



**MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ  
FAKULTA**  
Univerzita Karlova

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Gabriela Štyksová

**Úlohy typu PISA podpořené fyzikálním experimentem**

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Petr Kácovský, Ph.D.

Studijní program: Učitelství fyziky pro střední školy

Studijní obor: FMUPN

Praha 2024

## **Poděkování**

Ráda bych zde poděkovala několika lidem, bez jejichž pomoci by tato diplomová práce nikdy nevznikla. Zejména musím poděkovat svému vedoucímu práce RNDr. Petru Kácovskému, Ph.D. za cenné rady, připomínky, podporu a neuvěřitelnou trpělivost, kterou se mnou měl. Dále bych ráda poděkovala Petře Jetenské, Lucii Jonášové, Monice Morávkové a Janě Štykové, které byly tak laskavé, že pročetly a okomentovaly všechny vzniklé aktivity. A v neposlední řadě musím speciálně poděkovat svým rodičům a bratrovi za podporu a trpělivost po celou dobu psaní této práce.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 1. 5. 2024

podpis

Název práce: Úlohy typu PISA podpořené fyzikálním experimentem

Autor: Gabriela Štyksová

Katedra / Ústav: Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Petr Kácovský, Ph.D., Katedra didaktiky fyziky

Abstrakt: V rámci této diplomové práce byla provedena rešerše uvolněných úloh z mezinárodního šetření PISA (Programme for International Student Assessment), které se zaměřuje na ověřování vědomostí patnáctiletých žáků v oblasti čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti. Na základě rešerše bylo vytipováno několik úloh, k nimž se posléze přidaly nové aktivity navržené autorkou práce. Celkem vzniklo 6 aktivit *Domeček pro panenky*, *Klimadiagram 1*, *Klimadiagram 2*, *Radioaktivita*, *Změny teploty* a *Stíny*. Poslední dvě zmíněné aktivity byly vytvořeny na základě PISA úloh, zbylé čtyři jsou výtvořem autorky. Každá aktivita byla zpracována ve formě pracovních listů jednak pro žáky, jednak s řešením a metodickými komentáři pro učitele. Tyto pracovní listy byly otestovány v reálné výuce na gymnáziu a také zhodnoceny učiteli se zkušenostmi s výukou na základní i střední škole.

Klíčová slova: PISA, přírodovědná gramotnost, fyzikální experiment, výuka fyziky

Title: PISA-like tasks supported by a physics experiment

Author: Gabriela Štyksová

Department: Department of Physics Education

Supervisor: RNDr. Petr Kácovský, Ph.D., Department of Physics Education

Abstract: As part of this thesis, a search was conducted of released tasks from the international PISA survey (Programme for International Student Assessment) which focuses on testing 15-year-olds' knowledge in reading, mathematics and science literacy. Several tasks were selected on the basis of the research, to which new activities proposed by the author of the thesis were added. The thesis consists of 6 activities *Dollhouse*, *Climadiagram 1*, *Climadiagram 2*, *Radioactivity*, *Temperature changes* and *Shadows*. The last two mentioned activities were created based on PISA tasks, the other four activities were created by author of the thesis. Each activity was prepared in the form of worksheets for students and with solutions and methodical comments for teachers. These worksheets were tested in real teaching at a grammar school and also evaluated by teachers working at primary or secondary schools.

Keywords: PISA, scientific literacy, physics experiment, physics teaching and learning

## Obsah

Obsah .....	1
Úvod.....	3
1. Rešerše přírodovědných úloh v testech PISA .....	4
1.1 Testování PISA.....	4
1.2 Přírodovědná gramotnost ve výzkumu PISA .....	5
1.3 Fyzikálně zaměřené úlohy z proběhlých ročníků šetření PISA.....	7
1.3.1 Rok 2000.....	8
1.3.2 Rok 2003.....	9
1.3.3 Rok 2006.....	11
1.3.4 Rok 2009.....	13
1.3.5 Rok 2012.....	13
1.3.6 Rok 2015.....	14
1.3.7 Rok 2018.....	16
1.4 Úlohy „typu PISA“ .....	16
1.4.1 Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti .....	16
1.4.2 Testování TIMSS.....	17
1.4.3 Další publikace .....	21
1.5 Shrnutí fyzikálně zaměřených úloh z šetření PISA a typu PISA .....	23
2. Vybrané úlohy typu PISA ověřitelné experimentem .....	26
2.1 Výběr úloh.....	26
2.2 Krémy na opalování .....	26
2.3 Svícen .....	28
2.4 Zaklesnuté hrnce.....	30
3. Aktivity .....	31
3.1 Aktivita Domeček pro panenky.....	33
3.1.1 Idea aktivity .....	33
3.1.2 Příprava experimentu.....	33
3.1.3 Pracovní list .....	34
3.1.4 Testování ve výuce .....	35
3.1.5 Zpětná vazba.....	37
3.2 Klimadiagram 1 .....	43
3.2.1 Idea aktivity .....	43
3.2.2 Vybraná data.....	43
3.2.3 Pracovní list .....	44

3.2.4 Testování ve výuce .....	45
3.2.5 Zpětná vazba .....	48
3.3 Klimadiagram 2 .....	49
3.3.1 Idea aktivity .....	49
3.3.2 Pracovní list .....	49
3.3.3 Testování ve výuce .....	49
3.3.4 Zpětná vazba .....	51
3.4 Radioaktivita .....	57
3.4.1 Idea aktivity .....	57
3.4.2 Příprava experimentu .....	57
3.4.3 Pracovní list .....	59
3.4.4 Testování ve výuce .....	60
3.4.5 Zpětná vazba .....	62
3.5 Aktivita Změny teploty .....	68
3.5.1 Idea aktivity .....	68
3.5.2 Příprava experimentu .....	68
3.5.3 Pracovní list .....	69
3.5.4 Testování ve výuce .....	70
3.5.5 Zpětná vazba .....	72
3.6 Aktivita Stíny .....	76
3.6.1 Idea aktivity .....	76
3.6.2 Příprava experimentu .....	77
3.6.3 Pracovní list .....	78
3.6.4 Testování .....	78
3.6.5 Zpětná vazba .....	85
4. Zpětná vazba od učitelů .....	92
4.1 Dotazník pro učitele .....	92
4.2 Vyhodnocení zpětné vazby .....	93
Závěr .....	96
Seznam použité literatury .....	98
Seznam obrázků .....	102
Seznam tabulek .....	104
Seznam použitých zkratk .....	105
Přílohy .....	106

## Úvod

Vzdělávání vždy bylo důležité téma často rozebírané v celé společnosti v mnoha zemích světa. K získání informací o úspěšně nastaveném vzdělávacím systému včetně porovnání s dalšími státy mohou sloužit různá mezinárodní šetření, z nichž největším je PISA (Programme for International Student Assessment). To se zaměřuje na ověřování vědomostí patnáctiletých žáků v oblasti čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti. Úlohy používané při testování jsou teoretické, žáci často pracují s textem, obrázky či grafem, které ale vychází z reálných situací ze života. Mnoho z nich, zejména z části testující přírodovědnou gramotnost, by se tak dalo experimentálně nasimulovat a ověřit tak správné odpovědi, což je hlavním smyslem této diplomové práce.

Cílem práce je na základě provedené rešerše uvolněných úloh z šetření PISA vytipovat a připravit několik z nich pro využití ve výuce včetně sestavení a doplnění experimentu. Dále pak vytvořit další zadání podobného typu opět podpořitelné experimentem. Součástí práce je také tvorba pracovních listů, které žáky postupně provedou aktivitou včetně experimentu. Ty jsou navíc doplněny o správné řešení a metodické komentáře plynoucí z reálného testování ve výuce na gymnáziu a z připomínek zkušených vyučujících z několika různých škol.

Celá diplomová práce je členěna do čtyřech na sebe navazujících kapitol. V první z nich se čtenář seznámí se samotným šetřením PISA včetně pojmu přírodovědná gramotnost. Zároveň se zde nachází již zmiňovaná rešerše uvolněných úloh týkajících se fyziky, jejichž výsledky by bylo možné experimentálně ověřit. Druhá část je zaměřena na popis výběru konkrétních úloh pro další zpracování a využití se žáky včetně komentáře k úlohám, které nakonec z určitých důvodů zpracovány do pracovních listů nebyly. Ve třetí kapitole se nachází hlavní obsah celé práce, a to jednotlivé aktivity. Najdeme zde celkem šest aktivit, z nichž dvě jsou převzaté PISA úlohy a zbylé čtyři jsou vlastní navržené autorkou práce. U každé aktivity je popsána její idea, experiment, vytvořený pracovní list i samotné testování ve výuce s konkrétními třídami žáků. V závěru každé aktivity se nachází její zhodnocení tvořené s pomocí žakovského dotazníku a také shrnutí všech doporučení jak k samotným úlohám, tak k experimentům, které jsou i součástí pracovních listů pro učitele. V poslední kapitole se podíváme na názory a komentáře několika zkušených učitelů z praxe, kteří mají zkušenosti s výukou na gymnáziu i základní škole.

# 1. Rešerše přírodovědných úloh v testech PISA

## 1.1 Testování PISA

PISA (Programme for International Student Assessment) je mezinárodní výzkum čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti patnáctiletých žáků. Pořádá ho Organizace pro hospodářskou spolupráci (OECD) a konkrétně v České republice je za průběh testování zodpovědná Česká školní inspekce. Hlavním cílem šetření je zjistit, zda žáci na konci povinné školní docházky získali potřebné vědomosti a dovednosti, které pak využijí v reálném životě.

Testování již od svého vzniku v roce 2000 probíhá opakovaně každé tři roky v mnoha zemích světa, přičemž je v každém cyklu více pozornosti věnováno jedné ze tří testovaných gramotností – čtenářské (Č), matematické (M) a přírodovědné (P). Zaměření jednotlivých cyklů včetně počtu zapojených zemí si můžeme prohlédnout v tabulce č. 1:

**Tabulka 1 Zaměření a počet zúčastněných států v jednotlivých cyklech (převzato z [1])**

Cyklus	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018	2022
Zaměření	Č	M	P	Č	M	P	Č	M
Počet zemí	32	41	57	65	65	72	79	81

Kromě výše zmiňovaných gramotností se pravidelně testování rozšiřuje o tzv. inovativní doménu, která má každý rok trochu jiné zaměření, např. v roce 2006 se jednalo o průzkum žakovských postojů vůči přírodovědě. Ze začátku tyto dodatkové průzkumy probíhaly formou dotazníků. V roce 2009 se však poprvé k vyplňování využily počítače a inovativní domény se mohly rázem rozšířit o interaktivní prvky. V roce 2009 se použily pro testování digitálního čtení, kdežto v roce 2022 autoři připravili sérii úloh na kreativní myšlení.

Po testování v rámci několika let Česká školní inspekce vydává národní zprávu, sekundární analýzy a publikaci s uvolněnými úlohami. V národní zprávě se nachází výsledky žáků jak v České republice, tak i v ostatních zemích a jejich porovnání. Podíváme-li se například na nejnovější uveřejněnou zprávu [2], hovořící o testování PISA 2022, dozvíme se, že ve všech třech gramotnostech Česká republika patří do skupiny zemí se statisticky lepším výsledkem, než je průměr zemí EU i OECD. Výrazně nad tímto průměrem se pohybují země jako například Estonsko, Japonsko nebo Singapur. V rámci šetření žáci vyplňují i různé typy dotazníků zaměřující se na



informace o prostředí, ve kterém žijí, či o škole a vyučovaných metodách. Všechny tyto dotazníky jsou veřejně k dispozici pro další využití [3]. Na základě těchto odpovědí společně s výsledky úloh vznikají právě sekundární analýzy, např. pro rok 2018 ČŠI vydala analýzu zabývající se nastavením mysli žáků a jeho vlivem na vzdělávání [4] nebo o třídním klimatu a vnímání role učitele [5]. Pro nejnovější testování v roce 2022 dosud byla vydána pouze národní zpráva se zpracovanými výsledky.

Stěžejní gramotností pro tuto diplomovou práci je jenom ta přírodovědná, proto je následující podkapitola 1.2 zaměřena na to, jak je vůbec tato gramotnost v rámci testování chápána a také hodnocena.

## 1.2 Přírodovědná gramotnost ve výzkumu PISA

První vysvětlení koncepčního rámce testování najdeme v publikaci *Měření vědomostí a dovedností* [6], která uvádí následující definici přírodovědné gramotnosti:

*„Přírodovědná gramotnost je schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a na základě důkazů vyvozovat závěry vedoucí k porozumění a usnadňující rozhodování týkající se přirozeného světa a změn, které v něm nastaly v důsledku lidské činnosti“.*

V dokumentu po definici následuje podrobné vysvětlení každé její části, navíc zahrnuje tři důležitá hlediska, která se využívají, jak pro tvorbu úloh, tak pro zhodnocení výkonu žáků. Mezi tato hlediska patří:

- **přírodovědné postupy** obsahující vědomosti z přírodních věd, např. rozpoznání otázek, které se dají vědecky zkoumat, či vyvozování a hodnocení závěrů,
- **přírodovědné pojmy**,
- **situace** neboli kontext, do něž je úloha zasazena.

Opět ke každému hledisku je v publikaci vymezen prostor na obsírnější vysvětlení.

Takto definovaná přírodovědná gramotnost platila pro ročníky 2000 i 2003. V roce 2006 byl poprvé celý výzkum zaměřen právě na přírodovědnou gramotnost, a proto byla dosud platná definice rozšířena [7]:

*„Pro potřeby výzkumu PISA 2006 byly do přírodovědné gramotnosti zahrnuty tyto složky:*

- *přírodovědné vědomosti a jejich využívání k rozpoznávání otázek, získávání nových vědomostí, vysvětlování přírodovědných jevů a vyvozování podložených závěrů o tématech vztahujících se k přírodním vědám,*
- *znalost charakteristických rysů vědy jako formy lidského poznání a zkoumání,*
- *povědomí o tom, jak přírodní vědy a technika utvářejí naše materiální, myšlenkové a kulturní prostředí*
- *ochota zabývat se myšlenkami a tématy souvisejícími s přírodními vědami a přemýšlet o nich.“*

Obě uvedené definice kladou důraz na používání přírodovědných vědomostí k utváření platných závěrů a porozumění světu přírody. V novějším vyjádření je navíc explicitně uvedeno povědomí o vztazích mezi přírodními vědami a technikou, s čímž sice předchozí definice počítá, ale přímo neuvádí. Poprvé jsou však v testování zjišťovány postoje žáků k různým přírodovědným a technickým tématům, o čemž hovoří poslední bod definice pro výzkum v roce 2006.

Důležitým rozšířením bylo oddělení a upřesnění pojmů **vědomosti z přírodních věd** a **vědomosti o přírodních vědách**. Původní vysvětlení z let 2000 a 2003 je totiž spojilo pod jeden obecný termín přírodovědná znalost. Nová definice s nimi pracovala následovně [7]:

*„Vědomosti z přírodních věd označují vědomosti o světě přírody, které jsou součástí hlavních přírodovědných oborů, jako je fyzika, chemie, biologie, zeměpis a technických oborů vycházejících z přírodních věd. Vědomosti o přírodních vědách zahrnují znalosti prostředků (vědecký výzkum) a cílů (vědecká vysvětlení) přírodních věd.“*

Dalšího rozvoje se termín přírodovědná gramotnost dočkal až pro testování PISA v roce 2015, kdy se v materiálu s názvem *Koncepční rámec hodnocení přírodovědné gramotnosti* [8] objevila následující definice:

*„Přírodovědná gramotnost je schopnost přemýšlet a jednat ve všech věcech souvisejících s přírodními vědami a jejich principy jako aktivní občan.*

*Přírodovědně gramotný člověk je schopen a ochoten zapojit se do věcné debaty o přírodních vědách a technologiích, k čemuž musí mít následující dovednosti:*

### **1. Vysvětlovat jevy vědecky**

*Rozpoznávat, nabízet a hodnotit vysvětlení různorodých přírodních jevů a technologií.*

## **2. Vyhodnocovat a navrhovat přírodovědný výzkum**

*Popisovat a hodnotit přírodovědná zkoumání a navrhovat vědeckovýzkumné otázky.*

## **3. Vědecky interpretovat data a důkazy**

*Analyzovat a vyhodnocovat různé podoby dat, tvrzení a důkazů a vyvozovat odpovídající vědecké závěry.“*

Stejně jako předchozí definice dále rozvíjela a zpřesňovala pojem přírodovědná znalost, který se skládá ze tří znalostních typů. Obsahová znalost nebo znalost obsahu vědy v sobě zahrnuje znalost pojmů, principů či teorií o živé a neživé přírodě. Ve srovnání s definicí z roku 2006 tedy nahrazuje pojem vědomosti z přírodních věd. Druhým z představovaných znalostních typů je procedurální znalost, což je znalost postupů, s nimiž vědci pracují a stanovují pomocí nich vědecké poznatky. Epistemická znalost je posledním znalostním typem, která obsahuje např. porozumění významu otázek, teorií a hypotéz v přírodních vědách, či poznání přístupů ve vědeckém zkoumání. Podle dokumentu [8] „*se vztahuje k pochopení role specifických pojmů a charakteristických znaků nezbytných pro budování celé struktury znalostí ve vědě*“. Pokud se opět pokusíme o porovnání s předchozí definicí, zjistíme, že právě tyto dvě znalosti (procedurální a epistemická) upřesnily pojem vědomosti o přírodních vědách.

Takto formulovaná definice přírodovědné gramotnosti se pak používala i po další dva ročníky výzkumu PISA (2018 a 2022), kdy nebyla hlavní složkou testování. To nastane až v roce 2025, kdy se nejspíše opět můžeme těšit na určitý rozvoj a úpravy.

### **1.3 Fyzikálně zaměřené úlohy z proběhlých ročníků šetření PISA**

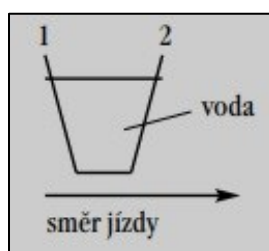
Následující podkapitola je věnována tomu nejdůležitějšímu z celé této kapitoly, a to rešerši uvolněných úloh použitých v testování PISA, popřípadě úloh s podobným charakterem. Ty byly vybírány pouze z dokumentů v češtině, jelikož všechny oficiální materiály obsahující použité příklady jsou překládány. Celá rešerše se zaměřuje pouze na přírodovědné úlohy, u kterých je dále kladen důraz na fyzikální tematiku. Přitom je detailnější popis věnován těm úlohám, jejichž řešení lze ověřit experimentem. Při tomto výběru jsme vycházeli ze zkušeností s realizací pokusů ve třídě v roli učitele i s ohledem na dostupnost potřebných pomůcek. Dále jsou více popsány i úlohy, jejichž

experimentální ověření by sice teoreticky provést šlo, ale mohl by se objevit problém v sehnání pomůcek či v časové náročnosti potřebné k provedení pokusu. Pro lepší přehlednost je každému cyklu věnována samostatná podkapitola.

### 1.3.1 Rok 2000

První ročník testování PISA proběhl v roce 2000 a byl zaměřen na čtenářskou gramotnost. Několik uvolněných úloh bylo publikováno ještě téhož roku v dokumentu *Úlohy pro měření čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti* [9]. Přírodovědné gramotnosti se věnuje čtvrtá kapitola, která nejprve vysvětluje, co se chápe pod pojmem přírodovědná gramotnost, a stručně popisuje, jaké dovednosti úlohy zkoumají. Následuje celkem šest ukázkových příkladů včetně správného řešení, způsobu hodnocení i odpovědí českých žáků. Ze zmíněného počtu pouze tři se týkají fyziky. Jedná se o úlohy číslo 1 (*Autobusy*), číslo 2 (*Mouchy*) a číslo 4 (*Klimatické změny*).

První úloha se skládá ze dvou otázek, přičemž jedna je uzavřená s výběrem odpovědí a druhá naopak otevřená, kde žáci musí odpověď zcela sami zformulovat. V první otázce mají žáci určit, co se stane s hladinou vody v kelímku (viz obrázek 1), který je umístěný v prudce brzdícím autobusu. Tato situace se dá velmi snadno experimentálně zrealizovat. Navíc žáci mohou čerpat zkušenosti z běžného života při jízdě v kterémkoli dopravním prostředku.



Obrázek 1 Ilustrace situace v úloze *Autobusy* (převzato z [9])

Druhá část úlohy se zabývá otázkou, zda i trolejbusy poháněné elektrickou energií z fosilních elektráren přispívají k znečištění ovzduší.

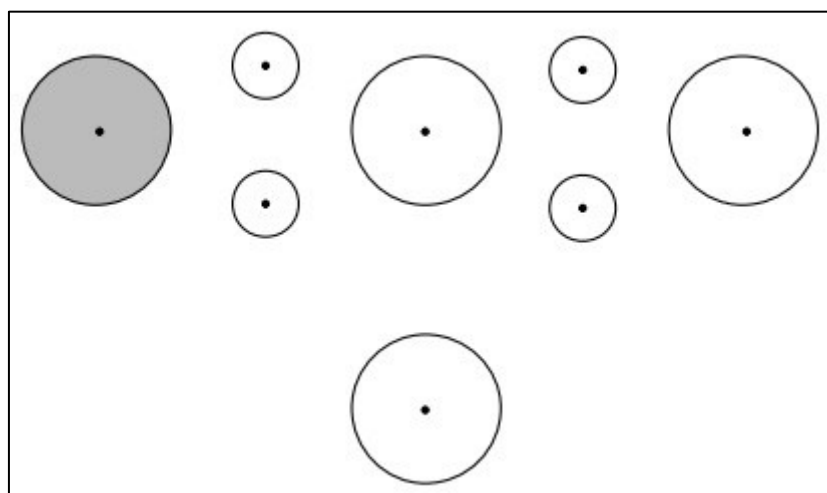
V úloze s názvem *Mouchy* žáci pracují s textem, ve kterém se popisuje farmářovo zápolení s hubením much. Úloha se svým tématem pohybuje na pomezí fyziky a chemie. Žáci totiž mají vymyslet experiment, kterým by se dalo ověřit farmářovo tvrzení: „Insekticid se časem rozložil.“ Zde se tedy pracuje se samotným experimentálním ověřením, kdy si žáci musí uvědomit, které proměnné se musí zachovat, aby se dobrali správného závěru.

Poslední fyzikálně laděná úloha se opět zabývá životním prostředím. Na základě přečtených informací z textu a grafu o koncentraci oxidu uhličitého a změnách teploty mají žáci argumentem podpořit tvrzení, že je nutné snižovat emise oxidu uhličitého.

### 1.3.2 Rok 2003

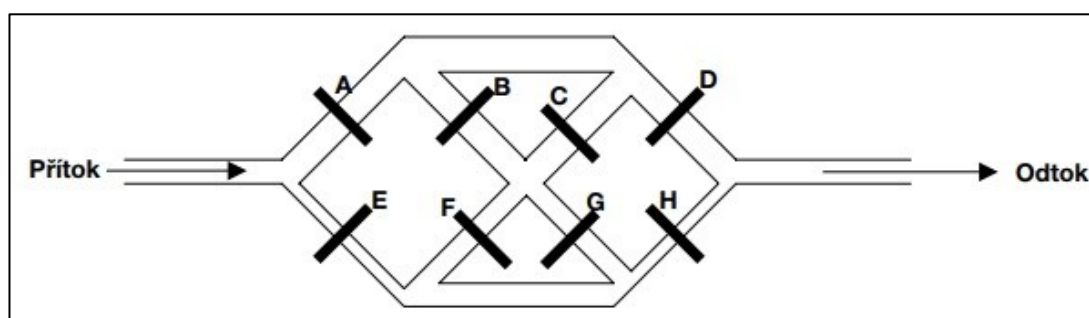
Tento testovací rok se soustředil zejména na matematickou gramotnost. V průběhu následujících čtyř let vyšlo hned několik publikací s uvolněnými úlohami, z nichž jedna se přímo věnuje přírodovědné gramotnosti: *Netradiční přírodovědné úlohy* [10]. V roce 2003 se v rámci inovativní domény ověřovala schopnost řešit problémové úlohy, jimiž se zabývají rovnou dvě díla *Koncepce řešení problémových úloh ve výzkumu PISA 2003* [11] a *Netradiční úlohy s podnázvem Problémové úlohy mezinárodního výzkumu PISA* [12] z roku 2004.

Podívejme se nejprve na problémové úlohy. První ze zmiňovaných publikací [11] obsahuje celkem sedm vzorových úloh, ze kterých se tři nějakým způsobem dotýkají fyziky. Jsou to úlohy s názvy *Pumpička na kolo*, *Baterie* a *Soukolí*. U všech úloh je důležitá práce s textem a zejména s obrázky. V úloze s pumpičkou se žáci pomocí obrázku i textu seznámí s principem fungování pumpičky, když pak mají na základě pohybů ventilů práci přístroje sami vysvětlit a navrhnout důvody, proč by z hadičky pumpy nevycházel vzduch. Dle mého názoru je úloha experimentálně ověřitelná, stačí si vyrobit model takového přístroje či použít opravdovou pumpičku na kolo. Tu by bylo ale zapotřebí poté rozebrat, aby žáci měli možnost nahlédnout dovnitř. Úloha s bateriemi přímo zahrnuje popsání experimentu, ve kterém se ověřuje výdrž různých typů baterií v přehrávači. Žáci pak pracují s výsledky tohoto pokusu, kdy mají např. zdůvodnit, proč je vybraný typ baterie nejlepší. Poslední úloha *Soukolí* mne osobně zaujala nejvíce. Opět hlavní roli hraje obrázek soustavy kol, které určitým směrem roztáčí hnací kolo. Úkolem pro řešitele je jednak u dalších obrázků určit směr otáčení jednotlivých kol nebo vysvětlit, proč se daná soustava kol nebude otáčet. Na závěr se kola roztáčí pomocí hnacího řemenu, který se do zadaného obrázku (viz obrázek 2) za určitých podmínek musí dokreslit. Tato úloha se dá snadno experimentálně ověřit pomocí otáčejících se kotoučů např. kladek, které se ve školách hojně vyskytují, do nichž se velmi jednoduše dají umístit i provazy představující hnací řemeny.



**Obrázek 2** Obrázkové zadání pro dokreslení hnacího řemenu (převzato z [11])

Druhá publikace (*Netradiční úlohy* [12]) se na rozdíl od té první více zaměřuje na samotné úlohy, proto jich tu nalezneme hned 22 (součástí jsou i všechny úlohy objevující se v předchozí knize). Výhodou také je, že kromě správného řešení se dozvíme i hodnocení a také výsledky českých žáků. U každé otázky se nachází tabulka s procentuální úspěšností jak v ČR, tak souhrnně pro země OECD, navíc ještě rozdělené podle pohlaví řešitelů. Z publikovaných úloh zmíním jen ty, co souvisejí s fyzikou v pořadí, ve kterém se objevují i v dokumentu: *Mraznička*, *Zavlažování*, *Výzkum životního prostředí*, *Semaforey* a *Tlakový hrnec*<sup>1</sup>. Experimentálně proveditelné jsou úlohy *Zavlažování*, *Výzkum životního prostředí* a *Tlakový hrnec*. Nyní bychom se krátce zaměřili jen na jednu ze zmiňovaných příkladů a to *Zavlažování*, v níž řešitelé pracují s obrázkem zavlažovacích kanálů (viz obrázek 3) a tabulkou nastavení stavidel (tabulka 2). Na základě těchto informací mají žáci zakreslit všechny možné cesty průtoku vody. Dále také mají zjistit, které stavidlo je nefunkční různými typy odpovědí např. rozhodnutím o pravdivosti daných tvrzení či tvořením podobné tabulky nastavení stavidel jako v jedné předchozích otázek.



**Obrázek 3** Soustava zavlažovacích kanálů (převzato z [12])

<sup>1</sup> V uvedeném výčtu již jsou vynechány úlohy objevující se v předchozí publikaci.

**Tabulka 2 Nastavení stavidel pro soustavu zavlažovacích kanálů (převzato z [12])**

A	B	C	D	E	F	G	H
Otevřeno	Zavřeno	Otevřeno	Otevřeno	Zavřeno	Otevřeno	Zavřeno	Otevřeno

Poslední publikace [10] s úlohami, jak už bylo naznačeno, se cele věnuje přírodovědné gramotnosti. Na začátku se můžeme dozvědět obecnější informace o této gramotnosti jako její vymezení v rámci šetření PISA, její základní aspekty nebo bližší informace o samotných úlohách a jejich vyhodnocování. Dále zde najdeme uvolněné přírodovědné úlohy pro testovací cyklus 2000, tzn. všech šest úloh již rozebraných u daného roku výše, navíc ale tři další úlohy *Semmelweisův deník* (ta se však zaměřuje na biologii a zeměpis), *Ozón a UV záření*. Více pozornosti si ale zaslouží pátá kapitola, ve které najdeme přírodovědné úlohy typu PISA vytvořené českými učiteli. Úlohy jsou přehledně rozdělené do čtyř kategorií podle předmětu, tedy na fyzikální (6), chemické (6), biologické (5) a jednu integrovanou úlohu na pomezí zeměpisu a fyziky. Čísla v závorkách udávají počet úloh v dané oblasti. Fyzikální příklady se dotýkají mnoha oblastí: ultrafialové záření (*Lze se opálit i ve stínu?*), vesmír (*Stav beztíže*, *Ze Země na Měsíc*), životní prostředí (*Skleníkový efekt*), zvuk (*Proč bzučí mouchy*) nebo kmitání (*Kyvadlo*). Experiment je proveditelný v případě posledních dvou uvedených úloh. Nejzajímavější úlohou je dle mého názoru úloha s názvem *Proč bzučí mouchy*, ve které na základě vědomostí o kmitání a vlnění mají žáci vysvětlit např. rozdíl výšky bzučení u komára a čmeláka.

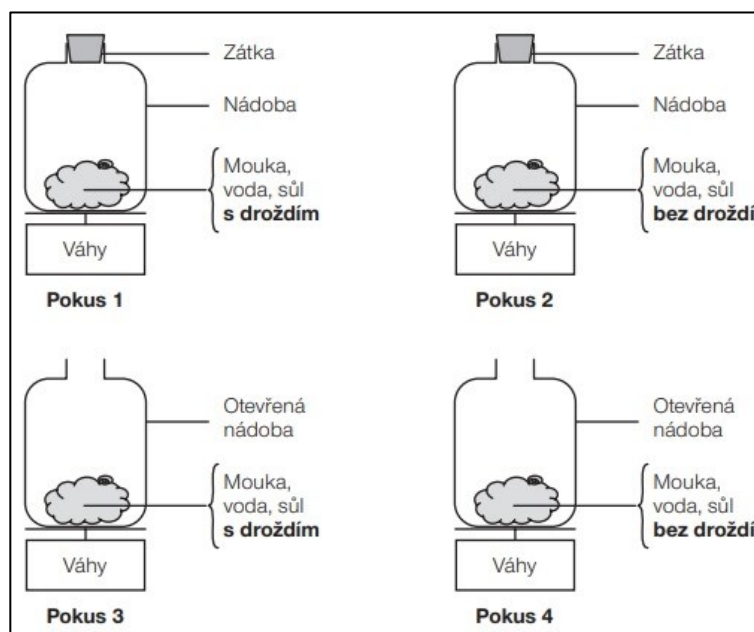
### 1.3.3 Rok 2006

Rok 2006 se stal prvním cyklem zaměřujícím se na přírodovědnou gramotnost. Co to vlastně v rámci testování znamená a jaké vědomosti by žáci měli umět je podrobně popsáno v publikaci *Koncepce přírodovědné gramotnosti ve výzkumu PISA 2006* [7], o které již byla řeč v podkapitole 1.2.

Uvolněné přírodovědné úlohy se nachází v knize *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA* [13], kde jsou rozděleny do dvou kapitol. V první z nich najdeme osm příkladů, které se objevily v hlavním šetření roku 2006. Stejně jako u předchozích publikací i zde se kromě zadání nachází popisy jejich hodnocení a také průměrná úspěšnost žáků v procentech. Přidavným jménem fyzikální můžeme označit tyto příklady: *Krémy na opalování*, *Kyselý déšť*, *Oblečení* a *Skleníkový efekt*. Poslední uvedená úloha je založena na práci se dvěma grafy, které zobrazují průměrnou teplotu a emise oxidu uhličitého v průběhu let 1860–1990. Vzhledem k formátu úlohy odpovědi

experimentálně nejdou ověřit, ale žáci pracují se skutečnými pravdivými údaji. Úloha *Oblečení* začíná úvodním textem, ve kterém vědci představují elektrotextil. Jedna z otázek pak cílí na přístroj, který by určil, zda je materiál vodivý. Další úloha *Kyselý déšť* se opět týká přírody a zaměřuje se na účinky kyselých látek na mramor. V tomto případě se dají výsledky snadno podpořit i experimentem, ke kterému stačí mít k dispozici kousek mramoru a ocet. K úloze *Krémy na opalování*, ve které se porovnává několik druhů krémů z hlediska pohlcování UV záření, se podrobněji vrátíme později v kapitole 2 této diplomové práce.

Ve druhé polovině publikace [13] se seznámíme v té době dosud nepublikovanými úlohami z testování PISA bez ohledu na rok. Čeká tam na nás rovnou dvacet příkladů, z nichž téměř polovina se dá zařadit do fyziky, konkrétně devět. V totožném pořadí jako v knize to jsou *Denní světlo*, *Chlebové těsto*, *Katalyzátor*, *Lesk na rty*, *Přechod Venuše*, *Světlo hvězd*, *Teplo*, *Ultrazvuk* a *Větrné elektrárny*. Z většiny názvů se dá snadno vyvodit i téma, kterým se zabírají. Velmi populárním tématem v šetření je životní prostředí a jeho ochrana, kam spadají *Větrné elektrárny* (opět hlavně práce s grafy) a *Katalyzátor*. Další oblíbenou oblastí je vesmír, viz úlohy *Denní světlo*, *Přechod Venuše* a *Světlo hvězd*. Na zbývající úlohy se podíváme trochu podrobněji, na *Teplo* ale až v kapitole 2. Příklad s chlebovým těstem zahrnuje experiment, ve kterém chce pekař zjistit, zda úbytek hmotnosti těsta souvisí s droždím. Žáci mu mají poradit a vybrat z nabízených možností (viz obrázek 4) správné pokusy. Popsaný experiment by se dal snadno provést, je ale časově náročný.



**Obrázek 4 Chlebové těsto – nákresy pokusů (převzato z [13])**



Poslední testovací úloha čtenáře velmi stručně seznámí s fungováním ultrazvuku. Jedna z otázek vyžaduje postup pro určení vzdálenosti mezi plodem a sondou. Další zase zkoumá, zda si uvědomují rozdíl mezi ultrazukovými a rentgenovými vlnami. Vzhledem k povaze úlohy by pro experimentální ověření byl potřeba právě daný přístroj, který se ve školách bohužel obvykle nevykazuje.

#### **1.3.4 Rok 2009**

V roce 2009 se většina testovacích úloh zaměřovala na čtenářskou gramotnost, čemuž odpovídají i zveřejněné úlohy v publikaci *Zakroužkuj – vyber – zdůvodni* [14] od autorky Ivety Kramplové – všechny se totiž týkají pouze čtenářské gramotnosti.

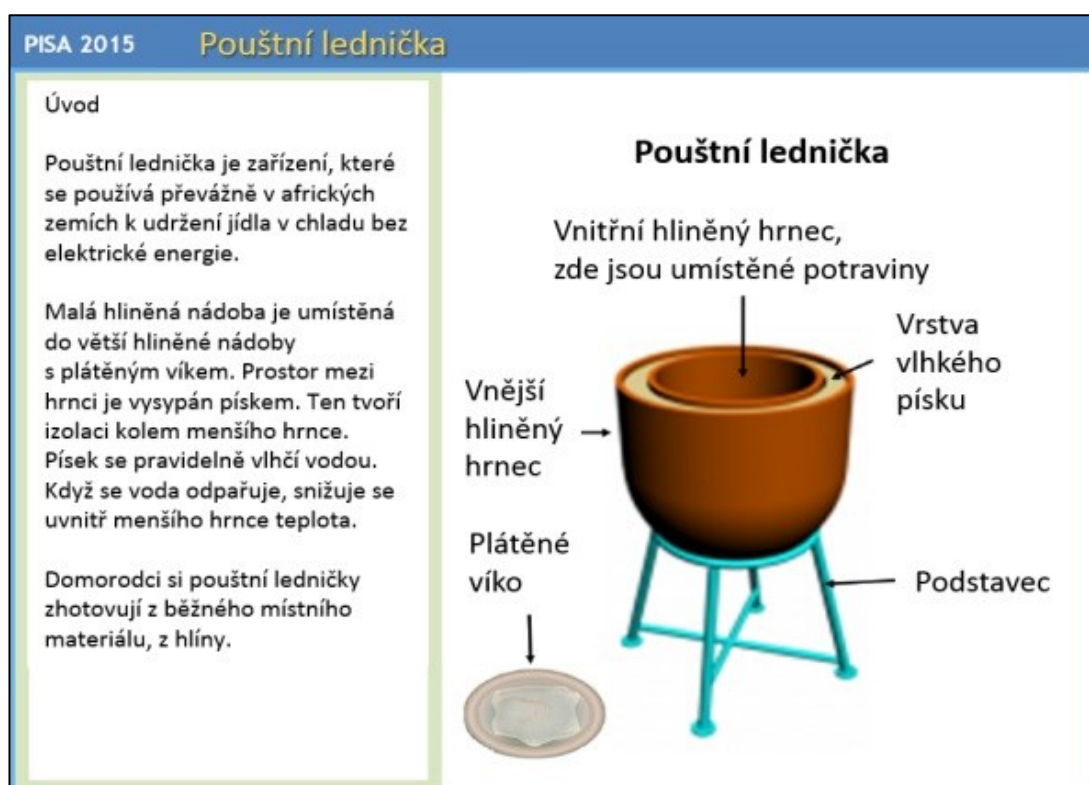
O několik let později, přesněji v roce 2014, Česká školní inspekce vydala dokument *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti* [15], jehož cílem je veřejnost podrobněji informovat o výsledcích šetření PISA 2009 s důrazem na problémy, které žáci při vyplňování testu měli. Důvodem, proč ji tu však zmiňujeme, je fakt, že obsahuje mnoho úloh podobného stylu jako úlohy používané při samotném testování. Nejedná se však o příklady využití při výzkumu PISA, proto se k publikaci vrátíme až v podkapitole 1.4 níže.

#### **1.3.5 Rok 2012**

V tomto roce tvůrci PISA testování soustředili na matematickou gramotnost, čemuž jsou uzpůsobeny i publikované materiály. Uvolněné úlohy, které najdeme v dokumentu [16], se zaměřují pouze na testování matematické gramotnosti. Jak jsme u PISA úloh zvyklí, jsou náměty brány ze života, tedy mají jistý fyzikální podtext, ale cílem je ověřit nějakou matematickou dovednost. Například první příklad s názvem *Plachtící nákladní loď* hovoří o přidání plachty k nákladní lodi tak, aby se využilo větrného pohonu. V jedné z otázek pak mají žáci určit rychlost větru pohánějící plachtu, znají-li rychlost větru na palubě lodi a informaci, že v daném výšce je rychlost o 25 % vyšší než na lodi.

### 1.3.6 Rok 2015

Testování v roce 2015 bylo zaměřeno na přírodovědnou gramotnost. Tento ročník byl výjimečný typem úloh. Poprvé se totiž objevily úlohy využívající simulace, což si názorněji ukážeme na následujícím příkladu z dokumentu *Koncepční rámec hodnocení přírodovědné gramotnosti*<sup>2</sup> [8]. Jedná se o úlohu s názvem *Zeer Pot*, v překladu pouštní lednička. Nejprve se žákům zeer pot představí, tedy co to je a jak to funguje (viz obrázek 5). Následuje otázka využívající simulaci (viz obrázek 6), ve které žáci mohou měnit parametry ledničky a mají vyzkoumat právě její nejlepší konstrukci.



Obrázek 5 Pouštní lednička – úvod (převzato z [8])

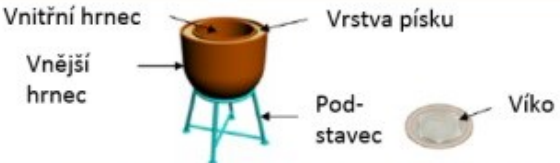
<sup>2</sup> V uvedené publikaci jsou příklady nepřekládány, tedy uvedeny v angličtině.

PISA 2015 Pouštní lednička

Otázka 1/4

V rámci školního úkolu máš zjistit, jaká je nejlepší konstrukce pouštní ledničky, aby celé rodině uchovala potraviny v chladu. Bakterie se přestávají množit při 4 °C, a jídlo tak zůstane nejdéle čerstvé. Použij simulátor na pravé straně, abys zjistil nejvyšší hmotnost jídla, kterou lze mít při 4 °C s použitím různé tloušťky a vlhkosti vrstvy písku. Simulaci můžeš spustit kolikrát potřebuješ a můžeš libovolně měnit nastavení.

Nejvyšší možná hmotnost potravin uchovávaných při 4 °C je  kg.



Tloušťka vrstvy písku (cm)	Hmotnost potravin (kg)	Vlhkost písku (vlhký/suchý)	Teplota (°C)

**Proměnné hodnoty**

Teplota Vzduchu: 38 °C

Vlhkost: 20 %

Tloušťka vrstvy písku (cm): 1 2 3 4 6

Hmotnost potravin (kg): 0 4 8 12 16 20

Vlhkost písku: Vlhký Suchý

Uložit data Vymazat data

Obrázek 6 Pouštní lednička – otázka (převzato z [8])

Další zveřejněné úlohy se nachází ve speciálním dokumentu s názvem *Publikace s uvolněnými úlohami z mezinárodního šetření PISA* [17]. Je zde uveřejněno celkem 12 úloh, které jsou rozděleny do dvou skupin na klasické úlohy a interaktivní, tzn. se simulací. Pět z nich (včetně jedné interaktivní) si veřejnost může vyzkoušet na stránkách OECD [18]<sup>3</sup>, na něž odkazují i QR kódy v dokumentu. Fyzikální obsah mají tři klasické úlohy (*Fosilní paliva*, *Sopečné výbuchy* a *Meteoroidy a krátery*) a určitým způsobem všechny interaktivní. Tyto simulační úlohy však nejsou předmětem mé diplomové práce, proto se jim nadále nebudeme věnovat. Všechny tři zmiňované klasické úlohy opět pracují s úvodním textem, obrázky či grafy. Vzhledem k tématům úloh nejsou jednoduše experimentálně ověřitelné, ale údaje v obrázcích a grafech vycházejí ze skutečnosti.

<sup>3</sup> Na zmíněných stránkách si můžeme vyzkoušet i některé úlohy z testování 2012 a 2018. V roce 2012 se však jedná pouze o úlohy zaměřující se na matematickou či finanční gramotnost a v roce 2018 zase na čtenářskou gramotnost a biologické úlohy.

### 1.3.7 Rok 2018

Rok 2018 opět patřil čtenářské gramotnosti, a přestože v době psaní diplomové práce od tohoto testování uběhly už čtyři roky, žádná publikace speciálně věnovaná uvolněným úlohám z daného roku dosud nevyšla. Co z daného roku najdeme je národní zpráva s výsledky jednotlivých zemí [19] a několik sekundárních analýz popisovaných výše v podkapitole 1.1. Dále Česká školní inspekce vydala dokument s názvem *Inspirace pro rozvoj gramotností* [20], kde v přílohách však najdeme pouze dvě uvolněné úlohy z pilotního šetření pro rok 2018, *Slepičí fórum* a *Kravské mléko*, ale obě se týkají biologie.

### 1.4 Úlohy „typu PISA“

V této podkapitole se podíváme na další materiály s úlohami podobného charakteru jako mají úlohy používané při testování PISA, tedy podporující rozvoj přírodovědné gramotnosti.

Takové materiály vydává i Česká školní inspekce. O některých publikacích už byla v práci zmínka, např. *Netradiční přírodovědné úlohy* [10], která kromě několika „opravdových“ PISA úloh obsahuje mnoho podobných příkladů vytvořených českými učiteli (více podkapitola 1.3.2), nebo *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti* [15] poprvé zmiňované v podkapitole 1.3.4. Pojdme se na tuto knihu podívat podrobněji.

