

**Různé úrovně badatelské výuky
ve fyzikálních experimentech**

Mgr. Tereza Fürstová

Obsah

Úvod.....	3
Cíle a struktura diplomové práce	3
1. Badatelská výuka.....	4
1.1. Badatelsky orientovaná výuka	4
2. Vytvořené aktivity k badatelské výuce	9
2.1. Výběr témat.....	9
2.2. Tvorba pracovních listů	9
3. Schéma výzkumu	11
3.1. Účastníci výzkumu a jejich rozdělení do skupin	12
3.2. Provedení experimentálních aktivit a jejich natáčení	14
3.3. Dotazníky po experimentování	15
3.4. Videostudie	15
3.5. Zpracování výsledků videostudie	19
4. Výsledky výzkumu.....	20
5. Shrnutí výsledků.....	25
5.1. Data z videostudie.....	25
5.2. Komentáře studentů	28
Závěr.....	30
Seznam použité literatury	32

Úvod

Při výběru tématu své diplomové práce jsem hledala takové téma, které při výuce opravdu využiji. Už při povinných učitelských praxích jsem narážela na různé překážky. Patřila mezi ně například skutečnost, že v mých hodinách probíhala převážně frontální výuka. Jak je ale známo z pyramidy učení, studenti se naučí nejvíce tím, co sami dělají. Ačkoliv jsem chtěla, aby studenti v mých hodinách byli aktivnější a co nejvíce pracovali s různými pomůckami, bylo pro mě velmi obtížné vymyslet a připravit vhodné aktivity.

Jedno z nabízených témat diplomové práce se týkalo badatelsky orientované výuky. Tento způsob výuky jsem neznala, ale lákalo mě vyzkoušet si badatelskou výuku a diplomová práce na toto téma pro mě byla skvělou příležitostí.

Při tvorbě práce jsem sledovat studenty, kteří experimentovali a sami objevovali, na čem některá z fyzikálních veličin závisí a na čem ne. Mohla bych jim sice napsat na tabuli vzorec, který zde platí a bylo by to mnohem rychlejší. Ale dosáhla bych pouze toho, že by se studenti bez přemýšlení učili vzorce. Věřím, že díky provádění experimentů a diskutování o jejich výsledcích se studenti mohou naučit myslet, což budou v životě opravdu potřebovat.

Cíle a struktura diplomové práce

Prvním cílem mé diplomové práce bylo seznámení se s principy badatelské výuky. Základní informace o badatelské výuce společně s rešerší relevantní literatury zabývající se zapojením fyzikálních experimentů do badatelsky orientované výuky jsou sepsány v první kapitole této práce.

Následně jsme společně s vedoucím práce vytipovali experimentální aktivity, které je možné připravit pro SŠ studenty na všech čtyřech úrovních bádání. K těmto aktivitám byla vytvořena zadání. Výběr těchto aktivit i pracovní listy jsou uvedeny ve druhé kapitole.

Dalším cílem byla realizace vytvořených aktivit se středoškolskými studenty. Té se věnuje třetí kapitola.

Posledním a hlavním cílem práce bylo pomocí vhodné výzkumné techniky popsat a porovnat strategii postupu studentů. Práce studentů byla zaznamenána na kamery a podrobena videostudii, jejíž průběh je popsán ve 3. kapitole. Na základě výsledků byla sepsána charakteristika osmi skupin studentů, kteří pracovali podle vytvořených pracovních listů. Práci dvou těchto skupin popisují ve 4. kapitole. Poslední kapitola obsahuje výsledky, ke kterým jsme při tvorbě této práce došli.

1. Badatelská výuka

1.1. Badatelsky orientovaná výuka

Badatelsky orientovaná výuka (dále BOV) je způsob výuky inspirovaný bádáním. Jejím cílem je rozvoj znalostí a dovedností studentů na základě jejich samostatného ověřování, zkoumání a objevování poznatků. Studenti by si během BOV měli klást otázky, formulovat hypotézy a vymýšlet postup jejich ověřování, provádět pokusy, vyhodnocovat výsledky a formulovat závěry, ke kterým došli.

