kteří se snaží se školami navazovat úzkou spolupráci. Bohužel výsledky dotazníkového šetření ukázaly, že hlubší spolupráce nepatří mezi priority respondentů. To však nemění nic na tom, že existuje řada příkladů dobré praxe, kdy užší spolupráce mezi učiteli a science centry funguje. Na příkladu vypůjčitelných termokamer je zřejmé, že podpora stávajících učitelů se vyplácí. Sdílení technologického vybavení je cestou, jak dostat nejnovější technologie mezi co největší počet žáků. Ale tyto vypůjčky je nutné doplnit také o metodickou podporu učitelů, kteří se budou při realizaci vzdělávacích aktivit cítit jistější.

Obecně platí, že je velice důležité zapojovat učitele do prostředí science center, respektive do prostředí institucí neformálního vzdělávání co nejdříve. Pokud se neformální prostředí stane běžnou součástí pregraduální přípravy budoucích učitelů, budou tito absolventi vnímat silící význam neformálního vzdělávání na rozvoj každého žáka. Díky tomu bude v budoucnu koncept propojování formálního a neformálního vzdělávání přirozenější součástí vzdělávacího systému. Na příkladu olomoucké Pevnosti poznání, která je součástí univerzity, je vidět, že spolupráce akademické sféry s institucí neformálního vzdělávání představuje přínos pro všechny aktéry ve vzdělávacím systému, kteří se mohou navzájem inspirovat, podporovat, motivovat a získávat jeden od druhého cenné informace.

Všechny výše popsané přínosy vedou ke kultivaci českého vzdělávacího systému, jehož cílem by měl být rozvoj potenciálu každého žáka bez rozdílu. Vzdělávací programy českých science center jsou dostatečně inkluzivní a nevytváří další nerovnosti mezi žáky v třídních kolektivech. Současně však některé formáty odpoledního mimoškolního vzdělávání mají za cíl rozvíjet nadané a talentované žáky, například formou Klubů nadaných dětí nebo Science campů. Odpolední mimoškolní aktivity vytváří obecně podnětné a motivující prostředí pro žáky a rozvíjí je v oblastech, o které mají žáci zájem.

Zaměstnanci českých science center by se měli snažit reflektovat záměry a potřeby učitelů a žáků, čímž docílí vyšší návštěvnosti a integrace programů neformálního vzdělávání do školního kurikula. Realizovaný výzkum postojů učitelů poukázal na několik oblastí, které je vhodné rozvíjet a neustále tak přizpůsobovat nabídku programů neformálního vzdělávání.

6 ZÁVĚR, SHRNUTÍ POZNATKŮ, VIZE

Cílem disertační práce bylo zhodnotit přínos science center pro český vzdělávací systém. **Prostřednictvím dílčích kapitol přináší práce širší pohled na diskutovanou problematiku a také odpovídá na vznesené výzkumné otázky.** Lze konstatovat, že science centra v České republice hrají významnou roli v systému neformálního vzdělávání, zaměřeného na popularizaci vědy a výzkumu. Díky svému špičkovému vybavení, interaktivním exponátům a kvalitním popularizačním výstupům zprostředkovávají nejnovější vědecké poznatky široké veřejnosti, školním skupinám a také učitelům.

První kapitola pojednává o pojetí učení, s důrazem na význam celoživotního učení a neformálního vzdělávání. Obojí v kontextu aktuálně realizované kurikulární reformy, která vzniká na pozadí strategického dokumentu, jež si klade za cíl intenzivněji propojovat formální a neformální vzdělávání. Díky tomu by měla i nadále významně posilovat role science center. Druhá kapitola ukotvuje pojem science centrum, zasazuje jej do kontextu českého prostředí a představuje výčet vědecko-popularizačních a vzdělávacích formátů v kontextu cílových skupin, které svou podstatou zmiňované propojování významně podporují.

Hlavním přínosem disertační práce jsou výsledky výzkumu postojů učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru, které poskytují ucelený obraz o tom, jak učitelé vnímají propojování výuky v science centrech a ve škole, a to díky odpovědím na formulované výzkumné otázky.