#### 1.4.1 Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti

Tato publikace obsahuje velké množství úloh rozdělených podle témat do čtyř kapitol: biologie (12), chemie (8), fyzika a technika (18), Země a vesmír (11)<sup>4</sup>. Vzhledem k zaměření této práce na fyziku se budeme soustředit na dvě posledně zmíněné oblasti. Úlohy pojednávající o vesmíru však nejsou příliš vhodné pro experimentální ověřování, proto se dále práce bude soustředit pouze na příklady z části Fyzika a technika. Ty se opět dají zařadit do mnoha různých fyzikálních oblastí. Zastoupení má mechanika (*Jízda vlakem Pendolino*, *Sprint na sto metrů*, *Pohyb automobilu*), dynamika (*Ochrana hradeb*, *Kamerový jeřáb*), mechanika kapalin (*Kostky ve vodě*, *Svícen*), elektřina (*Žárovka*, *Blesk*), optika (*Televize v zrcadle*, *Laboratorní práce*, *Duha*, *3D-obraz*), termodynamika (*Zaklesnuté hrnce*), energetika (*Rodinný dům*) nebo jaderná fyzika (*Ionizující záření*). Některé úlohy dostanou více

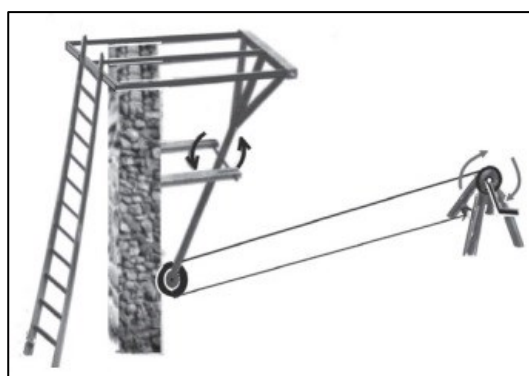
---

<sup>4</sup> Čísla v závorkách udávají počet úloh.

prostoru v pozdější části práce, zejména *Svícen*, *Laboratorní práce* či *Zaklesnuté hrnce* a ze zbývajících podrobněji okomentujeme pouze několik z nich.

Úloha *Sprint na sto metrů* pojednává o nejrychlejším muži planety Usainu Boltovi a jeho rekordním závodě na mistrovství světa. Jedná se o komplexnější úlohu obsahující hned sedm otázek. Žáci pracují nejenom se skutečnými novinovými texty, ale i s grafy. Úkolem je např. spočítat rychlost běžce, najít chybu v uvedeném grafu či vybrat správný graf Boltovy průměrné rychlosti v závislosti na dráze. V případě experimentálního ověření by bylo nutné údaje z úlohy přepsat podle jiného běžce, třeba podle nejrychlejšího žáka ze třídy a propojit si tak fyziku s tělesnou výchovou.

V dalším příkladu *Ochrana hradeb* zabrousíme i do dějepisu, jelikož se týká jednoho z vynálezů slavného Leonarda da Vinci (viz obrázek 7). Na základě tohoto obrázku se mají určit použité jednoduché stroje či vysvětlit princip vynálezu. Následné otázky pak spíše zjišťují, zda řešitelé rozumí pojmem páka a kladka.



**Obrázek 7 Vynález Leonarda da Vinci k úloze Ochrana hradeb (převzato z [15])**

Dále se podíváme do jiné oblasti fyziky díky úloze *Kostky ve vodě*, která se zabývá Archimedovým zákonem a vztakovou silou. Porozumění těmto fyzikálním zákonitostem je testováno na kostkách ledu, ve kterých jsou na různých místech umístěny bublinky vzduchu či ocelová kulička. Poslední část úlohy pak pracuje s kostkou vyrobenou z oceli. Kostky jsou vhozeny do akvária s vodou a žák má z nabízených obrázků vybrat, jak daná situace dopadne, přičemž má svou odpověď vždy zdůvodnit. Bohužel první ani druhá část jednoduše doprovodit experimentem nepůjdou. V obou případech by totiž bylo potřeba vyrobit stejné kostky ledu s jednou bublinkou vzduchu umístěnou na určitém místě. Pokus by byl možný až u poslední části, kdy se řeší vztaková síla působící na zcela ponořenou ocelovou kostku. Její působení lze snadno proměřit pomocí siloměru.

#### 1.4.2 Testování TIMSS

PISA není jediným mezinárodním šetřením, jehož se Česká republika účastní. Jedním z mnoha dalších je testování se zkratkou TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) [21], které již od roku 1995 sleduje vědomosti a

dovednosti devítiletých a třináctiletých žáků v matematice a přírodních vědách. Testování probíhá ve čtyřletých cyklech. Pro účely této práce jsou však stěžejní pouze ročníky, kdy se Česká republika zapojila do testování žáků 8. ročníku základních škol a víceletých gymnázií, tedy konkrétně se jedná o ročníky 1995, 1999 a 2007. Ve zbývajících letech (2011, 2015 a 2019) se u nás výzkum TIMSS zaměřoval pouze na 1. stupeň základních škol, a tudíž materiály z těchto ročníků nejsou obsahem řešerše této diplomové práce. Nejnovější sběr dat proběhl v květnu 2023, kterého se opět účastnili i žáci 8. tříd základních škol. Zveřejnění výsledků a dalších materiálů se ale očekává až na konci roku 2024.

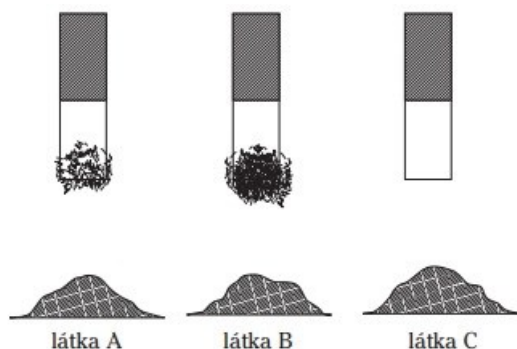
První ročník tohoto testování proběhl v roce 1995 a všechny publikované materiály vztahující se k tomuto období se vyskytují pouze v tištěné podobě a jsou k dispozici u České školní inspekce [22]. Publikace následujících ročníků už jsou opět k dostání v elektronické podobě na stránkách ČŠI tak, jak jsme zvyklí díky šetření PISA.

S ohledem na výše zmíněná kritéria jsou pro účely této práce vhodné pouze tři dokumenty. Prvním z nich je publikace s uvolněnými úlohami použitými při zjišťování vědomostí žáků v roce 1999 s názvem *Úlohy z matematiky a přírodních věd pro žáky 8. ročníků* [23]. Publikované přírodovědné úlohy najdeme ve čtvrté kapitole, které jsou dále přehledně rozděleny do podkapitol podle předmětů, jež se týkají. Pro nás je samozřejmě nejdůležitější sekce s uvolněnými úlohami z fyziky. Při procházení této části nejprve narazíme na dvě obsáhlé tabulky. Jedna z nich obsahuje seznam všech testových úloh spolu s formou odpovědi (např. s výběrem odpovědi), očekávanými dovednostmi (např. porozumění jednoduché informaci) a krátkým slovním popisem. Ta druhá pak ukazuje průměrnou úspěšnost v procentech, jednak žáků všech zúčastněných zemí a jednak žáků v ČR. Dále v ní najdeme ale i porovnání procentuální úspěšnosti českých chlapců a děvčat, či žáků navštěvujících základní školu a žáků na víceletých gymnáziích. Teď už ale k samotným úlohám, těch zde najdeme celkem 21. Na úvod je ale potřeba upozornit na jeden důležitý rozdíl oproti testování PISA. Úlohy používané při výzkumu TIMSS jsou orientovány spíše na zjišťování úrovně školních znalostí a dovedností, nejsou tudíž zasazovány do situací z běžného života, tak jako jsme byli zvyklí u úloh objevujících se ve výzkumu PISA. Zmiňovaný rozdíl si ukážeme rovnou na příkladu jedné z úloh. Ta se ptá na to, který z předmětů (ty ale nejsou nijak konkrétně specifikovány) uvedených v tabulce (viz tabulka 3) má největší hustotu.

**Tabulka 3 Tabulka s informacemi o předmětech k úloze o hustotě (převzato z [23])**

Předmět	Hmotnost předmětu	Objem předmětu
W	11,0 gramů	24 krychlových centimetrů
X	11,0 gramů	12 krychlových centimetrů
Y	5,5 gramu	4 krychlové centimetry
Z	5,5 gramu	11 krychlových centimetrů

Ze zadání úlohy vidíme, že není zasazena do žádného kontextu. Žák potřebuje vědět, co je to hustota a tento poznatek využít při práci s údaji z tabulky a pro porovnání hustot předmětů. Mimo úloh zaměřujících se na fyzikální veličiny se v dokumentu nachází úlohy z několika dalších fyzikálních oborů, z nichž nejhojněji zastoupené jsou optika,



**Obrázek 8 Magnety vsunuté do sypkých látek k úloze D2 (převzato z [23])**

energie nebo pohyb společně se silou. Několik z uvedených úloh se dá také podpořit experimentem, např. B6, D2, J4, L1, N1, N9 nebo N10 (úlohy v materiálu nemají žádné názvy, jen kódy složené z písmene a čísla). Vzhledem k počtu úloh není v rámci rozsahu práce možné věnovat se každé z nich, jelikož se ale většinou jedná o jednoduše zadané úlohy, a navíc snadno experimentálně ověřitelné, detailnějšího komentáře ani není třeba. Podívejme se tedy pouze na některé z nich. Úloha s označením D2 popisuje situaci tří stejných magnetů, které byly ponořeny do tří sypkých látek (viz obrázek 8). Žák má určit, která z nabízených látek A, B, C by mohla být káva. Taková úloha se dá velmi jednoduše ukázat, stačí mít k dispozici tyčový magnet a kávu.

Další z úloh, L1, se zaměřuje na otáčivé účinky síly. Máme k dispozici stejnorodé kolo, které se může otáčet kolem nehybné osy procházející kolmo jeho středem. Dále víme, že v jeho rovině na něj působí dvě stejně veliké síly. Ze zobrazených situací, kdy se různě mění působíště sil, mají řešitelé vybrat takovou, kdy se disk roztočí. Pro názornou ukázkou bychom potřebovali disk (stačil by vyrobený z tvrdšího kartonu), který bychom připevnili na stojánek tak, aby se mohl otáčet kolem zadané osy. Poté pomocí dvou siloměrů bychom reprezentovali naznačené síly a pozorovali jejich účinky.

Druhý materiál zaměřující se na 8. ročník základních škol nese název *Úlohy z přírodních věd pro 8. ročník* [24] a obsahuje úlohy použité při výzkumu TIMSS v roce 2007. Na rozdíl od předchozí publikace se opravdu hlavně věnuje úlohám, které jsou opět rozděleny do kapitol podle předmětů. Každá kapitola je navíc dále rozčleněna podle témat jednotlivých úloh, v oblasti fyziky se jedná o skupenství látek a jeho změny; přeměny energie, teplo a teplota; světlo; zvuk; elektřina a magnetismus; síly a pohyb. V souboru najdeme celkem 21 fyzikálních úloh, z nichž následující lze podpořit experimentem: P43, P44, P46, P48, P53, P54, P55, P56, P57 a P62. U každé úlohy je kromě zadání a správné odpovědi také uveden její obsah, cíl, obtížnost a potřebná dovednost (např. uvažování či používání znalostí). Navíc se dozvíme i procentuální úspěšnost českých žáků včetně rozdělení na dívky a chlapce, které můžeme porovnat s průměrnou mezinárodní úspěšností.

Z uvedených úloh se podrobněji podíváme např. na úlohu s kódem P46. V tomto příkladu žáci využijí své znalosti ohledně změny skupenství látek, konkrétněji co se stane s hmotností při tuhnutí vody. Takový poznatek se dá velmi snadno pomocí pokusu ověřit, jen je bohužel časově náročnější a k jeho provedení budeme potřebovat mrazák. Další příklad s označením P48 se týká tepelné vodivosti látek. Do vroucí vody se umístí jedním koncem čtyři tyče z různých materiálů sklo, dřevo, kov a plast. Na volné konce tyčí se umístí stejná vrstva vosku. Úkolem je rozhodnout, na které z tyčí začne tát vosk nejdříve. Experimentální ověření této úlohy by šlo s malými úpravami zadání také velmi snadno. Jedním ze zádrhelů by mohlo být nanesení stejného množství vosku na jednotlivé tyče, ten by se dal vyřešit pomocí kapiček vosku.

Poslední publikace *Přírodovědné úlohy pro druhý stupeň základního vzdělávání* [25], na kterou se v této části podíváme, opět navazuje na zjištění z výzkumu TIMSS 2007. Tentokrát se nejedná přímo o materiál s uvolněnými úlohami z daného testování, přestože některé z nich tam také najdeme, ale o sbírku úloh připravených pro rozvoj znalostí a dovedností žáků, které se při testování ukázaly jako nejproblémovější. Dokument se nejprve zaměřuje na výsledky českých žáků v přírodních vědách, jednak obecně, jednak pro každý předmět, kde uvádí úspěšnost v uvolněných úlohách, některé vybrané žakovské odpovědi, a hlavně upozorňuje na největší problémy, které žáci při řešení měli. Právě na tyto největší nedostatky cílí vytvořené úlohy, jak už bylo zmíněno.

Naše pozornost se opět zaměří pouze na úlohy z fyziky, tedy na třetí kapitolu dokumentu. Stejně jako v materiálu s uvolněnými úlohami jsou rozděleny do šesti



fyzikálních oblastí. Pro připomenutí se jedná o elektřina a magnetismus (9); zvuk (7); světlo (9); skupenství látek a jeho změny (10); síla a pohyb (9); přeměny energie, teplo a teplota (8). Čísla v závorkách ukazují počet úloh v jednotlivé oblasti. Mnoho úloh tentokrát vychází z nějaké běžné situace v životě či přímo z fyzikálního experimentu. Například hned u první úlohy s označením 3.1.1 je součástí zadání obrázek cívky, nad kterou je na gumičce zavěšen ocelový šroubek. Úkolem je popsat, co se stane, pokud cívkou bude procházet stejnosměrný elektrický proud. V takovém případě není problém s pomocí cívky, zdroje napětí a šroubku situaci žákům názorně ukázat. V jednom z dalších příkladů 3.4.7 se dvě dívky dohadují, jakým způsobem voda poškozují skály. Jedna z děvčat tvrdí, že je to mrazem a žáci mají toto její tvrzení podpořit vysvětlením. Taková úloha se nedá ve školním prostředí předvést do slova, ale s drobnou modifikací, kdy necháme vodu zmrznout ve skleněné uzavřené nádobě, to lze. Z časových důvodů je ale lepší takový pokus zadat žákům jako dobrovolný domácí úkol. Všechny úlohy jsou kromě správné odpovědi doplněny i o komentář s uvedením toho, co se v příkladu po žácích vyžaduje. Mnoho z nich navíc obsahuje i informaci s typickou chybnou odpovědí.

### 1.4.3 Další publikace

Poslední materiál, na který se zaměříme, vydal Národní ústav pro vzdělávání pod názvem *Přírodovědná gramotnost ve výuce* [26]. Jedná se o příručku pro učitele obsahující mimo jiné čtyři přírodovědné multikomponentní úlohy<sup>5</sup>.

Každá úloha se zaměřuje na jeden ze čtyř přírodních živlů, tedy oheň, voda, země a vzduch, jejíž otázky propojují hned několik předmětů fyziku, chemii, přírodopis nebo zeměpis. Zadání vždy obsahuje úvodní text, který může být doplněn obrázkem či tabulkou. Po něm následují jednotlivé očíslované úkoly různého typu. Často se po řešitelích chce rozhodnutí o pravdivosti daného tvrzení, doplnění nějakého slova či krátkého slovního spojení nebo výběr z nabízených možností. Na konci souboru příkladů najdeme část, kde se zkoumají žákovské postoje vůči různým tématům a zájem žáků o přírodovědné informace. Např. v úloze týkající se vody autory zajímá vztah žáků k ochraně vody. Zjišťuje se, do jaké míry žáci souhlasí s uvedenými tvrzeními na škále odpovědí: zcela souhlasím; spíše souhlasím; nevím; spíše

---

<sup>5</sup> Takto v publikaci označují komplexní úlohy zaměřující se na jedno konkrétní téma. Často obsahují několik různých typů otázek a úkolů, přičemž začínají úvodním textem, obrázkem či grafem. Tedy přesně úlohy, které jsou používány v šetřeních PISA.

nesouhlasím a zcela nesouhlasím. Součástí publikace je samozřejmě i správné řešení, které je ale podpořeno podrobným komentářem. V něm nalezneme uvedený očekávaný výstup podle rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání, vztah úlohy k přírodovědné gramotnosti, didaktický komentář (obsahující třeba náročnost úlohy či její úspěšnost v pilotáži), orientační čas na vypracování, a nakonec způsob vyhodnocení.

Nyní již konkrétně k daným úlohám. V sekci oheň se nachází celkem 7 otázek, z nichž dvě jsou z fyzikální oblasti. Obě se zabývají formami energie a jejího přenosu při pohybu auta a při dopadu slunečního záření na Zemi. Ani jedna z nich však není vhodná k experimentálnímu ověření.

V druhé sekci o vodě je uvedeno 8 otázek a hned první tři se nějak týkají fyziky. Celá úloha je uvozena zkrácenou verzí pohádky Jana Wericha „Moře, strýčku, proč je slané?“, na kterou dále navazují informace o salinitě různých mořích. První příklad se zaměřuje na vysvětlení, proč se nám v moři, tedy slané vodě, plave snáze než třeba v rybníku. Na základě informací z textu a s pomocí uvedeného vzorce pro hydrostatický tlak mají žáci porovnat hodnotu hydrostatického tlaku sladké a slané vody. Druhá otázka na první přímo navazuje, jelikož se v ní má vybrat moře, ve kterém se bude plavat nejlépe. S popisovanou situací má většina žáků své zkušenosti, popř. se dají k demonstraci využít obrázky či videa na internetu. Pro školní ukázkou opět úlohy vhodné nejsou, stejně tak i poslední fyzikální otázka vztahující se k vodě, v níž se společně s ponorkou ponoříme do hloubky 20 a 40 m pod hladinu. Úloha testuje porozumění pojmům jako tlaková síla a vztlaková síla, kdy se tyto síly musí porovnat v udaných hloubkách.

Série otázek o Zemi jich obsahuje celkem sedm, z nichž jen ta poslední se dá označit přídatným jménem fyzikální. Tentokrát se spolu s Karlem a Adamem ocitáme na fotbalovém hřišti, kde budeme zkoumat působení gravitační síly. Úloha se skládá ze tří částí A, B, C, kde v prvních dvou otázkách se kroužkuje správná odpověď ze čtyř možností. Otázky ověří, zda žáci znají souvislost mezi gravitační silou a hmotností nebo zda na gravitační působení mezi zemí a jedním z chlapců dokáží správně aplikovat třetí Newtonův zákon akce a reakce. V poslední části jsou zadány dva grafy, závislost výšky míče při odkopu na čase a závislost rychlosti míče na čase. Zde se testuje mnoho dovedností, které by měl žák zvládnout při práci s grafy, např. vybrat ten správný graf, vyčíst podstatnou hodnotu či zjistit změnu dané fyzikální veličiny.

Na konci materiálu najdeme úlohy na téma vzduch. Úvodní text a v podstatě všechny následující otázky (celkem jich úloha obsahuje šest) se týkají znečišťování ovzduší. Jediná otázka se zaměřením na fyziku se zabývá dopravou, konkrétně tlakem v pneumatikách a jejich dohušťování. Tato úloha v podstatě představuje sama o sobě komplexní úlohu, skládá se totiž opět ze tří částí. První z nich se zaměřuje na vztahy mezi hustotou, hmotností a objemem, kdy mají žáci rozhodnout o pravdivosti jednotlivých tvrzení. Druhá část ověřuje žakovu znalost o vztahu tlaku a vnější teploty. Tentokrát ale otázka vyžaduje slovní popis, který bývá pro žáky mnohem složitější. Třetí část se ukazuje jako nejnáročnější, jelikož se v ní musí dát do souvislosti hned tři fyzikální veličiny (tlak, plocha a síla) a jejich vzájemný vztah vyjádřit pomocí matematického vzorce.

Několik uvolněných úloh z testování PISA bylo zpracováno i v rámci Sbírkky řešených úloh [27], což je webová stránka obsahující řešené fyzikální i matematické úlohy různé obtížnosti, jak pro ZŠ, SŠ, tak i pro VŠ. Je zpracovávána na Katedře didaktiky fyziky Matematicko-fyzikální fakulty UK. Celkem zde najdeme zadání i řešení 27 úloh, které jsou ale vybrány z předchozích materiálů.

## 1.5 Shrnutí fyzikálně zaměřených úloh z šetření PISA a typu PISA

V kapitole 1.4 jsme se podrobně věnovali velkému množství publikací s úlohami na rozvoj přírodovědné gramotnosti. Vzhledem k počtu materiálů a úloh však není snadné se v souvislém textu rychle orientovat, proto byla vytvořena následující tabulka č. 4 uvádějící shrnutí všech fyzikálně laděných úloh s možností experimentálního ověření.

Původní myšlenka byla zahrnout do tabulky všechny fyzikální úlohy obsažené v uvedených publikacích. V takovém případě by ale tabulka měla 165 řádků, přesně tolik fyzikálních úloh totiž ve výše zmiňovaných materiálech najdeme. Z toho důvodu bylo od tohoto nápadu upuštěno a do tabulky zahrnuty pouze takové úlohy, které se dají ověřit experimentem, což byla jedna z důležitých podmínek, na které jsme se v práci při rešerši zaměřovali. Kromě názvu úlohy a jejího zdrojového dokumentu je v tabulce uveden i fyzikální obor, do něhož daná úloha spadá. U některých z nich ho však nelze určit jednoznačně, zejména u úloh na pomezí několika předmětů např. Kyselý déšť či Lesk na rty, proto je fyzikální obor vynechán.

**Tabulka 4 Seznam fyzikálních úloh typu PISA, které jsou experimentálně ověřitelné**

Název úlohy	Fyzikální obor	Ročník PISA/TIMSS	Zdrojová publikace
Autobusy	Mechanika	PISA 2000	[9]
Pumpička na kolo	Vlastnosti plynů	PISA 2003	[11]
Baterie	Elektřina	PISA 2003	[11]
Soukolí	Mechanika	PISA 2003	[11]
Zavlažování	Mechanika	PISA 2003	[12]
Výzkum životního prostředí	-	PISA 2003	[12]
Tlakový hrnec	Vlastnosti plynů	PISA 2003	[12]
Proč bzučí mouchy	Zvuk	PISA 2003	[10]
Kyvadlo	Kmitání	PISA 2003	[10]
Krémy na opalování	Elmag. záření	PISA 2006	[13]
Kyselý déšť	-	PISA 2006	[13]
Chlebové těsto	-	PISA 2006	[13]
Lesk na rty	-	PISA 2006	[13]
Teplo	Termodynamika	PISA 2006	[13]
Sprint na 100 metrů	Mechanika	PISA 2009	[15]
Ochrana hradeb	Účinky síly	PISA 2009	[15]
Kamerový jeřáb	Účinky síly	PISA 2009	[15]
Kostky ve vodě	Mechanika kapalin	PISA 2009	[15]
Svícen	Mechanika kapalin	PISA 2009	[15]
Žárovka	Elektřina	PISA 2009	[15]
Televize v zrcadle	Optika	PISA 2009	[15]
Laboratorní práce	Optika	PISA 2009	[15]
Zaklesnuté hrnce	Termodynamika	PISA 2009	[15]
B6	Skupenství látek	TIMSS 1999	[23]
D2	Magnetismus	TIMSS 1999	[23]
J4	Magnetismus	TIMSS 1999	[23]
L1	Optika	TIMSS 1999	[23]
N1	Síly a pohyb	TIMSS 1999	[23]
N9	Síly a pohyb	TIMSS 1999	[23]
N10	Síly a pohyb	TIMSS 1999	[23]

P43	Skupenství látek	TIMSS 2007	[24]
P44	Skupenství látek	TIMSS 2007	[24]
P46	Skupenství látek	TIMSS 2007	[24]
P48	Termodynamika	TIMSS 2007	[24]
P53	Zvuk	TIMSS 2007	[24]
P54	Elektřina a magnetismus	TIMSS 2007	[24]
P55	Elektřina	TIMSS 2007	[24]
P56	Elektřina	TIMSS 2007	[24]
P57	Magnetismus	TIMSS 2007	[24]
P62	Síly a pohyb	TIMSS 2007	[24]
3.1.1	Elektřina	TIMSS 2007	[25]
3.1.2	Elektřina	TIMSS 2007	[25]
3.1.4	Elektřina	TIMSS 2007	[25]
3.1.5	Elektřina	TIMSS 2007	[25]
3.1.7	Magnetismus	TIMSS 2007	[25]
3.1.8	Magnetismus	TIMSS 2007	[25]
3.2.1	Zvuk	TIMSS 2007	[25]
3.2.2	Zvuk	TIMSS 2007	[25]
3.3.7	Optika	TIMSS 2007	[25]
3.4.5	Skupenství látek	TIMSS 2007	[25]
3.4.7	Skupenství látek	TIMSS 2007	[25]
3.4.8	Skupenství látek	TIMSS 2007	[25]
3.4.9	Skupenství látek	TIMSS 2007	[25]

## 2. Vybrané úlohy typu PISA ověřitelné experimentem

### 2.1 Výběr úloh

Po zpracování rešerše a tabulky č. 4 v předchozí kapitole bylo vybráno celkem pět úloh k dalšímu zpracování. Jedná se o následující úlohy:

- Krémy na opalování [13],
- Teplo [13],
- Svícen [15],
- Laboratorní práce [15],
- Zaklesnuté hrnce [15].

Pro výběr bylo rozhodujících několik kritérií. Jednou z podmínek pro úlohu bylo, že její experimentální ověření musí být proveditelné ve školní učebně. Zároveň musí být zvládnutelné v určitém časovém intervalu, kdy jsme předpokládali, že se s celou aktivitou vejde do jedné vyučovací hodiny (45 minut). Posledním z důležitých faktorů při rozhodování bylo také to, že samotný experiment by neměl být příliš jednoduchý nebo naopak velmi komplikovaný.

U některých z vybraných úloh se ale záhy ukázalo, že z určitých důvodů (většinou kvůli problémům sehnat potřebné pomůcky) nejsou dále použitelné, konkrétně šlo o úlohy *Krémy na opalování*, *Svícen* a *Zaklesnuté hrnce*. Z původně vytipovaných úloh tak pro další zpracování zůstaly pouze dvě, *Teplo* a *Laboratorní práce*.

V následujících podkapitolách se však nachází popis právě ke třem nevyužitým úlohám, kde jsou mj. popsány důvody, které vedly k zavrnutí daného zadání. Úlohám *Teplo* a *Laboratorní práce*, které pak byly v rámci práce skutečně realizovány, se pak věnuje kapitola 3.

### 2.2 Krémy na opalování

Úloha obsahuje poměrně dlouhý úvodní text (viz obrázek 9), ve kterém se dvě děti rozhodnou otestovat čtyři opalovací krémy. Následují celkem čtyři otázky, z nichž první tři s výběrem odpovědi cílí zejména na čtenářskou gramotnost a na pochopení popsaného pokusu. Například v otázce č. 2 mají řešitelé vybrat z nabízených možností otázku, která nejlépe uvádí popisovaný experiment.

Marii a Davida zajímalo, který krém na opalování jim nejlépe ochrání pokožku. Krémy na opalování mají *ochranný faktor (UV faktor)*, který udává, kolik ultrafialového záření ze Slunce pohlcuje každý z krémů. Krémy na opalování s vysokým UV faktorem chrání pokožku déle než krémy s nízkým UV faktorem.

Marie vymyslela způsob, jak porovnat několik různých krémů na opalování. Spolu s Davidem si nachystali následující věci:

- dvě průhledné fólie z umělé hmoty, která nepohlcuje sluneční záření;
- jeden list papíru citlivého na světlo;
- minerální olej (M) a krém obsahující oxid zinečnatý (ZnO);
- čtyři různé krémy na opalování, které nazvali K1, K2, K3 a K4.

Marie a David použili minerální olej a oxid zinečnatý proto, že olej propouští většinu slunečního záření, zatímco oxid zinečnatý je téměř vůbec nepropouští.

Do každého kroužku, které jsou vyznačeny na jedné z fólií, nanesl David kapku jedné látky a pak vše zakryl druhou fólií. Na obě fólie položil velkou knihu a přitlačil je k sobě.

Marie pak položila fólie na list papíru citlivého na světlo. Papír citlivý na světlo mění barvu z tmavě šedé na bílou (nebo světlou šedou) podle toho, jak dlouho je vystaven slunečnímu záření. Nakonec dal David fólie s listem papíru na místo, na které svítilo slunce.

**Obrázek 9 Úvodní text k úloze Krémy na opalování (převzato z [11])**

Papír citlivý na světlo je tmavě šedý a jeho barva se změní na světle šedou, když je vystaven menšímu množství slunečního záření, a na bílou, když je vystaven velkému množství slunečního záření.

**Obrázek 10 Diagramy k úloze Krémy na opalování (převzato z [11])**

Poslední z otázek obsahuje čtyři diagramy (viz obrázek 10), z nichž se má vybrat takový, který vystihuje reálnou situaci. Navíc je nutno odpověď doplnit i vysvětlením, proč byla zvolena právě tato možnost.

Právě tato část úlohy vypadá na první pohled jako vhodná pro experimentální ověření se žáky. Průběh experimentu je podrobně popsán v úvodním textu i se seznamem potřebných pomůcek. Pro upřesnění k pokusu je potřeba: různé opalovací krémy, minerální olej a krém s oxidem zinečnatým, dvě plastové folie a papír citlivý na světlo. Sehnání prvních tří věcí by bylo bez problémů, opalovacích krémů, minerálních olejů i krémů s oxidem zinečnatým je na trhu nespočet. Například při zadání „krém s oxidem zinečnatým“ do vyhledávače Google dostaneme přes 70 000 různých odkazů včetně mnoha s konkrétními výrobky k zakoupení. Jednou z překážek v provedení popsaného srovnání opalovacích krémů ale může být sehnání poslední zmiňované položky, papíru citlivého na světlo. Dalším problémem je poměrně komplikované a čtenářsky náročné zadání i provedení samotného experimentu. Vzhledem k tomu nebyla úloha pro další zpracování využita.

### 2.3 Svícen

Součástí úvodního textu k této úloze (viz obrázek 11) jsou dva obrázky speciálního svícnu, na kterém je celá úloha postavena.

Na obrázku 1 vidíme dřevěný podstavec, speciální skleněnou nádobu, skleněný prstenek a svíčku. Pokud jednotlivé části poskládáme do sebe, vznikne svícen, který vidíme na obrázku 2.



Obrázek 1: Části svícnu



Obrázek 2: Složený svícen

Obrázek 11 Úvodní text s obrázky k úloze Svícen (převzato z [15])

Do sestaveného svícnu se naleje destilovaná voda a hořící svíčka v něm plave. Následné otázky jsou jednak zaměřeny na znalosti o měření objemu a o silách působících na předmět v kapalině (konkrétně otázky 1 a 2), jednak cíleny na pochopení Archimedova zákona (otázky 3, 4 a 5). Například jedním z úkolů žáků je navrhnout pokus, kterým by zjistili objem ponořené části svíčky. Dále mají rozhodnout a



zdůvodnit, co se stane s objemem ponořené části svíčky, když se vymění destilovaná voda za mořskou s větší hustotou.

Tato úloha by měla být pro žáky zajímavá, jelikož se zabývá konkrétním funkčním předmětem, a navíc dlouhá plovoucí hořící svíčka je také velmi efektní. Experimentální ověření by navíc nemuselo být nijak obtížné v případě, že je k dispozici znázorněný svícen. Tento fakt je právě problémem celé úlohy, kvůli kterému nemohla být dále zpracována.

Pokoušeli jsme se využít jiný typ nádoby (viz obrázek 12), ale nikdy se bohužel nepodařila kombinace svíčky a nádoby zvolit tak, aby svíčka plavala bez dotyku se stěnou nádoby (viz obrázek 13). Pro realizaci ve škole bude tedy zřejmě obvykle obtížné najít nádobu podobného průměru jako má svíčka.



**Obrázek 12 Různé typy nádob pro svícen**



**Obrázek 13 Plovoucí svíčka**

Jedním z dalších nápadů, jak se s experimentálním ověřením vypořádat, bylo využití plovoucích svíček (např. viz obrázek 14). Jejich tvar ale vůbec neodpovídá svíčce používané v zadání úlohy, jedná se o spíše placatější předměty, jejichž rozměry jsou uzpůsobeny tomu, aby ve vodě plavaly. S jejich využitím by se některé části úlohy (konkrétně otázky 1, 3 a 4) daly ověřit experimentem, vzhledem k rozměrům by ale efekt nebyl příliš viditelný, proto se od této úlohy upustilo.



**Obrázek 14 Plovoucí svíčky  
(převzato z [28])**

## 2.4 Zaklesnuté hrnce

Zadání této úlohy opět začíná úvodním textem, tentokrát se však nejedná o obyčejný odstavec textu, ale výňatek z jednoho internetového příspěvku s rozhovorem několika žen z diskuzního fóra. Následuje přepis uvedeného rozhovoru [15]:

*„JARKA (19:03): Prosím, nevíte někdo? Dala jsem dva stejné hrnce „do sebe“ a nemůžu je odendat.*

*>> MILENA (19:12): Do horního nalejt ledovou vodu, spodní ponořit do vařící.*

*>> >> JARKA (19:22): Zkusím, moooc děkuji!*

*>> >> MARTINA (19:47): Fíha, kde jste na tohle přišla??“*

Uvedený text je také doplněn ilustračním obrázkem dvou do sebe zaklesnutých kastrolů, který ale není potřeba k řešení, proto v této práci k zadání není přiložen.

K úvodnímu rozhovoru se vztahuje rovnou pět otázek. První dvě z nich jsou zaměřeny na využití tepelné roztažnosti v praxi, kdy mají žáci vysvětlit, jaký vliv bude mít horká a studená voda na oba hrnce nebo co by se stalo, kdyby se do horního hrnce nalila horká voda a spodní ponořil do studené. Další z otázek cílí na určování správných klíčových slov. To ta čtvrtá je zajímavější, v ní se testuje, jak žáci rozumí principu potvrzení či vyvrácení hypotézy. Paní Jarka přišla s domněnkou, že se všechny látky při zahřívání roztahují. Pomocí dvou pokusů se má určit, zda byla Jarčina domněnka potvrzena, vyvrácena či zda o tom, nemůžeme na základě pokusu rozhodnout. Poslední pátá otázka se věnuje tzv. rozměrové analýze, kdy je potřeba ze zadané rovnice pro změnu rozměrů tělesa po změně teploty určit jednotku součinitele teplotní roztažnosti.

K tomu, abychom mohli úlohu demonstrovat pokusem, by bylo zapotřebí mít vhodnou dvojici hrnců či kastrolů. Takovou, která by za „suchého“ stavu od sebe nešla oddělit, kdežto s použitím vody ano. Navíc dva skutečně stejné hrnce se do sebe vůbec nezaklesnou, jelikož se směrem dolů typicky nijak nerozšiřují. Vzhledem k tomuto požadavku je úloha pro vyučující obtížně realizovatelná, a proto dále zpracována nebyla.

### 3. Aktivity

V této kapitole se nachází stěžejní část diplomové práce a tou jsou zpracované úlohy typu PISA podpořené experimentem. Úlohy používané při testování jsou teoretické, často se v nich pracuje s textem, obrázky či grafem, které ale vychází z reálných situací ze života. Podle mnoha z nich tak jde připravit experiment, jímž se ověří správné odpovědi a na to se také soustředíme v této diplomové práci.

Aktivitou se tedy rozumí právě kombinace teoretického zadání a prováděného experimentu. Pokud dále mluvíme o úloze, myslíme tím, jakoukoliv dílčí část aktivity, ať už se jedná o teorii či experiment a o jednotlivých částech úlohy hovoříme jako o úkolu nebo otázce.

Celkem se zde nachází šest aktivit, z nichž dvě (*Teplo* a *Laboratorní práce*) jsou převzaté z materiálů pro šetření PISA. Zbylé aktivity (*Domeček pro panenky*, *Klimadiagram 1 a 2*, *Radioaktivita*) jsou zcela navrženy autorkou práce. Dále v kapitole jsou aktivity jsou uváděny v pořadí, v jakém byly testovány ve výuce.

U každé aktivity se nachází úvodní popis se základní ideou a cílem, informace o přípravě experimentu, popsaná struktura pracovního listu, poznatky z průběhu testování v reálné výuce na gymnáziu a zhodnocení celé aktivity, které probíhalo formou žákovských dotazníků. Jejich hlavním cílem bylo na základě několika fyzikálních dotazů souvisejících s tématem aktivity ověřit, jak si s nimi žáci po skupinové práci poradí samostatně. Následně se vždy mají zamyslet, zda jim předchozí skupinová práce na aktivitě k řešení podobných úkolů pomohla a případně proč. Na závěr každé aktivity najdeme shrnutí nejdůležitějších doporučení, které vyplynuly z testování ve výuce či z připomínek jiných učitelů.

V rámci práce ke každé aktivitě vznikly dva pracovní listy, jednak pro žáky a jednak pro učitele, který navíc obsahuje správné řešení a metodické či technické komentáře a doporučení pro práci ve třídě. Z důvodu toho, aby práce nebyla přehlcena rozsáhlým počtem příloh, zde v přílohách na konci práce najdeme pouze verze pracovních listů pro učitele. Prázdné pracovní listy pro žáky budou k práci přiloženy jako zvláštní příloha a lépe tak uzpůsobeny k tisku.

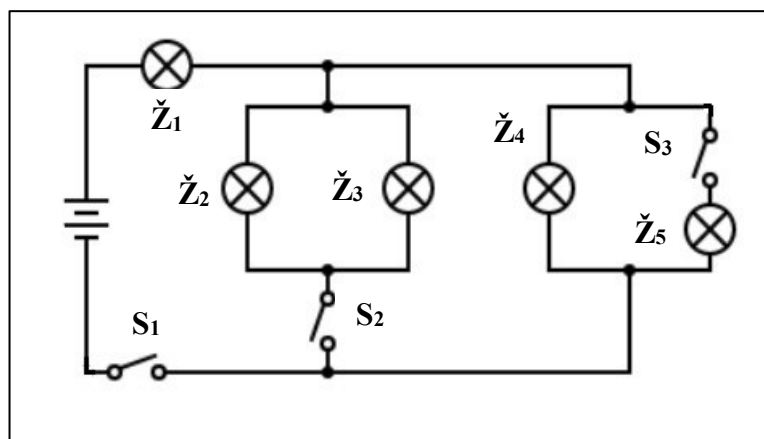
Než se podíváme na jednotlivé aktivity, ještě se zaměříme na pár základních informací o zmiňovaném testování. To probíhalo na Gymnáziu v Lovosicích v hodinách fyziky dvou tříd tercie (odpovídá 8. ročníku na základní škole) a kvarty (odpovídá 9. ročníku na základní škole) v období duben–červen 2023 a říjen–listopad

2023 (v těchto měsících se již jedná o další školní rok a třídy postoupily o ročník výše – kvarta a kvinta). V první kapitole v části 1.1 jsme uvedli, že šetření PISA je zaměřeno na patnáctileté žáky, kteří spadají buď do 9. ročníku základních škol a kvarty na víceletých gymnáziích nebo do prvního ročníku střední školy. Plán byl se zaměřit na třídy, ve kterých autorka práce sama vyučuje, aby se tak nemusela narušit výuka jiného vyučujícího. Z tohoto důvodu se nabízely tři třídy přibližně odpovídající věkovému vymezení z výzkumu PISA: tercie, kvarta a 1.A. Žáci z poslední zmíněné třídy jsou však na gymnáziu nově, navíc vzhledem k nízkému počtu zájemců byli přijati všichni, kteří se ke studiu přihlásili. Z tohoto důvodu a také distanční výuce v předchozích letech, kdy se na některých základních školách žáci fyzice v podstatě nevěnovali, se ukázalo, že třída je celkově velmi slabá, nemotivovaná a bez základních znalostí, které jsou potřeba pro jejich rozvoj na střední škole. Ve fyzice se tak záhy nabral velký skluz v plnění školního vzdělávacího plánu, a tím pádem nebyl v hodinách prostor na jiné aktivity. Proto se místo toho využila třída terciánů.

## 3.1 Aktivita Domeček pro panenky

### 3.1.1 Idea aktivity

Úloha s názvem *Domeček pro panenky* je zaměřena na práci se složitějším elektrickým obvodem, jehož schéma najdeme na obrázku 15. Cílem této aktivity je určit stav několika žárovek na základě různého stavu třech spínačů.



Obrázek 15 Schéma elektrického obvodu osvětlení domečku pro panenky

Jak už samotný název úlohy napovídá, elektrický obvod byl sestaven pro osvětlení Lenčina domečku pro panenky, proto se skládá pouze ze žárovek a spínačů (a zdroje napětí). Pro kontext úlohy je také důležitá informace o rozložení jednotlivých součástí v místnostech domečku, jež je na následujícím obrázku 16:

#### Rozložení součástí v místnostech:

- 1. místnost (hala):  $S_1, \check{Z}_1$
- 2. místnost (kuchyně):  $S_2, \check{Z}_2, \check{Z}_3$
- 3. místnost (ložnice):  $S_3, \check{Z}_4, \check{Z}_5$

Obrázek 16 Rozložení součástí v místnostech domečku

### 3.1.2 Příprava experimentu

U této úlohy je provedení experimentálního ověření také celkem snadné. Se zapojováním jednoduchých elektrických obvodů by měli mít žáci zkušenosti ze samotné výuky fyziky, proto by každá škola měla mít ve svém fyzikálním kabinetu potřebné pomůcky. Jeden z mála zádrhelů, který se může při snaze o provedení objevit, je v sehnání potřebného počtu spínačů a žárovek. K jedné sadě je potřeba:

- pět stejných žárovek s objímkami,
- tři spínače

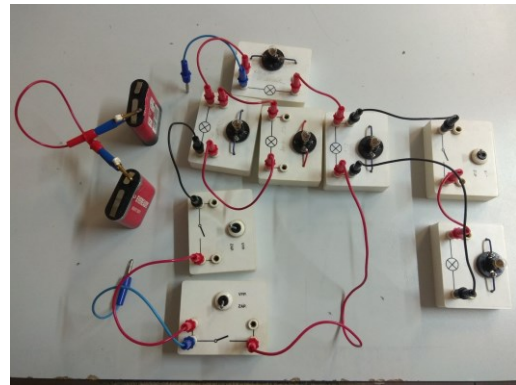
- zdroj napětí
- asi dvanáct vodičů.

Pokud chceme, aby každá skupina žáků měla svůj vlastní obvod, pak k tomu potřebujeme odpovídající počet součástek. Jenom pro pouhé tři skupiny bychom potřebovali třeba devět spínačů, což byl na naší škole problém, kde se povedlo dát dohromady pouze dvě sady.

Nyní k pomůckám trochu konkrétněji. Používané součástky si můžeme prohlédnout na přiložených fotografiích (obrázky 17 a 18). Na druhém ze zmiňovaných obrázků se nachází kompletně sestavený elektrický obvod podle schématu na obrázku 15. Jako zdroj napětí se využily ploché baterie. Pro napájení celého obvodu ale 4,5 V nestačilo, proto se zapojily dvě baterie do série, jak je vidět na obrázku 18 níže.



Obrázek 17 Používané objímky a spínače



Obrázek 18 Sestavený elektrický obvod zadaný v aktivitě *Domeček pro panenky*

### 3.1.3 Pracovní list

Pro práci žáků ve třídě byl vytvořen pracovní list, jehož podobu společně s řešením a metodickými komentáři pro učitele najdeme v příloze č. 1. Pracovní list se skládá z úvodního textu a čtyř úloh, které na sebe v rámci příběhu navazují, proto je dobré řešit je v daném pořadí a nepřeskakovat.