Nemůžeme od studentů očekávat, že budou okamžitě schopni navrhnout a provést jejich vlastní výzkum. Většina studentů, nezávisle na jejich věku, potřebuje cvičit a rozvíjet své badatelské schopnosti a trvá nějaký čas, než jsou schopni navrhnout a provést vlastní výzkum. Proto existuje několik úrovní BOV, kterými studenti procházejí, postupně zlepšují své dovednosti a prohlubují vědecké myšlení. V literatuře (Banchi, Bell, 2008; Bunterm a další, 2014; Chang, Mao, 1999) jsou rozlišovány čtyři stupně badatelské výuky. Tyto stupně se liší množstvím informací, které je studentům poskytnuto a také tím, do jaké míry učitel studenty povede a jakou jim nechá volnost při experimentování.

1.1.1. Čtyři úrovně badatelské výuky

V této kapitole uvádím charakteristiku jednotlivých úrovní BOV podle článku „*The many levels of inquiry*“ (Banchi, Bell, 2008).

První úroveň badatelské výuky se nazývá *Potvrzující*. Studentům je položena otázka, mají přesně zadaný postup experimentu a jeho výsledek předem znají. Tato úroveň je vhodná především tehdy, když je cílem učitele připomenout studentům látku, kterou by již měli znát. Může být užitečná také v případě, kdy je cílem, aby studenti získali zkušenosti s experimentováním a naučili se určité dovednosti, například aby dokázali zaznamenat a vyhodnotit naměřená data.

Další úroveň bádání se nazývá *Strukturovaná*. Studentům je opět položena otázka, znají postup provedení experimentu, ale v tomto případě neznají odpověď na zadanou otázku. Jejich úkolem je provést experiment a na základě naměřených dat vyvodit závěr, například objevit vztah mezi veličinami. Studenti by se tak měli naučit provádět měření a zapisovat data, používat různé pomůcky a provádět nejrůznější postupy měření, jejichž znalost se jim bude hodit v následujících úrovních badatelské výuky.

Následuje *Nasměřovaná* úroveň badatelské výuky. Studenti dostanou zadanou otázku a dále už je jen na nich, aby vymysleli postup měření, provedli experiment a získali odpověď na danou otázku. Pro tuto úroveň bádání je potřeba, aby studenti již dříve měli dostatek příležitostí naučit se vymýšlet různé experimenty, sbírat data a pracovat s nimi. Přestože studenti vymýšlí své vlastní pokusy, učitel není pasivní, ale snaží se vést je k tomu, aby jejich výzkum dával smysl.

Poslední je *Otevřená* úroveň badatelské výuky. V tomto případě mají studenti největší volnost ve svých činnostech. Mohou si vyzkoušet, jaké to je, být na chvíli vědci, pokládají si otázky, sami navrhují a provádějí experimenty a následně hodnotí jejich výsledky a vyvozují z nich závěry. Tato úroveň badatelské výuky vyžaduje ze všech úrovní nejvíce vědeckého myšlení a zapojení studentů. Aby byli studenti při bádání úspěšní, je potřeba, aby již měli nějaké zkušenosti s prvními třemi úrovněmi badatelské výuky. Měli by být schopni navrhnout experiment, zaznamenat a zpracovat naměřené hodnoty.

1.1.2. Realizace BOV

Realizace BOV je pro učitele poměrně náročná a vyžaduje určité kompetence. Schopnost učitelů provádět badatelskou výuku závisí na jejich zkušenostech s bádáním a na tom, jak dokáží přemýšlet o propojení badatelských činností s výukou (Dostál, 2015).

Před tím, než učitel zahrne do výuky nějaký experiment, je nutné, aby jej vyzkoušel a pokusil se odhalit všechna rizika, ke kterým by během provádění experimentu mohlo dojít. Během experimentování je nutné dbát na bezpečnost. Na začátku hodiny je třeba, aby se žáci seznámili s nebezpečnými látkami a materiály, se kterými by ve výuce mohli přijít do styku. Jestliže při experimentu hrozí studentům nějaké nebezpečí, je nutné varovat je, aby jej neprováděli bez dozoru učitele. Je vhodnější začínat jednoduššími experimenty a následně postupovat ke složitějším. Všechny experimenty by měly být dobře didakticky zdůvodněny (Dostál, 2013).

1.1.3. Různé názory na BOV

Názory na efektivitu badatelské výuky přírodovědných předmětů nejsou jednoznačné. Asi jako každý jiný způsob výuky, i badatelská výuka má své výhody i nevýhody.