1. Jaké jsou motivace a očekávání učitelů k účasti na vzdělávacím programu v science centru?

Z výsledků vyplývá, že učitelé navštěvují vzdělávací programy za účelem rozšíření aktuálního učiva s vazbou na školní kurikulum. Současně předpokládají, že se žáci v science centru setkají se zábavnějším, hravým a interaktivním pojetím výuky, což koresponduje s tím, že chtějí, aby se žáci bavili a současně rozvíjeli své znalosti a dovednosti. Jako zcela zásadní se ukázal předpoklad učitelů, že science centra disponují nadstandardním vybavením a novými technologiemi.

2. Jaké překážky musejí učitelé při plánování a realizaci účasti na vzdělávacím programu v science centru překonávat?

Velice pozitivním výsledkem tohoto šetření je, že naprostá většina respondentů uvedla, že nemuseli při realizaci návštěvy překonávat žádné překážky. Je možné, že toto je dáno výběrem skupiny respondentů, tedy učitelů, kteří již science centrum navštívili. Výsledky získané z úzkého vzorku respondentů, kteří uvedli, že nějaké překážky museli překonávat, nejsou bohužel reprezentativní, avšak v práci jsou diskutovány. Při dalším výzkumu je nutné rozšířit vzorek respondentů také o učitele, kteří návštěvu v science centru teprve zvažují nebo ji nerealizovali.

3. Jak učitelé uskutečňují výběr vzdělávacího programu v science centru?

Obecně platí, že se učitelé napříč stupni vzdělávací soustavy mohou sami rozhodnout, zda chtějí navštívit instituci neformálního vzdělávání a obdobně se mohou sami rozhodnout, jakou instituci neformálního vzdělávání chtějí navštívit. Při rozhodnutí, kdy chtějí instituci neformálního vzdělávání navštívit, se cítí ve své volbě omezenější, a to zejména učitelé na středních školách. Nejvýrazněji se všichni učitelé cítí omezeni ve chvíli, kdy se mají rozhodnout, kolikrát chtějí instituci neformálního vzdělávání navštívit.

4. Jak učitelé vnímají propojení výuky v science centru s výukou ve škole?

Zásadní problém propojení výuky v science centru s výukou ve škole dokládají výsledky, které odhalily, že pouze polovina učitelů, kteří přijíždějí se školní skupinou na vzdělávací program, učí v této skupině předmět, který zcela koresponduje s tématem vzdělávacího programu. Situaci nezlepšuje ani to, že respondenti nekonzultovali výběr vzdělávacího programu s učitelem odborného předmětu a většina z nich se ani nechystá předat informace o obsahu vzdělávacího programu. Obecně platí, že učitelé se svými žáky reflektují vzdělávací program po návštěvě science centra a sami před návštěvou hodnotí nabízené programy. Příliš se však nevěnují tematické přípravě před návštěvou programu nebo dalším aktivitám na návštěvu navazujícím.

5. Jak učitelé hodnotí úspěšnost účasti na vzdělávacím programu v science centru?

Obecně platí, že učitelé provádí nějakou formou evaluace návštěvy a ti, kteří ji neprovádí tak činí zejména z důvodu nedostatku času. Výsledky toho, která kritéria jsou pro učitele důležitá při hodnocení návštěvy, často korespondují s tím, co učitele k návštěvě motivuje a co od návštěvy očekávají. Ze zpětné vazby od žáků učitele zajímá, zdali se žáci bavili, zda žáci spolupracovali, vyzkoušeli si nové činnosti a osvojili nové znalosti a dovednosti. Sami učitelé pak hodnotí vystupování a přístup lektora a jeho znalosti a dovednosti. Při hodnocení

vzdělávacího programu se zaměřují na přiměřenost aktivit věku, úroveň propojení teorie s praxí nebo vhodnost zvoleného tématu.