V úvodním textu jsme uvedeni do situace a je nám představen Lenčin domeček pro panenky, do kterého její tatínek instaluje osvětlení. Součástí zadání je schéma elektrického obvodu, který tatínek pro domeček vymyslel, společně s popisem rozmístění žárovek a spínačů v místnostech (hala, kuchyně a ložnice). Elektrický obvod je vlastní výroby a k zakreslení jeho schématu byl využit online editor na webových stránkách „Circuit diagram“ [29], který je k dispozici zdarma v angličtině.

První dvě úlohy se zaměřují na situace, kdy vždy sepneme pouze jeden spínač, přičemž druhá je doplněna ještě o otázku, co se musí udělat, abychom rozsvítili v kuchyni. Třetí úloha je postavena na opačném principu než první část, tedy co musíme udělat, aby v celém domečku svítily právě tři žárovky. Pokud by se žáci u této úlohy zasekli, je možné je popostrčit do řešení poslední čtvrté úlohy. Její správné vyřešení by jim mělo pomoci se následně vypořádat i s předchozí otázkou. V poslední úloze se totiž pomocí tabulky shrne celá situace. Žáci mají nejprve za úkol vypsát všechna možná zapojení tří spínačů a poté k jednotlivým možnostem doplnit, co se bude dít s každou ze žárovek, jestli bude svítit (značí se 1) nebo ne (značí se 0). U zjišťování počtu možností sepnutí můžeme přidat i trochu kombinatoriky. Máme tři spínače a u každého dvě možnosti zapojení (buď je otevřený – 0, nebo uzavřený – 1), tzn. celkový počet možností je  $2^3 = 8$ . V předpřipravené tabulce se ale nachází celkem deset řádků. To není chyba, ale schválně je jich v tabulce uvedeno více, aby právě počet řádků nevyprovídal i o počtu možností a neusnadnil tak žákům práci.

### 3.1.4 Testování ve výuce

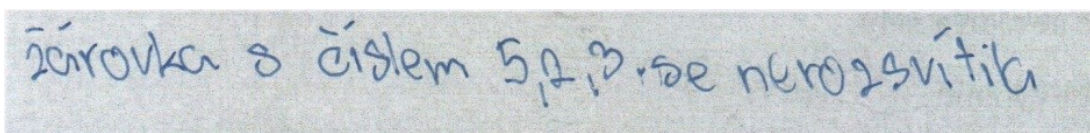
Testování této úlohy probíhalo ve třídě tercie v rámci hodin praktik z fyziky, kde je třída, která se skládá z celkem 30 žáků, rozdělena přibližně na poloviny. Skupiny se pravidelně střídají vždy po týdnu. Pro práci byly k dispozici dvě vyučovací hodiny v kuse, tedy 90 minut čistého času.

Nutno ještě doplnit, že se schématem elektrického obvodu včetně tvorby tabulky, která je součástí úlohy 4, se testování žáci v jednodušší verzi již setkali i v běžných hodinách fyziky. Polovina třída, která měla praktika později a k vypracovávání se dostala po delší době od probírání elektrických obvodů, tak měla dovoleno využít své poznámky v sešitech fyziky.

Průběh práce vypadal u obou skupin velmi podobně. Nejprve se žáci rozdělili do menších skupinek po dvojicích či trojicích, poté byli seznámeni s tématem a s tím, co se od nich očekává, přičemž jim byly rozdány pracovní listy a poskytnut prostor na jeho vyplnění. Během dvaceti minut mělo hotovo 5 skupin z celkem 11, tedy skoro polovina, do třiceti minut měli vyplněno všichni. Dříve hotové skupiny se přesunuly ke katedře, kde byly připravené potřebné pomůcky. Vzhledem k počtu dostupných pomůcek a také k tomu, že sestavení obvodu se ukázalo jako velmi obtížné, pracovali žáci všichni společně bez ohledu na předchozí rozdělení. V takovém případě se ale nemohl k práci dostat úplně každý žák a sestavování obvodu se chopili zdatnější žáci

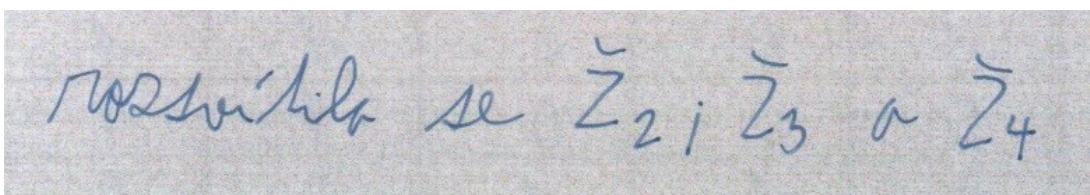
ve fyzice. I přes zapojení všech se žákům nepodařilo obvod správně sestavit, i když první várka žáků se správnému řešení přiblížila. Největší problémy měli se zapojením paralelních částí v obvodu. Po úpravě obvodu včetně vysvětlení, jak postupovat při sestavení obvodu ze schématu, proběhla společná kontrola. Tato část zabrala přibližně dvacet minut. Zbývající čas byl věnován dotazům, komentářům i zhodnocení celé práce.

S úlohou 1 si poradilo celkem sedm skupin z jedenácti. Ze zbylých čtyřech jedna skupina sice prokázala, že se správně zorientovala v zadané situaci, tedy žáci věděli, že svítí první a čtvrtá žárovka, odpověď ale zformulovali nevhodně (viz obrázek 19). Fakt, že se nerozsvítí žárovky s čísly 2, 3 a 5 tedy v kuchyni a v ložnici, když stiskneme spínač v hale, by neměl být překvapivý, toto naopak chceme a předpokládáme.



**Obrázek 19 Nevhodně zformulovaná odpověď na otázku č. 1**

Druhá úloha dopadla ještě lépe, když ji správně zodpovědělo osm skupin. Zde mohl nastat problém s nepochopením situace, přestože formulace: „Tentokrát sepnula spínač jenom v kuchyni.“ by měla jasně odkazovat na to, že je uzavřený pouze spínač  $S_2$ . Některé skupiny se ale během práce na toto ještě dotazovali, při odpovědi v hodině ale stačilo odkázat na výše zmiňovanou větu ze zadání. Vzhledem k tomu bylo očekávanou špatnou odpovědí následující: „rozsvícení žárovek 2 a 3 v kuchyni“. U zbývajících řešení se ale navíc objevilo i rozsvícení žárovky 4 (viz obrázek 20), která by ale měla svítit již z předcházející situace.



**Obrázek 20 Jedna ze špatných odpovědí v úloze 2**

Třetí úlohu správně vyřešilo opět sedm skupin. Ostatní buď nechali rámeček prázdný, nebo se zmiňovali o uzavření spínače  $S_2$ , díky kterému se ale žádná žárovka nerozsvítí. U této úlohy jedna skupina přišla s kreativnějším řešením, zda se dá odpojit kuchyně, což by po sepnutí zbývajících spínačů také vedlo k rozsvícení právě tři



žárovek. Zde ale byli žáci upozorněni, že taková situace není možná a lze pouze manipulovat se spínači.

První část označovaná a) u poslední úlohy 4 se ukázala jako nejméně úspěšnější. S doplněním šesti různých možností sepnutí tří spínačů si poradily všechny skupiny. Některé se však doptáním potřebovaly ujistit, zda jsou možné prázdné řádky v tabulce. Část b) tedy doplňování svítivosti žárovek už bylo pro žáky obtížnější. Všechny řádky správně vyplnilo 7 skupin. Další tři skupiny situaci se žárovkami správně posoudily ve dvou řádcích, poslední skupina pouze v jednom případě.

Během práce skupin se objevovaly také některé dotazy, které na správné řešení neměly velký vliv, přesto se na ně pojdme podívat. Jedna z takových otázek se vztahovala k samotnému zdroji, konkrétně jaké napětí je do obvodu přiváděno. Reakce byla, že vzhledem k podobě zdroje, by si měli umět odpovědět sami a že v našem případě to nyní není podstatné, pouze to, že zdroj není překážkou v rozsvícení žárovek. Další dotaz se týkal směru proudu, který by ale žáci také měli umět určit sami. S pomocí učitele se dobrali k odpovědi, na jejímž základě pak ale začali své již vypracované odpovědi měnit.

### 3.1.5 Zpětná vazba

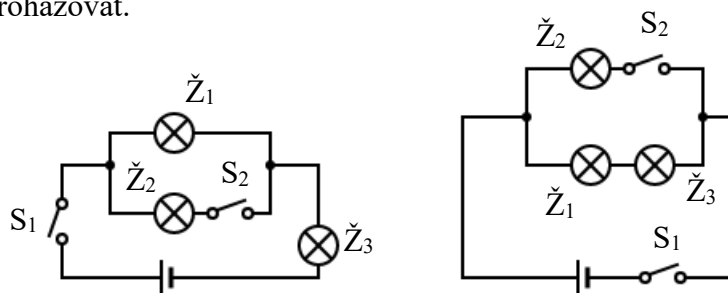
#### 3.1.5.1 Dotazník

Zhodnocení aktivity ze strany žáků probíhalo formou dotazníku, jehož celkovou podobu najdeme v příloze č. 2 včetně správného řešení. Jeho první část ověřuje, zda žáci zvládnou samostatně vyřešit nějaký podobný problém, kterým se zabývali při skupinové práci. Tentokrát se jedná opět o elektrický obvod, ve kterém jsou zapojeny dva spínače a tři žárovky. Na rozdíl od skupinové aktivity, kde bylo zadáno schéma obvodu a tvořila se z něj tabulka, je zde úkolem nakreslit schéma elektrického obvodu, které odpovídá údajům v tabulce. Pro rychlejší a snadnější orientaci si zadanou tabulku můžeme prohlédnout níže (viz tabulka č. 5).

**Tabulka 5** Informace o stavu žárovek při různém sepnutí spínačů

$S_1$	$S_2$	$\check{Z}_1$	$\check{Z}_2$	$\check{Z}_3$
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
1	0	1	0	1
0	1	0	0	0

Dvě ze správných řešení se nachází na následujícím obrázku 21. Nejedná se ale o všechna zakreslení správného obvodu, např. umístění žárovek  $\check{Z}_1$  a  $\check{Z}_3$  můžeme libovolně prohazovat.



**Obrázek 21 Dvě správná zakreslení schématu el. obvodu**

Druhá část dotazníku vede žáky ke zhodnocení skupinové práce na pracovním listu k aktivitě *Domeček pro panenky*. První otázka zkoumá, zda jim tato předchozí aktivita v minulých hodinách nějakým způsobem pomohla při řešení nového zadání, popř. v čem a jak konkrétně. Kdežto druhá cílí více na porovnání minulých hodin, v rámci kterých byla řešena úloha s domečkem, a běžných hodin fyziky.

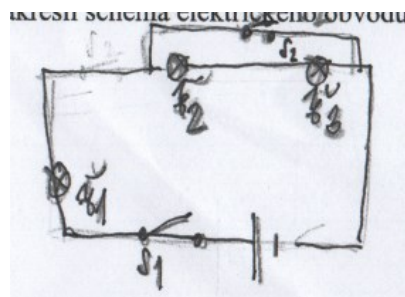
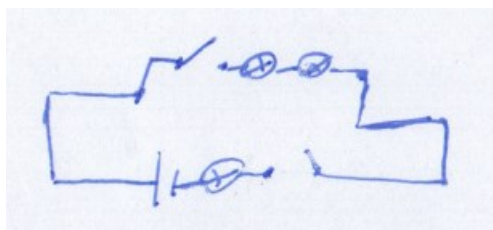
### 3.1.5.2 Žákovské odpovědi

Jak už bylo zmíněno v předchozí podkapitole 3.1.4 na aktivitě *Domeček pro panenky* žáci pracovali během hodin fyzikálních praktik, kdy jsou rozděleni zhruba na poloviny a střídají se vždy po týdnu. Dotazník byl však všem žákům zadán najednou během jedné z normálních hodin fyziky. Z toho důvodu první skupina žáků dotazník vyplňovala 14 dní po zpracované aktivitě, kdežto druhá skupina jen 7 dní. Tento nesoulad však na získané výsledky neměl nejspíše žádný vliv, jelikož žáci z první skupiny sami zhodnotili, že si dění při praktikách velmi dobře pamatují. Výsledky tomu rovněž odpovídají, celkem 7 žáků z 10 (bereme nyní v úvahu pouze účastníky první skupiny) totiž schéma elektrického obvodu v první části dotazníku nakreslilo zcela správně.

K samotné hodině, ve které proběhlo vyplňování dotazníků, je nutné ještě podotknout, že v její první části žáci psali písemku na téma Elektrické vlastnosti látek a elektrický proud, což mohlo ovlivnit i následné zhodnocení aktivity. Většina žáků se však do vyplňování a řešení dalšího příkladu pustila velmi svědomitě i po předchozí námaze. Pokud test nějakým způsobem zasáhl do výsledků vyhodnocení, tak v některých případech dokonce pozitivně, jelikož se v něm v jedné variantě zadání opravdu náhodou objevil stejný elektrický obvod jako v dotazníku.

Z celkem 24 vyplněných dotazníků jich 13 obsahovalo správně nakreslený elektrický obvod (uvedený výše na obrázku 21). Z toho jeden žák dokonce nakreslil dvě správné možnosti zapojení a další naznačil jiné možné umístění spínače  $S_1$ . Z celkového počtu tedy 11 žáků nevedlo správnou odpověď, z nichž dva se však původní aktivity neúčastnili.

Pojďme se blíže podívat, v čem konkrétně žáci u tohoto cvičení dělali chyby. Dva žáci ze zmiňovaných jedenácti nakreslili správný obvod, ale bohužel zapomněli popsat jednotlivé součástky. Hned čtyřikrát se v řešení objevil špatný počet žárovek, většinou žáci do obvodu zapojili pouze dvě, v jednom případě se objevily dokonce čtyři žárovky. Ze zbylých třech prací je patrné (viz obrázek 22), že žáci většinou s umístěním spínače a žárovky s číslem 1 problémy neměli. Problém ale nastal s umístěním spínače  $S_2$ , který ovlivňuje pouze svit žárovky s indexem 2.



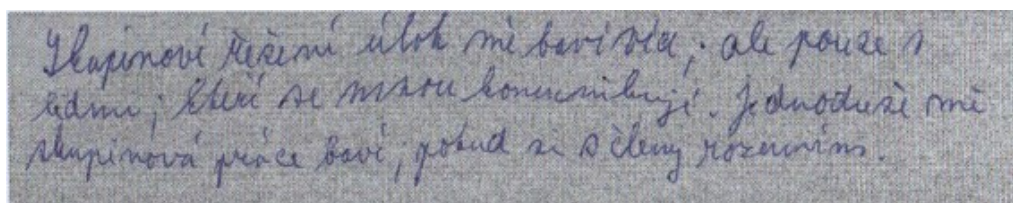
**Obrázek 22 Žákovské řešení schématu el. obvodu**

Vyhodnocení první zhodnocující otázky, která se ptá, zda předchozí práce s pracovním listem byla při kreslení obvodu nápomocná, je přehledně zapsáno v tabulce č. 6. Objevilo se pět různých typů odpovědi včetně očekávaných ano/ne. Ve třech případech žáci při aktivitě chyběli, a tudíž nemohli zhodnotit. Někteří rámeček pro odpověď vyplnili, ale na požadovanou otázku vůbec neodpověděli (v tabulce kolonka „Neodpověděl/a“), kdežto jiní nechali rámeček dokonce úplně prázdný (v tabulce kolonka „Vynecháno“). Zároveň byly žákovské odpovědi zkoumány i na základě toho, zda předtím žáci uspěli v předchozí části s kreslením obvodu.

**Tabulka 6 Odpovědi žáků na první otázku z dotazníku**

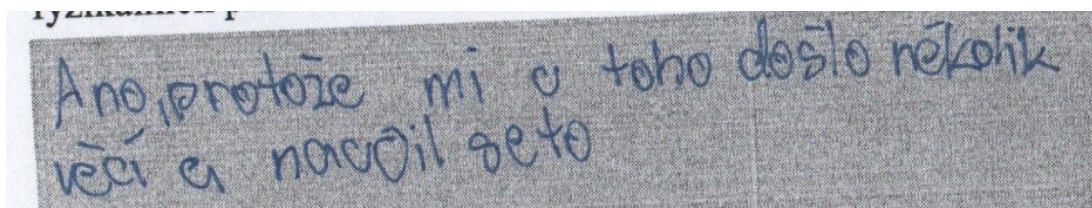
Pomohla Ti předchozí aktivita?	Špatné řešení 1. části	Správné řešení 1. části	Celkem
Neúčast	2	1	3
Ano	6	8	14
Ne	3	0	3
Neodpověděl/a	0	2	2
Vynecháno	0	2	2
<b>Celkem</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>24</b>

Více než polovina žáků, konkrétně 14 ze 21, uvedla, že jim předchozí práce na aktivitě *Domeček pro panenky* při řešení dalšího el. obvodu pomohla. Dva žáci v této části rámeček pro odpověď vyplnili, ale na položenou otázku neodpověděli viz obrázek 23, kde žák popisuje svůj názor na skupinovou práci.



**Obrázek 23 Konkrétní žákovská odpověď na otázku: „Pomohla ti k řešení otázek výše skupinová práce?“**

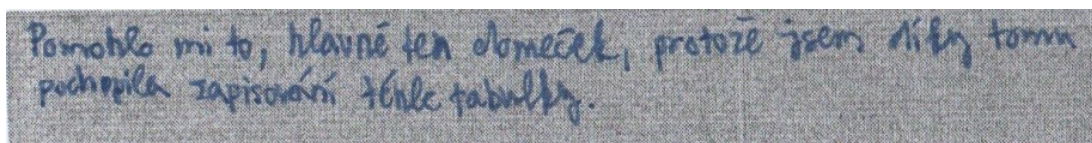
V případě, že žáci odpověděli ano, ještě měli uvést v čem konkrétně jim předchozí aktivita pomohla. Nejčastěji žáci zmiňovali, že si ve skupinové práci s domečkem práci s elektrickými obvody procvičili a díky tomu tak dané téma lépe pochopili (např. konkrétní žákovská odpověď na obrázku 24).



**Obrázek 24 Vysvětlení, v čem pomohlo řešení aktivity *Domeček pro panenky 1***

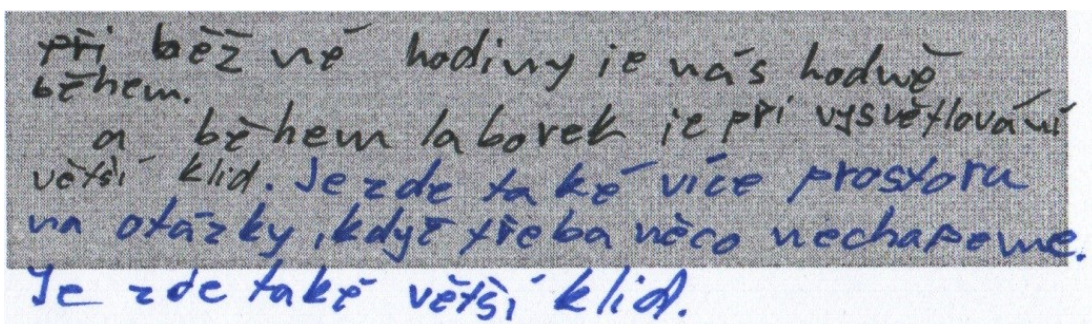
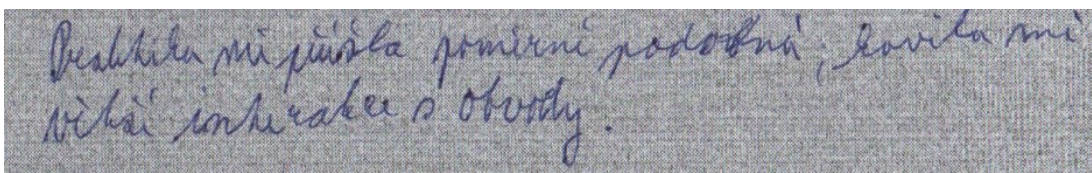
Někteří žáci pak v odpovědi konkrétně zmiňovali, že se jim díky tomu lépe pracuje s tabulkou, ve které zaznamenáváme různé možnosti sepnutí spínačů v obvodu a stav žárovek (viz obrázek 25).





Obrázek 25 Vysvětlení, v čem pomohlo řešení aktivity *Domeček pro panenky 2*

V poslední otázce se po respondentech vyžadovalo porovnání konkrétní hodiny, ve které se pracovalo s pracovním listem, a ostatních běžných hodin fyziky. Jelikož se práce na úloze *Domeček pro panenky* odehrávala během praktik z fyziky, většina žáků pak porovnávala obecně tyto hodiny vůči běžným teoretičtějším hodinám. Ve svých odpovědích vyjadřovali jednak svůj pozitivní vztah k experimentům, jednak kladně hodnotili i méně studentů ve třídě právě během praktik. Nebojí se tak zeptat, dostane se jim dalšího vysvětlení a ve třídě je také větší klid (viz následující odpovědi na obrázku 26).



Obrázek 26 Porovnání hodin fyziky

### 3.1.5.3 Doporučení

U této aktivity žáci pracují se složitějším elektrickým obvodem, tedy by předtím měli mít jisté vědomosti a zkušenosti s jednoduchými elektrickými obvody. Nejedná se tedy o vhodnou aktivitu pro seznámení se s tímto tématem.

Celá aktivita se dá pojmout pouze jako teoretická bez jakýchkoliv pomůcek a experimentů. Z toho důvodu také není v pracovním listu pro žáky o experimentu žádná zmínka a záleží na vyučujícím, jakou variantu zvolí.

V případě doplnění aktivity experimentem se nabízí několik variant v závislosti na počtu pomůcek i časové dotace. První způsobem je výsledky ověřit formou

demonstračního experimentu, který předvádí učitel. Elektrický obvod může mít sestavený dopředu nebo ho sestaví sám před žáky. Žáci pak k ověření odpovědi přistupují v podstatě jako Lenka v aktivitě, kdy se postupně uzavírají spínače podle zadání a zjišťuje se, které žárovky svítí. V tomto případě je výhodou využití malého počtu pomůcek; stačí jedna sada – zdroj napětí (v našem případě dvě ploché baterie), 5 stejných žárovek, 3 spínače, vodiče; a velká úspora času. Ověření výsledků tímto způsobem se stihne provést v jedné vyučovací hodině. Nevýhodou však je, že si žáci neprocvičí zapojování obvodu.

Druhá varianta zahrnuje již žákovské experimenty. V ideálním případě každá skupina dostane sadu pomůcek a pokusí se sestavit elektrický obvod samostatně. Zde ale může nastat problém s počtem dostupných pomůcek např. pouze pro 4 skupiny by bylo zapotřebí 20 žárovek nebo 12 spínačů. Navíc velmi záleží na zkušenostech a zručnosti žáků při zapojování obvodů. Přestože by měli před touto aktivitou mít žáci zkušenosti se zapojováním obvodů, někteří s tím mohou mít velký problém a bude nutná asistence učitele. V případě několika takových skupin bude pro učitele náročné vše organizačně zvládnout. S tím souvisí i potřebný čas pro vypracování. Při použití této varianty je nutné mít dispozici další vyučovací hodinu, v jedné se tato forma experimentu pravděpodobně nestihne.

Poslední způsob je v podstatě kompromisem mezi předchozími dvěma způsoby provedení experimentu a také byl využit při testování ve výuce (viz podkapitola 3.1.4). Elektrický obvod sestavují všichni žáci dohromady. Jednoznačnou výhodou je využití pouze jedné sady pomůcek a pro učitele snadnější kontrola a organizace práce žáků. Nevýhodou je, že se nezapojí všichni žáci, práce se ujmou nejspíše ti zdatnější či průbojnější.

## 3.2 Klimadiagram 1

### 3.2.1 Idea aktivity

Klimadiagramy graficky znázorňují dlouhodobé průměry srážek a teplot na jednom konkrétním místě. Úloha tak propojuje fyziku se zeměpisem.

Cílem aktivity je zakreslit takový klimadiagram pro zadané město. Jelikož se ale žáci dosud s tímto pojmem nemuseli seznámit, byl tento úkol doplněn sérií otázek a obrázkem klimadiagramu, sloužící právě k tomuto účelu. Tato úvodní část si brala inspiraci z jedné úlohy typu PISA s názvem *Klimadiagramy* [15].

### 3.2.2 Vybraná data

Na rozdíl od ostatních úloh se zde nepracuje přímo se žádným experimentem, ale s reálnými naměřenými daty, která byla převzata z webové stránky Climate Data [30]. Tato stránka obsahuje podrobné informace v angličtině o podnebí i počasí v různých městech po celém světě. Je přehledně členěná podle kontinentů, zemí či regionů. Navíc v pomocné liště napravo se nachází přímý odkaz na často vyhledávaná města, např. Paříž, Londýn nebo Sydney. Pokud si rozklikneme stránku s nějakým konkrétním městem, najdeme zde slovní charakteristiku jeho podnebí včetně klimadiagramu doplněné dalšími různými grafy, zobrazujícími např. teplotu nebo délku slunečního svitu.

Kvantitativní údaje jsou vždy umístěny v přehledné tabulce podle měsíců, jejíž podobu si můžeme prohlédnout v tabulce č. 7, která zobrazuje informace naměřené v australském Sydney v letech 1991–2021, respektive průměrný počet hodin slunečního svitu v letech 1999–2019.

**Tabulka 7 Údaje o podnebí podle měsíců v Sydney (převzata z [31])**

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature °C (°F)	22.8 °C (73.1) °F	22.6 °C (72.6) °F	21.3 °C (70.4) °F	18.8 °C (65.9) °F	15.8 °C (60.4) °F	13.6 °C (56.5) °F	12.7 °C (54.9) °F	13.5 °C (56.4) °F	16 °C (60.8) °F	18 °C (64.5) °F	19.7 °C (67.4) °F	21.4 °C (70.6) °F
Min. Temperature °C (°F)	20.2 °C (68.3) °F	20.1 °C (68.2) °F	18.8 °C (65.8) °F	16 °C (60.8) °F	12.7 °C (54.8) °F	10.9 °C (51.7) °F	9.6 °C (49.2) °F	10 °C (50) °F	12.4 °C (54.2) °F	14.6 °C (58.3) °F	16.7 °C (62) °F	18.5 °C (65.3) °F
Max. Temperature °C (°F)	26.1 °C (79.1) °F	25.5 °C (77.8) °F	24.2 °C (75.5) °F	21.8 °C (71.3) °F	19.2 °C (66.6) °F	16.8 °C (62.2) °F	16.4 °C (61.5) °F	17.5 °C (63.5) °F	20 °C (68) °F	21.9 °C (71.4) °F	23.2 °C (73.8) °F	24.9 °C (76.9) °F
Precipitation / Rainfall mm (in)	79 (3)	105 (4)	86 (3)	89 (3)	85 (3)	101 (3)	57 (2)	59 (2)	54 (2)	59 (2)	77 (3)	61 (2)
Humidity(%)	70%	74%	73%	72%	70%	71%	69%	65%	65%	64%	69%	69%
Rainy days (d)	7	8	10	9	8	8	6	6	6	7	7	7
avg. Sun hours (hours)	9.0	8.5	8.1	7.9	8.0	7.3	7.8	8.5	9.2	9.2	9.3	9.6

Jak už bylo uvedeno výše při představování úlohy, klimadiagram by měl v sobě zahrnovat průměrné hodnoty teplot a srážek z delšího časového období. Jelikož se

jedná o graf zobrazující tyto údaje podle měsíců v roce, delším časovým obdobím se myslí i desítky let. Vzhledem k tomu jsou hodnoty průměrných teplot a srážek z příkladu tabulky č. 7 výše ideální právě pro využití k tvorbě klimadiagramu.

Informace potřebné k nakreslení klimadiagramu se mohou k žákům dostat několika způsoby. Nejjednodušší z nich je jim poskytnout konkrétní číselné průměrné hodnoty teplot a srážek, jaké nalezneme v právě v tabulkách na stránce Climate Diagram. Náročnější postup je žákům nezadat žádné údaje, ale umožnit jim přístup k internetu, aby si museli všechny potřebné informace vyhledat sami. Vzhledem k časové náročnosti celé aktivity (zejména k potřebě kreslit ideálně s použitím rýsovacích potřeb) byla v rámci práce zvolena první lehčí varianta zadání. Jak již bylo uvedeno výše, z údajů na stránkách Climate Diagram byly vytvořeny tabulky pro pět konkrétních měst: Nuuk (Grónsko), Reykjavík (Island), Lisabon (Portugalsko), Sydney (Austrálie) a Lima (Peru), které jsou připraveny v příloze č. 3. Tato města byla vybrána tak, abychom měli zahrnuty všechny hlavní podnebné pásy, tedy polární, subpolární, mírný, subtropický a tropický a klimadiagramy se tak od sebe lišily. Kvůli tomu je součástí jedné sady právě pět měst, čemuž pak odpovídá i počet skupin žáků. V případě potřeby více skupin byla v rámci práce vytvořena i druhá sada měst, v níž se nachází Iqaluit (Kanada), Anchorage (Aljaška), Paříž (Francie), Los Angeles (USA) a Bombaj (Indie), viz příloha č. 3. Opět bylo dbáno na to, aby každé město odpovídalo jednomu z podnebných pásů. V našem případě však zůstaly nevyužité.

### 3.2.3 Pracovní list

Zpracovaný pracovní list pro učitele pro tuto aktivitu se nachází v příloze č. 4 a obsahuje celkem tři úlohy. První dvě z nich jsou navrženy tak, aby se žáci s pojmem klimadiagram seznámili, popřípadě si ho připomněli, pokud už na něj v předchozí výuce narazili. Součástí zadání je vytvořený klimadiagram pro Prahu, přičemž informace o městě je žákům úmyslně zatajena. K němu se pak váže několik úkolů, jež ověří, zda se žáci v grafu umí orientovat – např. rozpoznat, která křivka značí teplotu, či správně odečíst hodnotu průměrné teploty a srážek v daném měsíci. Druhá úloha je také zaměřena na práci s klimadiagramem a stejně jako předchozí obsahuje pět otázek. Tentokrát ale cílem není napsat na ně správnou odpověď, ale rozhodnout, zda se na ně dá právě s pomocí klimadiagramu odpovědět. Takto formulovaná úloha je pro žáky obtížnější zejména proto, že si musí uvědomit, na co vlastně odpovídají. Na některé ze zadaných otázek (např. „*Mohou se v daném městě vyskytnout mrazy v srpnu?*“ nebo



„Spadne zde ročně průměrně více než 800 mm srážek?“) je totiž očekávaná odpověď ano nebo ne, takže se žáci snadno mohou splést a zaškrtnout špatnou odpověď, tedy v podstatě odpovídat na samotnou otázku místo toho, aby odpovídali na to, zda lze z diagramu řešení vyčíst.

Třetí a poslední úloha je připravená pro zakreslení klimadiagramu ze zadaných údajů. Ty mohou být žákům poskytnuty různými způsoby, v našem případě byly dopředu připraveny tabulky s průměrnými teplotami a srážkami v konkrétních městech (viz příloha č. 3). Klimadiagram zakreslí do připravené šablony. Navíc je po nich vyžadováno zapsání několika zeměpisných údajů jako stát či kontinent, kde se dané město nachází, nebo také podnebný pás. Ten mohou určovat na základě znalostí místa či s pomocí informací o podnebí z klimadiagramu. Následuje předpřipravená tabulka, kam by měli žáci přepsat údaje o teplotách a srážkách v daných měsících. Tento bod je do pracovního listu přidán, aby poté usnadnil následnou kontrolu zaznamenaného klimadiagramu. Na závěr v podstatě i v rámci jakéhosi shrnutí mají žáci vlastními slovy ve větách stručně charakterizovat podnebí v zadané místě, jehož název by se měl v popisu objevit. Charakteristika by měla být stručná, požadavkem jsou minimálně tři věty, ale zároveň taková, aby se po jejím přečtení dala následně přiřadit k odpovídajícímu klimadiagramu (důležité pro pokračování úlohy v další podkapitole *Klimadiagram 2*).

### **3.2.4 Testování ve výuce**

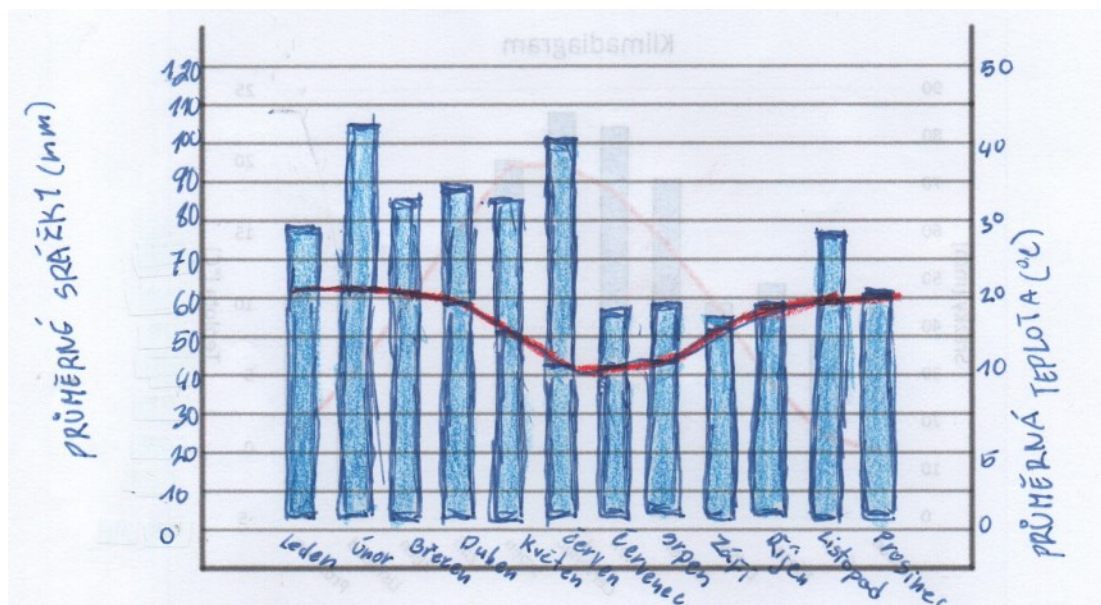
Testování této úlohy probíhalo ve třídě kvarta v hodinách fyziky v polovině března 2023. Třída se skládá ze 30 žáků, z nichž se aktivity účastnilo 22. Na začátku se měli žáci rozdělit do pěti skupin po čtyřech, resp. po pěti (viz fotografie 27). Zároveň byli seznámeni s průběhem hodiny i s náplní pracovního listu a byli upozorněni na nutnost dokončit všechny úkoly v jedné vyučovací hodině. Během celé hodiny vyučující zbývající čas do konce pravidelně hlásil, aby si žáci dobře rozvrhli práci a vše stihli.



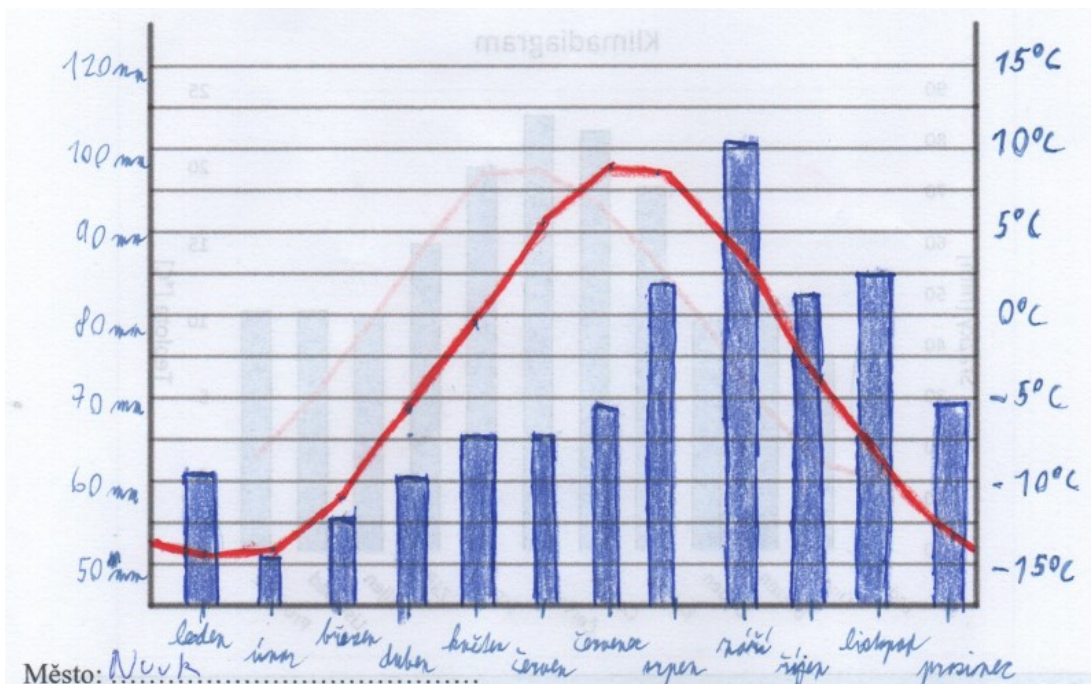
Obrázek 27 Žáci při práci s klimadiagramy

Následně se žáci pustili do řešení úloh 1 a 2 na první straně pracovního listu. Hned na začátku se u několika skupin ukázalo, že s klimadiagramem nemají žádné zkušenosti a bylo zapotřebí vysvětlit si, která křivka odpovídá srážkám a která teplotě. Během 15 minut byla první část pracovního listu hotova (úlohy 1 a 2) a vyučující skupinám mohl rozdat tabulky s údaji pro zakreslení klimadiagramu v úloze 3. Zároveň bylo žákům sděleno pár slov k požadované slovní charakteristice podnebí. Jejich úkolem bylo v několika větách popsat zakreslený klimadiagram tak, aby byl tento slovní popis zpětně k odpovídajícímu obrázku přiřaditelný. Zároveň bylo nutné v něm zmínit název města (využije se při práci v následující hodině na aktivitě *Klimadiagram 2*).

S kreslením klimadiagramu si všechny skupiny poradily velmi dobře viz obrázek 28 a 29, kde si můžeme prohlédnout práci dvou skupin.



Obrázek 28 Žákovský klimadiagram (Sydney)



Obrázek 29 Žákovský klimadiagram (Nuuk)

Stejně tak doplněním požadovaných informací (město, stát, kontinent a podnebný pás) žákům nedělalo problémy. Z tohoto důvodu byla také vybírána známá města, aby bylo určení jednodušší. Nejobtížnější zadání je právě město Nuuk, což je hlavní město Grónska, které ale oficiálně spadá pod správu Dánska. Toto město cíleně dostala skupina, kde se nacházel pravidelný a úspěšný řešitel zeměpisné olympiády, a s určením všech informací tedy ani ona neměla potíže. I se slovními popisy si žáci dali záležet viz obrázek 30, někteří však zapomněli zmínit město. V takovém případě je pak na učiteli, aby ho přidal před další aktivitou.

Nejtepější je v letních měsících (srpen), kdy je nejmenší srážek.  
 Spolu s klesající teplotou narůstá počet srážek.  
 Nejvíce srážek je v zimních měsících.  
 Největší Reykjavík jsou největší města více studenější  
 město. Od května do srpna jsou nejmenší nejvyšší srážky  
 se pohybuje v červenci občas 11 stupňů nejvíce srážky  
 byla naměřena v lednu.

Obrázek 30 Slovní charakteristika podnebí v Lisabonu (horní obrázek) a v Reykjavíku (spodní)

Co se týče časového limitu, všechny skupiny zvládly dokončit práci v jedné vyučovací hodině. Tři z pěti skupin skončily se zakreslením klimadiagramu asi 10 minut před koncem, zbylé dvě potom 5 minut před koncem hodiny. Zbývající čas tak mohli žáci ještě využít k závěrečné kontrole.

### **3.2.5 Zpětná vazba**

Žákovské zhodnocení aktivity s klimadiagramem probíhalo opět formou dotazníku. Vzhledem k tomu, že následující aktivita s názvem *Klimadiagram 2* přímo navazuje na tuto a byla tedy testována ve stejné třídě ve dvou po sobě jdoucích hodinách (více o testování v podkapitole 3.3.3), byl pro vyhodnocení sestaven pouze jeden dotazník reflektující obě aktivity. Ten byl žákům předložen až po absolvování všech úloh, tudíž jeho popis a výsledky z něj plynoucí včetně doporučení se nachází až v podkapitole 3.3.5 u následující úlohy *Klimadiagram 2*.

## 3.3 Klimadiagram 2

### 3.3.1 Idea aktivity

Tato aktivita přímo navazuje na tu předcházející, proto taky název *Klimadiagram 2*. Pro její úspěšné vypracování je tedy nutné, aby řešitelé měli za sebou úlohu a pracovní list *Klimadiagram 1*. Možností, jak s tímto zadáním navázat, je ale více. Může následovat přímo po první části označené jedničkou, např. v případě dvouhodinové předmětové dotace nebo následující den (tato situace nastala při testování popisovaném dále v podkapitole 3.3.3). Další možností je zadat tuto druhou část s určitým časovým odstupem, např. týdnem či 14 dny, a zároveň tak ověřit, co si žáci z předchozí aktivity pamatují a jaké znalosti si z ní odnesli.

### 3.3.2 Pracovní list

Pracovní list potřebný pro zadání aktivity s názvem *Klimadiagram 2* se nachází v příloze č. 5. opět společně s řešením a metodickými komentáři.

Na začátku se po žácích chce pouze vystřížení a nalepení klimadiagramu, který vytvořili v předchozí úloze *Klimadiagram 1*. Zadavatel tedy musí mít k dispozici vyplněné žákovské práce, popřípadě ještě vytvořené jejich kopie, pokud vypracování pracovních listů chce mít archivované.

V druhé části je úkolem vytvořit minimálně pět otázek vztahujících se nějakým způsobem k jejich klimadiagramu, který lepili do pracovního listu. Podmínkou pro tvorbu otázek je, že se musí dát zodpovědět právě s pomocí klimadiagramu. Tato podmínka se však dá samozřejmě odebrat, a možnou správnou odpovědí pak může být i fráze: „*Na tuto otázku nemůžeme odpovědět na základě informací v klimadiagramu.*“ Vše záleží na vyučujícím. Důležité je, aby žáci k otázkám nepsali správné odpovědi. Ty by bylo dobré si poznamenat někam bokem, třeba na jiný kus papíru, což jim pak usnadní závěrečnou kontrolu (viz dále podkapitola 3.3.3).

Úloha 1 byla cílena hlavně na kreativitu. V další části se naopak zaměříme na znalosti a schopnost žáků orientovat se v nakresleném klimadiagramu. Skupiny si totiž pracovní listy mezi sebou prohodí a budou muset zodpovědět předpřipravené otázky od spolužáků.

### 3.3.3 Testování ve výuce

Testování druhé části úlohy s klimadiagramy proběhlo opět se třídou kvarta. Stanovený rozvrh hodin testování vycházel vstříc, jelikož hodiny fyziky v něm byly

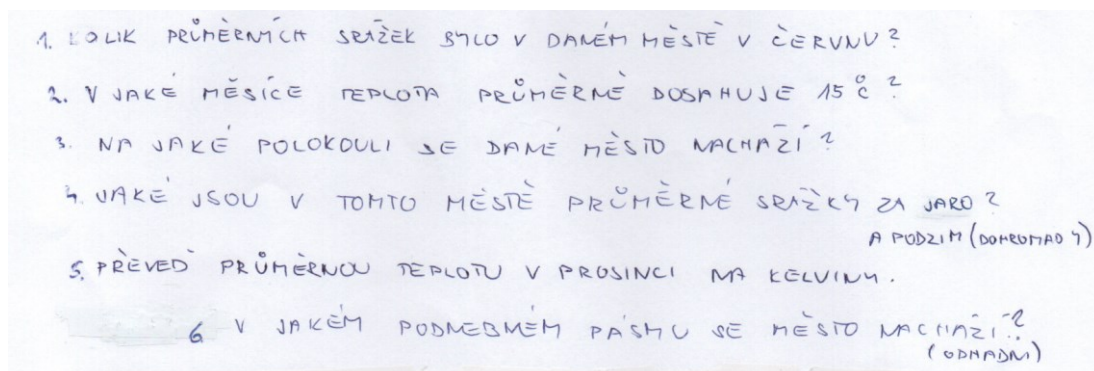
naplánovány na po sobě jdoucí dny, čtvrtek a pátek. Práce na druhém pracovním listu tak probíhala hned následující den a žáci tak měli v živé paměti vše, co vyplňovali v předchozím listu.