Následuje rešerše několika výzkumných studií, které se zabývaly porovnáním různých úrovní BOV a jejich efektivitou. Takových studií bylo provedeno velké množství, zde uvádím pouze výčet několika studií, který ilustruje odlišné přístupy a závěry.

Efektivita BOV v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni gymnázia

Výzkum, který byl proveden v České republice (Rokos, Vomáčková, 2017), probíhal při výuce na ZŠ a nižším stupni gymnázia a zabýval se efektivitou badatelsky orientovaných úloh a klasických laboratorních úloh v laboratorních pracích při výuce fyziologie.

Tento výzkum se zabýval otázkami, zda BOV vede k lepšímu osvojení znalostí a dovedností než tradiční výuka, zda je rozdíl v efektivitě BOV mezi studenty vyššího stupně ZŠ a žáků nižšího stupně osmiletého gymnázia a zda BOV vede k lepšímu osvojení dovedností nebo znalostí. Výzkumu se zúčastnilo 61 žáků ve věku 13–15 let. Experimentální skupina pracovala s otevřenou úrovní zadání, kontrolní skupina podle podrobného návodu učitele.

Výsledky studie:

Výzkum ukázal, že způsob výuky měl značný vliv na dovednosti studentů víceletých gymnázií, studenti pracující s badatelskými úlohami prokázali výrazný nárůst dovedností oproti studentům s klasickými zadáním úloh. Na znalosti těchto studentů ale způsob výuky vliv neměl.

U žáků základních škol nebyl pozorován rozdíl v dovednostech ani znalostech v závislosti na typu výuky.

Porovnání řízeného bádání a tradiční výuky přírodovědných předmětů

Na univerzitě v Michiganu byla provedena studie (Cobern, 2010), která zkoumala, zda je pro rozvoj vědeckého pojetí studentů efektivnější badatelský přístup výuky nebo tradiční výuka.

Průzkum probíhal na dobrovolném letním soustředění, trval dva týdny a zúčastnilo se ho 180 žáků 8. tříd a 5 učitelů. Výuka zde měla jistá omezení oproti školní výuce – například zde žáci nebyli hodnoceni známkami a nebylo možné zadávat žákům domácí úkoly. Studie měla za cíl zjistit, zda je pro porozumění vědeckých pojmů efektivnější badatelský přístup nebo tradiční přístup, když jsou oba navrženy experty a dobře provedeny.

Výsledky studie:

Z výsledků studie vyplývá, že nasměrované bádání a tradiční výukové metody vedou ke srovnatelnému porozumění vědeckých pojmů za přibližně stejnou dobu výuky. Rozdíly mezi studenty jednotlivých způsobů výuky nebyly statisticky významné.

Většina učitelů přírodovědných předmětů má pocit, že velmi podstatná přidaná hodnota BOV je v tom, že studenti „dělají“ vědu sami. Tradiční výuka může být pro učitele snadnější nebo časově méně náročná na přípravu, pro slabší studenty může být méně náročná. U tohoto způsobu výuky ale hrozí možnost, že studenti získají pocit, že přírodovědné předměty jsou pouhý soubor znalostí, které je potřeba se naučit.

Porovnání výsledků badatelské a tradiční výuky

Autoři studie (Chang, Mao, 1999) se snažili porovnat efektivitu BOV a tradičních výukových metod. Úspěšnost studentů posuzovali na základě testu a přístupu středoškolských studentů ke studiu.

Studie se zúčastnilo 612 studentů z 16 tříd. Šest učitelů, kteří měli od 3 do 8 let praxe, učilo tyto studenty v 5 státních SŠ na východě Taiwanu. Studie trvala 4 týdny, během nichž byla osmi třídám náhodně přiřazena BOV a osmi třídám tradiční způsob výuky. Během 4 týdnů měly obě skupiny k dispozici stejné materiály a zabývaly se stejnými tématy. Mezi tato témata patřily Země a Slunce, zdánlivý pohyb Slunce a hvězd, rotace Země a její oběh kolem Slunce a roční období.

Výsledky studie:

Po čtyřech týdnech měli výrazně lepší výsledky z posttestu studenti BOV než jejich vrstevníci vyučovaní klasickou metodou. Studenti s BOV získali výrazně více znalostí než druhá skupina.