Z výsledků souhrnně vyplývá, že by se pracovníci science center měli zaměřit zejména na vytváření lepších podmínek pro transfer podnětů z výuky v neformálním prostředí do výuky ve škole. Měli by vytvářet takové programy, které poskytnou učitelům metodickou podporu, kterou budou moci využít při přípravě před programem a která jim současně poskytne náměty, jak na výuku navázat ve škole. Obsah vzdělávacích programů by měl být propracovaný tak, aby z podstaty obsahu vytvářel prostor pro rozvoj znalostí a dovedností žáků a současně žáky bavil a podněcoval je k vlastní aktivitě. Zlepšit by se mohl také přístup škol k organizaci harmonogramu školního roku a úpravou školního kurikula poskytnout učitelům více prostoru k realizaci mimoškolních aktivit.

Na základě výsledků výzkumu postojů učitelů a v kontextu kritických a dynamických míst kurikula je možné popsat různé přístupy k podpoře výuky prostřednictvím science center. Užší spolupráce mezi učiteli a science centry může být velmi přínosná, zejména při sdílení technologického vybavení a metodické podpory učitelů. Prohlubování této spolupráce je nutné zejména s ohledem na transfer podnětů mezi neformálním a formálním prostředím. Tento transfer by měl být zajišťován realizací vzdělávacích programů, na které bude následně navazovat výuka ve škole. **Zjišťování, zdali výuka v neformálním prostředí přináší odlišné kvantitativní výsledky v úspěšnosti žáků ve srovnání s formálním vzděláváním, bylo předmětem další výzkumné otázky.** Výsledky šetření ukázaly, že úspěšnost žáků v post-testu je v případě výuky v science centrech vyšší. Otázkou však zůstává, zda se na konečných výsledcích nějakým způsobem podílela změna prostředí, osobnost lektora nebo menší počet žáků ve skupině. Přínos tohoto šetření je velmi limitován přístupem k testování, které bylo z počátku koncipováno jako předvýzkum rozsáhlejší studie, která vlivem pandemie nebyla realizována.

Science centra také přispívají ke zlepšování českého vzdělávacího systému tím, že rozvíjejí potenciál každého žáka, poskytují inkluzivní vzdělávací programy, ale také se zaměřují na podporu nadaných a talentovaných žáků. Široká spolupráce s nejrůznějšími institucemi a subjekty vytváří ze science center most mezi mnohými aktéry ve vzdělávacím systému a vytváří podnětné a motivující prostředí, kde se učí jeden od druhého. Velmi potřebné je proto intenzivnější začlenění neformálního vzdělávání do pregraduální přípravy budoucích

učitelů, aby byl koncept propojování formálního a neformálního vzdělávání přirozenou součástí vzdělávacího systému, který sami učitelé utváří.

Příklad olomoucké Pevnosti poznání ukazuje, že prostředí science center je vhodné k realizaci nejrůznějších šetření a výzkumů. Tyto výzkumy mohou vést například k odhalování kritických a dynamických míst kurikula, k hledání cest, jak je překonávat a tím pomoci učitelské praxi. Samotná science centra mohou díky výsledkům šetření zlepšovat svoji nabídku. Jedním z takových výzkumů byl také výzkum geometrické představivosti žáků, jehož **cílem bylo zjistit, jak ovlivňuje pořadí geometrických úloh vizuální pozornost a jak souvisí strategie řešení geometrických úloh bez výpočtu s úspěšností, rychlostí řešení a rozdíly mezi pohlavími.** Na základě analýzy výzkumných hypotéz lze konstatovat, že při opakovaném zobrazení obrazců v jednotlivých úlohách docházelo k postupnému poklesu počtu fixací žáků a žáci vykazovali znatelné zlepšení, a také že žáci byli nuceni zaměřit svou pozornost a úsilí na řešení nové úlohy. Dále lze konstatovat, že řešitelské strategie a úspěšnost řešení geometrické úlohy vzájemně korelují, avšak přímá korelace mezi řešitelskými strategiemi a rychlostí řešení nebyla prokázána. Z testovaného vzorku chlapců a dívek také vyplývá, že úspěšnost řešení geometrické úlohy není závislá na pohlaví. Na základě těchto zjištění by bylo vhodné zhodnotit a modifikovat výukové metody v oblasti geometrie tak, aby docházelo k úspěšnému rozvoji žáků s nedostatečně rozvinutou geometrickou představivostí.