Na začátku hodiny proběhla společná kontrola úloh 1 a 2 z pracovního listu *Klimadiagram 1*, která společně s diskuzí ohledně některých odpovědí trvala 10 minut. V úloze 1 uvedly všechny skupiny správné odpovědi, úloha 2 se ale ukázala jako obtížná. Jenom jedna skupina dokázala odpovědět správně na všechny její části, poté následovaly dvě skupiny se třemi správnými odpověďmi. Při kontrole se ukázalo, že je nutné žákům umožnit své řešení odůvodnit. Hned u první části a) ohledně množství srážek v určitém období totiž některým žákům chybělo slovíčko průměrné srážky, a proto kroužkovaly „NE“ (tato otázka byla proto ve finální verzi pracovního listu upravena). Další problematickou otázkou je ohledně povodní v části e) (konkrétně: „Ve kterém měsíci zde hrozí nejvyšší riziko povodní?“). Za správnou odpověď je považováno „NE“. Žáci ale poukazyvali na to, že v měsících, kdy průměrně nejvíce prší, je pravděpodobnost rizika povodně větší než v měsících, kdy skoro neprší. Je tedy nutné jim vysvětlit, že riziko povodní ovlivňuje řada dalších faktorů mimo srážek např. nasycenost půdy, stav řek či tající sníh, proto se nedá z klimadiagramu určit, ve kterém měsíci je riziko povodní největší.

Následně byl skupinám rozdán pracovní list *Klimadiagram 2* a žáci se pustili do stříhání, lepení a poté do tvorby otázek v úloze 1. Vyučující si mezitím z vyplněných žákovských listů vystříhal slovní charakteristiky jednotlivých klimadiagramů, případně dopsal názvy měst, pokud chyběli (viz poznámka v podkapitole 3.2.4) a umístil je na dostupné místo pro všechny (katedra).

Žáci měli vymyslet minimálně 5 otázek, dvě skupiny uvedly rovnou šest. Ve většině případů se objevovaly otázky inspirované těmi, se kterými žáci v předchozí hodině sami pracovali, např. na průměrnou teplotu či srážky v daném měsíci apod. (viz obrázek 31). Některé skupiny ale byly kreativnější a přicházely se zajímavějšími otázkami např. „Dají se v daném městě pěstovat rajčata?“ či „Urči průměrnou teplotu v prosinci a převed' ji na kelviny.“





**Obrázek 31 Zformulované otázky ke klimadiagramu**

Po vymyšlení otázek si skupiny vzájemně předaly své pracovní listy a na jejich druhou stranu měly skupiny na otázky svých spolužáků odpovědět společně s připsáním čísla své skupiny. Tato část žákům trvala přibližně čtvrt hodiny.

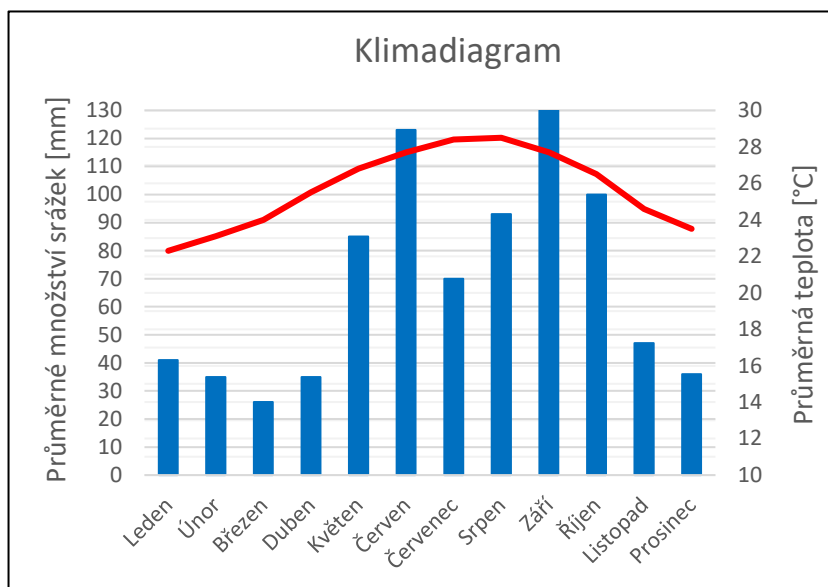
Poté proběhla společná kontrola. Každá skupina si zvolila svého mluvčího, který přečetl znění otázky a vlastní odpověď, přičemž předchozí skupina odpovědi kontrolovala. S odpověďmi neměli žáci žádné větší problémy a práci s klimadiagramem zvládli.

### 3.3.4 Zpětná vazba

#### 3.3.4.1 Dotazník

Dotazník pro žáky vytvořený k aktivitám zabývajícím se klimadiagramy (názvy úloh *Klimadiagram 1* a *Klimadiagram 2*) se nachází v příloze č. 6. Stejně jako jeho předchůdci se skládá z vědomostní části a dvou reflektujících otázek vztahujících se k minulým hodinám, kde se žáci věnovali klimadiagramům. Tyto dvě otázky se v podstatě neliší od těch, které se objevily v dotazníku k aktivitě *Domeček pro panenky* (viz kapitola 3.3.4.1), proto k nim netřeba dalšího komentáře.

Znalostní část zahrnuje tři otázky vztahující se ke klimadiagramu, který si můžeme prohlédnout na obrázku 32.



**Obrázek 32 Klimadiagram použitý v dotazníku**

První dva z úkolů cílily na schopnost orientovat se v grafu a vyčíst z něj potřebné údaje. Dotazovaní žáci totiž mají uvést množství průměrných srážek, které v daném místě spadly za podzim, nebo napsat, ve kterém měsíci bývá obvykle naměřena nejvyšší průměrná teplota. V poslední otázce musí žáci využít své znalosti či zkušenosti ohledně počasí v České republice, jelikož mají rozhodnout, zda znázorněný klimadiagram může popisovat nějaké město v ČR.

Pojďme se podívat na správné řešení. U první otázky může být trochu zavádějící, co se přesně myslí podzimem. Z pohledu astronomie podzim začíná podzimní rovnodenností (kolem 23. září) a končí zimním slunovratem (okolo 21. prosince), proto by některý ze žáků mohl do tohoto období zahrnout měsíce říjen, listopad a prosinec. Z pohledu meteorologie se však pod pojmem podzim myslí měsíce září, říjen a listopad, což jsou očekávané odpovědi vzhledem k tématu úlohy. Považována za správnou by ale měla být i odpověď vycházející z astronomické definice podzimu, pokud na začátku učitel pojem nespecifikoval. Odpovídající srážky pro tyto měsíce tedy jsou 130 mm (září), 100 mm (říjen) a 46–48 mm (listopad). V posledním zmiňovaném měsíci uznáváme více možností, jelikož hranice sloupečku pro srážky nedosahuje k žádné přímkce označené přesnou hodnotou, dá se počet milimetrů pouze odhadnout. Správná odpověď pro celkový souhrn průměrných srážek na podzim v daném městě se tedy pohybuje v rozmezí 276–278 mm. V druhém případě je správným řešením srpen, kde křivka odpovídá přesné hodnotě 28,5 °C. V červenci je však průměrná teplota pouze o jednu desetinu menší, tedy 28,4 °C, proto se může zdát,



že teplota je během těchto měsíců stejná. Z toho důvodu za vyhovující odpověď považujeme i tento měsíc. V poslední otázce je očekávanou odpovědí „ne“. Možných zdůvodnění je více, jelikož se můžeme odkazovat jednak na teplotu i na srážky. Například u průměrných teplot si můžeme všimnout, že nikdy neklesnou pod hodnotu 22 °C, což je v našich podnebných podmínkách nereálné.

### 3.3.4.2 Žákovské odpovědi

Dotazníky popisované v předchozí části žáci vyplňovali následující týden po vypracování pracovních listů k daným úlohám. Této činnosti se zúčastnilo celkem 23 žáků, z čehož však tři předchozí skupinovou práci neabsolvovali. Tito tři jedinci nebudou do dalších výsledků zahrnuti, jelikož jeden z nich ani žádné odpovědi neuvedl a zbylí dva správně zodpověděli pouze otázku týkající se teploty.

Zaměříme se na zbylých dvacet žáků, kteří mohli čerpat ze zkušeností nabytých během skupinové práce a jako obvykle první zhodnotíme znalostní část dotazníku. Ta je shrnuta v tabulkách č. 8 a 9. Tabulka č. 8 ukazuje úspěšnost žáků v jednotlivých úlohách. Následující tabulka č. 9 pak odkrývá úspěšnost samotných žáků, když je v ní zaznamenáno, kolik dotazovaných správně vyřešilo určitý počet úloh.

**Tabulka 8 Počet žáků se správnými odpověďmi v jednotlivých úlohách**

Číslo úlohy	Počet žáků, kteří úspěšně odpověděli
1.	5
2.	19
3.	17

**Tabulka 9 Úspěšnost žáků ve znalostní části dotazníku ke klimadiagramům**

		Počet žáků
Správně všechny tři úlohy		3
Správně 2 úlohy ze 3	1. a 2.	2
	1. a 3.	0
	2. a 3.	14
Správně 1 úloha ze 3	1.	0
	2.	0
	3.	0
Žádná úloha správně		1

Z tabulky č. 8 vidíme, že nejúspěšnější se stala druhá otázka, kterou správně vyřešilo 19 žáků z celkových 20. O mnoho pozadu ale nezůstala třetí otázka. Její správnou odpověď napsalo celkem 17 z dotazovaných. První otázka však zaostala, když ji správně vyřešilo pouze pět žáků. Zde nejčastější chybou, která se objevovala, bylo, že žáci výsledný součet srážek za tři podzimní měsíce ještě vydělili třemi, jak ukazují žákovská řešení na obrázku 33.

$(130 + 100 + 46) : 3 = 92 \text{ mm}$

$130 + 100 + 47 = 277 \text{ mm}$  ~~277~~  $277 : 3 = 92$  Spadne tam přibližně 92 mm srážek.

**Obrázek 33 Špatné řešení množství srážek na podzim**

Pokud se zaměříme na výsledky z tabulky č. 9, zjistíme, že s celou znalostní částí dotazníku si úspěšně poradili pouze tři žáci. Na vině je zejména zmiňovaná první otázka s množstvím srážek, jelikož dalších šestnáct žáků si poradilo se dvěma otázkami ze tří.

V posledních zhodnocujících otázkách se žáci většinou shodovali. Pouze tři žáci z celkových 20 uvedli, že jim předchozí skupinová práce s klimadiagramy nepomohla obvykle z důvodu, že již předtím s klimadiagramem uměli pracovat. Zbylí žáci odpovídali kladně s nejčastějším zdůvodněním, že se díky předchozím aktivitám naučili orientovat v klimadiagramu (viz obrázek 34). Při porovnání běžných hodin fyziky s hodinami, kde pracovali s klimadiagramy, žáci nejčastěji vyzdvihovali skupinovou práci, která jim přišla zábavnější a příjemnější, jelikož „víc hlav, víc ví“.

ano, pomohla mi v tom, jako spíše s klimadiagramem pochopit

**Obrázek 34 Žákovské zhodnocení užitečnosti aktivit s klimadiagramy**

### 3.3.4.3 Doporučení

Obě aktivity týkající se klimadiagramů (*Klimadiagram 1* a *2*) jsou rozvrhované na 45 minut každá. Zejména u první z nich by žáci s tímto časovým omezením mohli mít problém, proto je potřeba na něj upozornit a v průběhu hodiny je pravidelně informovat o zbývajícím čase do konce, aby si dobře rozvrhli práci a vše stihli.

Pro seznámení se s pojmem klimadiagram je v aktivitě *Klimadiagram 1* zařazena úloha 1, pokud se s ním ještě žáci předtím nesetkali (v opačném případě, aby si práci s ním zopakovali). Pokud jsou žáci v práci s klimadiagramem zkušení, můžeme tuto úlohu vynechat. S tím také souvisí upozornění k první otázce na znázorněné křivky, která může být pro nezkušené žáky obtížná, proto je dobré chvíli po začátku tuto odpověď společně zkontrolovat.

U úlohy 2 je dobré žáky upozornit na pečlivé přečtení zadání. Snadno se může stát, že budou mít tendenci odpovídat na zadanou otázku v částích a) – e), místo toho, aby pouze uvedli, zda je na ni možné odpovědět. Typicky např. u otázky d), na kterou se s využitím klimadiagramu odpovědět dá (správná odpověď ANO), ale pokud bychom měli tuto otázku zodpovědět sečtením přibližných hodnot srážek v jednotlivých měsících, získali bychom hodnotu menší než 800 mm, tedy NE. Odpovědi u této úlohy nemusí být pro žáky zcela jednoznačné (viz podkapitola 3.3.3). Proto je žádoucí společná kontrola s diskuzí, při které by žáci své odpovědi mohli zdůvodnit. Na tuto kontrolu je vyhrazen čas při práci na aktivitě *Klimadiagram 2*.

Potřebná data k tvorbě klimadiagramu mohou žáci získat několika způsoby:

1. z učitelem zadané tabulky s průměrnými měsíčními teplotami a množstvím srážek (nejjednodušší varianta),
2. informace si budou muset vyhledat sami s pomocí internetu (náročnější varianta – nestihne se v jedné hodině).

Aktivitu můžeme realizovat např. s pomocí počítačového programu Excel (viz řešení v pracovním listu v příloze č. 4).

Při vyplňování požadovaných informací se předpokládá, že žáci zvládnou doplnit bez nějakých podpůrných materiálů, popřípadě mohou mít k dispozici atlasy nebo internet. Ve slovní charakteristice klimadiagramu daného města by se měl určitě objevit jeho název a zároveň by měla být vytvořena tak, aby na jejím základě bylo možné rozhodnout, k jakému obrázku patří. Tento doplňkový úkol je součástí pracovního listu *Klimadiagram 2*, proto je zapotřebí slovní charakteristiky před jeho zadáním zkontrolovat, popřípadě upravit a doplnit. K tomu se také dají využít již předpřipravené popisy uvedené v pracovním listu pro učitele (příloha č. 4).

U aktivity *Klimadiagram 2* mají žáci tvořit otázky tak, aby se na ně dalo odpovědět s pomocí klimadiagramu. Tato podmínka se dá samozřejmě odstranit a žáci poté mohou vymýšlet i otázky, na které se nebude dát odpovědět. Zde je dobré žáky upozornit, aby si zvláště mimo pracovní list poznamenali správné odpovědi např. na

nějaký jiný kus papíru, do sešitu apod. To jim usnadní práci při závěrečné diskuzi, kdy budou kontrolovat odpovědi jiné skupiny.

Poslední doporučení u této úlohy se týká možnosti přidat doplňkový úkol, kdy žáci ještě stanoví, k jakému městu klimadiagram patří. Na nějaké místo (např. katedru) učitel připraví vystřižené žákovské charakteristiky jednotlivých klimadiagramů vytvořené v rámci aktivity Klimadiagram 1 a žáci pak s jejich pomocí rozhodnou o městě.

## 3.4 Radioaktivita

### 3.4.1 Idea aktivity

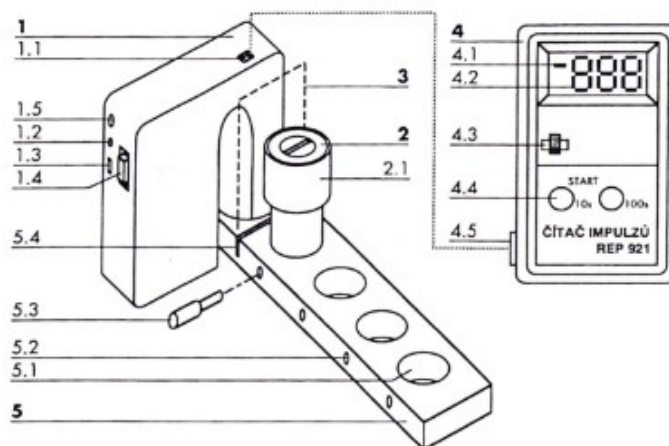
Tato vytvořená aktivita se zabývá radioaktivním zářením. Jejím cílem je seznámení se s měřením počtu radioaktivních částic a porovnání různých způsobů ochrany před radioaktivním zářením. Celá aktivita je postavena na práci se školní soupravou pro pokusy z jaderné fyziky nazývanou Gamabeta.

Tuto soupravu začala školám poskytovat společnost ČEZ v 90. letech v rámci svého vzdělávacího programu, kdy nechala uvést do školního oběhu asi tisíc těchto souprav. Pro velký zájem byl projekt roku 2007 obnoven a k dispozici byla novější verze Gamabeta 2007 [32]. Momentálně již ale k sehnání tato souprava bohužel není, ale na mnoha školách je, proto pokus s jejím využitím zařazujeme.

### 3.4.2 Příprava experimentu

Součástí této úlohy je několik experimentů využívajících pomůcky ze soupravy Gamabeta, jak již bylo popsáno výše. V našem případě byla k dispozici starší verze soupravy z roku 1995. Pojďme se na tuto soupravu a na práci s ní podívat podrobněji.

Potřebné součástky jsou zobrazeny na obrázcích č. 35 a 36 níže. Na prvním z nich najdeme jejich schéma včetně náznaků zapojení pro měření, kdežto na druhém se nachází přímo fotografie pomůcek, jež se při experimentech používali.



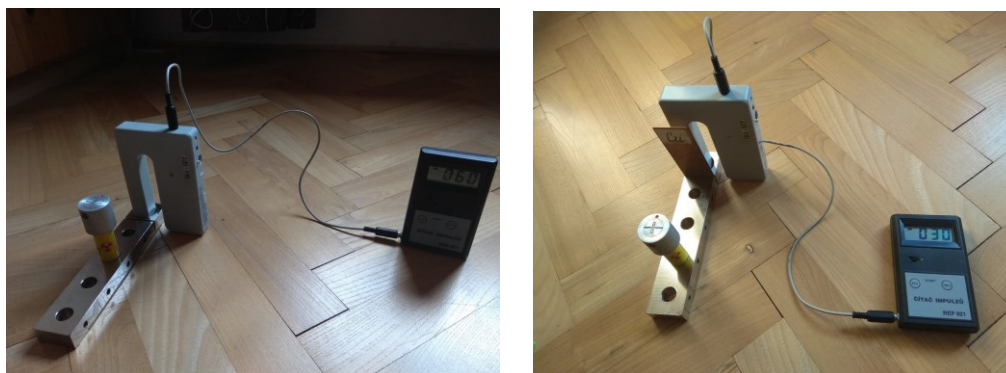
Obrázek 35 Schéma základní sestavy Gamabety (převzato z návodu výrobce)



**Obrázek 36 Používané pomůcky ze soupravy Gamabeta**

Šedá kvádrová krabička s vykrojením (na obrázku 35 pod číslem 1) je indikátor radioaktivního záření (zkratka: IRA), který detekuje částice  $\beta$  nebo  $\gamma$  záření pomocí Geiger-Müllerovy trubice. Ta obsahuje plyn s nižším tlakem, než je atmosférický a je připojená na zdroj napětí. Při průletu částice se plyn ionizuje, což vede ke změně napětí. Tato změna je pak informací o detekci částice. Výsledkem měření je tedy počet částic záření, který odečteme z digitálního displeje tzv. čítače impulzů (označený čtyřkou na obrázku 35). Na něm také nastavujeme dobu měření, kdy si můžeme vybrat ze dvou variant 10 nebo 100 sekund. Zdroj radioaktivního záření se nachází pod číslem 2. Obsahuje dva radionuklidy stroncium 90 (zdroj  $\beta$  záření) a americium 241 (zdroj  $\gamma$  záření). Posledním předmětem na obrázku je podlouhlý kvádrík s otvory (č. 5). Ten slouží pro ukotvení indikátoru, zdroje záření a popřípadě i destiček k odstínění záření. Sada jich obsahuje celkem devět, přičemž jsou vyrobeny ze šesti různých materiálů, konkrétně hliníku, železa, cínu, olova, mědi a mosazi (CuZn).

Pro měření počtu radioaktivních částic si potřebné pomůcky uspořádáme podle obrázku 37, kdy pro všechna měření byl na čítači nastavován časový interval 100 s.



**Obrázek 37 Uspořádání pomůcek pro měření počtu radioaktivních částic**

První měření probíhalo přímo na škole, kde následně probíhalo i samotné testování, jenže ne s uspokojivým výsledkem. V návodu pro soupravu se dočteme, že pokud vše funguje správně, pak bychom bez zářiče měli naměřit počet částic v rozmezí 30 – 40. V prvních prováděných měřeních jsme však opakovaně odečítali hodnoty blízké nule (v rozmezí 0 – 4). Další zkušební měření probíhalo o něco později v prvním patře domu se stejným výsledkem ani výměna baterií v čítači nepomohla. Po nějaké době stálého zkoušení a opakovaných měření najednou začal displej čítače udávat očekávané hodnoty. Z jakého důvodu začala aparatura najednou fungovat není autorce známo a neumí si to vysvětlit. Vzhledem k tomu, že by přístroje opět mohly začít zlobit zejména i při samotném testování aktivity, bylo provedeno velké množství měření, jak pro různá záření  $\beta$  i  $\gamma$ , tak pro různé umístění zářiče i při průchodem destičkou z několika materiálů (hliník, olovo, měď, železo, cín a papír). Všechna měření byla shrnuta do přehledných tabulek, které se nachází v příloze č. 7 a jsou tak k dispozici pro tisk či promítnutí ve třídě.

### 3.4.3 Pracovní list

Jak už bylo zmíněno v úvodu, celá aktivita je postavena na experimentech využívající soupravu Gamabeta. Tomu je přizpůsoben i pracovní list, který v práci najdeme jako přílohu č. 8.

Na jeho začátku je vymezen prostor pro seznámení se s důležitými prvky soupravy, které se budou v následujících úlohách využívat a které byly podrobně popsány v předchozí podkapitole 3.4.2. Součástí je schéma měřicí aparatury převzaté z tištěného návodu, doplněné naměřenými vzdálenostmi otvorů pro zářič od indikátoru. Dále pracovní list obsahuje čtyři úlohy.

První z nich je založena na měření bez zářiče, což se některým žákům může zdát divné. Vzhledem k tomu, proto úloha v jedné ze svých podotázek zkoumá, k čemu je takové měření podle nich dobré. V další části se seznámíme se získávanými výsledky měření. Ptáme se totiž na to, jestli dostaneme vždycky stejný výsledek a jak s nimi vlastně máme pracovat.

Druhá úloha je více teoretická, jelikož se v ní žáci zabývají radionuklidy, které v sobě zářič ukrývá. V první části musí být schopni dohledat názvy prvků a jejich protonová čísla. Následně doplnit neúplné rovnice rozpadů jader a na jejich základě určit druh radioaktivního záření. Poté se ověří, zda si žáci vzpomenou na fyzikální veličinu uváděnou v jednotkách becquerel. Číselné hodnoty s touto jednotkou jsou

totiž uváděné na zářiči. Pokud se žáci ještě s aktivitou radionuklidu neseznámili, mohou potřebnou informaci vyhledat s pomocí tabulek, učebnice či internetu. Poslední podotázka je opět spíše na zamyšlení, jelikož se zaměřuje na to, jak se projeví druh radioaktivního záření na našem prováděném měření.

V úloze 3 se zase vrátíme více k pokusům. Zde se řeší možnosti ochrany před radioaktivním zářením, konkrétně pomocí větší vzdálenosti od zdroje anebo pomocí odstínění destičkou z různých materiálů. Úkolem je seřadit dané materiály podle toho, jak dobře odstíní  $\beta$ , popřípadě  $\gamma$  záření. Poté zase rozhodnout, která z uvedených možností je z hlediska procházejícího záření bezpečnější.

Poslední, čtvrtá úloha navazuje na tu předchozí. Žáci dostanou k dispozici tabulky se zaznamenanými údaji z měření (viz příloha č. 7), pomocí kterých si mohou své odhady zkontrolovat a popřípadě zaznamenat opravy do připraveného rámečku. Závěrečná otázka pak po nich chce pořádné prostudování tabulek, které by mělo mít za cíl rozpoznat něco zvláštního či překvapivého. Tato část nemá jednoznačné správné řešení, dává tak prostor k diskusi ve skupině a následně i ve třídě. Co se překvapivého nabízí, je rozdíl účinnosti hliníkové destičky u  $\beta$  a  $\gamma$  záření. Z výuky žáci znají, že hliník dobře odstínuje  $\beta$  záření, což se prokázalo i v provedených pokusech, kdy po umístění této destičky počet částic klesl z průměrné hodnoty 235 na 92, což je snížení o téměř 60 %. Kdežto u  $\gamma$  záření se počet částic změnil z hodnoty 193 na 174, což je snížení pouze o 10 %.

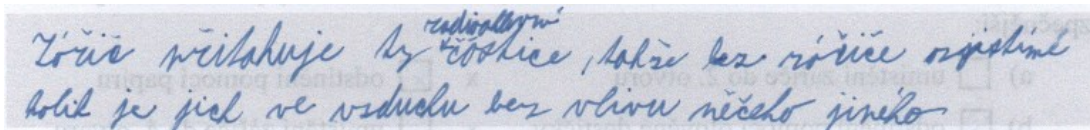
#### **3.4.4 Testování ve výuce**

Testování této úlohy proběhlo v jedné hodině fyziky se třídou kvarta v dubnu 2023 v době, kdy už měla třída téma jádro atomu včetně radioaktivity probráno. Testování proběhlo v den, kdy z důvodu různých neplánovaných i plánovaných akcí velké množství žáků chybělo, aktivity se tak zúčastnilo pouze 13 z nich. Ti byli na začátku rozděleni do šesti skupin po třech nebo po dvou lidech, přičemž jeden žák chtěl pracovat samostatně.

Po rozdělení do skupin jim byl rozdán pracovní list a všichni byli seznámeni s pomůckami a způsobem měření. Poté vyučující provedl první měření bez zářiče, jehož výsledek (2 částice) si žáci zapsali do políčka v úloze 1. Zde se zase projevil nějaký neznámý problém s měřením pozorovaný již při přípravě aktivity a popisovaný v podkapitole 3.4.2. Očekávaná hodnota by totiž měla být v rozmezí 30 – 40 částic, což uvádí samotný návod k soupravě. Samozřejmě hodnota se může lišit v závislosti



na prostředí, např. v nižších patrech budov očekáváme větší hodnoty než ve vyšších z důvodu uvolňování radonu z půdy. Učebna fyziky se však na Gymnáziu v Lovosicích nachází v suterénu, předchozí měření při přípravě (viz tabulky v příloze č. 7) probíhalo v prvním patře domu a tento jev se vůbec neprojevil. Důvod měření bez zářiče většina skupin určila správně, že tím zjišťujeme „radioaktivitu prostředí“. Jedna ze skupin se ale špatně vyjádřila ohledně následného vlivu zářiče viz obrázek 38.



Zářiče měřujeme by radioaktivita, takže bez zářiče správně hodil je jisk ve vzduchu bez vlivu něčeho jiného

**Obrázek 38 Nesprávné pochopení funkce zářiče**

Dále učitel provede druhé měření a žáci odpovídají na druhou otázku úlohy 1. Ta při našem testování dopadla ještě lépe, všechny skupiny správně určily, že dostaneme jinou hodnotu a že nejpřesnější výsledek získáme s pomocí většího počtu měření a zprůměrováním výsledných hodnot.

Úloha 2 je čistě teoretická, kdy se žáci blíže seznámí s používaným zářičem. Vzhledem k tomu, že z předchozí výuky žáci znali typy radioaktivity včetně znalosti o rovnicích a že mohli používat své poznámky v sešitech matematicko-fyzikální tabulky, si všechny skupiny s úkoly v této úloze poradily. Problém dělala akorát poslední otázka na důsledek změny druhu záření. Většina skupin předpokládala, že při  $\gamma$  záření se navýší počet částic, některé uváděly jen změnu naměřených hodnot bez dalšího vysvětlení. U těchto záření ale platí, že  $\gamma$  je pronikavější než záření  $\beta$ , tedy rozdíl vyzorujeme až při měření počtu částic procházejících destičkou z nějakého materiálu. Ověření proběhlo i na základě měření se zářičem.

Práce na předchozích dvou úlohách společně s kontrolou a úvodní vysvětlováním nám zabrala přibližně 25 minut. Na zbylé dvě úlohy (úloha 3 a 4) tak zbývalo pouze 20 minut, což se nakonec ukázalo jako málo, proto doporučujeme práci na prvních dvou úlohách urychlit, resp. je možnost teoretickou úlohu 2 klidně vynechat, resp. nechat si ji třeba až na závěr při dostatku času.

V úloze 3 by žáci měli pracovat na základě svých zkušeností a znalostí z běžného života, tedy se zde jedná z velké části o jejich odhady. Z formulace otázek by to mělo být patrné, přesto se doporučuje to žákům před vyplňováním zdůraznit, aby na psaní odpovědí nerezignovali s pocitem, že „to jsme si v hodinách neříkali, jak to máme

vědět?“. Během práce na této úloze ve třídě se žáky probíhala obecná diskuze ohledně bezpečnosti při práci s radioaktivním zářením, jak v souvislosti s naším záříčem, tak i ohledně jaderných elektráren či leteckého odvětví.

Jako způsoby ochrany před radioaktivním zářením žáci nejčastěji uváděli ochranné oblečení, někteří zmiňovali odstínování fóliemi, jedna skupina dokonce uvedla i vzdálenost. Otázka na určení pořadí čtyř materiálů podle toho, jakým způsobem odstíní  $\beta$  záření, dopadla velmi dobře. Čtyři skupiny uvedly správné řešení, tedy od nejlépe stínícího materiálu po nejhůře to dopadne takto: olovo; železo; hliník; papír. Navíc další skupina pouze prohodila olovo a železo. Poslední část úlohy 3 dopadla o něco hůře. Žáci v ní měli vybírat ze dvou nabízených variant ochrany tu bezpečnější. Všechny tři správné odpovědi uvedly dvě skupiny, další dvě udělaly jednu chybu, kdy určily jako bezpečnější variantu odstínění papírem před vzdáleností. Jedna skupina vůbec nepochopila způsob odpovědi, kdy namísto zaškrtnutí vybrané varianty do čtverečků psala čísla, která pravděpodobně měla udávat nějaké pořadí.

V poslední části hodiny byly žákům k dispozici tabulky s naměřenými údaji (viz příloha č. 7), které se jim promítly na tabuli. Vzhledem k nedostatku času a zejména k nefunkčnosti měřicí aparatury se kontrola úlohy 3 odehrávala právě pouze za pomoci těchto tabulek a žádná další měření s destičkami už se neprováděla. Po umožnění práce s tabulkami si všechny skupiny správně opravily své předešlé špatné odpovědi a jak bylo očekáváno u poslední otázky se značně rozcházel při uvádění překvapivých faktů. Někoho překvapili vysoké hodnoty při odstínování pomocí hliněné destičky, více skupin komentovalo jako překvapivé, že papír téměř nic neodstínuje. Při kontrole těchto odpovědí už nám v hodině nezbylo mnoho času, kdy nám dokonce zasáhla i krátce do přestávky.

### **3.4.5 Zpětná vazba**

#### **3.4.5.1 Dotazník**

I u této poslední úlohy byl žákům po určité době od absolvování skupinové práce na pracovním listu předložen dotazník, nacházející se v příloze č. 9. Jeho znalostní část se skládá ze tří otázek. První z nich cílí na znalost radioaktivních rozpadů  $\alpha$  a  $\beta$ -, kdy mají žáci sestavit rovnice pro rozpady radionuklidů používaných v záříči, se kterým se pracovalo v úloze. Zde se počítá s tím, že žáci budou mít k dispozici periodickou tabulku prvků. U zbylých dvou otázek je zapotřebí práce s tabulkami, které jsou připraveny v příloze v č. 7. V nich se dočteme o výsledcích měření se záříčem beta a

gama záření, udávající počet částic v závislosti na vzdálenosti zářiče či odstínění nějakým materiálem. Přesné znění všech otázek včetně správného řešení si můžeme prohlédnout na obrázku č. 39.

Sestav rovnice pro  $\beta^-$  rozpad radionuklidu  ${}^{90}_{38}\text{Sr}$  a  $\alpha$  rozpad  ${}^{241}_{95}\text{Am}$ .

$${}^{90}_{38}\text{Sr} \rightarrow {}^{90}_{39}\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e}$$

$${}^{241}_{95}\text{Am} \rightarrow {}^{237}_{93}\text{Np} + {}^4_2\text{He}$$

Pozorně si prohlédni přiložené tabulky. Na základě výsledků měření s beta zářičem rozhodni, která z nabízených možností ochrany je bezpečnější. Na začátku máme zářič vždy umístěn v 1. otvoru.

a)  umístění zářiče do 2. otvoru x  odstínění pomocí hliníku  
b)  umístění zářiče do 4. otvoru x  odstínění pomocí cínu  
c)  umístění zářiče do 3. otvoru x  odstínění pomocí železa

*Vybranou možnost zaškrtni do připraveného čtverečku.*

Změnily by se tvoje odpovědi, kdyby se místo beta záření použilo gama záření? Pokud ano, tak jaké?

*Ano, odpovědi by se změnilly u části a) a c).*

**Obrázek 39 Přesné znění otázek a správné řešení znalostní části dotazníku k úloze *Radioaktivita***

Druhá část dotazníku byla věnována žákovskému zhodnocení, ve kterém se žáci měli opět zamyslet, zda jim předchozí skupinová práce byla k užítku při řešení úkolů zmiňovaných výše.

### 3.4.5.2 Žákovské odpovědi

Žákům měl být dotazník k úloze *Radioaktivita* předložen týden po zpracované aktivitě. Vlivem nečekaných absencí, jak ze strany celé třídy žáků, tak i autorky, se bohužel termín k vypracování dotazníku naskytl až tři týdny po skupinové práci. Navíc dotazníky žákům předkládal suplující učitel. Z toho důvodu následující komentáře a hodnocení vycházejí pouze z písemně zaznamenaných odpovědí a nemohli tak být podpořeny z pozorování reakcí či poznámek žáků v hodině při samotném vyplňování.

Celkem se vybralo 24 vyplněných dotazníků, z nichž ale 16 vyplnili žáci, kteří se skupinové práce na řešení aktivity *Radioaktivita* neúčastnili. Dva žáci však tuto informaci uvedli nepravdivě, zda proto, že sami zapomněli či si chtěli ušetřit práci s odpovědí není známo. Příčiny tak malého počtu zúčastněných byli uvedeny již v předchozí podkapitole 3.4.4 při popisu testování úlohy ve výuce.

Výsledky znalostní části dotazníku, tedy prvních třech otázek, jsou uvedeny v tabulkách č. 10 a 11, které se objevily již při zhodnocení předchozí aktivity. V první z nich najdeme úspěšnost jednotlivých úloh, v druhé potom úspěšnost žáků.

**Tabulka 10 Počet žáků se správnými odpověďmi v úlohách dotazníku pro *Radioaktivitu***

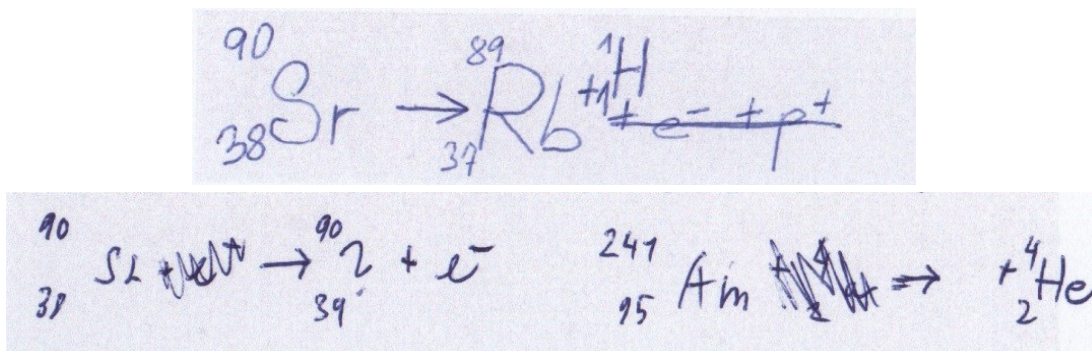
Číslo úlohy	Počet úspěšných odpovědí
1.	11
2.	21
3.	12

**Tabulka 11 Úspěšnost žáků ve znalostní části dotazníku k *Radioaktivitě***

		Počet žáků
Správně všechny tři		5
Správně 2 ze 3	1. a 2.	4
	1. a 3.	0
	2. a 3.	7
Správně 1 ze 3	1.	2
	2.	5
	3.	0
Žádná správně		1

Z tabulky č. 10 vidíme, že zdaleka nejúspěšnější byli žáci v druhé úloze, kterou úspěšně vyřešilo 21 žáků z celkových 24. U špatných odpovědí většinou byla chyba pouze u jedné ze tří částí a), b), c); jeden žák bohužel vůbec nepochopil zadání a do vyznačených čtverečků napsal čísla.

Zbylé úlohy s čísly 1 a 3 dopadly velmi podobně. Opět se zaměříme zejména na špatné odpovědi, jelikož ty správné v podstatě kopírují vzorové řešení zmiňované v podkapitole 3.4.5.1 a na obrázku 39. U prvního úkolu na sestavení rovnic pro rozpad dvou prvků se nejčastěji projevovaly dva typy nedostatků. Jednak někteří vůbec nevěděli, co to  $\beta$ - a  $\alpha$  rozpad vůbec je, jednak si nedokázali poradit s tabulkami a uvést konkrétní získané prvky (viz obrázek č. 40).



Obrázek 40 Nesprávné rovnice pro  $\beta$ - a  $\alpha$  rozpad

U třetí otázky žáci nejčastěji zapomínali na změnu odpovědi v části a), pokud vyměníme zdroj záření za gama.

Podíváme-li se nyní na úspěšnost jednotlivých žáků (viz tabulka č. 11), pět z nich úspěšně zodpovědělo všechny tři vědomostní otázky. Dále jako úspěšné řešitele bychom mohli označit i ty, kteří správně zodpověděli dvě otázky ze tří, tedy dalších 11 žáků. Pouze jeden dotyčný neuvedl ani jednu správnou odpověď, což vzhledem k celkovému počtu 24 žáků a faktu, že většina z nich se skupinové práce neúčastnila, můžeme považovat za úspěch.

Ve vyhodnocení poslední otázky z dotazníku, ve které se má uvést, zda považují předchozí skupinovou práci na pracovním listu vzhledem k této aktivitě za užitečnou, se zaměříme pouze na 8 žáků, kteří předchozí aktivitou prošli. Většina z nich (konkrétně šest) uvedla ve své odpovědi ano, pouze dva žáci napsali zápornou odpověď. Některé z odpovědí se nacházejí na následujícím obrázku 41. Většina se shoduje a zdůrazňuje, že díky předchozí aktivitě se okamžitě v zadání úloh a tabulkách zorientovali a věděli, co mají dělat bez dalšího vysvětlení.

The image shows two handwritten responses in blue ink. The first response reads: "Ano, pomohlo mi, že s danými tabulkami sujsledky měření jsem pracovala už předtím, tak že jsem věděla, co mám dělat." The second response reads: "Ano, v tom, že jsem více věděla, co dělat a také v seznamu se završčen." Both responses are affirmative and mention prior familiarity with the tables and the list of tasks.

Obrázek 41 Zhodnocení užitečnosti aktivity *Radioaktivita* při řešení úloh v dotazníku

### 3.4.5.3 Doporučení

Aktivita je plánována na jednu vyučovací hodinu (45 minut), přičemž je zapotřebí se při práci na úlohách nikde příliš dlouho nezdržovat. Při testování ve výuce (viz podkapitola 3.4.4) nezbylo dost času na kontrolu a shrnutí úlohy 4. Z toho důvodu se doporučuje zejména teoretičtější úlohu 2 projít rychle. Jedná se totiž o opakovací úlohu, kde se předpokládá, že se žáci se všemi informacemi setkali i při výuce. S tím souvisí další poznatek, kdy se předpokládá (zejména u úlohy 2), že žáci již mají za sebou učivo o radioaktivitě z výuky. Nejedná se tedy o aktivitu, při níž žáci budou poznatky objevovat, ale spíše o shrnující a doplňkovou aktivitu k tématu.

Před prací na úloze 1 učitel musí žáky seznámit s pomůckami a způsobem měření (viz návod výrobce či podkapitola 3.4.2). Při výkladu je dobré konkrétní pomůcky žákům ukazovat a zároveň si je už připravit pro první měření, které učitel následně provede s pomocí indikátoru IRA a čítače. Čítač umožňuje provést měření po dobu 10 s či 100 s, kdy doporučujeme vybírat delší časový interval 100 s, aby byly počty zachycených částic dostatečně vypovídající. Fakt, že při měření nedostaneme vždy stejný výsledek, může být pro žáky překvapivý. Jedná se nejspíše o první měření, jež má pravděpodobnostní charakter, se kterým se setkávají, proto je dobré to s nimi podrobně rozebrat.

Úlohu 3 žáci řeší na základě své zkušenosti, resp. pouze na základě odhadů, jelikož zde jejich odpovědi nevyplývají z žádného experimentu. Všechny otázky a úkoly v této části byly formulovány tak, aby tento fakt byl zřejmý, přesto je dobré, aby toto učitel v hodině zdůraznil. Navíc v poslední části v zadání při rozhodování bezpečnější variantě ochrany není specifikován druh záření úmyslně. Otázka od žáků týkající se právě druhu záření se očekává a měli by být vedeni k tomu, aby si odpovědi rozmysleli v obou případech. Ve vybraných situacích však výsledek vyjde pro oba druhy záření (gama a beta) stejně.

Kontrola úlohy 3 pomocí úlohy 4 může probíhat několika způsoby. V ideálním případě by měla probíhat formou experimentů. Zde narážíme na už zmiňovaný problém s časovým intervalem čítače, který umožňuje pouze měření po 10 s, což je velmi krátký interval, a po 100 s, což je naopak dlouhý časový interval a v hodině se bohužel provést všechna měření nestihne. V takovém případě je potřeba mít k dispozici alespoň dvě vyučovací hodiny. V naší situaci se navíc objevil problém popisovaný v kapitole 3.4.2 při měření počtu částic, který neodpovídal očekávaným hodnotám z neznámého důvodu. Proto ověření odpovědí probíhalo pouze za pomoci

tabulek s předem naměřenými hodnotami (viz příloha č. 7) a takto byl i vytvořen pracovní list k aktivitě. Optimální možností je propojit oba způsoby, tedy některé situace naměřit, jiné ověřit pouze v tabulce.



## 3.5 Aktivita Změny teploty

### 3.5.1 Idea aktivity

Úloha s oficiálním názvem *Teplo* se objevila v materiálu *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA* [13] a stejně tak její zadání najdeme ve Sbírce řešených úloh [27]. Vzhledem k použití pouze jedné části, kde se zabýváme spíše změnami teplot, byl původní název převzatý z PISY „Teplo“ změněn a nahrazen lépe odpovídajícím pojmenováním „Změny teploty“. Cílem naší aktivity bude změřit teplotu při chladnutí a ohřívání kapaliny v průběhu 10 minut a interpretovat výsledky měření.

PISA úloha pojednává o změnách teplot v různých prostředích a obsahuje dvě části, které na sebe nijak nenasazují a kromě stejného „hlavního hrdiny“ Petra nemají moc společného. V první otázce nechal Petr v autě na sluníčku několik různých předmětů (láhev s vodou, hřebíky, kus dřeva), přičemž teplota v autě se po nějaké době vyšplhala k hodnotě 40 °C. Žáci mají následně rozhodovat o pravdivosti několika tvrzení, která se týkají toho, co se stane se zanechanými předměty.

První část úlohy není pro experiment vhodná, jelikož realizovat ve školních podmínkách prostředí o stálé teplotě 40 °C je obtížné. Pro experimentální ověření byla tudíž vybrána pouze druhá část úlohy.

Stěžejní částí pro nás bude druhá otázka, která se zabývá ohříváním a chladnutím nápojů v místnosti. Přesné zadání úlohy si můžeme nastudovat na obrázku 42.