Výsledky studie demonstrují statisticky významné rozdíly v prospěchu studentů s BOV a jejich přístupu k vědě o Zemi. Tito studenti mnohem více spolupracovali ve třídě a prokázali vyšší sebejistotu v daném předmětu. Mezi skupinami nebyly objeveny žádné rozdíly v tom, jak je učivo zaujalo.

Tato studie ukázala, že skupina studentů s BOV byla lépe podporována v jejich přístupu k přírodním vědám, protože tento způsob výuky dovoluje studentům plánovat si vlastní výzkum, sbírat a interpretovat data, analyzovat výsledky a sdílet své objevy se spolužáky.

Vedou různé úrovně bádání k různým výsledkům učení?

V Thajsku byla provedena studie (Bunterm a další, 2014) zkoumající vliv strukturované a nasměrované badatelské výuky na výsledky studentů 2. stupně ZŠ v předmětu Science. Průzkum byl proveden na třech školách a probíhal tak, že dvěma třídám z každé školy byl náhodně přiřazen strukturovaný nebo nasměrovaný stupeň BOV. Studenti prošli během 4 týdnů 14 nebo 15 hodinami výuky a následně se testovaly jejich znalosti, schopnosti provádět vědeckou práci, byl testován také jejich vědecký přístup a sebezpoznání stresu.

Výsledky studie:

V žádné z vybraných tří škol nebyly zaznamenány rozdíly v závislosti na pohlaví studentů, jejich věku a předchozí známce z předmětu science. Studenti všech škol měli lepší výsledky z posttestu než z pretestu.

V porovnání se strukturovanou BOV prokázali studenti nasměrované BOV lepší znalosti a větší zlepšení schopností provádět vědeckou práci. U obou stupňů BOV došlo ke značnému zlepšení vědeckých dovedností, u studentů nasměrované úrovně byl však zjištěn větší pokrok než u studentů strukturované BOV. Výhoda studentů nasměrované úrovně bádání může být v tom, že tito studenti mají v porovnání se studenty strukturované úrovně více příležitostí zapojit se do vědeckých procesů. Například při vymýšlení postupů výzkumu musí studenti uvažovat o tom, co dělají a musí vymýšlet otázky, kterými se budou zabývat. Tato činnost je velmi podobná tomu, jak pracují skuteční vědci.

2. Vytvořené aktivity k badatelské výuce

2.1. Výběr témat

Jedním z cílů této práce bylo vytipovat experimentální aktivity, které bude možné připravit pro studenty středních škol na všech čtyřech úrovních bádání. Měly to být jednoduché aktivity, se kterými studenti budou moci experimentovat a které ve výuce zatím neprobírali. Nechtěli jsme, aby během experimentování mohli používat fakta získaná zapamatováním z dřívější výuky.

Rozhodli jsme se pro kyvadlo, u kterého studenti mohou snadno měřit periodu v závislosti na jeho vlastnostech. Při práci s kyvadlem studenti používali nejzákladnější pomůcky – stojan, provázek, závaží, metr a stopky.

Druhá aktivita vybraná pro tuto práci byl hydrostatický tlak, který studenti mohou snadno měřit v závislosti na různých fyzikálních veličinách. K měření hydrostatického tlaku studenti kromě jednoduchých pomůcek používali čidlo tlaku s rozhraním systému Vernier.

2.2. Tvorba pracovních listů

Dalším cílem bylo připravit k oběma experimentálním aktivitám pracovní listy ve všech čtyřech úrovních BOV. Jejich grafická úprava byla inspirována pracovními listy, které se běžně využívají v Interaktivní fyzikální laboratoři (IFL) na KDF MFF UK. Nadpisy jednotlivých odstavců byly zasazeny do barevných rámečků, pod otázky byly umístěny bílé rámečky, do nichž studenti mohli zapsat vlastní odpovědi. Do potvrzujícího a strukturovaného zadání s kyvadlem bylo vyfoceno kyvadlo.

2.2.1. Charakteristické rysy prac. listů pro jednotlivé úrovně bádání

Potvrzující

Zadání potvrzující úrovně bádání obsahuje stručnou teorii a vztah, který popisuje daný jev. Následují otázky, kterými se studenti mají zabývat. Odpovědi na tyto otázky lze najít v teorii, úkolem studentů je tedy ověřit, že výše uvedená teorie platí. Ke každé otázce mají studenti popsany postup experimentování, kterým získají odpověď na danou otázku. K dispozici jsou pomůcky, které budou experimentátoři potřebovat.