Výzvou českého vzdělávacího systému nadále zůstává hlubší integrace neformálního vzdělávání do prostředí běžné školní výuky, čímž bychom splnili cíle vládních strategických dokumentů, ale zejména bychom se přiblížili naplňování cílů v oblasti celoživotního učení, které byly definovány dávno před příchodem science center do českého vzdělávacího prostředí. Věřím, že výstupy této práce pomohou při dalším rozvoji programové nabídky českých science center a podnítí k užší spolupráci mezi jejich zaměstnanci a učiteli. Další výzkum by se měl orientovat zejména na analýzu možností, jak podpořit učitele a zaměstnance science center v užší a koncepční spolupráci. A dále na širším vzorku respondentů analyzovat překážky, které musí učitelé při realizaci návštěvy překonávat.

7 SEZNAM LITERATURY

Baran, B., Dogusoy, B., & Cagiltay, K. (2007). How do adults solve digital tangram problems? Analyzing cognitive strategies through eye tracking approach. *Human-Computer Interaction. HCI Intelligent Multimodal Interaction Environments*, 12, 555–563.

Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka. Pojetí, podstata, význam a přínosy*. Univerzita Palackého v Olomouci.

Fűz, N. (2018). Out-of-school learning in Hungarian primary education: Practice and barriers. *Journal of Experiential Education*, 41(3), 277–294.

Henriksson, A. C. (2018). Primary School Teachers' Perceptions of Out of School Learning within Science Education. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 6(2), 9–26.

Chvátal, R., Krčmářová, A., & Kubínek, R. (2021). Science centre as a part of the education system in the Czech Republic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1929(1), 012094.

Julien, M. P., & Chalmeau, R. (2022). Field trips in French schools: teacher practices and motivations. *International journal of science education*, 44(6), 896–920.

Kisiel, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science education*, 89(6), 936–955.

Lee, W.-K., & Wu, C.-J. (2018). Eye movements in integrating geometric text and figure: Scanpaths and given-new effects. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 699–714.

Monzack, E. L., & Petersen, G. M. Z. (2011). Using an informal cardiovascular system activity to study the effectiveness of science education in unexpected places. *Research in Science Education*, 41, 453–460.

Osborne, J. & Dillon, J. (2007). Research on Learning in Informal Contexts: Advancing the field?. *International Journal of Science Education*, 29(12), 1441–1445.

Popelka, S., & Beitlova, M. (2022). Scanpath Comparison using ScanGraph for Education and Learning Purposes: Summary of previous educational studies performed with the use of ScanGraph. *Symposium on Eye Tracking Research and Applications*, 1-6.

Slezáková, J. (2011). *Geometrická představivost v rovině* [Disertační práce, Univerzita Palackého v Olomouci].

Souza, V. M., Bonifácio, V., & Rodrigues, A. V. (2023). School Visits to Science Museums: A Framework for Analyzing Teacher Practices. *Journal of Science Teacher Education*, 34(4), 329–351.

Shaby, N., Assaraf, O. B. Z., & Tal, T. (2017). The particular aspects of science museum exhibits that encourage students' engagement. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 253–268.

Schindler, M., & Lilienthal, A. J. (2019). Domain-specific interpretation of eye tracking data: towards a refined use of the eye-mind hypothesis for the field of geometry. *Educational studies in mathematics*, 101, 123–139.

Uygun, T., Guner, P., & Simsek, I. (2022). Examining students' geometrical misconceptions by eye tracking. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-26.

Vondrová, N., & Divišová, B. (2013). Strategies for a certain type of geometric problems solvable without calculations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, 400–404.