K pití má Petr během dne hrnek horké kávy o teplotě asi 90 °C a hrnek studené minerálky o teplotě asi 5 °C. Hrnky jsou vyrobeny stejně, mají stejnou velikost a objem obou nápojů je rovněž stejný. Petr nechá hrnky stát v místnosti, kde je teplota asi 20 °C.

Jaká bude pravděpodobně teplota **kávy** a **minerálky** po 10 minutách?

- A 70 °C a 10 °C
- B 90 °C a 5 °C
- C 70 °C a 25 °C
- D 20 °C a 20 °C

Obrázek 42 Zadání druhé otázky k úloze *Teplo* (převzato z [13])

### 3.5.2 Příprava experimentu

Při provedení pokusu bylo potřeba následující: dva stejné hrnky, odměrná nádoba pro odměření stejného množství kapaliny, dvě kapaliny o teplotách 5 °C a 90 °C a ideálně dva teploměry.

Kvůli zjednodušení přípravy byly káva a minerálka, jež zmiňuje úloha, nahrazeny obyčejnou vodou. Takovou změnu si můžeme dovolit, aniž by to výrazněji ovlivnilo



získané výsledky, jelikož oba nápoje jsou z velké části právě jenom voda. Co se týče teploměrů, byly používány USB teploměry Go!Temp od firmy Vernier [33]. K nim je ale ještě potřeba počítač a jedna z aplikací Graphical Analysis [34] či Logger Lite [35], které se dají stáhnout ze stránek firmy zdarma.

Co jsme ale ještě nezmínili, je způsob získání vody o teplotách 5 °C a 90 °C. V druhém případě nám jen stačí mít k dispozici rychlovarnou konvici. Hned při prvním pokusu měla voda přelitá do připraveného hrnečku teplotu 87 °C. Pokud bychom důsledně trvali na potřebě ještě vyšší teploty, je možné samotný hrneček před nalitím horké vody nahřát třeba v mikrovlnce nebo propláchnout ho horkou vodou. V našem případě jsme se ale s takovou teplotou spokojili, tudíž navrhované možnosti vyzkoušeny nebyly. Pokud chceme mít k dispozici vodu o teplotě 5 °C, nabízí se dvě možnosti: využít ledničku, jejíž vnitřní teplota se většinou pohybuje právě kolem 5 °C, nebo použít led a nechat ho roztát. V druhém případě ale narazíme na problém s množstvím, není totiž jednoduché dopředu odhadnout, jaký objem kapaliny po roztátí ledu získáme. Po dosažení požadované teploty bychom museli výsledný objem změřit, čímž bychom zdržovali samotné měření teploty. Proto jsme zvolili možnost ochladit vodu na požadovanou teplotou pomocí ledničky. Na základě několika pokusů se zjistilo, že je potřeba nechat hrneček s daným množstvím vody (200 ml) v ledničce s nastavenou teplotou 5 °C přes noc.

### 3.5.3 Pracovní list

V pracovním listu (viz příloha č. 10) najdeme dvě úlohy a závěr, který nutí žáky shrnout celý experiment a pomocí návodných otázek se nad jeho průběhem i získanými výsledky zamyslet. Úloha 1 je doslovným přepisem části otázka 2 z uvolněné úlohy Teplo (viz podkapitola 3.5.1 a obrázek 42), na kterou pak navazuje experimentální ověření v úloze 2. Do samotného pracovního listu žáci v této části zaznamenávají naměřené teploty na začátku i na konci měření. Navíc je experiment doplněn o situaci pro porovnání naměřených teplot v případě zamíchání kapaliny a v případě bez míchání. Během deseti minut, kdy se musí čekat, je prostor pro to, aby žáci výsledné teploty na konci měření odhadli a o své odhady i zdůvodnění se se třídou podělili. Dalším možným rozšířením by mohl být úkol graficky znázornit očekávaný průběh teploty.

Závěr pracovního listu se skládá ze čtyř otázek, resp. úkolů, které by žáky měly donutit k zamyšlení nad dosaženými výsledky a k porovnání s původním zadáním.

Součástí je např. právě úkol, ve kterém mají přeformulovat zadání tak, aby více odpovídalo naměřeným hodnotám z pokusu. Druhá část (dvě poslední otázky) se pak věnuje jednomu z problémů při měření teploty kapaliny. Samotná úloha totiž vůbec neřeší, jak se teplota nápoje zjišťuje, proto se při experimentování nabízejí otázky:

- Je teplota vody/nápoje ve všech místech vždy stejná?
- V jakém místě máme teplotu měřit? U dna, uprostřed, nebo u hladiny?

Na podobné úvahy by měla vést právě i část demonstračního experimentu v úloze 2, kdy se objevuje prvek navíc v zaznamenání teplot po promíchání kapaliny. Na tento přidáný úkol odkazují poslední dvě otázky. Žáci v nich mají získané hodnoty porovnat a popřípadě vysvětlit rozdíl. Úplně posledním úkolem je rozhodnout, kdy získáme správnější představu o tom, jaká je tedy teplota kapaliny v hrnku – jestli při promíchání nebo ne, a samozřejmě doplnit i s vysvětlením.

### 3.5.4 Testování ve výuce

Testování probíhalo ve třídě tercie během dubna 2023 v hodině fyziky. Celkem se aktivity zúčastnilo 24 dětí, které byly rozděleny do 8 skupin po třech.

Poté jim byli rozdány pracovní listy a mohli se pustit do řešení úlohy 1, kde se nejprve měli seznámit se zadáním úlohy a uvést svou odpověď, jaká bude výsledná teplota nápojů. Vyučující si mezitím dal ohřívat vodu v rychlovarné konvici.

Následně jsme si společně vysvětlili, jakým způsobem budeme předchozí odpověď ověřovat včetně toho, proč můžeme použít jen vodu a jakým konkrétním způsobem získáme vodu o požadovaných teplotách. Poté jsme pomocí USB teploměru připojeného k počítači změřili teplotu v místnosti 20,9 °C. Jednalo se o demonstrační experiment, ale několik žáků bylo požádáno o asistenci, jak pro pomoc s donesením pomůcek, tak při samotném měření teplot vody. Teploty vody na začátku pokusy byly následující: 5,9 °C (studená voda) a 82,4 °C (horká voda). Poté učitel hlídal plynoucí čas, kdežto žáci odhadovali teploty kapalin po 10 minutách. Nejprve každý sám za sebe, následně po dohodě ve skupině (tuto hodnotu zapisovali do pracovních listů) a nakonec proběhla společná diskuze v rámci celé třídy. Skupiny se ve svém řešení rozcházely, odhadované hodnoty se pohybovaly ve velkém rozmezí: 6,7 – 15 °C (studená voda); 50 – 70 °C (horká voda). I přes poměrně živou diskuzi zbylo ještě poměrně dost času, než mělo proběhnout další měření teplot. Po uplynutí potřebného času se s pomocí žáků naměřily teploty 7,2 °C a 64,2 °C, po zamíchání potom 8,2 °C a 63,7 °C. Celá tato část (úloha 1 a 2) nám trvala dohromady přibližně 25 minut,

zbylých 20 minut byl dostatečný prostor pro rozmyšlení a zaznamenání odpovědí na otázky v závěru, kdy závěrečných 8 minut bylo věnováno zhodnocení celé aktivity a diskuzi nad závěrečným řešením.

V závěru měli žáci zformulovat zadání v úloze 1 vhodněji tak, aby více odpovídalo provedenému experimentu. Většina skupin upravovala zadání tím, že si tam přidala konkrétní naměřené teploty kapalin. Jedna skupina se rozepsala podrobněji, žáci mysleli i na úkol s měřením teploty po zamíchání (viz obrázek 43).

Kapit. má pět hrnek horké vody o teplotě  $82,4^{\circ}\text{C}$  a  
 hrnek studené vody o teplotě  $5,9^{\circ}\text{C}$ . Hrnek jsou  
 vyrobeny stejně, mají stejnou velikost i objem.  
 Rozhodni jakou budou mít 1 teplotu obě kapaliny  
 po 10 minutách bez zamíchání a se zamícháním.

Obrázek 43 Upravené zadání úlohy 1

Poslední dvě otázky se týkali přidaného úkolu měření teploty kapaliny po jejím zamíchání. U první z nich pouze 3 skupiny z osmi uvedly, jak se hodnoty změnilly (např. obrázek 44). Ostatní buď nechali rámeček prázdný, nebo obecně uváděli, že se po zamíchání teplota vody zvýší, což ale v případě horké vody neplatí.

Jaký je rozdíl mezi naměřenými teplotami na konci experimentu v případě zamíchání a  
 v případě, kdy vodu míchat nebudeme? Proč tomu tak je?

po zamíchání se studenější voda oteplí (lehce)  
 a teplejší voda se po zamíchání ochladí

	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
	před	po
stud.	$7,2^{\circ}\text{C}$	$8,2^{\circ}\text{C}$
tep.	$64,2^{\circ}\text{C}$	$69,7^{\circ}\text{C}$

Kdy získáme správnější představu o tom, jaká je průměrná teplota vody v hrnku – při

Obrázek 44 Žákovská odpověď rozdílu naměřených teplot při zamíchání a bez něj

Přesně polovina skupin (konkrétně čtyři) správně zodpověděla otázku ohledně získání správnějšího výsledku teploty kapaliny včetně vysvětlení, že kapalina nemá ve všech místech stejnou teplotu a zamícháním právě docílíme vyrovnání tohoto stavu a naměříme průměrnou teplotu kapaliny (viz obrázek 45).

smícháním, protože celý objem vody bude ve stejné  
 teplotě když se smíchá

Obrázek 45 Vysvětlení "správnější" průměrné teploty kapaliny

### 3.5.5 Zpětná vazba

#### 3.5.5.1 Dotazník

Zhodnocení celé aktivity probíhalo formou dotazníku, jehož kompletní podobu najdeme v příloze č. 11 této práce. Dotazník obsahuje celkem tři otázky vztahující se k předchozí skupinové práci na pracovní listu k úloze *Změny teploty*. Poslední rámeček pro odpověď byl vyhrazen jakýmkoliv žakovským komentářům a připomínkám, jak ke skupinové práci, tak k normálním hodinám fyziky.

První dvě otázky se týkají popisu úlohy a následného experimentu, který předtím v rámci úlohy probíhal. Od žáků se očekávalo, že vlastními slovy popíší zadání úlohy, tedy v odpovědi by se měla objevit informace o dvou kapalinách (horká káva a studená minerálka) s různými teplotami, které necháme určitý čas, konkrétně 10 minut, ve stejné místnosti a zjišťujeme, jak se jejich teplota změní. V druhé odpovědi by mělo zaznít, že jsme místo kávy a minerálky zkoumali změnu teploty vody ve dvou hrnečcích, do kterých jsme vložili teploměry a odečetli teplotu na začátku měření a po deseti minutách. V rámci experimentu jsme také měřili teplotu vodu po zamíchání a zkoumali jsme rozdíl v hodnotách teploty. Této aktivity se také týká poslední třetí otázka v dotazníku, která zjišťuje, zda si žáci pamatují, proč je potřeba před měřením teploty kapaliny její zamíchání a jaký má význam.

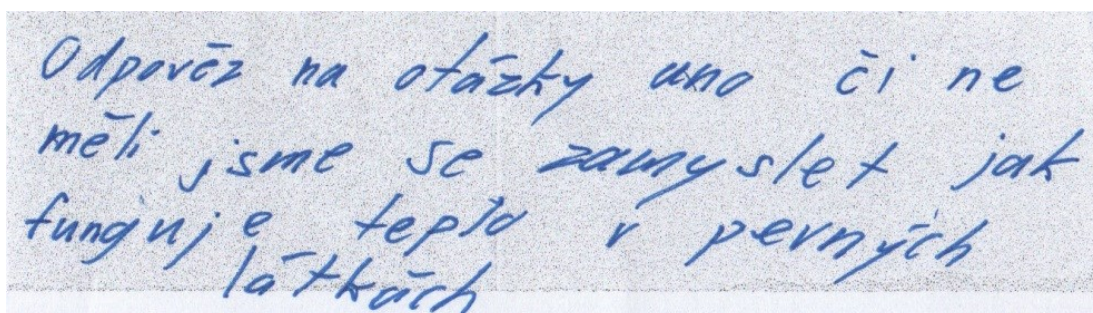
#### 3.5.5.2 Žakovské odpovědi

V původním plánu bylo žákům dotazník popsany v předchozí kapitole předložit týden či 14 dní po vypracování předchozí skupinové práce na úloze *Změny teploty*. Vzhledem k neočekávaným změnám v rozvrhu a nepřítomnosti jak celé třídy (z důvodu různých akcí mimo školu) tak i zadavatelky (z důvodu nemoci a studijních povinností) se k žákům dotazník k vyplnění dostal až v časové odstupu přibližně 5 týdnů. Zároveň se již jednalo o jednu z posledních hodin fyziky před koncem školního roku 2022/2023 a tedy pozornost a pracovitost žáků tím byla výrazně ovlivněna, což se neblahým způsobem podepsalo i na získaných výsledcích.

Celkem jsme vybrali 24 vyplněných dotazníků, z čehož ale 4 odevzdali žáci, kteří se předchozí práce a experimentu nezúčastnili a většinu políček pro odpovědi nechali prázdných, respektive odpovídali stylem „nevím“ či „chyběl/a jsem“. Proto jejich výsledky nebudeme do celkového hodnocení zahrnovat a budeme brát v potaz pouze zbývajících dvacet prací.

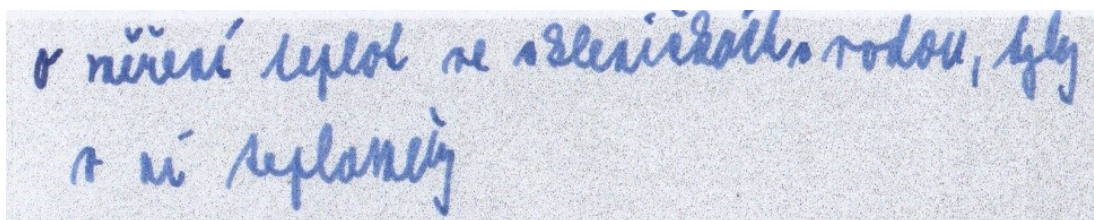


Vzhledem k delšímu časovému intervalu mezi jednotlivými hodinami a důvodům uvedeným v prvním odstavci si pouze šest žáků vzpomnělo na správnou aktivitu a popisovalo experiment s měřením teploty. Zbylí 4 žáci buď uvedli, že si nic nepamatují, nebo zaměnili aktivitu s jiným úkolem ještě z předešlé výuky praktik, přestože byli na začátku vyplňování upozorněni, k jaké hodině se dotazník vztahuje a bylo jim naznačeno, o co v dané hodině šlo. Paradoxně si více žáků, celkem deset, vzpomnělo na práci, která proběhla ještě o dost dříve (dokonce v první polovině školního roku) než řešení úlohy *Změny teploty*. Určitá skupina žáků dokonce popisovala aktivitu, při níž k žádnému experimentu ani nedošlo. Jeden takový nesprávný popis si můžeme prohlédnout na obrázku 46.



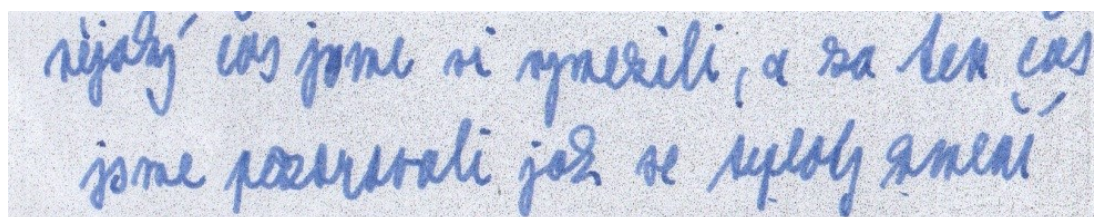
**Obrázek 46** Nesprávný popis experimentu v dotazníku *Změny teploty*

Nyní se zaměříme na odpovědi, které se opravdu týkaly aktivity *Změny teploty*. Na zadání úvodní úlohy, ve které Petr zkoumal změny teploty kávy a minerálky, si bohužel nikdo nevzpomněl. Žáci u této otázky uváděli odpovědi ve stylu popisu toho, co se dělo při samotném experimentu (viz obrázek 47).



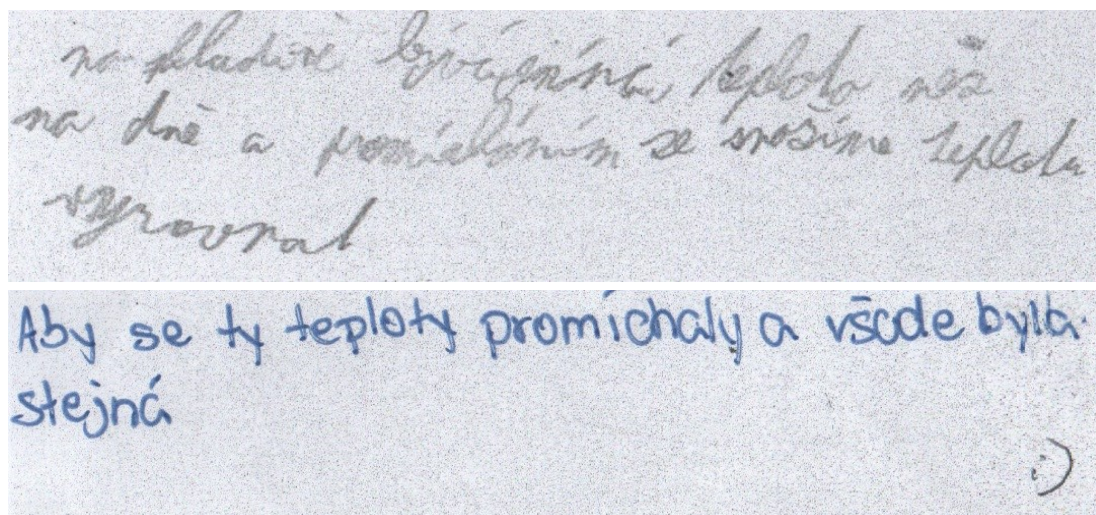
**Obrázek 47** Konkrétní odpověď žáka na první otázku v dotazníku *Změny teploty*

S druhou otázkou si pak těchto šest jedinců poradilo lépe. Na obrázku 48 se opět na jednu ze žakovských odpovědí můžeme podívat.



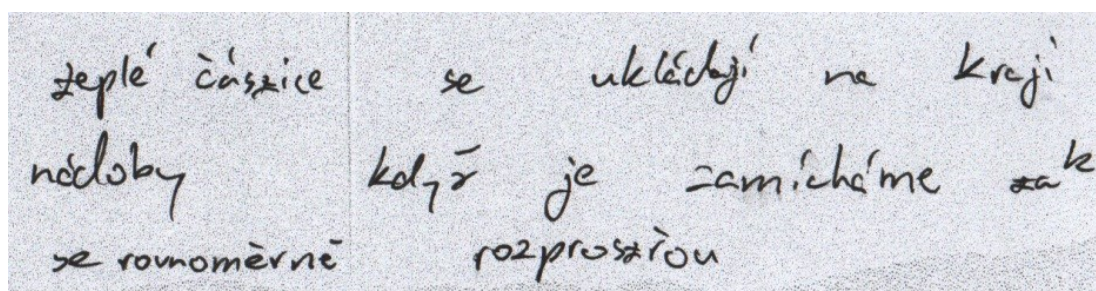
**Obrázek 48** Konkrétní odpověď žáka na druhou otázku v dotazníku *Změny teploty*

Třetí otázka již dopadla o něco úspěšněji, jelikož ji správně zodpověděla polovina dotazovaných žáků, tedy deset z celkových dvaceti. Studenti často uváděli, že kapalina má v různých místech jinou teplotu a pro určení teploty kapaliny je potřeba ji promíchat. Několik konkrétních správných odpovědí je na následující obrázku 49.



**Obrázek 49** Správné žákovské odpovědi na třetí otázku z dotazníku *Změny teploty*

Zbýlých deset špatných vysvětlení se dá rozdělit na dvě části. Někteří žáci do rámečku uvedli pouze větičku „Je teplejší.“, čímž asi mysleli, že skutečná teplota kapalina bude větší, ale proč nebo co přesně se pod tím skrývá jsou pouhé domněnky. Další skupina žáků se v odpovědích zmínila, že „teplé částice“ mají tendenci se držet u stran nádoby a promícháním se rozprostřou rovnoměrně po celé nádobě (viz obrázek 50).



**Obrázek 50** Jedna z nepřesných odpovědí na třetí otázku v dotazníku *Změny teploty*

Poslední rámeček byl prostorem pro libovolné komentáře a připomínky ke skupinové práci či k samotnému dotazníku. Téměř polovina žáků (konkrétně 9) žádné připomínky neměla. Buď nechali políčko nevyplněné, několik přímo uvedlo, že žádné nemají. Dalších 8 jedinců zmínilo, že si již nepamatují, o co v práci šlo a že hodina proběhla před dlouhou dobou. Zbývající tři žáci vyjádřili kladný názor k experimentům a že je skupinová práce bavila.



### 3.5.5.3 Doporučení

V rámci aktivity se provádí experiment s měřením teploty, který je v pracovním listu plánován jako demonstrační experiment. V jeho průběhu ale bude zapotřebí i asistence několika žáků. Je také samozřejmě možné vše nechat na samotných žácích a učitel tak plní jen funkci dohlížitele. Jedná se ale také o experiment, který by se dal realizovat i formou žákovského experimentování, v takovém případě je však potřeba mít pro každou skupinu dva teploměry, dostatečný počet stejných nádob a dostatečné množství kapaliny o správných teplotách. Co se týče používaných kapalin, kvůli zjednodušení přípravy byly káva a minerálka, jež zmiňuje úloha 1, nahrazeny obyčejnou vodou. Takovou změnu si můžeme dovolit, aniž by to výrazněji ovlivnilo získané výsledky, jelikož oba nápoje jsou z velké části právě jenom voda, na což může cílit dodatečná otázka při úvodním rozboru chystaného experimentu. Součástí této diskuze by se mělo se žáky rozebrat měření teploty kapaliny, jednak z pohledu použitých teploměrů (zejména, kde je umístěno čidlo pro měření teploty), jednak v jakém místě nádoby budeme teplotu měřit (např. u dna, u hladiny, uprostřed apod.).

Pro získání horké vody o teplotě 90 °C stačí použít rychlovarnou konvici. Díky té můžeme po nalití do hrnečku získat vodu o teplotě typicky o něco nižší než 90 °C. Pokud bychom chtěli vyšší teplotu, je možné hrneček, do kterého vodu naléváme, předtím nahřát v mikrovlnce nebo prolít horkou vodou. Naopak pro získání vody o teplotě 5 °C máme dvě možnosti: využít ledničku, jejíž vnitřní teplota se většinou pohybuje právě kolem 5 °C, nebo použít led a nechat ho roztát. Při použití ledu ale narazíme na problém s množstvím, jelikož není snadné dopředu odhadnout, jaký objem kapaliny po roztátí ledu získáme. Proto je lepší využít ledničku, kdy je zapotřebí nechat vodu chladnout delší dobu, ideálně přes noc.

Při samotném měření, kdy se čeká na uplynutí potřebných 10 minut, žáci jednak tvoří své odhady ve skupinách a následně porovnávají s ostatními spolužáky. Probíhá tedy diskuze o výsledných teplotách, která ale pravděpodobně zabere kratší dobu. V tomto čase tedy žáci mohou třeba zkusit zakreslit předpokládaný tvar závislosti teploty na čase u studené i horké vody.

## 3.6 Aktivita Stíny

### 3.6.1 Idea aktivity

Pokud zalistujeme v předchozím zmiňovaném dokumentu [15] o něco dále, narazíme na úlohu pojmenovanou *Laboratorní práce*. Třída žáků v ní zkoumá, jaký stín vrhá válcová krabička od filmu, pokud ji osvětlí dvě čajové svíčky. První úvodní text zní následovně [15]:

*„Žáci dostali při laboratorních pracích dvě stejné čajové svíčky a válcovou krabičku od filmu. Markéta s Vaškem si tyto předměty rozmístili na lavici a na blízké zdi pak pozorovali stín krabičky. Na stole přitom byly vždy obě zapálené svíčky a blízko ke stěně krabička. V průběhu pozorování jim ani jedna svíčka nezhasla. Žáci pak měnili polohu krabičky a svíček, přičemž si na papír kreslili jak tato různá rozmístění předmětů, tak vzhled stínu. Markéta si zaznamenávala pouze stíny, a to do horní poloviny svých obrázků (viz následující obrázky). Myslela si, že zbytek (tedy dolní polovinu obrázku) doplní hravě až dodatečně. Ukázalo se ale, že to není až tak lehké. Vašek dokonce tvrdil, že ne všechny stíny jsou zaznamenány dobře.“*

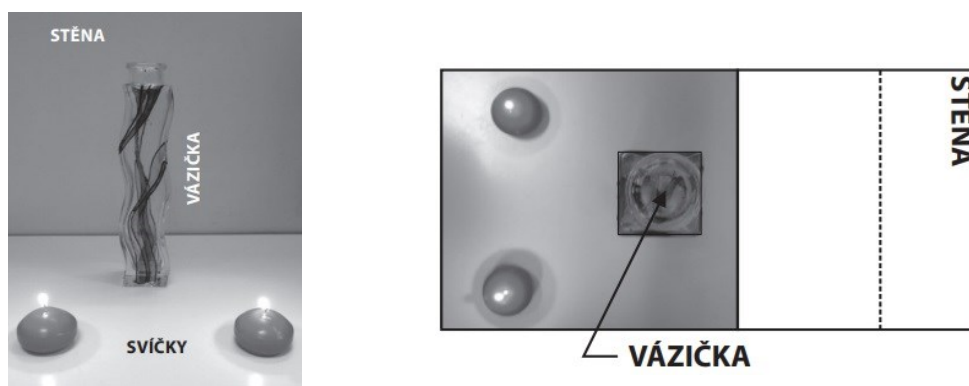
Následuje první úkol, ve kterém žáci mají dokreslit rozmístění předmětů (dvou svíček a krabičky) tak, aby odpovídal stínu znázorněnému v druhé polovině obrázku. Pro lepší pochopení na obrázku 51 jeden z nich najdeme vyobrazený.



**Obrázek 51 Jeden z obrázků s vyobrazeným stínem pro dokreslení v úloze *Laboratorní práce* (převzato z [15])**

Druhá část úlohy místo s válcovou krabičkou pracuje s vázičkou, která se umístí mezi stínítko a dvě svíčky (viz obrázek 52). Úkolem je pak do předpřipraveného obrázku (viz obrázek 52) domalovat její stín, když přerušovaná čára značí maximální výšku vrženého stínu.





**Obrázek 52** Obrázky vázičky a svíček pro doplnění stínu vázičky (převzato z [15])

Pro naši aktivitu bude stěžejní první část úlohy, jejímž cílem je zakreslit rozmístění tří předmětů (dvou svíček a krabičky) na základě znalostí o stínu předmětu. Od žáků se tak očekává velká představivost a jistá dávka abstrakce, což pro většinu z nich může být oříšek.

U této aktivity také došlo ke změně názvu. Název převzatý z materiálu *Laboratorní práce* totiž vůbec nevypovídá o zaměření dané úlohy, proto byl změněn a nahrazen názvem *Stíny*.

### 3.6.2 Příprava experimentu

U této úlohy byla příprava experimentu velmi jednoduchá. Samotné zadání je totiž na základě experimentu vytvořeno.

K experimentu je zapotřebí pouze válcový předmět, v původní úloze se používá krabička od filmu, v našem případě se využila krabička od léků; dvě stejné čajové svíčky a stínítko, kterým může být klidně obyčejná bílá zeď. Při našem experimentování byl použit bílý papír nebo bílá skříň. V průběhu pokusu se pak bude hodit i možnost zatemnění. Není ale vyloženě nutné, jelikož svíčky vrhají dostatek světla pro tvorbu potřebného stínu i při denním či umělém světle, což je vidět na následujících fotografiích (viz obrázek 53).



**Obrázek 53** Stín krabičky při umělém světle a při zatemnění

### **3.6.3 Pracovní list**

V tomto pracovním listu (příloha č. 12) najdeme celkem tři úlohy a závěr. První úloha je opět převzata z původního zadání (viz podkapitola 3.6.1). Úvodní text společně se zadáním v úloze 1 byl jen drobně upraven a zkrácen. Druhá úloha pak přímo navazuje na tu první, jelikož v té se počítá s experimentem jenom v představách, kdežto v úloze 2 mají žáci všechny zobrazené stíny ukázat a tím si výsledky z úlohy 1 zkontrolovat.

Poslední třetí úloha je už vytvořena nově. Pracuje se v ní se dvěma situacemi rozmístění všech tří předmětů (dvou svíček a krabičky), které jsou znázorněny na obrázcích, přičemž s jedním z nich je určitým způsobem pohybováno, resp. v jedné situaci se svíčkami, v druhé s krabičkou. Úkolem žáků je popsat, co se při pohybu daného předmětu bude dít se stínem krabičky na stínítku.

Závěr pracovního listu obsahuje dvě otázky, jež se zaměřují na terminologii k dané problematice. Zjišťuje, zda žáci znají termíny plný stín a polostín a jestli vědí, jakým způsobem plný stín vzniká.

### **3.6.4 Testování**

Testování této aktivity probíhalo v trochu jiném režimu než ostatní. Jedná se totiž o pracovní list, který byl vytvořen jako poslední a jeho vyzkoušení mohlo proběhnout až ve školním roce 2023/2024. V původním plánu se předpokládalo, že žáci třídy kvinty (v předchozím roce kvartáni, kteří se zúčastnili i práce na aktivitách *Klimadiagram 1*, *Klimadiagram 2* a *Radioaktivita*) se do tohoto pracovního listu pustí v jedné hodině před podzimními prázdninami. Vzhledem k jistým přesunům v rozvrhu se však plánovaná hodina v této třídě neuskutečnila, proto aktivita proběhla ve třídě o

ročník níže, tedy kvarta (v této třídě se předtím testovaly aktivity *Domeček pro panenky* a *Změny teploty*). Kvůli horším zkušenostem s testováním poslední zmíněné aktivity v dané třídě, popsané v předchozích kapitolách 3.5.4 a 3.5.5, se ale pracovní listy v dalším týdnu předložily i kvintě. Úloha s názvem *Stíny* tak byla jako jediná ověřována hned ve dvou různých třídách.

Vzhledem k tématu úloh, které se většinou běžně ve školách při probírání paprskové optiky a světla neřeší, a dobré dostupnosti pomůcek byla tato aktivita vybrána i jako součást workshopu na matematicko-fyzikálním letním táboře, který vedla autorka práce.

#### **3.6.4.1 Testování na letním táboře**

Testování proběhlo v období letních prázdnin na začátku srpna 2023 na letním táboře Letní škola matematiky a fyziky v Janově nad Nisou, který pořádá Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. Táboře se účastní žáci zejména gymnázií od sekundy po oktávu, kteří se více zajímají právě o matematiku nebo fyziku, ale vítáni jsou i základní školáci 7. – 9. ročníků. Součástí pracovní skupiny byli žáci různého věku od sekundy až po kvartu. Vzhledem k tomuto velkému věkovému rozpětí byl úvod přednášky trvající 90 minut věnovaný nejprve krátkému obecnému úvodu o světle, zejména o jeho způsobu šíření. Tímto způsobem se tak během prvních dvaceti minut všem dostalo vědomostí potřebných pro práci na aktivitě.

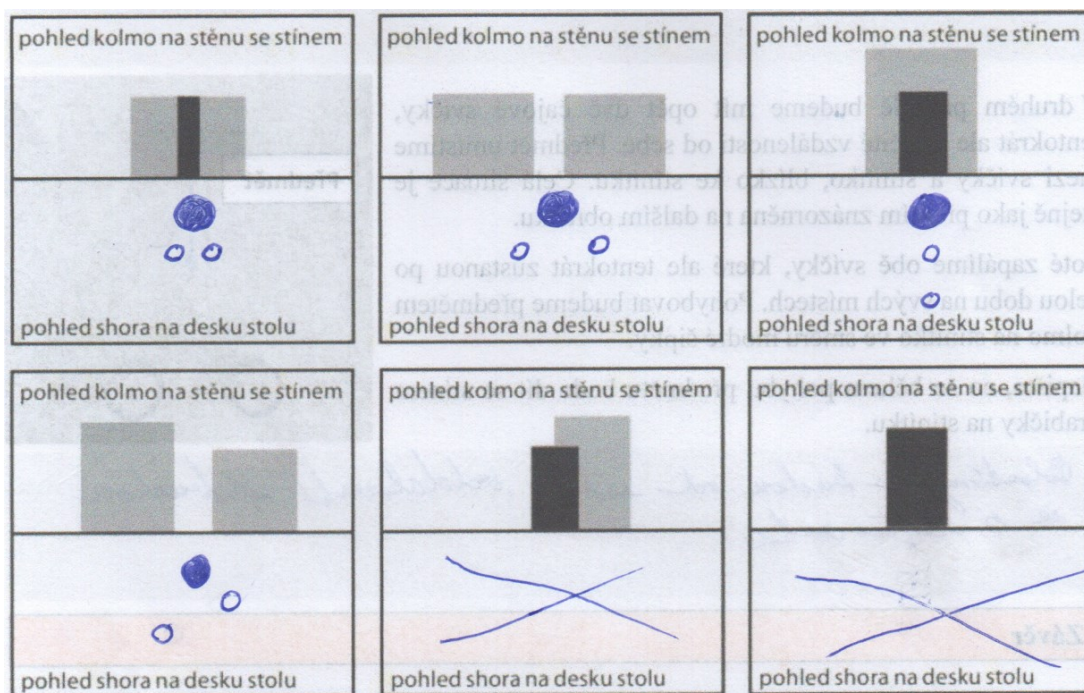
Následně byla celá skupina čítající celkem 12 jedinců rozdělena do čtyř skupin po třech. Každá skupina dostala pracovní list, aby se seznámili s úvodním textem a zadáním první úlohy. Jak už bylo zmíněno dříve, tento příklad vyžaduje velkou představivost a pro takto mladé osoby se jedná v podstatě o nesplnitelný úkol. Po pěti minutách práce bylo jasné, že si žádná skupina neumí s obrázky poradit, proto dostali k dispozici potřebné pomůcky (dvě čajové svíčky, krabičku od léků a zápalky), aby mohli rovnou přejít k pokusům a podle získaných stínů tak zpětně doplnit rozmístění předmětů v úloze 1.

Prováděné experimenty související s touto první úlohou žákům zabraly přibližně 25 minut. Práci trochu ztížily a prodloužily podmínky, jelikož se přednáška konala ve slunný den v dopoledních hodinách, a navíc v místnosti v prvním patře staré budovy, která měla mnoho oken bez možnosti zatmění. Žáci si tak nejprve museli vyhledat co možná nejvhodnější místo, aby vůbec mohli pozorovat stín krabičky. Někteří k tomu dokonce využili prostor pod lavicemi. Některé skupiny, zejména zahrnující mladší žáky, se také zdrželi z toho důvodu, že si nejprve se svíčkami a zápalkami

museli hrát a zkoumat, co se s plamínkem svíčky stane v různých situacích. Přestože se jedná o naprosto běžné pomůcky a se svíčkami se zcela jistě už dříve každý z nich setkal, je nutné nějaký čas vyhradit právě na možné další „žakovské pokusy“, které nesouvisejí s pracovním listem. Kvůli tomu je také potřeba na začátku žáky upozornit, že budou pracovat s ohněm a aby důsledně dbali na bezpečnost.

V průběhu předchozí práce se také ukázalo, že někteří jedinci mají s pochopením zadání a předpřipravených obrázků problém i po povolení experimentovat. V takových případech byla konkrétním skupinkám ukázána situace odpovídající prvnímu obrázku a vysvětlen fakt, že vznikají dva různé typy stínu, přestože máme jenom jeden předmět.

Skupinová práce byla vyučujícím řízena a po uplynutí 25 minut následovala společná kontrola a diskuze k úloze 1. Během ní se ukázaly rozdíly jednotlivých skupin způsobené různým věkem. S prvními třemi situacemi si však úspěšně poradili všichni. Dvě skupinky (zahrnující vždy budoucí kvartány) uvedli správné řešení i u zbývajících situacích v druhém řádku. Jedno takové žakovské řešení, které v podstatě zcela odpovídá autorskému řešení, si můžeme prohlédnout na následujícím obrázku 54.

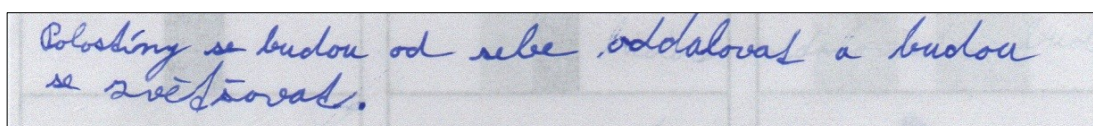
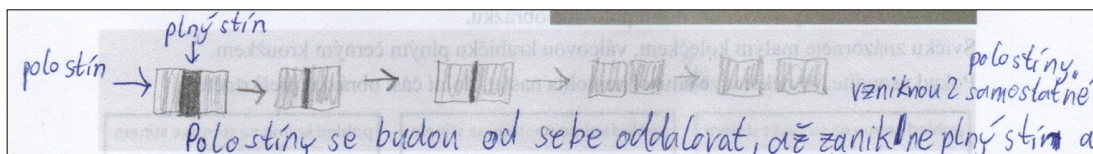


**Obrázek 54** Žakovské řešení rozmístění předmětů v úloze 1 aktivity *Stíny*

Vzhledem k tomu, že někteří byli během pokusování upozorněni na dva různé druhy stínu, součástí společné kontroly bylo také jejich správné pojmenování. Samostatně na ně nikdo z dětí nepřišel, proto byly pojmy plný stín a polostín žákům

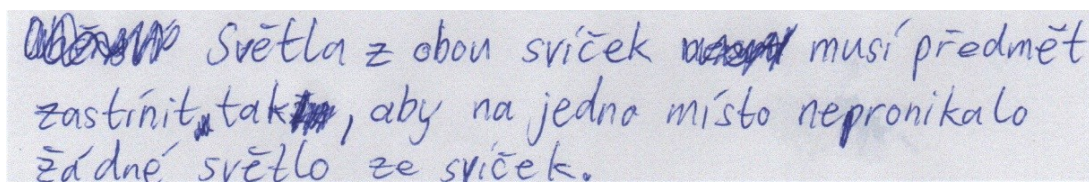
vysvětleny. V dalších úlohách tak již mohli s těmito termíny pracovat a první otázka v závěru tak postrádá smysl vyhodnocovat.

Po kontrole se opět samostatně pustili do vyplňování druhé strany pracovního listu. Úloha 3 nedělala žádné skupině problémy, všichni uvedli správné odpovědi. Naopak v jednom pracovním listu si žáci s odpovědí dali opravdu záležet, a dokonce ji podpořili náčrtky. Některé z nich se nacházejí na následujících fotografiích (viz obrázek 55).



**Obrázek 55** Odpověď žáků na otázky v úloze 3 aktivity *Stíny*

V závěru pracovního listu žáci v podstatě shrnují celou práci pomocí otázek na světlou a tmavou část stínu. Opět se budeme moci podívat na jedno konkrétní žákovské vysvětlení, kdy se objeví plný stín předmětu (viz obrázek 56).



**Obrázek 56** Žákovská odpověď na poslední otázku: "Co se musí stát, aby se ve výsledném stínu objevila jeho tmavá část?"

Během 15 minut jsme měli hotovo i s následnou diskuzí ohledně správného řešení. Celá aktivita tak probíhala celkem 50 minut včetně podrobně rozebraného řešení. Z této zkušenosti lze usuzovat, že pro starší žáky bude běžná vyučovací hodina pro práci dostatečná (pokud se upustí od vyhodnocení otázek, které se může nechat na nějakou další hodinu).

Některým skupinám pak ale poměrně dost času zabral samotný úklid. Vosk ze svíček, pokud se nechá zaschnout, jde z lavic hůře dolů. Jedním z navrhovaných řešení, jak si úklid zjednodušit, je, mít pod hořícími svíčkami vždy nějaký ochranný podklad, např. obyčejný papír.

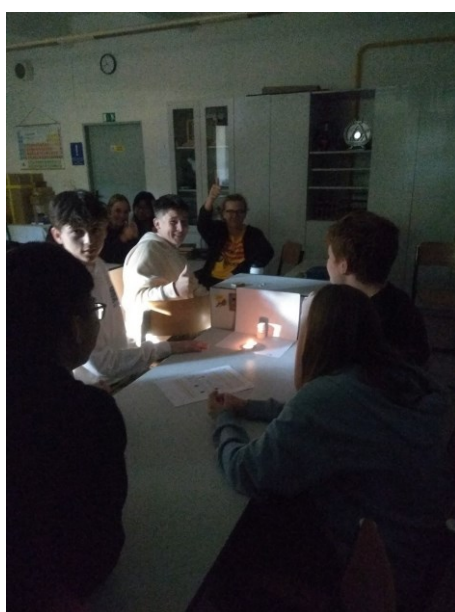


### 3.6.4.2 Testování ve výuce na Gymnáziu v Lovosicích

Téma optika je na tomto gymnáziu zařazeno právě do kvarty, ale až o něco později (prosinec – únor). Z tohoto důvodu se žáci kvarty zatím ve výuce fyziky s pojmy světlo ani stín neseznámili na rozdíl od kvintánů.

Pojďme se zaměřit na první zmiňovanou třídu, která se také k práci se stíny dostala jako první. Celkem se aktivity zúčastnilo 25 dětí, které byly rozděleny do pěti skupin po pěti. Na rozdíl od předchozích skupinových prací se dělení nenechávalo na žácích, ale bylo vytvořeno učitelem se zvláštním ohledem na to, aby se v každé skupině objevil alespoň jeden pracovitý žák s dobrými výsledky ve fyzice. Na začátku byli všichni upozorněni na bezpečnost při práci se svíčkami včetně informace, aby vždy pod hořícími svíčkami měli nějaký podklad jako ochranu lavic před kapajícím voskem. Navíc vzhledem ke špatným předchozím zkušenostem s touto třídou, kdy úkoly odbývali odpověďmi typu „nevím“, „neumím“ apod. nebo rádoby vtipnými nesmysly, byli všichni žáci upozorněni, že jejich práce bude hodnocena známkou. Následně se mohli pustit do řešení úlohy 1.

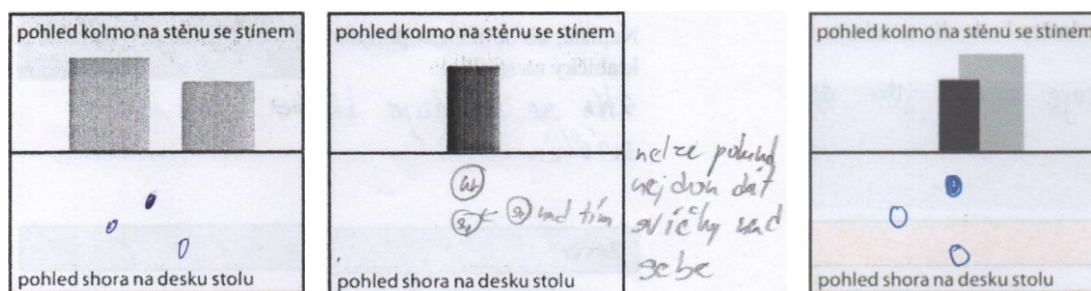
Pokus vypořádat se s touto úlohou jen díky představivosti a abstrakci stejně jako při předchozím testování selhal. Vzhledem k podstatě žádným uceleným vědomostem o vlastnostech světla všechny skupiny měly problémy s pochopením zadání a nevěděly, co mají dělat. Proto se po pár minutách opět rovnou rozdaly potřebné pomůcky a žáci mohli experimentovat, což je zachyceno na několika fotografiích (viz obrázek 57).



Obrázek 57 Žáci kvarty při experimentech se stínem krabíčky

Při pohledu na fotografie si můžeme všimnout, že učebna fyziky na gymnáziu umožňuje zatemnit okna, proto měli žáci ideální podmínky pro pozorování stínů. Přestože se zatemnila pouze dvě okna ze tří, zejména skupiny v zadní části místnosti dále od oken měli pro vyplňování pracovních listů zajištěné světlo jen od svých svíček. Některým skupinám to k práci stačilo (viz obrázek 57), další si mohli pomoci svícením na mobilním telefonu.