Strukturovaná

Ve strukturované úrovni zadání jsem uvedla pouze stručnou teorii popisující zkoumaný fyzikální jev, nejsou zde ale uvedeny žádné vztahy. Dále jsou napsané otázky, na které mají studenti experimentálně najít odpovědi. Následuje podrobně rozepsaný postup experimentů, který má studenty dovést ke správným odpovědím. K dispozici jsou pomůcky, které budou k provedení experimentu potřeba.

Nasměrovaná

Cílem nasměrované úrovně je zjistit, zda zkoumaný jev závisí na daných fyzikálních veličinách. Zadání neobsahuje žádnou teorii, pouze zadané otázky bez postupu měření. Studenti mají za úkol navrhnout a provést experimenty, kterými zjistí, na kterých fyzikálních veličinách závisí a na kterých nezávisí jev, kterým se zabývají.

Otevřená

Na otevřené úrovni bádání je cílem studentů navrhnout, na čem závisí jev, který zkoumají. Toto zadání neobsahuje žádnou teorii, úkolem studentů je navrhnout, na kterých veličinách může jimi zkoumaná veličina záviset a poté experimentálně zjistit, zda na těchto veličinách skutečně závisí. K provedení experimentu dostali studenti bednu plnou různých pomůcek – některé z nich se studentům k experimentování budou hodit, jiné spíše ne. Navíc mohou studenti požádat o jakékoliv jiné pomůcky, které je napadnou.

2.2.2. Testování PL

Vytvořená zadání byla nejdříve otestována v jednom bloku předmětu *Praktické cvičení ve výuce fyziky I (NDFY077)*, který vedli RNDr. Petr Kácovský, Ph. D. a RNDr. Marie Snětinová, Ph. D. Zadání úloh zde testovali studenti 3. ročníku bakalářského studia učitelství M-F, přečetli si zadání a provedli podle něj experimenty. Na základě jejich připomínek byla zadání upravena (šlo o úpravu formulací vět a opravu překlepů) a následně poslána čtyřem učitelům. Konkrétně se jednalo o zkušeného učitele fyziky na ZŠ a tři učitele fyziky na SŠ. Po získání zpětné vazby od těchto učitelům jsem upravila formulace některých vět v PL a do zadání hydrostatického tlaku na strukturovaném stupni jsem přidala za úkol tvorbu grafu závislosti tlaku na hloubce. Dva z učitelů mi také navrhli přidat do zadání kyvadla na strukturovaném stupni za úkol tvorbu grafu závislosti periody na délce kyvadla. Tento úkol by ale byl časově dost náročný, proto jsem ho mezi úkoly nezařadila. Pracovní listy tak byly upraveny do finální podoby.