Po umožnění experimentování se většina skupin sama zorientovala a pustila se do hledání vyobrazených situací. Jedna z nich ale musela být vyučujícím správně navedena, jelikož ani sami nedokázali uspořádat tři předměty pro vznik stínu krabičky na stínítku. První tři situace opět zvládli nakreslit všechny skupiny správně. U čtvrté situace zaváhala pouze jedna skupina z pěti, kdy levou svíčku umístili blíže ke stínítku (viz první část obrázku 58 níže). Co se ale ukázalo jako překvapivé, byl fakt, že přestože se v zadání úlohy nachází upozornění ohledně nemožnosti některé z nakreslených situací, málokdo tyto situace rozpoznal. U posledního obrázku, kde se může u určitého rozmístění předmětů zdát, že se stín skládá pouze z tmavé části (viz poznámka a fotografie v řešení pracovního listu v příloze č. 12), se to dá očekávat. Navíc zde i dvě skupiny naznačily, že situace není možná (viz prostřední část obrázku 58). Předchozí situaci však úspěšně nevyřešil nikdo, všichni nakreslili nějaké umístění předmětů. Nejčastější špatná odpověď se nachází na obrázku 58 úplně vpravo.

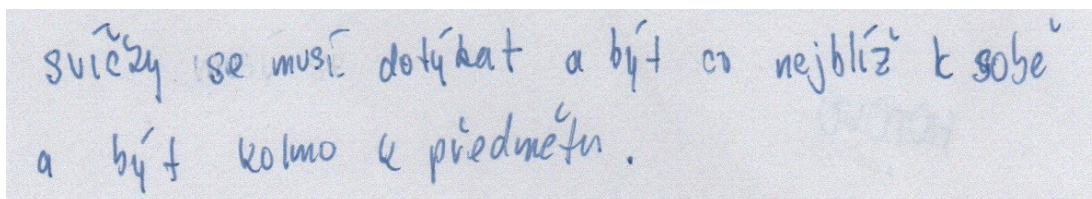


**Obrázek 58 Žákovská rozmístění předmětů v několika situacích**

V této třídě žáků se také objevily skupiny, které si nepozorně přečetly zadání. Tam je totiž přímo uvedeno, jakým způsobem se má nakreslit svíčka (malé prázdné kolečko) i válcová krabička (plné kolečko). Ne všichni však tyto pokyny dodrželi (viz obrázek 58 uprostřed), další zase místo koleček kreslili obdélníky.

Úloha 3 na druhé straně listu opět žákům nedělala problémy, proto nepotřebuje dalšího komentáře. Na chvíli se ale zastavíme u závěru. Jak už bylo zmíněno, kvartáni dosud neznají správné termíny pro různé stíny předmětu vznikající při dvou zdrojích

světla. Proto jim bylo sděleno, že si mohou vymyslet vlastní názvy, jak by druhy stínů sami pojmenovali. Jedna z nich však přesto správné termíny uvedla. Další tři skupiny napsali správný pojem pro světlejší stín – polostín, u tmavého ale nechávali pouze stín. Poslední otázka zaměřující se na vznik úplného stínu dopadla úspěšně, pouze jedna skupina nedokázala obecně popsat, jak tmavá část stínu vzniká. Uvedli jedno z konkrétních umístění předmětů, kdy se na stínítku úplný stín objeví (viz obrázek 59).



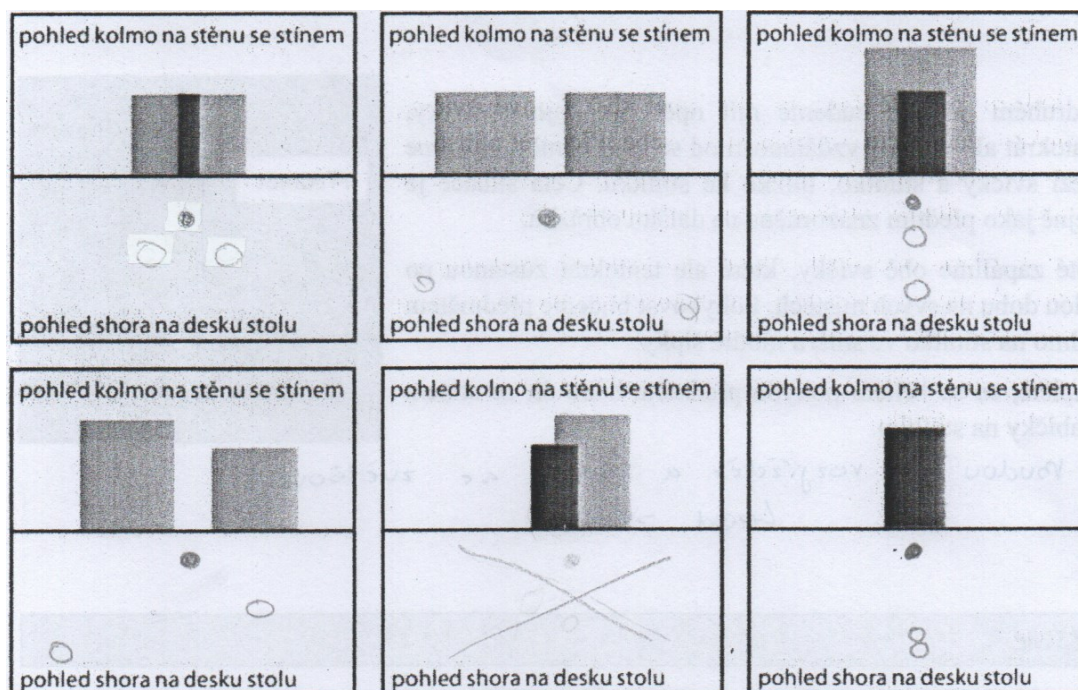
**Obrázek 59** Popis situace, kdy se objeví úplný stín

Ve druhé testované třídě s o rok staršími žáky se aktivitu zúčastnilo 19 kvintánů, kteří byli opět rozděleni do pěti skupin. Prvotní dělení bylo ponecháno na žácích, kdy vznikly dvě skupiny po čtyřech, dvě skupiny po třech a jedna skupina po pěti studentech. Následně chtěl učitel do uspořádání zasáhnout, aby se v každé skupině nacházel žák s dobrým uvažováním ve fyzice stejně jako u předchozí třídy. Toto kritérium nesplňovala pouze jedna tříčlenná skupina, kam se tedy měl přesunout konkrétní žák z pětičlenné, aby se také vyrovnaly počty členů. Všichni zapojení aktéři ale tento přesun odmítli a počtem znevýhodněná skupina prohlásila, že úkoly zvládnou i bez navrhované posily, navíc i s vědomím, že skupinová práce bude známkována. Na rozdíl od kvarty však zde známka nebyla ochranou a motivací pro smysluplné a plnohodnotné odpovědi, ale pouze jako jeden z pilířů pololetní klasifikace v předmětu.

Průběh práce v podstatě kopíroval situaci s první třídou, proto se zaměříme zejména na výsledky a odpovědi z pracovních listů.

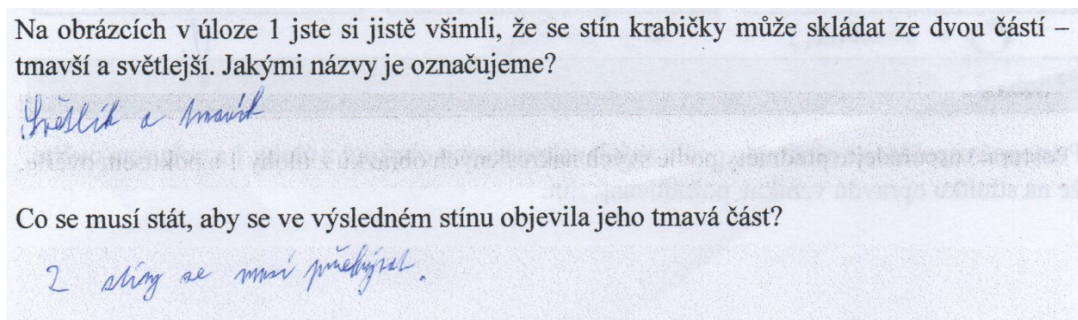
V této třídě se konečně povedlo jedné skupině vypořádat se s úlohou 1 pouze na základě představy bez experimentů, jejich řešení se nachází na obrázku 60 níže. Zbylé skupiny si opět spojily úlohu 1 s úlohou 2 a kreslily situace na základě pokusů. Řešení této úlohy dopadlo velmi podobně jako u předchozí třídy, s jedním výraznějším rozdílem, kdy byli kvintáni o něco málo úspěšnější v rozpoznání neexistujících situací. Dvě skupiny správně určily, že stín znázorněný na pátém obrázku se nikdy nevytvoří.





**Obrázek 60 Rozmístění předmětů bez podpory experimentů**

Úloha 3 byla pro žáky kvinty opět bezproblémová, všechny skupiny popsaly změnu stínu správně. Co se týče závěru, žáci této třídy měli téma optika již za sebou a správné termíny pro druhy stínu měli znát. Přesto se někteří žáci v průběhu práce přiznali, že si správné pojmy nepamatují, proto jim opět bylo sděleno, že si mohou vymyslet vlastní názvy. Starší žáci byli ve vymýšlení nových pojmů kreativnější (viz obrázek 61). S druhou otázkou v závěru opět kvintáni problém neměli a všechny skupiny odpovídaly správně.



**Obrázek 61 Odpovědi na otázky v závěru pracovního listu *Stíny***

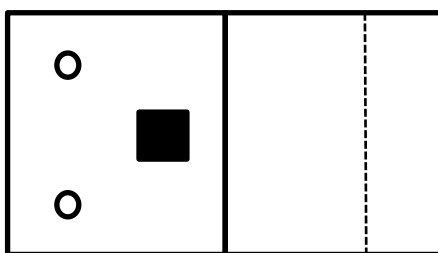
### 3.6.5 Zpětná vazba

#### 3.6.5.1 Dotazník

Dotazník sloužící k získání zpětné vazby od žáků v plném znění včetně správného řešení najdeme v příloze č. 13. Cílem tohoto dotazníku bylo nakreslit stín předmětu

vzniklý na stínítku, pokud je osvětlen dvěma svíčkami. K jeho splnění posloužily čtyři různé situace umístění všech tří pomůcek (předmět a dvě svíčky).

První úkol přímo vychází z předchozí skupinové práce, jelikož obsahuje stejné situace. Na rozdíl od úlohy 1 v pracovním listu je tentokrát zadané rozmístění předmětů a žáci mají do obrázků dokreslit vzniklý stín na stínítku. V druhém úkolu pracujeme s předmětem ve tvaru kvádrů. Opět se má nakreslit jeho stín, ale tentokrát nás hlavně zajímá plný stín. Navíc je obrázek skládající se ze dvou částí pootočen a znázorněn ve vodorovném směru (viz obrázek 62).



**Obrázek 62** Předpřipravené zadání pro zakreslení plného stínu

Tato část byla převzata s drobnými úpravami z původního zadání úlohy *Laboratorní práce* (viz kapitola 3.6.1 a obrázek 52).

Poslední otázka již nemá žádné fyzikální zaměření. Jejím cílem je prozkoumat, jaký dopad měla na žáky předchozí skupinová práce s pracovním listem *Stíny*, tedy jestli jim při řešení úloh pomohla či naopak.

### 3.6.5.2 Žákovské odpovědi

Dotazníky byly rozdány pouze žákům z obou tříd gymnázia v hodině fyziky, která vždy následovala přesně týden po předchozí skupinové práci na úlohách z aktivity *Stíny*. Získat odpovědi a komentáře dětí na letním táboře nebylo možné kvůli časovému rozvržení. Jejich práce se stíny totiž probíhala v jednom z posledních dní tábora a dávat jim k vyplnění dotazník bezprostředně po pracovních listech nemělo velký smysl.

Průběh hodiny s dotazníky byl stejný pro obě třídy. Jednalo se o samostatnou práci, žáci tedy neměli spolupracovat. Přes všechnu snahu se ale spolupráci úplně zabránit nepodařilo, zejména z důvodu, že uhlídat téměř třicet žáků v učebně, kde sedí po třech, je v podstatě nemožné. Pro vypracování by bohatě mělo stačit 20 minut, do nichž je započítáno pravděpodobně nutné dovysvětlení druhé situace s předmětem ve tvaru kvádrů.

V kvartě jsme celkem vybrali 30 dotazníků, z čehož ale 4 odevzdali žáci, kteří se předchozí práce a experimentu nezúčastnili. Přestože se o porozumění úkolů a nakreslení stínů pokusili, nikdo z nich nevedl správné řešení a jejich obrázky postrádaly smysl (viz obrázek 63). Z toho důvodu jejich výsledky nebudeme zde do celkového hodnocení zahrnovat a budeme brát v potaz pouze zbývajících 26 vyplněných dotazníků.



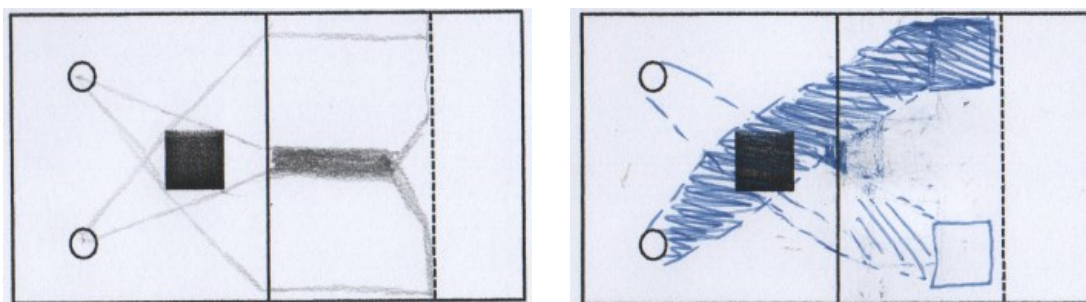
**Obrázek 63 Nesprávné zakreslení stínu předmětu několika žáků**

Pro přehledné zhodnocení úspěšnosti fyzikálních úkolů využijeme tabulku č. 12. Z té vidíme, že celkem 11 žáků nakreslilo stín krabčičky ve všech třech případech správně. Za úspěšné bychom mohli považovat i žáky, kteří udělali pouze jednu chybu, tedy celkem 20 z 26 si s touto úlohou úspěšně poradilo.

**Tabulka 12 Počet žáků kvarty v závislosti na počtu správných odpovědí**

	Počet žáků
<b>Správně všechny tři situace</b>	11
<b>Správně 2 situace ze 3</b>	9
<b>Správně 1 situace ze 3</b>	3
<b>Žádná situace správně</b>	3

Druhý fyzikální úkol oproti tomu dopadl o poznání hůře. Už v průběhu vyplňování se od žáků ozývalo velké množství dotazů na porozumění zadání. Pouze 3 žáci zvládli správně nakreslit stín kvádru s využitím paprsků světla (viz obrázek 64 úplně vlevo). Ostatní nejčastěji nezačínali s paprskem uprostřed svíčky a také nepřesně zakreslovali chod paprsků, přestože jim bylo doporučeno je kreslit podle pravítka, málokdo ho skutečně použil. Jedno z takových řešení najdeme vpravo na obrázku 64 níže.



**Obrázek 64 Správné zakreslení stínu kváдру (vlevo) a nesprávné řešení stejné situace (vpravo)**

Poslední rámeček byl prostorem pro zodpovězení otázky, zda žákům předchozí skupinová práce přišla užitečná k vypracování těchto dalších úkolů a proč. Přestože v zadání mají okomentovat jen kladnou odpověď, bylo jim řečeno, aby připsali důvod i v případě záporné odpovědi. Většina žáků vyjadřovala souhlas s tím, že jim předchozí experimenty se stínem nyní pomohly k lepší představě a úkol byl pro ně snadný (viz obrázek 65).

Ano pomohlo, v principu jak rozděl jaký stín  
rozlišit a postavených svíček a drobků, takže  
řešení pro mě nebylo problémem.

**Obrázek 65 Žákovské zhodnocení užitečnosti aktivity *Stíny***

Pouze tři žáci uvedli zápornou odpověď s důvodem, že po týdnu si již nic z předchozí práce nepamatuji.

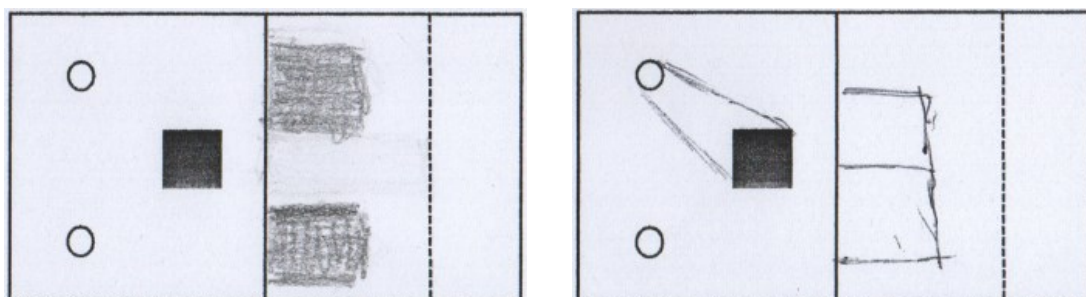
V kvintě se vybralo celkem 17 dotazníků, přičemž všichni zúčastnění žáci byli přítomni i na předchozí aktivitě *Stíny*. Celkově byli kvintáni v řešení úloh z dotazníku úspěšnější než jejich mladší kolegové. K vyhodnocení první části dotazníku opět využijeme podobnou tabulku č. 13 jako předtím. Z tabulky vidíme, že většina žáků (konkrétně 15 ze 17) zakreslila správně alespoň dvě situace ze tří, což považujeme za úspěšné vyřešení.



**Tabulka 13 Počet žáků kvinty v závislosti na počtu správných odpovědí**

	Počet žáků
Správně všechny tři situace	12
Správně 2 situace ze 3	3
Správně 1 situace ze 3	2
Žádná situace správně	0

Druhá část fyzikálních úkolů s plným stínem kvádro také dopadla u této třídy lépe. Přestože žáci měli také na začátku problémy s pochopením zadání, po vysvětlení si se správným znázorněním stínu poradilo 9 žáků. Nejčastějšími chybami bylo opět nesprávné zakreslení paprsků, resp. jejich úplná absence (viz obrázek 66). V takovém případě žáci stín nejspíše pouze odhadovali.



**Obrázek 66 Nesprávně zakreslený plný stín kvádro od dvou žáků kvinty**

Zhodnocení užitečnosti předchozí skupinové práce dopadlo také pozitivně. Pouze dva žáci uvedli zápornou odpověď s odůvodněním, že by úkoly z dotazníku zvládli i bez předchozích experimentů a skupinové práce. Zbýlých 15 žáků kladně hodnotilo, jednak skupinovou práci, jednak možnost vzniklé stíny vidět na základě pokusů se svíčkami.

### **3.6.5.3 Doporučení**

Opět by měli být žáci schopni si s úlohami v této aktivitě poradit v rámci jedné vyučovací hodiny (45 minut), v té se ale pravděpodobně nestihne vyhodnocení a diskuze nad odpověďmi. Na to je zapotřebí další hodiny, učitel si tak může žákovská řešení do té doby v klidu projít nejprve sám.

Při tisknutí těchto pracovních listů je doporučeno použít barevný tisk, kvůli barevným šipkám v obrázcích u úlohy 3. Pokud barevný tisk k dispozici není, je potřeba myslet na to, že šipky mohou v černobílém obrázku úplně zaniknout a je nutné buď šipky zvýraznit ručně, nebo žákům poradit během práce na úloze.

Vyřešit úlohu 1 se zakreslením rozmístění předmětů pouze na úrovni představy je pro žáky velmi obtížné. Nejenom v tom, že pokud se předtím se vznikem stínu neseznámili, mají i v souvislosti s delším slovním zadáním problém pochopit, co je jejich úkolem. Z testovaných skupin pouze jediná tento úkol zvládla. Z toho důvodu je potřeba práci žáků sledovat, a pokud se po např. 10 minutách ukáže, že si s touto úlohou neví rady, můžou se jim rozdat pomůcky, umožnit experimentovat a spojit tak úlohu 1 s úlohou 2. Pokud i nadále budou žáci tápat, může jim učitel první situaci sestavit a s její pomocí tak vysvětlit vznik stínu předmětu ze dvou zdrojů světla. Tento úvod aktivity se dá také pojmout obráceně a pořadí úloh 1 a 2 prohodit. Nechat tedy žáky nejprve experimentovat a prozkoumat vznik stínu a následně je nechat dokreslit dané situace.

Ideální podmínky pro experimentování by měly zahrnovat učebnu s možností alespoň částečného zatemnění. Přestože jsou stíny předmětu pozorovatelné i za denního světla, zejména v případě slunečného dne bude jejich pozorování obtížné.

Při práci s hořícími svíčkami je nutné pečlivě dbát na bezpečnost práce, žáky dopředu upozornit, aby byli opatrní, jak vůči sobě, ostatním spolužákům i vůči předmětům kolem sebe. S tím souvisí i poznatek, že kapající vosk ze zapálených svíček by mohl umazat lavici pod nimi a následný úklid zaschlého vosku je časově náročný. Proto je ideální vždy mít pod svíčkami nějaký ochranný podklad, např. obyčejný papír, noviny apod.

Přestože se jedná o obyčejné čajové svíčky, mají někteří jedinci (zvláště mladšího věku – sekunda, tercie) si s nimi „hrát“, proto je potřeba s tímto počítat a v případě potřeby skupiny popohánět.

U úlohy 3 se předpokládá, že žáci budou experimentovat a odpovídat tak na základě pokusů. Podle úrovně žáků ale může učitel nahradit variantou, kdy žáci nejprve odhadnout, jak se stín bude měnit, a své odhady teprve pomocí experimentu zkontrolovat.

Závěr je cílen na správné termíny z tématu o stínech. Pokud se s ním žáci ještě ve výuce nesečkali, pravděpodobně správné pojmy znát nebudou. Potom se dá první otázka nahradit tím, aby žáci nějaké označení sami vymysleli. Druhá závěrečná otázka je myšlena zcela obecně, tedy jakým způsobem vzniká tmavá část stínu neboli plný stín. Někteří žáci tuto otázku mohou vztáhnout k předchozím situacím a popisovat tak konkrétní uspořádání používaných předmětů, kdy vznikl plný stín. V takovém případě

je potřeba se pokusit žáky v uvažování popostrčit zamýšleným směrem nebo uznávat jako správnou i tuto možnost.

Nakonec se zde může zmínit souvislost polostínu a plného stínu s úplným, případně částečným zatmění Slunce (Měsíce). V tomto případě je plný stín tvořen jedním zdrojem světla (Sluncem) z důvodu jeho velikosti. Nikdo z testovaných žáků ale na tuto souvislost nepřišel.

## 4. Zpětná vazba od učitelů

V poslední čtvrté kapitole se podíváme, jak vzniklé aktivity a pracovní listy zhodnotili zkušení učitelé. O názor byli požádáni čtyři vyučující z různých škol, konkrétně se jednalo o Petru Jetenskou a Lucii Jonášovou z Gymnázia v Lovosicích, Moniku Morávkovou z Gymnázia Jateční v Ústí nad Labem a Janu Štykovou z Gymnázia a SOŠ dr. Václava Šmejkalů v Ústí nad Labem. Všechny oslovené učitelky momentálně působí na gymnáziích, ale tři z nich mají zkušenosti i s výukou na klasické základní škole. Konkrétní počty let praxe na jednotlivých typech škol jsou shrnuty v následující tabulce č. 14.

**Tabulka 14 Počty let praxe oslovených vyučujících**

<b>Vyučující</b>	<b>Počet let praxe na základní škole</b>	<b>Počet let praxe na gymnáziu nebo střední škole</b>
Petra Jetenská	7	9
Lucie Jonášová	3	16
Monika Morávková	3	29
Jana Štyková	0	29

### 4.1 Dotazník pro učitele

Zpětná vazba byla získána pomocí dotazníku, který byl zaslán společně se všemi pracovními listy a průvodním dopisem. Podobu dotazníku včetně informací, jež měli vyučující k dispozici, si můžeme prohlédnout v příloze č. 14.

Dotazník se skládá z celkem šesti otázek, z nichž jedna se týká počtu let praxe na základní či střední škole (výsledky viz tabulka 14). Zbylé otázky se již vztahují k pracovním listům. V prvních dvou otázkách mají učitelé zhodnotit náročnost zvolených úloh či zda na sebe jednotlivé úlohy vhodně navazují, tedy logickou strukturu pracovních listů společně s vhodnými úpravami. Obtížnost zadání mají v jedné z částí vyjádřit i pomocí následující číselné škály: 1 (velmi lehké) - 2 (lehké) - 3 (průměrně obtížné) - 4 (obtížné) - 5 (velmi obtížné). Toto číselné hodnocení provádí zvlášť pro každý pracovní list a také zvlášť pro určitou věkovou skupinu žáků, s nimiž se během své učitelské praxe vyučující setkali. Jedna z dalších otázek se zaměřuje na



zařazení aktivit do učiva základních i středních škol a v poslední se ptáme, zda by vyučující tyto pracovní listy využili ve své vlastní výuce.

## 4.2 Vyhodnocení zpětné vazby

U prvních dvou otázek ohledně náročnosti a logické návaznosti úloh došly oslovené vyučující ke vzájemné shodě, kdy odpovídaly kladně, tedy náročnost zvolených úloh jim přišla přiměřená. Jedna z vyučujících se však obává náročnosti časové, ta se může výrazně lišit třídu od třídy. Učitel by však měl mít o své třídě přehled a případně uzpůsobit počet úloh, např. vynecháním některých z nich. Logickou stavbu pracovních listů a návaznost úloh také všechny shledaly jako vyhovující. Zde se navíc objevily komentáře k pracovnímu listu *Stíny*, kdy jedna z vyučujících navrhla obrátit pořadí úloh 1 a 2, nejprve by žáci experimentovali se stínem krabíčky a teprve poté by kreslili jednotlivé situace do obrázků. Tento poznatek byl přidán do pracovního listu pro učitele jako jeden z metodických komentářů. Další návrh se týkal pracovního listu *Klimadiagram 1*, kde by bylo možné společnou kontrolu úloh 1 a 2 realizovat pomocí vzájemného žakovského hodnocení (skupiny by si své odpovědi vyměnily a vzájemně zkontrolovaly).

Při zařazování aktivit do učiva škol se vyučující také ve svých odpovědích shodovaly. Většina zařazovala témata aktivit do jednotlivých oborů a celků ve fyzice, které si můžeme prohlédnout v tabulce č. 15. Jedna z vyučujících dokonce doplnila i odpovídající ročníky podle svých zkušeností (opět shrnuto v tabulce č. 15), druhá naopak argumentovala tím, že zařazení do ročníků není možné, vzhledem k různým školním vzdělávacím plánům, které si každá škola tvoří sama na základě velmi obecného rámcového vzdělávacího plánu.

**Tabulka 15 Zařazení aktivit do učiva ZŠ a SŠ podle vyučujících**

<b>Aktivita</b>	<i>Domeček</i>	<i>Klimad. 1 + klimad. 2</i>	<i>Radioaktivita</i>	<i>Stíny</i>	<i>Změny teploty</i>
<b>Téma ve fyzice</b>	elektrický proud, elektrické obvody	atmosféra Země (spíše do zeměpisu)	radioaktivní záření	optika	měření teploty (6. ročník) nebo teplo (8. ročník)
<b>Ročník</b>	8. ZŠ	9. ZŠ	9. ZŠ nebo 3. ročník SŠ	7. nebo 9. ZŠ	6. nebo 8. ZŠ

Největším problémem bylo zařazení pracovních listů *Klimadiagram 1* a *Klimadiagram 2*. Ve fyzice by se tyto aktivity daly zařadit do tématu atmosféry Země, tedy do celku Vesmír obvykle probíraném v 9. ročníku základní školy a kvartě víceletého gymnázia. Některé vyučující se spíše přikláněly k zařazení aktivit do hodin zeměpisu či matematiky při práci s grafy.

V následující tabulce č. 16 je průměrné hodnocení obtížnosti úloh. Obtížnost učitelé posuzovali pouze podle svých zkušeností s výukou na různých typech škol pomocí číselné stupnice 1 (velmi lehké) - 2 (lehké) - 3 (průměrně obtížné) - 4 (obtížné) - 5 (velmi obtížné).

**Tabulka 16 Průměrné číselné zhodnocení obtížnosti aktivit**

	<b>domeček</b>	<b>klimad. 1</b>	<b>klimad. 2</b>	<b>radioaktivita</b>	<b>stíny</b>	<b>změny teploty</b>
<b>žáci ZŠ</b>	4	3	2	4	3-4	2
<b>kvarta víceletého gymnázia</b>	3	2	2	3	3	2
<b>1. ročník gymnázia</b>	3	2	1-2	3	3	1-2
<b>1. ročník SŠ</b>	3	2-3	2	3	2	2

Obecně se dá říct, že v hodnocení obtížnosti se učitelé poměrně shodují (až na výjimku zmíněnou dále). Podle očekávání jsou úlohy v aktivitách považovány za obtížnější pro žáky základních škol, poněkud menší obtížnost představují pro žáky gymnázií (včetně víceletých). To je pochopitelné, vzhledem k tomu, že ze základních škol na gymnázia odcházejí žáci s nejlepším prospěchem. Za nejobtížnější jsou považovány aktivity č. 4 zaměřená na radioaktivitu a č. 1 s názvem *Domeček pro panenky*. U radioaktivity je to zajisté způsobeno tím, že se tomuto tématu věnuje výuka v nižších ročnících pouze okrajově a žáci nemají s touto problematikou příliš zkušeností. Na druhou stranu součástí aktivity je také experimentální měření a zpracování jeho výsledků, což by mohlo žákům téma zpřístupnit.

Jako obtížnější je hodnocena i aktivita č. 1 („*Domeček*“) zaměřená na elektrické obvody. Zde hrála roli pravděpodobně zkušenost s tím, že téma elektrického proudu často žákům dělá problémy.

Poněkud méně obtížné se jeví úlohy na klimadiagramy (aktivity č. 2 a 3) a aktivita 6 týkající se změn teploty. V případě 6. úlohy se jedná o téma, se kterým mají žáci určitě hodně osobních zkušeností, navíc se jedná o praktické měření teploty, se kterým nejsou spojené žádné potíže. Klimadiagramy pak představují zejména práci s grafy, což podle autorčiných dosavadních zkušeností může být pro některé žáky obtížnější. Ovšem 2. část spočívající hlavně ve vymýšlení úloh, které lze pomocí těchto grafů řešit, by neměla působit žádné komplikace.

Rozporuplnější je hodnocení obtížnosti aktivity č. 5 – *Stíny*. Jedna vyučující hodnotila aktivitu jako velmi lehkou, zatímco ostatní se přikláněli k názoru, že aktivita je obtížná. Domníváme se (a praktické testování to potvrzuje), že aktivita bude pro žáky spíše obtížnější. Je to způsobeno tím, že úloha v první části vyžaduje uvažování o oblasti, se kterou se žáci nemuseli při výuce podrobněji setkat. Vyučující, která hodnotila úlohu jako velmi lehkou, byla zřejmě ovlivněna tím, že žáci budou ve druhé části schopni využít poznatky z experimentu u první části. I druhá část, pokud mají žáci předpovědět výsledek experimentu, nepatří k jednoduchým, což opět potvrdilo testování.

Závěrem je možno konstatovat, že vyučující hodnotily úlohy pozitivně a dokážou si představit jejich využití ve výuce. Zejména oceňovaly podrobnou metodickou podporu a nejčastěji zmiňovaly možnost využití aktivit *Domeček pro panenky*, *Stíny* a *Radioaktivita* pro své žáky. Jako velký problém však vidí časovou náročnost.

## Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo k vytipovaným úlohám z šetření PISA testující zejména přírodovědnou gramotnost s důrazem na fyziku sestavit experimenty, které by ověřovaly jejich výsledky. Dále vytvořit další vlastní úlohy podobného typu. V rámci práce tak vzniklo celkem 6 pracovních listů ke dvěma úlohám převzatých z testování PISA: *Změny teploty*, *Stíny* a čtyřem vlastním aktivitám navrženým autorkou práce: *Domeček pro panenky*, *Klimadiagram 1*, *Klimadiagram 2* a *Radioaktivita*. Pracovní listy včetně správného řešení a metodických komentářů pro učitele se nachází v příloze této práce. V čisté podobě, tedy připraveny k tisku pro žáky, je čtenáři naleznou ve zvláštní příloze.

Jedním z dílčích (a pro další postup práce nezbytných) cílů bylo seznámení se se samotným šetřením PISA, jehož stručný popis včetně vymezení pojmu přírodovědné gramotnosti se nachází v první kapitole. Její součástí je i zpracovaná rešerše uvolněných přírodovědných úloh z tohoto testování, jejichž výsledky by šly experimentálně ověřit. Všechny vytipované úlohy jsou přehledně zpracovány v tabulce č. 4 v závěru kapitoly.

Druhá kapitola se zaměřuje na výběr úloh vhodných k podrobnějšímu zpracování ve formě pracovních listů a na konkrétní vytipované úlohy: *Teplo*, *Laboratorní práce*, *Svícen*, *Krémy na opalování* a *Zaklesnuté hrnce*. U posledních třech zmiňovaných se však záhy ukázalo, že pro využití ve výuce vhodné nejsou zejména z důvodů špatné dostupnosti potřebných pomůcek či časové náročnosti. Zbylé dvě uvedené úlohy byly pod jinými názvy *Změny teploty (Teplo)*, *Stíny (Laboratorní práce)* zpracovány do podoby pracovních listů a popsány společně s vlastními aktivitami v následující třetí kapitole.

Ve třetí kapitole se nachází jednotlivé zpracované aktivity, tedy kombinaci teoretických úloh a jejich ověření pomocí experimentu (jejich výčet viz první odstavec). U každé aktivity se nachází její základní idea, popis experimentu, popis struktury pracovního listu, testování aktivity ve výuce a zpětná vazba od žáků. Testování probíhalo na Gymnáziu v Lovosicích v hodinách fyziky dvou tříd tercie (odpovídá 8. ročníku na základní škole) a kvarty (odpovídá 9. ročníku na základní škole) v období duben–červen 2023 a říjen–listopad 2023 (v těchto měsících se již jedná o další školní rok a třídy postoupily o ročník výše – kvarta a kvinta). Zpětná vazba byla získána za pomoci dotazníků, které jednak obsahovaly fyzikální dotazy

úzcce související s úlohami v aktivitách, jednak zhodnocující otázky cílící zejména na užitečnost předchozí práce na aktivitách vůči novým úkolům v dotazníku. Z testování vyplynulo mnoho důležitých poznatků a doporučení, které byly zaznamenány do pracovních listů pro učitele.

V poslední kapitole se seznámíme se závěry a komentáři čtyř zkušených vyučujících ze tří různých škol. Všechny oslovené vyučující momentálně vyučující na gymnáziích, většina z nich však má zkušenosti i s výukou na základní škole. Vyučující hodnotily úlohy pozitivně a dokážou si představit jejich využití ve výuce. Zejména oceňovaly podrobnou metodickou podporu a nejčastěji zmiňovaly možnost využití aktivit *Domeček pro panenky*, *Stíny* a *Radioaktivita* pro své žáky. Jako velký problém však vidí časovou náročnost. V současné době se učební plány fyziky většiny škol omezují na minimální počet povinných hodin a prakticky mizí dříve obvyklé hodiny laboratorních prací. Protože povinný obsah učiva definovaný ŠVP se prakticky nezměnil, je obtížné zařazovat do výuky časově náročnější experimenty. Na druhou stranu by právě zařazování podobných úloh a větší zaměření na praktické využití poznatků mohlo přispět ke změně pohledu na výuku fyziky, která je mnohdy žáky i jejich rodiči považována za naprosto zbytečnou a v dalším životě za nepotřebnou. Bohužel se tomuto trendu ve snaze vyhovět přáním rodičů často přizpůsobuje i vedení škol.

## Seznam použité literatury

- [1] O šetření PISA. *Česká školní inspekce* [online]. Praha, c2022 [cit. 2022-08-18]. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Mezinarodni-setreni/PISA/O-setreni-PISA>
- [2] BOUDOVÁ, Simona, Barbora HALBOVÁ a Vladislav Tomášek. *Národní zpráva PISA 2022* [online]. Praha: Česká školní inspekce, 2023 [cit. 2023-12-22]. ISBN 978-80-88492-53-5. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Publikace-a-ostatni-vystupy/Narodni-zprava-PISA-2022>
- [3] Datové soubory a dotazníky. *Česká školní inspekce: Mezinárodní šetření PISA* [online]. Praha: Česká školní inspekce, c2022 [cit. 2022-08-18]. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Mezinarodni-setreni/PISA/Datove-soubory-a-dotazniky>
- [4] BOUDOVÁ, Simona, Šárka VOKOUNOVÁ, Josef BASL, Ondřej ANDRYS, Tomáš ZATLOUKAL a Dana PRAŽÁKOVÁ. *Růstové nastavení myslí žáků a jeho vliv na výsledky vzdělávání: Sekundární analýza PISA 2018* [online]. Praha: Česká školní inspekce, 2021 [cit. 2022-08-18]. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Publikace-a-ostatni-vystupy/Sekundarni-analyza-PISA-2018-Rustove-nastaveni-mys>
- [5] LEBEDA, Tomáš, a kol. *Well-being žáků, třídní klima, používání ICT a vnímání role učitele: Sekundární analýza PISA 2018* [online]. Praha: Česká školní inspekce, 2021 [cit. 2022-08-18]. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Publikace-a-ostatni-vystupy/Sekundarni-analyza-PISA-2018-Well-being-zaku,-trid>
- [6] *Měření vědomostí a dovedností: nová koncepce hodnocení žáků* [online]. [Praha]: Ústav pro informace ve vzdělávání, 1999 [cit. 2023-07-11]. ISBN 80-211-0333-7. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/1990-1999\\_p%0c5%99%0c3%adlohy/Mezin%0c3%a1rodn%0c3%ad%20%0c5%a1et%0c5%99en%0c3%ad/Mereni-vedomosti-a-dovednosti-publikace.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/1990-1999_p%0c5%99%0c3%adlohy/Mezin%0c3%a1rodn%0c3%ad%20%0c5%a1et%0c5%99en%0c3%ad/Mereni-vedomosti-a-dovednosti-publikace.pdf)
- [7] *Koncepce přírodovědné gramotnosti ve výzkumu PISA 2006* [online]. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání – Oddělení mezinárodních výzkumů, 2006 [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2006\\_p%0c5%99%0c3%adlohy/Mezin%0c3%a1rodn%0c3%ad%20%0c5%a1et%0c5%99en%0c3%ad/Koncepce-prirod-gramot-v-PISA-2006.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2006_p%0c5%99%0c3%adlohy/Mezin%0c3%a1rodn%0c3%ad%20%0c5%a1et%0c5%99en%0c3%ad/Koncepce-prirod-gramot-v-PISA-2006.pdf)
- [8] *PISA 2015: Koncepční rámec hodnocení přírodovědné gramotnosti* [online]. Praha: Česká školní inspekce, 2017 [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/PDF\\_el.\\_publikace/Mezin%0c3%a1rodn%0c3%ad%20%0c5%a1et%0c5%99en%0c3%ad/PISA\\_2015\\_koncepcni\\_ramec\\_prgr.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Mezin%0c3%a1rodn%0c3%ad%20%0c5%a1et%0c5%99en%0c3%ad/PISA_2015_koncepcni_ramec_prgr.pdf)
- [9] *Úlohy pro měření čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti (patnáctiletých žáků)* [online]. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 2000 [cit. 2022-08-18]. ISBN 80-211-0366-3. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2000\\_p%0c5%99%0c3%adlohy/Mezin%0c3%a1rodn%0c3%ad%20%0c5%a1et%0c5%99en%0c3%ad/ulohy-pro-mereni-gramotnosti-publikace.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2000_p%0c5%99%0c3%adlohy/Mezin%0c3%a1rodn%0c3%ad%20%0c5%a1et%0c5%99en%0c3%ad/ulohy-pro-mereni-gramotnosti-publikace.pdf)



2022-08-19]. ISBN 978-80-88087-25-0. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF\\_el\\_publikace/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/PISA\\_2015\\_up\\_2019\\_final\\_web.pdf](https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el_publikace/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/PISA_2015_up_2019_final_web.pdf)

[18] PISA 2015 Science Test. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT [OECD]. Oecd [online]. [cit. 2024-04-13]. Dostupné z: <https://www.oecd.org/pisa/test/other-languages/>

[19] BLAŽEK, Radek, Zuzana JANOTOVÁ, Eva POTUŽNÍKOVÁ a Josef BASL. Mezinárodní šetření PISA 2018: *Národní zpráva* [online]. Praha: Česká školní inspekce, 2019 [cit. 2022-08-18]. ISBN 978-80-88087-24-3. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Publikace-a-ostatni-vystupy/Mezinarodni-setreni-PISA-2018-Narodni-zprava>

[20] JANOTOVÁ, Zuzana, Jana HANUŠOVÁ, Tomáš CHROBÁK, Monika OLŠÁKOVÁ, Václav FIALA, Dana PRAŽÁKOVÁ, Veronika FIEDLEROVÁ a Petra HLAWATSCHKE. *Inspirace pro rozvoj gramotností PISA: Úlohy ze čtenářské, přírodovědné a matematické gramotnosti* [online]. Praha: Česká školní inspekce, c2020 [cit. 2022-08-19]. ISBN 978-80-88087-44-1. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/2021\\_p%5%99%3%adlohy/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/PISA\\_2020\\_04\\_01\\_e-verze\\_final.pdf](https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/2021_p%5%99%3%adlohy/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/PISA_2020_04_01_e-verze_final.pdf)

[21] O šetření TIMSS. Česká školní inspekce [online]. Praha: Česká školní inspekce, c2022 [cit. 2022-08-21]. Dostupné z: <https://www.csicr.cz/cz/Mezinarodni-setreni/TIMSS/O-setreni-TIMSS>

[22] Archiv. Česká školní inspekce [online]. Praha: Česká školní inspekce, c2022 [cit. 2022-08-21]. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/cz/Mezinarodni-setreni/TIMSS/Archiv-\(1\)](https://www.csicr.cz/cz/Mezinarodni-setreni/TIMSS/Archiv-(1))

[23] PALEČKOVÁ, Jana, a kol. Úlohy z matematiky a přírodních věd pro žáky 8. ročníku [online]. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání [ÚIV], Nakladatelství TAURIS, 2001 [cit. 2024-04-13]. ISBN 80-211-0406-6. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2001\\_p%5%99%3%adlohy/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/matematicke-a-prirodovedne-ulohy.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2001_p%5%99%3%adlohy/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/matematicke-a-prirodovedne-ulohy.pdf)

[24] TOMÁŠEK, Vladislav, a kol. Úlohy z přírodních věd pro 8. ročník [online]. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání [ÚIV], 2009 [cit. 2024-04-13]. ISBN 978-80-211-0589-8. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2009\\_p%5%99%3%adlohy/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/Ulohy-z-PV-8-roc-publikace.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2009_p%5%99%3%adlohy/Mezin%3%a1rodn%3%ad%20%5%a1et%5%99en%3%ad/Ulohy-z-PV-8-roc-publikace.pdf)

[25] MANDÍKOVÁ, Dana a Jitka HOUFKOVÁ, a kol. Přírodovědné úlohy pro druhý stupeň základního vzdělávání [online]. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání [ÚIV], 2011 [cit. 2024-04-13]. ISBN 978-80-211-0610-9. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/html/PrUlohy\\_2st/html5/index.html?&locale=CSY](https://www.csicr.cz/html/PrUlohy_2st/html5/index.html?&locale=CSY)



- [26] ČERNOCKÝ, Bohumil, a kol. *Přírodovědná gramotnost ve výuce: Příručka pro učitele se souborem úloh* [online]. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, divize VÚP, 2011 [cit. 2022-08-27]. ISBN 978-80-86856-84-1. Dostupné z: [http://www.vuppraha.rvp.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna\\_gramotnost.pdf](http://www.vuppraha.rvp.cz/wp-content/uploads/2012/01/Prirodovedna_gramotnost.pdf)
- [27] Sbíрка řešených úloh. Sbíрка řešených úloh [online]. [2006] [cit. 2024-04-13]. Dostupné z: <https://reseneulohy.cz/cs/fyzika/ulohy-pisa>
- [28] Formy na plovoucí svíčky. In: *Tvořivý AMOS* [online]. [cit. 2023-07-05]. Dostupné z: <https://www.tvorivyamos.cz/formy-plovouci-svice>
- [29] *Circuit diagram* [online]. c2023 [cit. 2023-07-12]. Dostupné z: <https://www.circuit-diagram.org/>
- [30] Climate Data [online]. [cit. 2024-04-30]. Dostupné z: <https://en.climate-data.org/>
- [31] *Sydney climate (Australia)* [online]. *Climate Data*. [cit. 2024-04-30]. Dostupné z: <https://en.climate-data.org/oceania/australia/new-south-wales/sydney-24/>
- [32] ŠVANDELÍK, Jaroslav a Peter ŽILAVÝ. *Poznávej bez obav ionizující záření: Souprava Gamabeta 2007* [online]. 2007 [cit. 2023-07-19]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/stahuj-zdarma/tiskoviny/gamabeta>
- [33] *Go!Temp* [online]. *Vernier*. c2024 [cit. 2024-04-30]. Dostupné z: <https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/go-temp>
- [34] *Graphical Analysis* [online]. *Vernier*. c2024. [cit. 2024-04-30]. Dostupné z: <https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/ga>
- [35] *Logger Lite* [online]. *Vernier*. c2024. [cit. 2024-04-30]. Dostupné z: <https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/ll>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Ilustrace situace v úloze Autobusy (převzato z [9]) .....	8
Obrázek 2 Obrázkové zadání pro dokreslení hnacího řemenu (převzato z [11]).....	10
Obrázek 3 Soustava zavlažovacích kanálů (převzato z [12]).....	10
Obrázek 4 Chlebové těsto – nákresy pokusů (převzato z [13]) .....	12
Obrázek 5 Pouštní lednička – úvod (převzato z [8]).....	14
Obrázek 6 Pouštní lednička – otázka (převzato z [8]) .....	15
Obrázek 7 Vynález Leonarda da Vinci k úloze Ochrana hradeb (převzato z [15]) ...	17
Obrázek 8 Magnety vsunuté do sypkých látek k úloze D2 (převzato z [23]) .....	19
Obrázek 9 Úvodní text k úloze Krémy na opalování (převzato z [11]) .....	27
Obrázek 10 Diagramy k úloze Krémy na opalování (převzato z [11]) .....	27
Obrázek 11 Úvodní text s obrázkou k úloze Svícen (převzato z [15]) .....	28
Obrázek 12 Různé typy nádob pro svícen.....	29
Obrázek 13 Plovoucí svíčka.....	29
Obrázek 14 Plovoucí svíčky (převzato z [28]).....	29
Obrázek 15 Schéma elektrického obvodu osvětlení domečku pro panenky.....	33
Obrázek 16 Rozložení součástek v místnostech domečku.....	33
Obrázek 17 Používané objímky a spínače .....	34
Obrázek 18 Sestavený elektrický obvod zadaný v aktivitě <i>Domeček pro panenky</i> ...	34
Obrázek 19 Nevhodně zformulovaná odpověď na otázku č. 1 .....	36
Obrázek 20 Jedna ze špatných odpovědí v úloze 2.....	36
Obrázek 21 Dvě správná zakreslení schématu el. obvodu.....	38
Obrázek 22 Žákovské řešení schématu el. obvodu .....	39
Obrázek 23 Konkrétní žakovská odpověď na otázku: „Pomohla ti k řešení otázek výše skupinová práce?“ .....	40
Obrázek 24 Vysvětlení, v čem pomohlo řešení aktivity <i>Domeček pro panenky</i> 1 ....	40
Obrázek 25 Vysvětlení, v čem pomohlo řešení aktivity <i>Domeček pro panenky</i> 2 ....	41
Obrázek 26 Porovnání hodin fyziky .....	41
Obrázek 27 Žáci při práci s klimadiagramy .....	46
Obrázek 28 Žakovský klimadiagram (Sydney).....	46
Obrázek 29 Žakovský klimadiagram (Nuuk).....	47
Obrázek 30 Slovní charakteristika podnebí v Lisabonu (horní obrázek) a v Rejkjavíku (spodní).....	47
Obrázek 31 Zformulované otázky ke klimadiagramu.....	51
Obrázek 32 Klimadiagram použitý v dotazníku .....	52

Obrázek 33 Špatné řešení množství srážek na podzim .....	54
Obrázek 34 Žákovské zhodnocení užitečnosti aktivit s klimadiagramy .....	54
Obrázek 35 Schéma základní sestavy Gamabety (převzato z návodu výrobce) .....	57
Obrázek 36 Používané pomůcky ze soupravy Gamabeta .....	58
Obrázek 37 Uspořádání pomůcek pro měření počtu radioaktivních částic.....	58
Obrázek 38 Nesprávné pochopení funkce zářiče .....	61
Obrázek 39 Přesné znění otázek a správné řešení znalostní části dotazníku k úloze <i>Radioaktivita</i> .....	63
Obrázek 40 Nesprávné rovnice pro $\beta$ - a $\alpha$ rozpad.....	65
Obrázek 41 Zhodnocení užitečnosti aktivity <i>Radioaktivita</i> při řešení úloh v dotazníku .....	65
Obrázek 42 Zadání druhé otázky k úloze Teplo (převzato z [13]) .....	68
Obrázek 43 Upravené zadání úlohy 1 .....	71
Obrázek 44 Žákovská odpověď rozdílu naměřených teplot při zamíchání a bez něj	71
Obrázek 45 Vysvětlení "správnější" průměrné teploty kapaliny .....	71
Obrázek 46 Nesprávný popis experimentu v dotazníku <i>Změny teploty</i> .....	73
Obrázek 47 Konkrétní odpověď žáka na první otázku v dotazníku <i>Změny teploty</i> ...	73
Obrázek 48 Konkrétní odpověď žáka na druhou otázku v dotazníku <i>Změny teploty</i>	73
Obrázek 49 Správné žákovské odpovědi na třetí otázku z dotazníku <i>Změny teploty</i>	74
Obrázek 50 Jedna z nepřesných odpovědí na třetí otázku v dotazníku <i>Změny teploty</i> .....	74
Obrázek 51 Jeden z obrázků s vyobrazeným stínem pro dokreslení v úloze <i>Laboratorní práce</i> (převzato z [15]) .....	76
Obrázek 52 Obrázky vázičky a svíček pro doplnění stínu vázičky (převzato z [15])	77
Obrázek 53 Stín krabičky při umělém světle a při zatemnění .....	78
Obrázek 54 Žákovské řešení rozmístění předmětů v úloze 1 aktivity <i>Stíny</i> .....	80
Obrázek 55 Odpověď žáků na otázky v úloze 3 aktivity <i>Stíny</i> .....	81
Obrázek 56 Žákovská odpověď na poslední otázku: "Co se musí stát, aby se ve výsledném stínu objevila jeho tmavá část?" .....	81
Obrázek 57 Žáci kvarty při experimentech se stínem krabičky .....	82
Obrázek 58 Žákovská rozmístění předmětů v několika situacích.....	83
Obrázek 59 Popis situace, kdy se objeví úplný stín .....	84
Obrázek 60 Rozmístění předmětů bez podpory experimentů .....	85
Obrázek 61 Odpovědi na otázky v závěru pracovního listu <i>Stíny</i> .....	85
Obrázek 62 Předpřipravené zadání pro zakreslení plného stínu .....	86
Obrázek 63 Nesprávné zakreslení stínu předmětu několika žáků.....	87

Obrázek 64 Správné zakreslení stínu kváдру (vlevo) a nesprávné řešení stejné situace (vpravo).....	88
Obrázek 65 Žákovské zhodnocení užitečnosti aktivity <i>Stíny</i> .....	88
Obrázek 66 Nesprávně zakreslený plný stín kváдру od dvou žáků kvinty .....	89

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Zaměření a počet zúčastněných států v jednotlivých cyklech .....	4
Tabulka 2 Nastavení stavidel pro soustavu zavlažovacích kanálů.....	11
Tabulka 3 Tabulka s informacemi o předmětech k úloze o hustotě .....	19
Tabulka 4 Seznam fyzikálních úloh typu PISA, které jsou experimentálně ověřitelné.....	24
Tabulka 5 Informace o stavu žárovek při různém sepnutí spínačů .....	37
Tabulka 6 Odpovědi žáků na první otázku z dotazníku.....	40
Tabulka 7 Údaje o podnebí podle měsíců v Sydney .....	43
Tabulka 8 Počet žáků se správnými odpověďmi v jednotlivých úlohách.....	53
Tabulka 9 Úspěšnost žáků ve znalostní části dotazníku ke klimadiagramům.....	53
Tabulka 10 Počet žáků se správnými odpověďmi v úlohách dotazníku pro <i>Radioaktivitu</i> .	64
Tabulka 11 Úspěšnost žáků ve znalostní části dotazníku k <i>Radioaktivitě</i> .....	64
Tabulka 12 Počet žáků kvarty v závislosti na počtu správných odpovědí.....	87
Tabulka 13 Počet žáků kvinty v závislosti na počtu správných odpovědí.....	89
Tabulka 14 Počty let praxe oslovených vyučujících .....	92
Tabulka 15 Zařazení aktivit do učiva ZŠ a SŠ podle vyučujících .....	94
Tabulka 16 Průměrné číselné zhodnocení obtížnosti aktivit.....	94

## **Seznam použitých zkratek**

PISA: Program pro mezinárodní hodnocení žáků

OECD: Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj

ČŠI: Česká školní inspekce

TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study

## **Přílohy**

- Příloha č. 1 – Pracovní list *Domeček pro panenky* pro učitele
- Příloha č. 2 – Dotazník pro žáky k aktivitě *Domeček pro panenky*
- Příloha č. 3 – Tabulky s průměrnými teplotami a srážkami pro tvorbu klimadiagramů
- Příloha č. 4 – Pracovní list *Klimadiagram 1* pro učitele
- Příloha č. 5 – Pracovní list *Klimadiagram 2* pro učitele
- Příloha č. 6 – Dotazník pro žáky k aktivitám *Klimadiagram 1* a *Klimadiagram 2*
- Příloha č. 7 – Tabulky s naměřenými hodnotami počtu částic pro aktivitu *Radioaktivita*
- Příloha č. 8 – Pracovní list *Radioaktivita* pro učitele
- Příloha č. 9 – Dotazník pro žáky k aktivitě *Radioaktivita*
- Příloha č. 10 – Pracovní list *Změny teploty* pro učitele
- Příloha č. 11 – Dotazník pro žáky k aktivitě *Změny teploty*
- Příloha č. 12 – Pracovní list *Stíny* pro učitele
- Příloha č. 13 – Dotazník pro žáky k aktivitě *Stíny*
- Příloha č. 14 – Dotazník pro učitele s průvodním dopisem

## Domeček pro panenky

**Cíl:** žáci určují stav žárovek v elektrickém obvodu na základě stavu spínačů

**Čas pro vypracování:**

- jedna vyučovací hodina (45 min) – pokud závěrečná kontrola bude probíhat pomocí demonstračního experimentu
- dvě vyučovací hodiny (90 min) – v případě, že žáci budou obvod sestavovat sami

**Pomůcky:** pro 1 sadu – zdroj napětí, 5 stejných žárovek, 3 spínače, vodiče

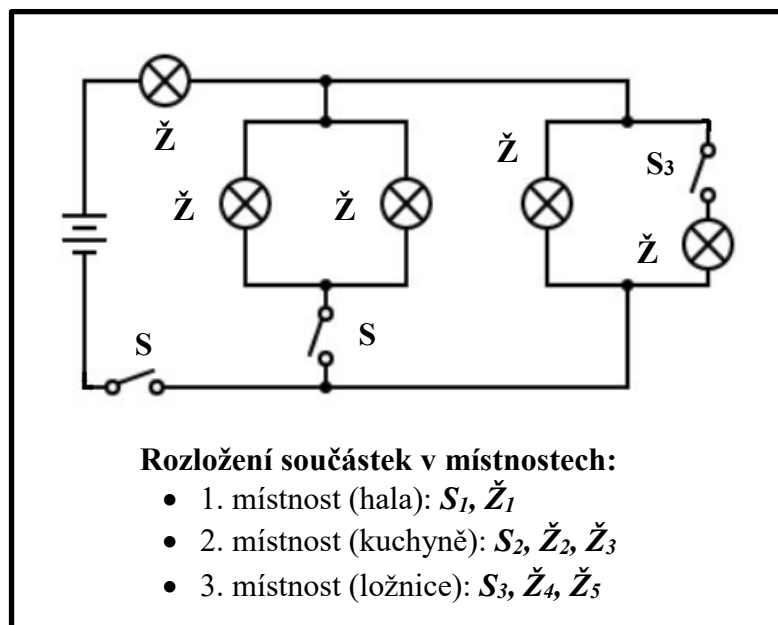
**Struktura hodiny:**

- 1) Žáci pracují s pracovním listem Domeček pro panenky.
- 2) Po vypracování úloh následuje sestavení elektrického obvodu a kontrola odpovědí.

**Metodické komentáře:**

- Aktivita se dá pojmout pouze jako teoretická bez jakýchkoliv pomůcek a experimentů. V takovém případě odpadá bod 2) uvedený výše ve struktuře hodiny a také z toho důvodu není v pracovním listu pro žáky o experimentu žádná zmínka.
- Žáci, na nichž byla aktivita testována, již měli zkušenosti s prací s jednoduššími elektrickými obvody včetně tvorby tabulky v úloze 4.

Lenka má domeček pro panenky se třemi místnostmi. Její tatínek slíbil, že jí do něj namontuje osvětlení a vymyslel následující zapojení pěti stejných žárovek a tří spínačů:



## Úloha 1

Nadšená Lenka se hned pustila do hraní. Rozsvítla v hale a s nadšením sledovala, jak první žárovka svítí. Pak si ale všimla ještě něčeho překvapivého.

Co Lenku po sepnutí prvního spínače překvapilo?

Lenku nejspíše překvapilo, že se kromě žárovky v hale rozsvítla i žárovka  $\check{Z}_4$  v ložnici.

## Úloha 2

Metodické komentáře:

- Zde může žákům způsobit problémy pochopení situace. Věta v zadání: „Tentokrát sepnula spínač jenom v kuchyni.“ by měla jednoznačně vyjadřovat, že máme novou situaci nesouvisející s tou v úloze 1, tedy Lenka předtím musela světlo v hale zhasnout a uzavřený je pouze spínač č. 2.

Rozhodla se prozkoumat zapojení žárovek podrobněji. Tentokrát sepnula spínač jenom v kuchyni.

Co se stalo?

Po sepnutí jenom spínače  $S_2$  se žádná ze žárovek nerozsvítí, protože elektrický obvod není uzavřený.

Co musí udělat, pokud by chtěla rozsvítit žárovky v kuchyni?

Lenka musí sepnout ke spínači  $S_2$  v kuchyni ještě spínač  $S_1$ . Poté se žárovky v kuchyni ( $\check{Z}_2$  a  $\check{Z}_3$ ) rozsvítí.

## Úloha 3

Metodické komentáře:

- Pokud si žáci u této úlohy nebudou vědět rady, mohou ji přeskočit a pustit se do úlohy 4. Z výsledné tabulky se dá odpovědět úlohy 3 vyčíst.
- Tuto úlohu může učitel ještě doplnit otázkou, které tři žárovky se rozsvítí.

Nyní si dala jiný úkol. Chce, aby svítily právě tři žárovky.

Dá se to zařídit? Jak?

Ano, dá. Při sepnutí spínačů  $S_1$  a  $S_3$  se rozsvítí žárovky  $\check{Z}_1$ ,  $\check{Z}_4$  a  $\check{Z}_5$ .

## Úloha 4

Metodické komentáře:

- Pokud se žáci dosud s tvorbou tabulky níže nesetkali, bude pravděpodobně potřeba nasměrování od učitele.



- Více řádků, než je potřeba, je v tabulce schválně, právě z toho důvodu, aby jejich počet nenapovídal správný počet možností. Některé žáky to může zmást a budou potřebovat ujištění, že mohou být některá políčka nevyplněna.

Po nějaké době, kdy si s domečkem nehrála, Lenka zapoměla, jak osvětlení v domečku funguje. Tatínek jí poradil, aby si sestavila tabulku, ze které vždy hned pozná, který spínač je potřeba zapnout pro rozsvícení v dané místnosti.

V tabulce se nachází sloupec pro každou součástku, tedy první tři sloupce pro tři spínače, dalších pět pro žárovky. Zapisují se do ní pouze čísla 0 a 1. Číslo 0 u spínače znamená, že je otevřený, kdežto 1 značí uzavřený spínač. U žárovky 0 znamená, že nesvítí (v opačném případě 1).

Lenka s vyplňováním tabulky začala (viz první dva řádky připravené tabulky níže), kdy dala dohromady dva případy: všechny spínače jsou otevřené, a naopak všechny spínače jsou sepnuté. Dále už si ale nevěděla rady.

Pomozte Lence tabulku vyplnit:

a) Zapište do tabulky pomocí čísel 0,1 všechny možnosti sepnutí spínačů  $S_1$ ,  $S_2$  a  $S_3$ .

b) Dále pro každou možnost doplňte, jak to bude se žárovkami.

$S_1$	$S_2$	$S_3$	$\check{Z}_1$	$\check{Z}_2$	$\check{Z}_3$	$\check{Z}_4$	$\check{Z}_5$
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0

## Experiment

Experiment se dá k této aktivitě zařadit v několika variantách v závislosti na počtu pomůcek a času.

1. varianta: formou demonstračního experimentu

- Potřebné pomůcky: 1 sada – zdroj napětí (v našem případě dvě ploché baterie), 5 stejných žárovek, 3 spínače, vodiče.
- Učitel má elektrický obvod sestavený dopředu nebo ho sestaví sám před žáky. Žáci pak k ověření odpovědí přistupují v podstatě jako Lenka v aktivitě, kdy se postupně uzavírají spínače podle zadání a zjišťuje se, které žárovky svítí.
- Výhodou je velká úspora času. Ověření výsledků tímto způsobem se stihne provést v jedné vyučovací hodině.
- Žáci si však nepochví zapojování obvodu.

## 2. varianta: formou žákovského experimentu

- Potřebné pomůcky: 1 sada pro každou skupinu žáků.
- V ideálním případě každá skupina dostane sadu pomůcek a pokusí se sestavit elektrický obvod samostatně.
- Může se objevit problém s počtem dostupných pomůcek např. pouze pro 4 skupiny by bylo zapotřebí 20 žárovek nebo 12 spínačů.
- Přestože by měli před touto aktivitou mít žáci zkušenosti se zapojováním obvodů, někteří s tím mohou mít velký problém a bude nutná asistence učitele. V případě několika takových skupin bude pro učitele náročné vše organizačně zvládnout. Zde záleží na zkušenostech a zručnosti žáků při zapojování obvodů.
- Při použití této varianty je však potřeba mít dispozici další vyučovací hodinu, v jedné se experiment nestihne.

## 3. varianta: formou společného experimentování

- Tato varianta byla využita při testování aktivity ve výuce.
- Potřebné pomůcky: 1 sada.
- Elektrický obvod sestavují žáci všichni společně, tedy v podstatě jakýsi kompromis mezi předchozími dvěma způsoby provedení experimentu.
- Výhodou je využití pouze jedné sady pomůcek a pro učitele je snadnější práci žáků kontrolovat a organizovat.
- Nevýhodou však je, že do práce se stavbou obvodu se nezapojí všichni žáci, práce se tak ujmu nejspíše ti zdatnější či průbojnější žáci.

### Dotazník: Domeček pro panenky

V elektrickém obvodu jsou zapojeny dva spínače  $S_1$ ,  $S_2$  a tři žárovky  $\check{Z}_1$ ,  $\check{Z}_2$ ,  $\check{Z}_3$ . V tabulce níže se nachází informace o stavu žárovek (0 – nesvítí, 1 – svítí) při různých možnostech sepnutí spínačů (0 – otevřený, 1 – uzavřený).

$S_1$	$S_2$	$\check{Z}_1$	$\check{Z}_2$	$\check{Z}_3$
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
1	0	1	0	1
0	1	0	0	0

Nakresli schéma elektrického obvodu, odpovídající údajům v tabulce.

Pomohla ti k řešení úlohy výše práce ve dvojicích v rámci minulých fyzikálních praktik? Pokud ano, v čem a jak?

Vidíš rozdíl mezi běžnými hodinami fyziky a hodinami, kdy jsme řešili úlohu s domečkem pro panenky? Popiš v čem. Co ti přijde lepší?

### Dotazník: Domeček pro panenky

V elektrickém obvodu jsou zapojeny dva spínače  $S_1$ ,  $S_2$  a tři žárovky  $\check{Z}_1$ ,  $\check{Z}_2$ ,  $\check{Z}_3$ . V tabulce níže se nachází informace o stavu žárovek (0 – nesvítí, 1 – svítí) při různých možnostech sepnutí spínačů (0 – otevřený, 1 – uzavřený).

$S_1$	$S_2$	$\check{Z}_1$	$\check{Z}_2$	$\check{Z}_3$
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1
1	0	1	0	1
0	1	0	0	0

Nakresli schéma elektrického obvodu, odpovídající údajům v tabulce.

Pomohla ti k řešení úlohy výše práce ve dvojicích v rámci minulých fyzikálních praktik? Pokud ano, v čem a jak?

Vidíš rozdíl mezi běžnými hodinami fyziky a hodinami, kdy jsme řešili úlohu s domečkem pro panenky? Popiš v čem. Co ti přijde lepší?

Město: Nuuk

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	-14,9	-14,4	-11,7	-5,4	-0,3	5,5	8,5	8,0	3,6	-3,2	-9,4	-12,8
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	63	51	56	61	66	66	64	84	103	83	85	69

Město: Reykjavík

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	-1,3	-1,0	0,1	3,0	6,4	9,9	11,6	10,8	7,9	3,9	1,0	-1,2
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	131	129	122	99	90	76	85	102	132	118	120	133

Město: Lisabon

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	11,5	11,8	13,5	15,2	17,6	20,3	21,6	22,4	21,2	18,7	14,6	12,3
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	73	55	58	56	45	12	3	5	30	84	87	83

Město: Sydney

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	22,8	22,6	21,3	18,8	15,8	13,6	12,7	13,5	16,0	18,0	19,7	21,4
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	79	105	86	89	85	101	57	59	54	59	77	61

Město: Lima

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	21,2	22,1	22,0	20,5	18,6	17,3	16,6	16,5	16,8	17,4	18,3	19,7
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	27	40	34	12	9	12	14	12	11	10	9	13

Město: **Iqaluit**

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	-25,9	-25,7	-20,5	-12,2	-3,5	3,6	9,0	7,7	1,7	-4,8	-12,7	-19,5
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	24	20	27	32	45	63	74	94	79	53	46	35

Město: **Anchorage**

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	-8,7	-6,6	-4,7	0,8	6,3	11,9	14,3	13,4	8,9	2,3	-4,9	-7,3
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	59	55	44	34	35	46	81	111	127	97	69	81

Město: **Paříž**

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	4,3	4,6	7,4	10,7	14,3	17,7	19,8	19,4	16,4	12,6	7,9	4,8
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	57	52	53	56	69	63	60	60	51	65	64	70

Město: **Los Angeles**

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	11,9	12,2	14,1	15,8	18,2	21,0	24,1	24,5	23,2	19,5	15,4	11,6
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	84	89	54	19	11	3	2	0	4	17	21	53

Město: **Bombaj**

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Průměrná teplota [°C]</b>	21,2	22,1	22,0	20,5	18,6	17,3	16,6	16,5	16,8	17,4	18,3	19,7
<b>Průměrné srážky [mm]</b>	27	40	34	12	9	12	14	12	11	10	9	13

## Klimadiagram 1

**Cíl:** žáci znázorní měsíční průměrné teploty a srážky daného města ve formě klimadiagramu

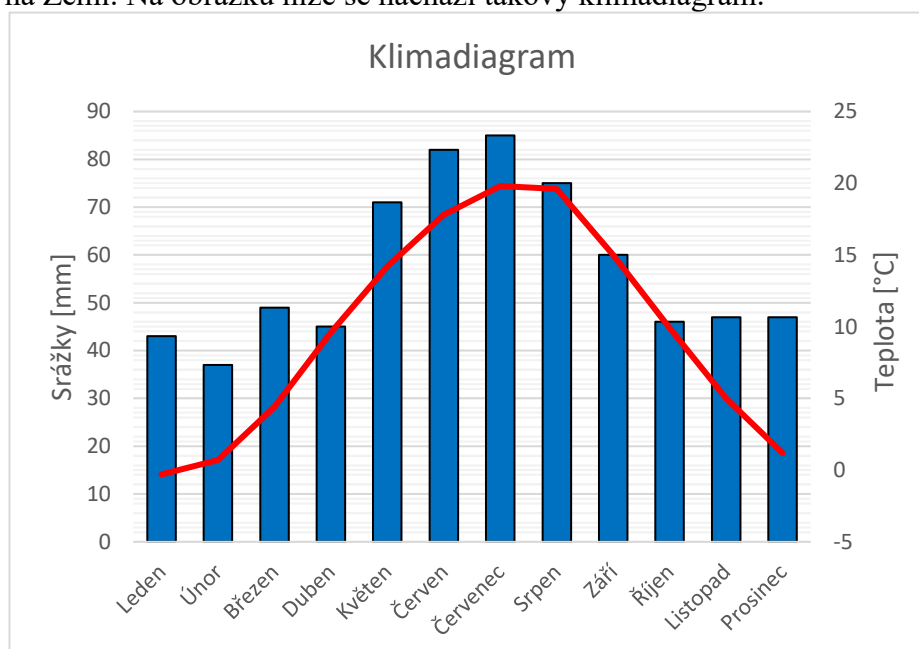
**Čas pro vypracování:** 1 vyučovací hodina (45 min)

**Pomůcky:** pracovní list *Klimadiagram I*, tabulky s údaji pro zakreslení klimadiagramu

Metodické komentáře:

- Na začátku je potřeba žáky upozornit na časový limit práce (45 minut) a v průběhu hodiny je pravidelně informovat o zbývajícím čase do konce, aby si dobře rozvrhli práci a vše stihli.

Klimadiagram graficky znázorňuje dlouhodobé průměry srážek a teplot pro konkrétní místo na Zemi. Na obrázku níže se nachází takový klimadiagram.



## Úloha 1

Metodické komentáře:

- Tato první úloha je zde zařazena z toho důvodu, aby se žáci s klimadiagramem seznámili, pokud se s ním ještě předtím nesetkali. V opačném případě, aby si práci s ním zopakovali. Možností také je tuto úlohu vynechat, pokud jsou žáci v práci s klimadiagramem zkušení.
- První otázka cílicí na znázorněné křivky může být pro nezkušené žáky obtížná, proto je dobré chvíli po začátku tuto odpověď společně zkontrolovat.

Pozorně si prohlédněte znázorněný klimadiagram a s jeho pomocí odpovězte na následující otázky:

- a) Která křivka odpovídá teplotě a která znázorňuje srážky?

Červená křivka znázorňuje teplotu, modré sloupečky zase srážky.

b) Jaká je v tomto městě průměrná teplota v červenci?

Průměrná teplota v červenci je přibližně 20 °C.

c) Jaké množství srážek zde spadne v září? V září spadne 60 mm srážek.

d) Na jaké polokouli se město nachází?

Město se nachází na severní polokouli Země.

e) V jakém podnebném pásu se město nachází? V mírném podnebném pásu.

## Úloha 2

Metodické komentáře:

- U úlohy 2 je dobré žáky upozornit na pečlivé pročtení zadání. Snadno se může stát, že budou mít tendenci odpovídat na zadanou otázku v částích a) – e), místo toho, aby pouze uvedli, zda je na ní možné odpovědět. Typicky např. u otázky za d), na kterou se s využitím klimadiagramu odpovědět dá (správná odpověď ANO), ale pokud bychom měli tuto otázku zodpovědět sečtením přibližných hodnot srážek v jednotlivých měsících, získali bychom hodnotu menší než 800 mm, tedy NE.
- Odpovědi u této úlohy nemusí být zcela jednoznačné. Proto je žádoucí společná kontrola s diskuzí, při které by žáci své odpovědi mohli zdůvodnit. Na tuto kontrolu je vyhrazen čas při další hodině při práci na aktivitě *Klimadiagram 2*.

Rozhodněte, na jaké otázky se dá odpovědět s využitím dat klimadiagramu:

- |   |          |
|---|----------|
| a) Jaké průměrné množství srážek zde spadne od ledna do června? | ANO / NE |
| b) Mohou se v daném městě vyskytnout mrazy v srpnu?             | ANO / NE |
| c) Jsou měsíce červenec a srpen vždy nejteplejší měsíce v roce? | ANO / NE |
| d) Spadne zde ročně průměrně více než 800 mm srážek?            | ANO / NE |
| e) Ve kterém měsíci zde hrozí nejvyšší riziko povodní?          | ANO / NE |

## Úloha 3

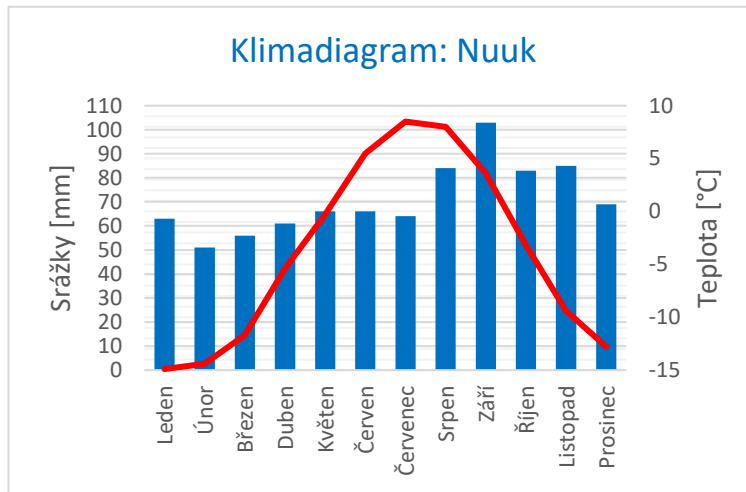
Metodické komentáře:

- Potřebná data k tvorbě klimadiagramu mohou žáci získat několika způsoby:
  - z tabulky s průměrnými měsíčními teplotami a množstvím srážek (nejjednodušší varianta),
  - informace si budou muset vyhledat sami s pomocí internetu (náročnější varianta – nestihne se v jedné hodině).
- Aktivita se dá realizovat i s využitím počítačového programu Excel, kdy se s jeho pomocí vytvoří výsledné klimadiagramy (viz řešení v tomto pracovním listu).
- V charakteristice klimadiagramu daného města by se měl objevit jeho název a zároveň by měla být vytvořena tak, aby na jejím základě bylo možné



rozhodnout, k jakému obrázku patří (tento doplňkový úkol je součástí pracovního listu *Klimadiagram 2*).

Do připraveného obrázku níže zakreslete klimadiagram pro zadané město a doplňte všechny informace pod ním.



Město: Nuuk  
Stát: Grónsko (Dánsko)  
Kontinent: Severní Amerika

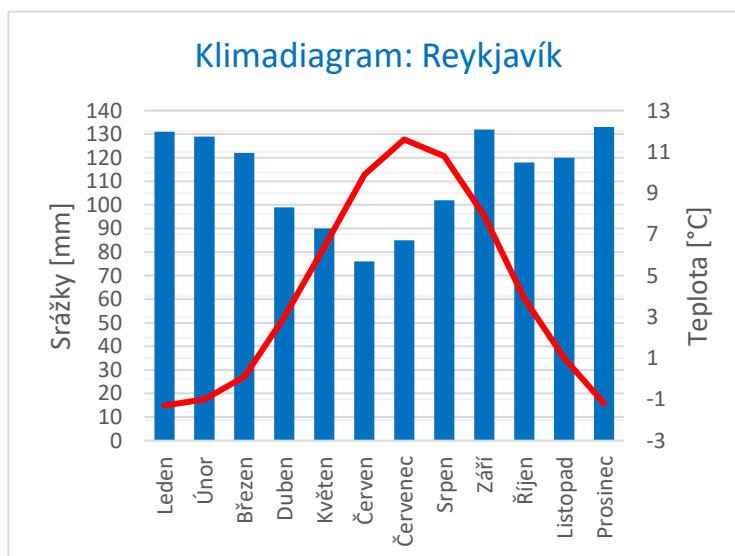
Podnebný pás: polární

Tabulka:

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota [°C]	-14,9	-14,4	-11,7	-5,4	-0,3	5,5	8,5	8	3,6	-3,2	-9,4	-12,8
Srážky [mm]	63	51	56	61	66	66	64	84	103	83	85	69

Stručná charakteristika podnebí v daném městě (*minimálně tři věty*):

V klimadiagramu pro město Nuuk se křivka průměrných teplot tvarem podobá té, která charakterizuje teploty i v Praze. Rozdíl je však v tom, že zde se teploty pohybují mnohem v nižších hodnotách třeba i  $-15\text{ °C}$ . Množství srážek se pohybuje v rozmezí přibližně 50 - 100 mm, přičemž nejméně jich obvykle spadne v únoru.



Město: Reykjavík  
Stát: Island  
Kontinent: Evropa

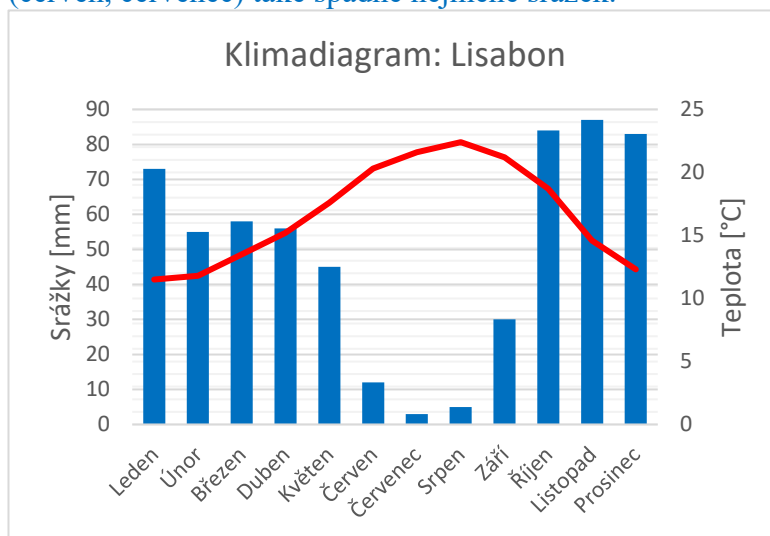
Podnebný pás: subpolární

Tabulka:

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota [°C]	-1,3	-1	0,1	3	6,4	9,9	11,6	10,8	7,9	3,9	1	-1,2
Srážky [mm]	131	129	122	99	90	76	85	102	132	118	120	133

Stručná charakteristika podnebí v daném městě (*minimálně tři věty*):

Podnebí v Reykjavíku je charakteristické větším množstvím srážek, jejichž průměrné hodnoty se v některých měsících mohou pohybovat přes 130 mm. Nejvyšší průměrné měsíční teploty nalezneme uprostřed roku obvykle v červenci. V tomto období (červen, červenec) také spadne nejméně srážek.



Město: Lisabon  
Stát: Portugalsko  
Kontinent: Evropa

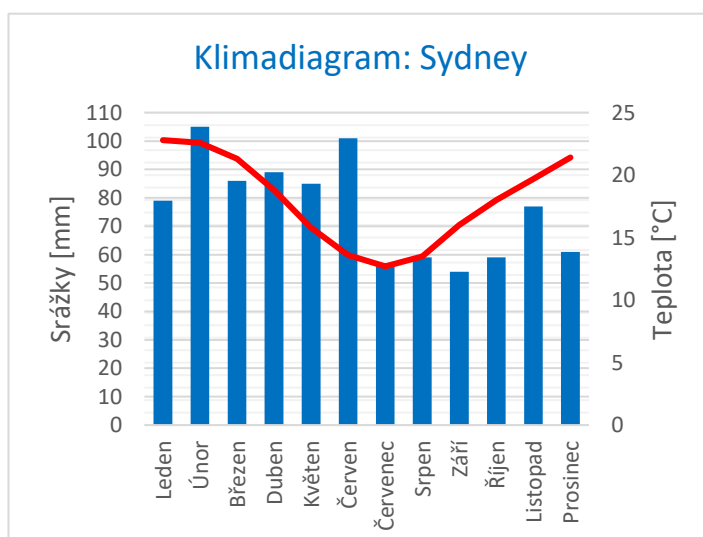
Podnebný pás: mírný

Tabulka:

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota [°C]	11,5	11,8	13,5	15,2	17,6	20,3	21,6	22,4	21,2	18,7	14,6	12,3
Srážky [mm]	73	55	58	56	45	12	3	5	30	84	87	83

Stručná charakteristika podnebí v daném městě (*minimálně tři věty*):

V Lisabonu je výrazný rozdíl mezi nejmenším množstvím srážek v prázdninových měsících, kdy se skoro blíží k 0, a největším množstvím srážek v posledních měsících roku, pohybující se kolem 85 mm. Nejteplejším měsícem obvykle bývá srpen, následovaný červencem. Nejnižší průměrné teploty naopak v prvních měsících roku a na konci v prosinci, které ale neklesnou pod 10 °C.



Město: Sydney  
Stát: Austrálie  
Kontinent: Austrálie

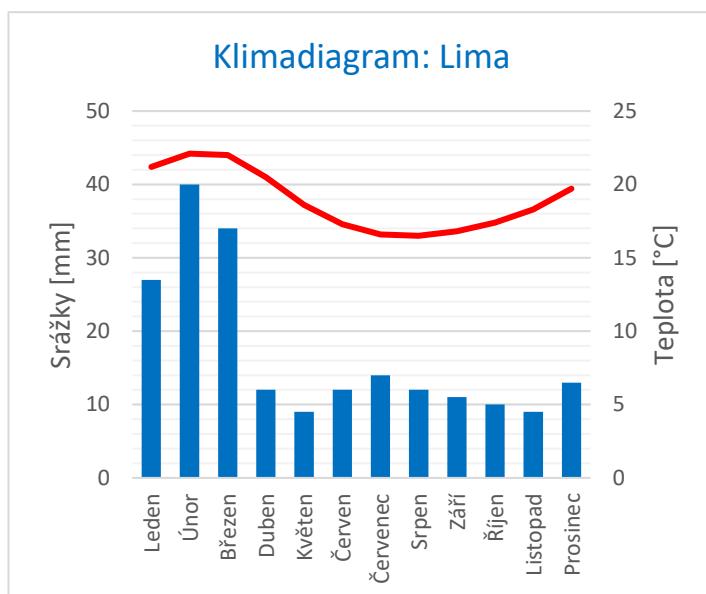
Podnebný pás: subtropický

Tabulka:

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota [°C]	22,8	22,6	21,3	18,8	15,8	13,6	12,7	13,5	16	18	19,7	21,4
Srážky [mm]	79	105	86	89	85	101	57	59	54	59	77	61

Stručná charakteristika podnebí v daném městě (*minimálně tři věty*):

V Sydney se setkáme s poměrně teplým podnebím, kdy průměrná měsíční teplota neklesne pod 12 °C. Naopak nejvyšší průměrná teplota se může vyšplhat téměř až k 23 °C v lednu či únoru. Průměrné srážky se pohybují v rozmezí 50–105 mm, kdy nejvíce prší obvykle v únoru a červnu.



Město: Lima

Stát: Peru

Kontinent: Jižní Amerika

Podnebný pás: tropický

Tabulka:

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota [°C]	21,2	22,1	22	20,5	18,6	17,3	16,6	16,5	16,8	17,4	18,3	19,7
Srážky [mm]	27	40	34	12	9	12	14	12	11	10	9	13

Stručná charakteristika podnebí v daném městě (*minimálně tři věty*):

Podnebí v Limě se vyznačuje poměrně mírnými srážkami kromě prvních tří měsíců v roce. Největší průměrné množství srážek spadne obvykle v únoru, který je také jedním z nejteplejších měsíců. Naopak nejnižší teploty přichází v prázdninových měsících.

## Klimadiagram 2

**Cíl:** žáci sestaví pro své spolužáky otázky vztahující se ke klimadiagramu

**Čas na vypracování:** 1 vyučovací hodina (45 min)

**Pomůcky:** pracovní list *Klimadiagram 2*, nakopírované a vyplněné pracovní listy *Klimadiagram 1*,

**Struktura vyučovací hodiny:**

- 1) Učitel rozdá skupinám žákům jejich vyplněný pracovní list *Klimadiagram 1*.
- 2) Společná kontrola úloh 1 a 2 z pracovního listu *Klimadiagram 1*.
- 3) Učitel rozdá žákům nový pracovní list *Klimadiagram 2*.
- 4) Po vypracování otázek si skupiny pracovní listy *Klimadiagram 2* vymění s jinou skupinou a zodpoví uvedené otázky.
- 5) Učitel může skupinám zadat doplňkový úkol s charakteristikami klimadiagramů (viz metodický komentář u úlohy 1).
- 6) Následuje společná kontrola odpovědí.

Vystříhnete a nalepte sem nakreslený klimadiagram.

**ŘEŠENÍ:**

Do tohoto prostoru každá skupina žáků nalepí svůj klimadiagram, který vytvořila v předchozím pracovním listu *Klimadiagram 1*.

### Úloha 1

Metodické komentáře:

- V zadání je podmínka, aby se na vytvořené otázky dalo odpovědět s pomocí klimadiagramu. Ta se dá samozřejmě odstranit a žáci poté mohou vymýšlet i otázky, na které se nebude dát odpovědět.
- Žáci by si měli zvláště mimo pracovní list poznamenat správné odpovědi na vymyšlené otázky např. na nějaký jiný kus papíru. To jim usnadní práci při závěrečné diskuzi, kdy budou kontrolovat odpovědi jiné skupiny.
- Doplňkový úkol: Na nějaké místo (např. katedru) učitel připraví vystřižené žakovské charakteristiky jednotlivých klimadiagramů. Žáci pak s jejich pomocí rozhodnou, k jakému městu se vztahuje klimadiagram, se kterým nyní pracovali.

Formulujte minimálně pět otázek pro své spolužáky, na které se dá odpovědět na základě informací ve Vašem klimadiagramu.

**ŘEŠENÍ:**

V této části není vyloženě jedno správné řešení. Záleží na každé skupině žáků, s jakými otázkami přijdou a jak moc budou ve svém řešení kreativní. S tvorbou otázek by neměli mít problémy, pokud mají za sebou pracovní list *Klimadiagram 1*. V tom se totiž objevilo hned 10 různých otázek souvisejících právě s klimadiagramem, které nejspíše budou mít žáci při vypracování tohoto úkolu k dispozici.

Níže je uvedeno několik typů otázek, které se mohou objevit:

- Jaká byla průměrná teplota v únoru?
- Jaké bylo v průměru množství srážek spadlých v dubnu?
- Jaké bylo průměrné množství srážek v období září – listopad?
- Jaká byla průměrná teplota v daném městě na jaře?
- Ve kterém měsíci zde spadne nejvíce mm srážek?
- Jaký je rozdíl mezi teplotami v měsíci březnu a prosinci?
- Který měsíc je obvykle nejchladnější?

### Dotazník: Klimadiagram

Pozorně si prohlédni přiložený klimadiagram a odpověz na následující otázky:

a) Jaké průměrné množství srážek spadne v tomto městě na podzim?

b) Ve kterém měsíci bývá naměřena nejvyšší teplota v daném roce?

c) Mohlo by se jednat o klimadiagram nějakého města v České republice? Svou odpověď zdůvodni.

Pomohla ti k řešení otázek výše skupinová práce v předchozích hodinách? Pokud ano, v čem a jak?

Vidíš rozdíl mezi běžnými hodinami fyziky a minulými hodinami, kdy jsme se věnovali klimadiagramům? Popiš v čem. Co ti přijde lepší?

### Dotazník: Klimadiagram

Pozorně si prohlédni přiložený klimadiagram a odpověz na následující otázky:

a) Jaké průměrné množství srážek spadne v tomto městě na podzim?

b) Ve kterém měsíci bývá naměřena nejvyšší teplota v daném roce?

c) Mohlo by se jednat o klimadiagram nějakého města v České republice? Svou odpověď zdůvodni.

Pomohla ti k řešení otázek výše skupinová práce v předchozích hodinách? Pokud ano, v čem a jak?

Vidíš rozdíl mezi běžnými hodinami fyziky a minulými hodinami, kdy jsme se věnovali klimadiagramům? Popiš v čem. Co ti přijde lepší?

## Tabulky s naměřenými hodnotami počtu částic ze zářiče v různých situacích

### 1. v závislosti na vzdálenosti zářiče

		beta záření		90 Sr	100 s				
		cm	měření č.:	1.	2.	3.	4.	5.	průměr
vzdálenost	4,4	1. otvor	247	230	245	208	247	235,4	
	8,5	2. otvor	110	111	101	122	116	112,0	
	12,3	3. otvor	72	61	64	73	66	67,2	
	16,4	4. otvor	45	51	55	53	57	52,2	

		gama záření		241 Am	100 s				
		cm	měření č.	1.	2.	3.	4.	5.	průměr
vzdálenost	4,4	1. otvor	196	196	195	191	188	193,2	
	8,5	2. otvor	85	67	92	78	87	81,8	
	12,3	3. otvor	61	72	73	54	51	62,2	
	16,4	4. otvor	44	47	52	51	50	48,8	

### 2. v závislosti na odstínění nějakým materiálem

		beta záření		90 Sr	100 s	1. otvor		
		měření č.	1	2	3	4	5	průměr
překážka	materiál	hliník (Al)	81	92	89	100	97	91,8
		olovo (Pb)	34	29	22	31	22	27,6
		měď (Cu)	35	37	36	44	43	39,0
		železo (Fe)	37	38	39	41	41	39,2
		cín (Sn)	70	74	64	66	65	67,8
		papír	218	215	216	197	233	215,8

		gama záření		241 Am	100 s	1. otvor		
		měření č.	1	2	3	4	5	průměr
překážka	materiál	hliník (Al)	177	190	163	166	174	174,0
		olovo (Pb)	28	34	38	42	39	36,2
		měď (Cu)	61	61	66	77	58	64,6
		železo (Fe)	75	81	80	80	87	80,6
		cín (Sn)	59	62	66	58	75	64,0
		papír	170	184	188	200	183	185,0

## Radioaktivita

**Cíl:** žáci se seznámí s měřením počtu radioaktivních částic a porovnájí různé způsoby ochrany před radioaktivním zářením

**Čas pro vypracování:** 1 vyučovací hodina (45 min)

**Pomůcky:** souprava Gamabeta – konkrétně indikátor radioaktivního záření (IRA), čítač, zdroj radioaktivního záření (zářič), stojánek s otvory, destičky z různých materiálů; tabulky s naměřenými hodnotami (vytištěné či k promítnutí)

### Struktura hodiny:

- 1) Učitel rozdává žákům pracovní list *Radioaktivita*.
- 2) Učitel představí používané pomůcky ze soupravy Gamabeta a vysvětlí způsob měření.
- 3) Následuje práce na úloze 1, kdy učitel provede první měření. Po něm žáci zodpoví otázky z úlohy 1. Po chvíli proběhne kontrola odpovědí.
- 4) Žáci pracují na úloze 2. Poté opět společná kontrola.
- 5) Žáci pracují na úloze 3.
- 6) Učitel rozdává natištěné tabulky s naměřenými údaji (popřípadě promítne z počítače na interaktivní tabuli). Na jejich základě si žáci zkontrolují odpovědi z úlohy 3. Učitel upozorní žáky na to, aby odpovědi v úloze 3 nepřepisovali. Pokud chtějí některé své dřívější rozhodnutí změnit, k zaznamenání oprav slouží šedý rámeček v úloze 4.
- 7) Probíhá závěrečná kontrola úloh 3 a 4.

### Metodické komentáře:

- U pracovního listu se předpokládá, že žáci již mají za sebou učivo o radioaktivitě z výuky. Nejedná se tedy o aktivitu, při níž žáci budou poznatky objevovat, ale spíše o shrnující a doplňkovou aktivitu k tématu. V opačném případě by žáci neměli být schopni otázky zodpovědět zejména u úlohy 2.
- Před úlohou 1 učitel musí seznámit žáky s pomůckami a způsobem měření (viz návod výrobce či kapitola 3.4.1 diplomové práce). Při výkladu je dobré, konkrétní pomůcky žákům ukazovat a zároveň už pomůcky připravit pro první měření.
- Je zapotřebí se nikde příliš dlouho nezdržovat. Při testování ve výuce závěrečná kontrola úloh 3 a 4 musela proběhnout zrychleně a již zasáhla do přestávky. Z toho důvodu se doporučuje zejména teoretičtější úlohu 2 projít rychle. Jedná se totiž o opakovací úlohu, kde se předpokládá, že se žáci se všemi informacemi setkali i při výuce.



Seznamte se s pomůckami a měřením radioaktivity.

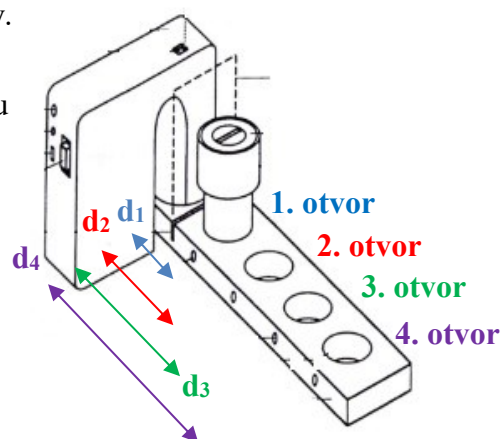
Schéma měřicí aparatury a vzdálenosti k otvorům pro zářič (obrázek byl s úpravami převzat z návodu výrobce):

$d_1 = 4,4 \text{ cm}$

$d_2 = 8,5 \text{ cm}$

$d_3 = 12,3 \text{ cm}$

$d_4 = 16,4 \text{ cm}$



Výsledná hodnota na displeji čítače udává počet radioaktivních částic zachycených v místě indikátoru za určitý čas (10 s, nebo 100 s).

### Úloha 1

Metodické komentáře:

- Učitel provede první měření počtu radioaktivních částic s pomocí indikátoru IRA a čítače. Čítač umožňuje provést měření po dobu 10 s či 100 s. Všechna měření při testování byla prováděna při delším časovém intervalu 100 s, tomu také odpovídá uvedené rozmezí v prvním úkolu.
- Fakt, že při měření nedostaneme vždy stejný výsledek může být pro žáky překvapivý. Jedná se nejspíše o první měření, jež má pravděpodobnostní charakter, se kterým se setkávají.

Sledujte první měření prováděné učitelem a zapište jeho výsledek:

Záleží na daném měření, zejména na pozadí v místě měření. Důležitá je např. informace, v jakém se nacházíme patře (kvůli radonu obsaženém v půdě).

Proč provádíme měření bez zářiče? Jaký má smysl?

Měření bez zářiče má několik důvodů. Jednak pomocí takového měření ověříme, že indikátor i čítač fungují správně a jednak zjistíme, jak to v okolí vypadá s přirozenou radioaktivitou.

Dostaneme vždy stejný výsledek? Pokud ne, co bychom museli udělat, abychom získali hodnotu, která nejvíce odpovídá dlouhodobé úrovni záření?

Ne, je velmi pravděpodobné, že při opakovaném měření nedostaneme tu samou číselnou hodnotu. Jádra radioaktivních izotopů se rozpadají (a tedy uvolňují radioaktivní záření) v čase náhodně, proto tedy může v různých časových intervalech indikátor detekovat pokaždé jiný počet částic.

Pro zjištění hodnoty, která bude nejvíce odpovídat dlouhodobé úrovni záření, musíme provést více měření a jejich hodnoty zprůměrovat.

## Úloha 2

Metodické komentáře:

- Poslední úkol v této úloze 2 je pro žáky obtížný. Z výuky vědí, že záření  $\gamma$  je pronikavější a nebezpečnější, což vede ke špatné domněnce, že při zářiči s  $\gamma$  zářením naměříme větší počet částic. Tak tomu ale nemusí být, závisí na aktivitě konkrétního zářiče, což si společně ověříme buď samotným měřením či díky tabulce s naměřenými údaji v úloze 4.

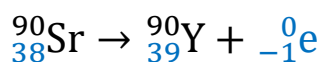
Použitými zdroji záření jsou radionuklidy  $^{90}\text{Sr}$  a  $^{241}\text{Am}$ .

Vyhledejte, o jaké prvky se jedná a jejich protonová čísla.

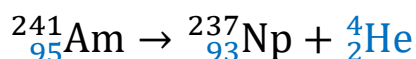
Sr – stroncium, protonové číslo: 38.

Am – americium, protonové číslo: 95

Doplňte rovnice a rozhodněte, o jaký druh radioaktivního záření se jedná:



Jedná se o záření  $\beta^-$ .



Jedná se o záření  $\alpha$ .

Na zářiči jsou napsané hodnoty: Am – 30 kBq; Sr – 1,3 kBq. Určete, o jakou veličinu se jedná a vysvětlete, co znamená:

Veličinu určíme podle uvedené jednotky, kBq znamená kilo becquerel. Becquerel je jednotka, ve které se vyjadřuje aktivita radioaktivní látky.

Aktivita vzorku vyjadřuje počet radioaktivních přeměn daného radionuklidu za 1 s.

Zkuste odhadnout, jak se při měření projeví změna druhu radioaktivního záření?

Záření  $\gamma$  je pronikavější než záření  $\beta$ . Rozdíl tedy vyzorujeme až při měření počtu částic procházejících destičkou z nějakého materiálu.

## Úloha 3

Metodické komentáře:

- U této úlohy by žáci měli odpovídat na základě nějaké své zkušenosti, resp. řeší pouze na základě odhadů. Jejich odpovědi zde nevyplývají z žádného experimentu. Všechny otázky a úkoly byly formulovány tak, aby tento fakt byl zřejmý. Popřípadě toto může ještě učitel v hodině zdůraznit.
- V poslední části při rozhodování o lepší variantě ochrany se správná odpověď zaškrťává do vyznačeného čtverečku.
- V poslední části v zadání není specifikován druh záření úmyslně. Otázka od žáků týkající se právě druhu záření se očekává a měli by si odpovědi rozmyslet v obou případech. Ve vybraných situacích však výsledek vyjde pro oba druhy záření (gamma a beta) stejný.

Jakými způsoby se před radioaktivním zářením můžeme chránit?

Před radioaktivním zářením se můžeme chránit odstíněním nebo vzdáleností od

Pokuste se seřadit materiály (hliník, olovo, železo, papír) podle toho, jakým způsobem odstíní  $\beta$  záření.

Pořadí materiálů od nejlépe stínící po nejhůře: olovo; železo; hliník; papír.

Myslíte si, že se změní pořadí, pokud  $\beta$  zářič nahradíme zářičem  $\gamma$ ?

Nezmění, pro vybrané materiály zůstává seřazení podle účinnosti stínění stejné i pro  $\gamma$  záření.

U následujících bodů vždy odhadni, která z nabízených dvou variant ochrany před zářením je bezpečnější:

- a)  umístění zářiče do 2. otvoru      x     odstínění pomocí papíru  
b)  odstínění pomocí olovené destičky      x     umístění zářiče do 4. otvoru  
c)  odstínění pomocí hliníkové destičky      x     umístění zářiče do 3. otvoru

#### Úloha 4

Metodické komentáře:

- V ideálním případě by měla kontrola úlohy 3 probíhat formou experimentů. Čítač v soupravě umožňuje pouze měření po 10 s, což je velmi krátký interval, a po 100 s, což je naopak dlouhý časový interval a v hodině se bohužel provést všechna měření nestihne. V takovém případě je potřeba mít k dispozici alespoň dvě vyučovací hodiny.
- Z toho důvodu se přistoupilo k variantě, kdy žáci již pracují s předem naměřenými hodnotami v několika tabulkách (viz příloha „Radioaktivita\_tabulky“). Nejlepší možností je propojit oba způsoby, tedy některé situace naměřit, jiné ověřit pouze v tabulce.
- Zde je žákům nutné připomenout, aby odpovědi v úloze 3 již nepřepisovali, přestože si objeví chybu a odpověď by rádi změnili (viz červené upozornění níže). V takovém případě slouží k opravě rámeček zde. Učitel si tak později může zkontrolovat, ve kterých částech žáci nejvíce chybovali nebo zda se správně zorientovali v dodaných tabulkách.

Pozorně si prohlédněte přiložené tabulky s naměřenými údaji.

S pomocí tabulek si zkontrolujte své odhady v úloze 3. Pokud chcete některé odpovědi změnit, uveďte je sem (**odpovědi v úloze 3 nepřepisovat!**).

Správné řešení na základě údajů z tabulek je již uvedeno v úloze 3.

Objevili jste při pohledu na naměřené údaje něco překvapivého?

Zde není jednoznačná správná odpověď. Ta se může žák od žáka lišit. Co se ale překvapivého nabízí, je rozdíl účinnosti hliníkové destičky u  $\beta$  a  $\gamma$  záření. Z výuky žáci znají, že hliník dobře odstiňuje  $\beta$  záření, což se prokázalo i v provedených pokusech, kdy po umístění této destičky počet částic klesl z průměrné hodnoty 235 na 92, což je snížení o téměř 60 %. Kdežto u  $\gamma$  záření se počet částic změnil z hodnoty 193 na 174, což je snížení pouze o 10 %.

### Dotazník: Radioaktivita

Sestav rovnice pro  $\beta$ - rozpad radionuklidu  $^{90}\text{Sr}$  a  $\alpha$  rozpad  $^{241}\text{Am}$ .

Pozorně si prohlédni přiložené tabulky. Na základě výsledků měření s beta zářičem rozhodni, která z nabízených dvou možností ochrany je bezpečnější. Na začátku máme zářič vždy umístěn v 1. otvoru.

- a)  umístění zářiče do 2. otvoru x  odstínění pomocí hliníku  
b)  umístění zářiče do 4. otvoru x  odstínění pomocí cínu  
c)  umístění zářiče do 3. otvoru x  odstínění pomocí železa

*Vybranou možnost zaškrtni do připraveného čtverečku.*

Změnily by se tvoje odpovědi, kdyby se místo beta záření použilo gama záření? Pokud ano, tak jaké?

Pomohla ti k řešení otázek výše skupinová práce v jedné z minulých hodin? Pokud ano, v čem a jak?

### Dotazník: Radioaktivita

Sestav rovnice pro  $\beta$ - rozpad radionuklidu  $^{90}\text{Sr}$  a  $\alpha$  rozpad  $^{241}\text{Am}$ .

Pozorně si prohlédni přiložené tabulky. Na základě výsledků měření s beta zářičem rozhodni, která z nabízených dvou možností ochrany je bezpečnější. Na začátku máme zářič vždy umístěn v 1. otvoru.

- a)  umístění zářiče do 2. otvoru x  odstínění pomocí hliníku  
b)  umístění zářiče do 4. otvoru x  odstínění pomocí cínu  
c)  umístění zářiče do 3. otvoru x  odstínění pomocí železa

*Vybranou možnost zaškrtni do připraveného čtverečku.*

Změnily by se tvoje odpovědi, kdyby se místo beta záření použilo gama záření? Pokud ano, tak jaké?

Pomohla ti k řešení otázek výše skupinová práce v jedné z minulých hodin? Pokud ano, v čem a jak?

## Změny teploty

**Cíl:** žáci změří teplotu při chladnutí a ohřívání kapaliny v průběhu 10 minut a interpretují výsledky měření

**Čas pro vypracování:** 1 vyučovací hodina (45 min)

**Pomůcky:** dvě stejné nádoby (hrnky), odměrná nádoba pro odměření stejného množství kapaliny, dvě kapaliny o teplotách 5 °C a 90 °C, ideálně 2 teploměry (*více k použitým pomůckám při testování viz metodické komentáře u úlohy 2*)

**Struktura hodiny:**

- 1) Učitel rozdává do skupin pracovní listy *Změny teploty*.
- 2) Žáci se seznámí se situací a vypracují úlohu 1. Učitel si mezitím vše připraví pro průběh experimentu v úloze 2.
- 3) Učitel provádí demonstrační experiment v úloze 2, žáci zaznamenávají naměřené hodnoty v této části.
- 4) Žáci pracují na závěru pracovního listu.
- 5) Probíhá společná kontrola odpovědí v závěru.

**Zadání:**

K pití má Petr během dne hrnek horké kávy o teplotě asi 90 °C a hrnek studené minerálky o teplotě asi 5 °C. Hrnky jsou vyrobeny stejně, mají stejnou velikost a objem obou nápojů je rovněž stejný. Petr nechá hrnky stát v místnosti, kde je teplota asi 20 °C.

### Úloha 1

Jaká bude pravděpodobně teplota **kávy** a **minerálky** po 10 minutách? Zakroužkujte správnou odpověď:

- A 70 °C a 10 °C  
 B 90 °C a 5 °C  
 C 70 °C a 25 °C  
 D 20 °C a 20 °C

### Úloha 2

Metodické komentáře:

- Učitel zde provádí demonstrační experiment s měřením teploty, kdy je ale zapotřebí asistence několika žáků. Je také samozřejmě možné vše nechat na samotných žácích. Jedná se ale o experiment, který by se dal realizovat i formou žákovského experimentování, ale v takovém případě je potřeba mít pro každou skupinu dva teploměry a dostatečné množství kapaliny o správných teplotách.
- Kvůli zjednodušení přípravy byly káva a minerálka, jež zmiňuje úloha 1, nahrazeny obyčejnou vodou. Takovou změnu si můžeme dovolit, aniž by to

výrazněji ovlivnilo získané výsledky, jelikož oba nápoje jsou z velké části právě jenom voda.

- Co se týče teploměřů, byly používány USB teploměry Go!Temp od firmy Vernier. K nim je ale ještě potřeba datalogger nebo počítač a jedna z aplikací Graphical Analysis či Logger Lite, které se dají stáhnout ze stránek firmy zdarma. Tyto USB teploměry měří teplotu ve své špičce, pokud používáme jiné, je zapotřebí vědět, ve kterém místě je umístěno čidlo pro měření teploty.
- Pro získání horké vody o teplotě 90 °C stačí použít rychlovarnou konvici. Díky té můžeme získat vodu o teplotě typicky o něco nižší než 90 °C. Pokud bychom chtěli vyšší teplotu, je možné hrneček, do kterého vodu naléváme, předtím nahřát v mikrovlnce nebo prolít horkou vodou.
- Pro získání vody o teplotě 5 °C máme dvě možnosti: využít ledničku, jejíž vnitřní teplota se většinou pohybuje právě kolem 5 °C, nebo použít led a nechat ho roztát. Při použití ledu ale narazíme na problém s množstvím, jelikož není snadné dopředu odhadnout, jaký objem kapaliny po roztátí ledu získáme. Proto je lepší využít ledničku, kdy je zapotřebí nechat vodu chladnout delší dobu, ideálně přes noc.
- Před měřením teploty je dobré s žáky nejprve rozebrat, v jakém místě nádoby budeme teplotu měřit.
- Při samotném měření, kdy se čeká na uplynutí potřebných 10 minut, žáci jednak tvoří své odhady ve skupinách a následně porovnávají s ostatními spolužáky. Probíhá tedy diskuze o výsledných teplotách. V tomto čase žáci také mohou zkusit zakreslit předpokládaný tvar závislosti teploty na čase u studené i horké vody.

Sledujte demonstrační experiment a doplňte naměřené údaje.

*Teplota v místnosti:* **20,9 °C**

	<b>Studená voda</b>	<b>Horká voda</b>
<i>Teplota na začátku pokusu:</i>	<b>5,9 °C</b>	<b>82,4 °C</b>
Odhad teploty po 10 minutách: <i>zde se řešení může značně lišit, hodnoty z testování se pohybovaly ve velkém rozmezí:</i>	<b>6,7 – 15 °C</b>	<b>50–70 °C</b>
<i>Teplota po 10 minutách: (bez zamíchání)</i>	<b>7,2 °C</b>	<b>64,2 °C</b>
<i>Teplota po 10 minutách: (se zamícháním)</i>	<b>8,2 °C</b>	<b>63,7 °C</b>

### **Závěr**

Metodické komentáře:

- V první z otázek níže může být na začátku nejasné s jakým odhadem se mají výsledky porovnávat. Jeden odhad se tvořil již v úloze 1, druhý v úloze 2. Porovnávat můžeme s oběma odhady, zde se ale primárně myslí na řešení z úlohy 1, které jsme chtěli experimentem ověřit.

Nakolik odpovídají výsledky experimentu v úloze 2 vašemu předpokladu? Pokud se liší, pokuste se vysvětlit, z jakých důvodů.

Konkrétní výsledky vždy záleží na postupu (např. na přesných počátečních teplotách vody) a použitých pomůckách (např. konkrétní nádoby). V našem případě se výsledky oproti předpokládaným teplotám z úlohy 1 liší přibližně o 3 °C u studené vody a přibližně o 6 °C u horké.

Pokuste se formulovat zadání v úloze 1 lépe tak, aby více odpovídalo výsledkům experimentu.

Zde je opět více možných řešení, záleží na kreativitě žáků. Někteří upravovali zadání doplněním poslední věty např. „Vyberte nejpravděpodobnější odpověď“ apod. Jiní si k odpovědím přidali možnost s naměřenými hodnotami.

Jaký je rozdíl mezi naměřenými teplotami na konci experimentu v případě zamíchání a v případě, kdy vodu míchat nebudeme? Proč tomu tak je?

Odpověď na první otázku závisí na naměřených hodnotách z experimentu. V našem případě se měřená hodnota změnila o 1 °C (u studené vody) a o 1,5 °C (u horké). V prvním případě se zvýšila, ve druhém snížila. Důvodem je, že kapalina nemá ve všech místech stejnou teplotu (viz také následující odpověď).


Kdy získáme správnější představu o tom, jaká je průměrná teplota vody v hrnku – při promíchání, nebo bez něj? Svou odpověď zdůvodněte.

Přesnější představu o průměrné teplotě kapaliny získáme, pokud před závěrečným měřením teploty kapalinu zamícháme. Vzhledem k tomu, že kapalina nebude mít při chlazení či ohřívání ve všech místech stejnou teplotu, zamícháním docílíme, že se tyto části promíchají a výsledek tedy bude více odpovídat skutečnosti.



### Dotazník: Změny teploty

V jedné z minulých hodin jsme se zabývali změnami teploty. Dostali jste do skupin pracovní list se zadáním úlohy. Jak úloha zněla? O co v ní šlo?



Odhadnutý výsledek jsme ověřovali experimentem. Vzpomeneš si, jak přesně experiment probíhal? Popiš ho.



Jaký význam má zamíchání kapaliny před změřením její teploty? Proč je to důležité?



Místo pro tvé komentáře a připomínky:



### Dotazník: Změny teploty

V jedné z minulých hodin jsme se zabývali změnami teploty. Dostali jste do skupin pracovní list se zadáním úlohy. Jak úloha zněla? O co v ní šlo?



Odhadnutý výsledek jsme ověřovali experimentem. Vzpomeneš si, jak přesně experiment probíhal? Popiš ho.



Jaký význam má zamíchání kapaliny před změřením její teploty? Proč je to důležité?



Místo pro tvé komentáře a připomínky:



## Stíny

**Cíl:** žáci zakreslí rozmístění tří předmětů (dvou svíček a předmětu) na základě znalostí o stínu předmětu

**Čas pro vypracování:** 1 vyučovací hodina (45 min)

**Pomůcky:** pro každou skupinu ... předmět (válcová krabička), dvě čajové svíčky, zápalky

**Struktura hodiny:**

- 1) Rozdat skupinám pracovní list *Stíny* a nechat je pracovat na úloze 1.
- 2) Až budou hotovi s úlohou 1, rozdat jim pomůcky a nechat je pracovat na zbylých úlohách 2–3 a závěru.

Pro vypracování laboratorní práce byly k dispozici dvě stejné čajové svíčky a válcová krabička. Markéta si tyto předměty rozmístila na lavici a na blízké zdi pak pozorovala stín krabičky. Na stole přitom byly vždy obě zapálené svíčky a blíž ke stěně krabička. V průběhu pozorování jí žádá ze svíček nezhasla.

Markéta prozkoumala celou řadu různých poloh svíček a krabičky, přičemž si na papír kreslila pouze vzniklé stíny. Myslela si, že rozmístění předmětů pak snadno doplní zpětně.

### Úloha 1

Metodické komentáře:

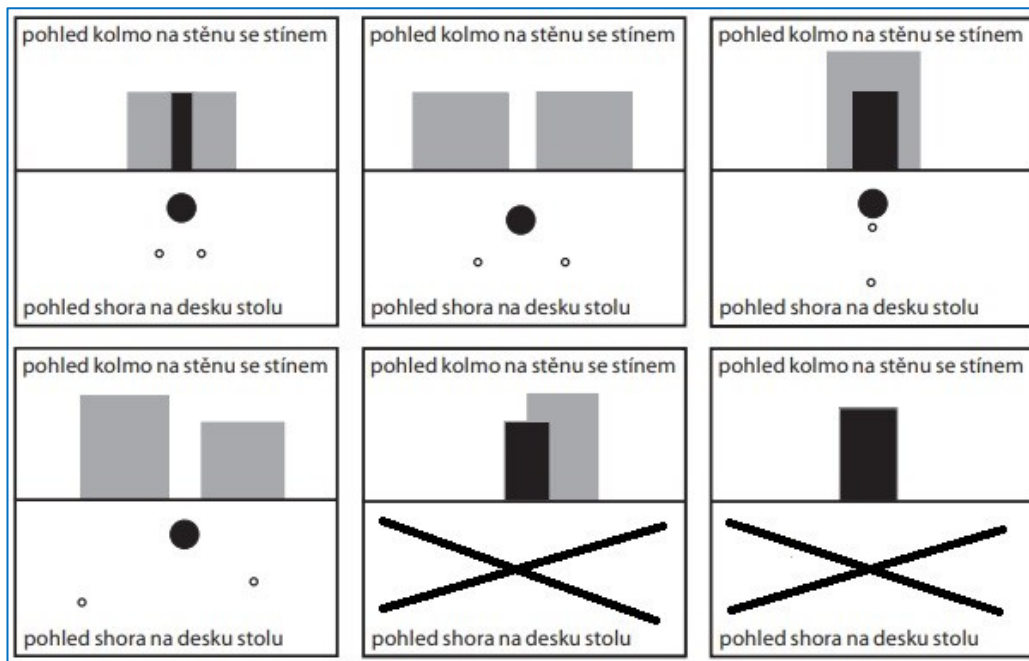
- Vyřešit tuto úlohu pouze na úrovni představy je pro žáky velmi obtížné. Nejenom v tom, že pokud se předtím se vznikem stínu neseznámili, mají i v souvislosti s delším slovním zadáním problém pochopit, co je jejich úkolem. → Proto je dobré práci žáků sledovat, a pokud se po např. 10 minutách ukáže, že si s touto úlohou neví rady, je potřeba jim rozdat pomůcky, umožnit experimentovat a spojit tak úlohu 1 s úlohou 2.
- Pokud i nadále budou žáci tápat, může jim učitel první situaci sestavit a s její pomocí tak vysvětlit vznik stínu předmětu ze dvou zdrojů světla.
- Variantou je také pořadí úloh 1 a 2 prohodit. Nechat tedy žáky nejprve experimentovat a prozkoumat vznik stínu a následně je nechat dokreslit dané situace.

Pomozte Markétě doplnit její obrázky tak, aby stín znázorněný v horní polovině odpovídal rozmístění krabičky a svíček v dolní polovině obrázku.

Svíčku znázorněte malým kolečkem, válcovou krabičku plným černým kroužkem.

Pokud usoudíte, že některá ze situací nemohla nastat, dolní část obrázku přeškrtněte.

## ŘEŠENÍ:



Obrázek s řešením výše byl převzat s drobnou úpravou z materiálu *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti*<sup>6</sup>.

## Úloha 2

Metodické a technické komentáře:

- Bylo by vhodné mít k dispozici učebnu s možností alespoň částečného zatemnění. Přestože jsou stíny předmětu pozorovatelné i za denního světla, zejména v případě slunečného dne bude jejich pozorování obtížné.
- V případě zatemnění místnosti nemusí být světlo svíček dostatečné pro možnost zaznamenání odpovědí. V takovém případě si žáci mohou na pracovní list posvítit třeba mobilním telefonem.
- Bezpečnostní upozornění: při práci s hořícími svíčkami být opatrní, aby nedošlo ke zranění či zapálení předmětů v okolí.
- Kapající vosk ze zapálených svíček by mohl umazat lavici pod nimi a následný úklid zaschlého vosku je časově náročný. Proto je ideální vždy mít pod svíčkami nějaký ochranný podklad, např. obyčejný papír, noviny apod.
- Přestože se jedná o obyčejné čajové svíčky, mají někteří jedinci si s nimi „hrát“, proto je potřeba s tímto počítat a v případě potřeby skupiny popohánět.

<sup>6</sup> Zdroj: MANDÍKOVÁ, Dana a Jitka HOUFKOVÁ. *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti: Utváření kompetencí žáků na základě zjištění šetření PISA 2009* [online]. Praha: Česká školní inspekce, 2012 [cit. 2022-08-24]. ISBN 978-80-905370-1-9. Dostupné z: [https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/PDF\\_el.\\_publikace/Publikace/ulohyPG\\_.pdf](https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/PDF_el._publikace/Publikace/ulohyPG_.pdf)

Postupně uspořádejte předměty podle svých nakreslených obrázků z úlohy 1 a pokusem ověřte, že na stínítku opravdu vznikne požadovaný stín.

*ŘEŠENÍ:*



Přestože poslední situace by neměla být možná zachytit, pokud umístíme svíčky těsně za sebe a krabičku dáme velmi blízko ke stínítku, může se na první pohled zdát, že se stín skládá pouze z tmavé části i v případě úplného zatemnění (viz poslední fotografie výše). Proto by měl učitel uznávat i toto uspořádání jako správnou odpověď.

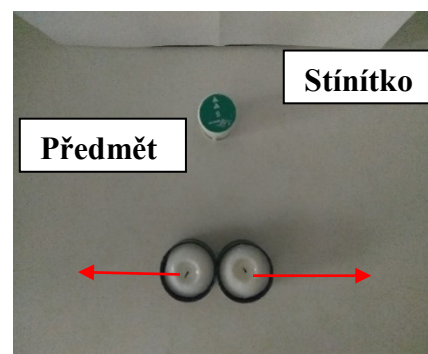
### Úloha 3

Metodické a technické komentáře:

- Kvůli barevným šipkám v obrázcích níže je lepší mít pracovní listy vytisknuté barevně. Při černobílém tisku mohou šipky v pozadí obrázku zaniknout. Pokud barevný tisk není k dispozici, je potřeba na tento fakt myslet a buď šipky zvýraznit ručně, nebo žákům poradit během práce na úloze.
- Podle úrovně žáků může učitel zvolit variantu, kdy se žáci nejprve pokusí odhadnout výsledek, který poté ověří experimentem, nebo budou plnit úkoly až na základě provedení experimentu.

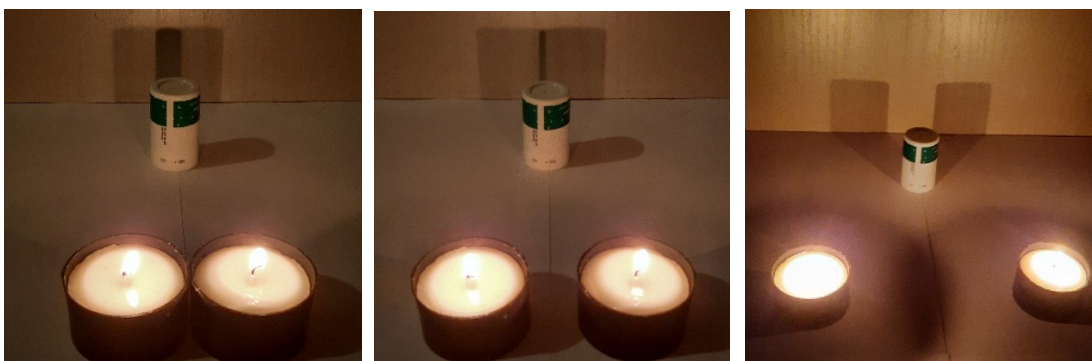
Umístíme dvě čajové svíčky ve stejné vzdálenosti od stínítka těsně vedle sebe. Předmět umístíme mezi svíčky a stínítko, jak ukazuje přiložený obrázek vpravo.

Poté budeme zapálené svíčky od sebe postupně vzdalovat rovnoběžně se stínítkem, jak naznačují červené šipky na obrázku. Poloha předmětu se nemění.



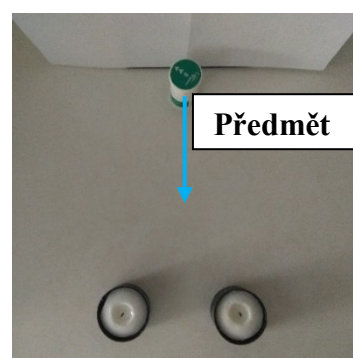
Napište, co se během pohybu svíček bude dít se stínem krabičky na stínítku.

Při pohybu obou svíček naznačeným směrem se plný stín (tmavá část stínu) bude postupně zmenšovat, až při určité vzdálenosti zcela zmizí.

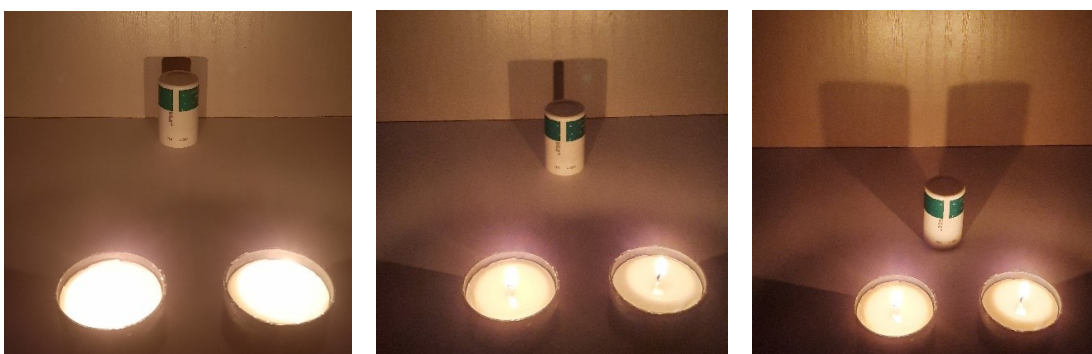


V druhém případě budeme mít opět dvě čajové svíčky, tentokrát ale v určité vzdálenosti od sebe. Předmět umístíme mezi svíčky a stínítko, blízko ke stínítku. Celá situace je stejně jako předtím znázorněna na dalším obrázku.

Poté zapálíme obě svíčky, které ale tentokrát zůstanou po celou dobu na svých místech. Pohybovat budeme předmětem kolmo na stínítko ve směru modré šipky. Napište, co se během pohybu předmětu bude dít se stínem krabičky na stínítku.



Stejně jako v předchozím případě při pohybu předmětu ve směru modré šipky se plný stín krabičky bude postupně zmenšovat, až úplně zmizí. Polostíny se budou



## Závěr

Metodické komentáře:

- Pokud se žáci ještě s tématem stínu ve výuce nesetkali, pravděpodobně správné termíny znát nebudou. Potom se dá první otázka nahradit tím, aby žáci nějaké označení sami vymysleli.
- Druhá otázka je myšlena zcela obecně, jakým způsobem vzniká tmavá část stínu neboli plný stín. Někteří žáci tuto otázku mohou vztáhnout k předchozím situacím a popisovat tak konkrétní uspořádání používaných předmětů, kdy vznikl plný stín. V takovém případě je potřeba se pokusit žáky v uvažování popostrčit zamýšleným směrem nebo uznávat jako správnou i tuto možnost.
- Zde se může zmínit souvislost polostínu a plného stínu s úplným, případně částečným zatmění Slunce (Měsíce). V tomto případě je plný stín tvořen jedním zdrojem světla (Sluncem) z důvodu jeho velikosti.

Na obrázcích v úloze 1 jste si jistě všimli, že se stín krabičky může skládat ze dvou částí – tmavší a světlejší. Jakými názvy je označujeme?

Tmavá část – plný stín.

Světlá část – polostín.

Co se musí stát, aby se ve výsledném stínu objevila jeho tmavá část?

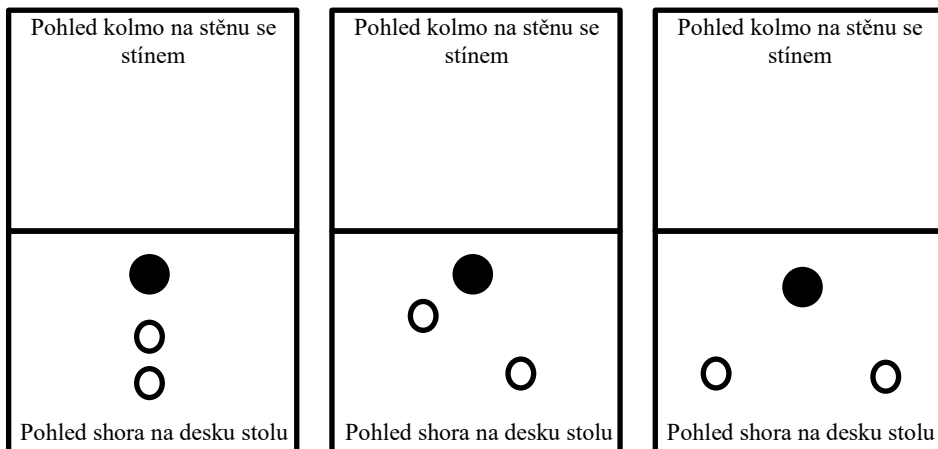
Při osvětlení předmětu dvěma zdroji světla vznikají dva typy stínu – polostín a plný stín. Polostínem označujeme stín, který je tvořen pouze jedním světelným zdrojem. Plný stín, tedy tmavá část stínu, vzniká tehdy, pokud se polostíny v některém místě



### Dotazník: Stíny

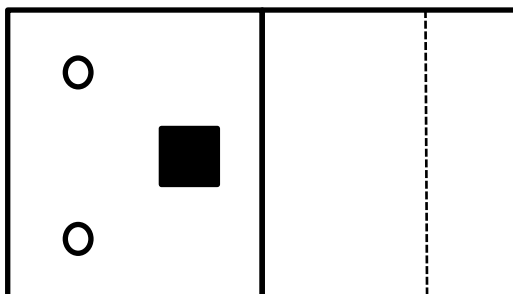
Doplň obrázky níže tak, aby rozmístění předmětů (dvě svíčky a krabička) v dolní polovině obrázku odpovídalo stínu v horní polovině.

Prázdné kolečko znázorňuje svíčku, plné černé kolečko zase krabičku.



Do pravé části dalšího obrázku vyznač plný stín předmětu ve tvaru kvádrů, který je osvětlen dvěma svíčkami, jak ukazuje jeho levá část.

Přerušovaná čára naznačuje maximální výšku stínu.

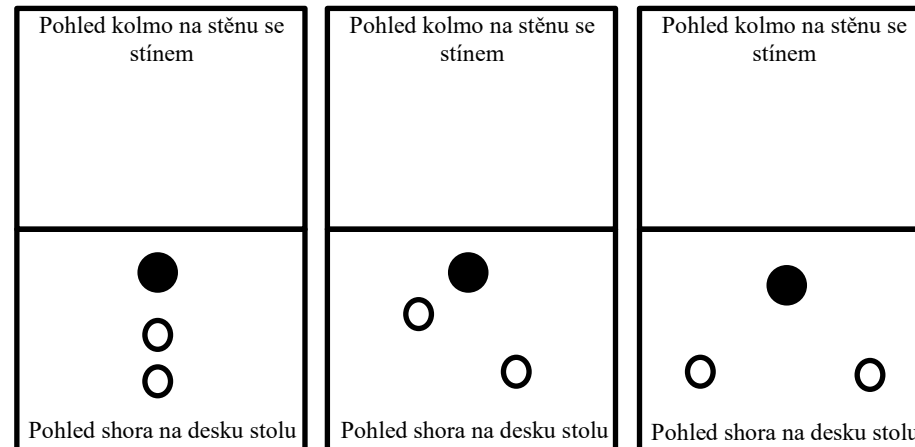


Pomohla ti k řešení otázek výše skupinová práce v jedné z minulých hodin? Pokud ano, v čem a jak?

### Dotazník: Stíny

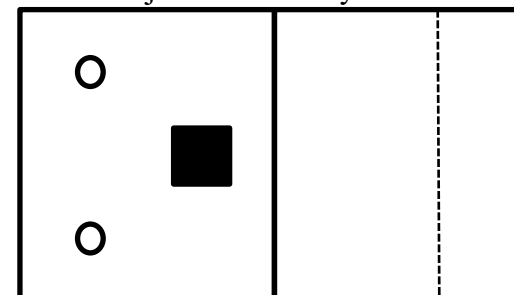
Doplň obrázky níže tak, aby rozmístění předmětů (dvě svíčky a krabička) v dolní polovině obrázku odpovídalo stínu v horní polovině.

Prázdné kolečko znázorňuje svíčku, plné černé kolečko zase krabičku.



Do pravé části dalšího obrázku vyznač plný stín předmětu ve tvaru kvádrů, který je osvětlen dvěma svíčkami, jak ukazuje jeho levá část.

Přerušovaná čára naznačuje maximální výšku stínu.



Pomohla ti k řešení otázek výše skupinová práce v jedné z minulých hodin? Pokud ano, v čem a jak?

Vážení vyučující,  
předem Vám velice děkuji za ochotu projít a připomínkovat pracovní listy k mé diplomové práci. Při jejich tvorbě jsem vycházela z úloh pro mezinárodní šetření PISA, které u nás zajišťuje Česká školní inspekce a jehož se účastní patnáctiletí žáci. Ti spadají buď do 9. tříd ZŠ a odpovídajícího ročníku víceletých gymnázií, nebo do prvních ročníků středních škol. Pro tyto žáky jsou také pracovní listy primárně určeny, ale dají se samozřejmě využít i v jiných třídách.

Řešení úloh je spojeno s experimenty prováděnými učitelem, případně žáky (vše je popsáno v pracovním listu pro učitele).

Pracovních listů je celkem šest s názvy *Domeček pro panenky*, *Klimadiagram 1*, *Klimadiagram 2*, *Radioaktivita*, *Stíny* a *Změny teploty*. Ke každé aktivitě je vytvořen pracovní list pro žáky a zvlášť pracovní list pro učitele obsahující navíc řešení a metodické komentáře.

Ráda bych Vás poprosila o libovolné připomínky, myšlenky, komentáře, co Vás při procházení pracovních listů napadnou a zodpovězení konkrétnějších otázek níže.

1) Uveďte počet let praxe

ZŠ:		SŠ včetně gymnázia:	
-----	--	---------------------	--

2) Jsou vybrané úlohy zvoleny přiměřeně s ohledem na věcnou náročnost?

3) Zhodnoťte logickou stavbu pracovních listů. Myslíte si, že zvolené úlohy v jednotlivých aktivitách na sebe vhodně navazují? Navrhli byste nějaké úpravy?

4) Jakým způsobem zapadají aktivity do učiva základních či středních škol? Kam byste je zařadili?

5) Podle vlastní zkušenosti z výuky se pokuste odhadnout obtížnost zadání pro žáky, se kterými máte zkušenost. Použijte stupnici 1 (velmi lehké) - 2 (lehké) - 3 (průměrně obtížné) - 4 (obtížné) - 5 (velmi obtížné) a vyplňte prosím následující tabulku (samozřejmě pouze řádky pro žáky, se kterými máte zkušenosti).

	domeček	klimad. 1	klimad. 2	radioaktivita	stíny	změny teploty
žáci ZŠ						
kvarta víceletého gymnázia						
1. ročník gymnázia						
1. ročník SŠ						

6) Využili byste Vy osobně takové pracovní listy ve výuce? Proč ano/ne?