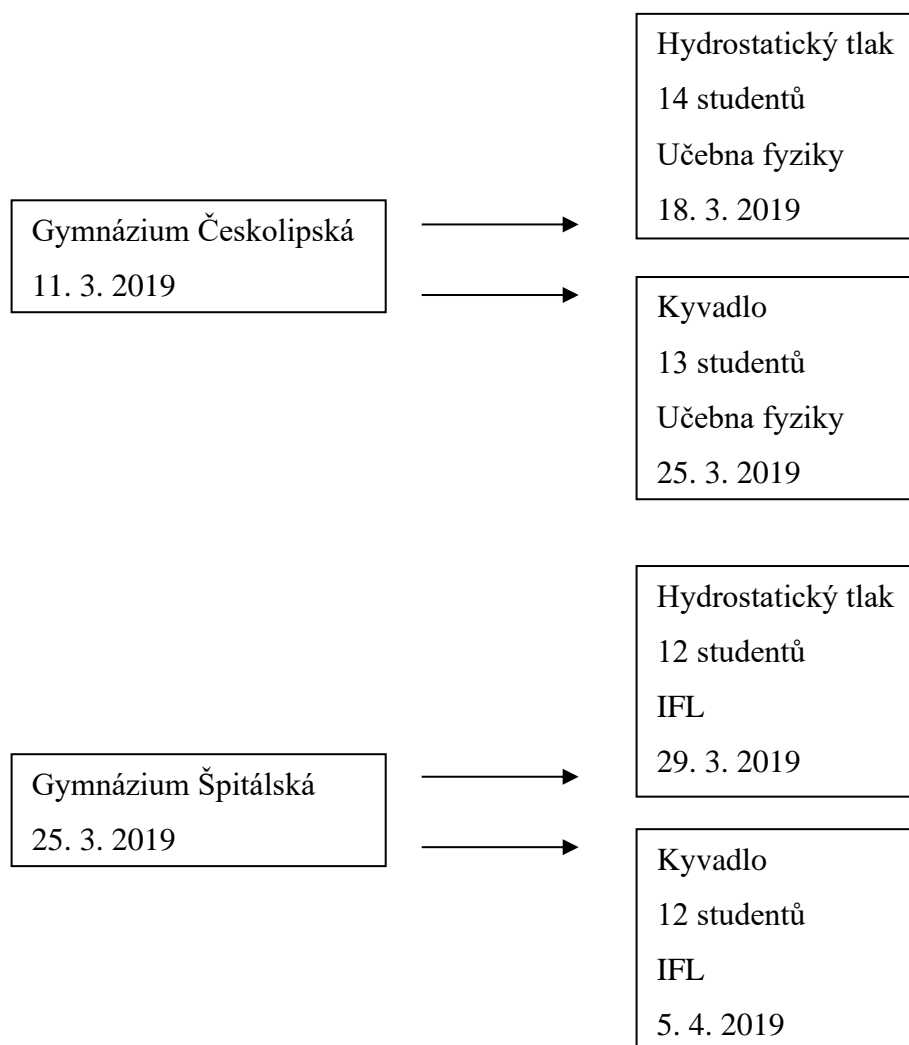
3. Schéma výzkumu

Hlavním úkolem této práce bylo popsat a porovnat postup studentů při práci na různých úrovních BOV. Pro tento účel byl zvolen smíšený výzkumný přístup, konkrétně metoda deskriptivní (popisné) případové studie (Mareš, 2015).

Pro získání dat jsem využila především videostudie a dvojice krátkých dotazníků, jeden z nich studenti vyplnili před experimentováním a druhý po něm. K realizaci experimentů byli vybráni studenti dvou tříd prvního ročníku SŠ ze dvou různých škol, gymnázia Špitálská a gymnázia Českolipská. Práce jednotlivých skupina byla natáčena na videokamery, následně proběhla analýza natočených videí, díky které jsme zjistili, kolik času věnují studenti v průběhu experimentování různým činnostem.

Průběh výzkumu

V rámečcích nalevo je uvedena škola, na které studenti studují a datum zadání dotazníků před experimentováním. Rámečky napravo uvádějí téma experimentu, počet studentů, místo a datum vlastního experimentování. Ihned po skončení experimentování studenti vyplnili druhé dotazníky, které zjišťovaly, co se studenti naučili.



3.1. Účastníci výzkumu a jejich rozdělení do skupin

Pracovat s nasměrovaným nebo otevřeným zadáním BOV může být pro studenty náročné a zajímalo mě, jak si s tím poradí různí studenti – ti, které fyzika baví a experimentují rádi, ale i ti, které fyzika ani experimentování nezajímá. Proto jsem se rozhodla sestavit pracovní skupinky sama s tím, že učitelé měli možnost některou z vytvořených skupin zamítnout například v případě, že by její členové mezi sebou měli špatné vztahy. Protože jsem ale studenty neznala, vytvořila jsem dotazník, který studenti měli vyplnit před experimentováním, abych je podle odpovědí mohla rozdělit do skupinek. Několik dní předtím, než měli studenti experimentovat, vyplnili tyto dotazníky, které mohly naznačit, jaká úroveň bádání je nejbližší osobnostnímu nastavení studentů.

Výhodou tohoto postupu bylo, že jsme měli dost času na promyšlení, jak skupinky sestavit. Nevýhoda byla v tom, že v hodině, kde studenti vyplňovali dotazníky, mohlo několik žáků chybět. Mohla nastat i opačná situace, že žák, který dotazník vyplnil, pak chyběl při experimentování. Pro nás to však nebyl velký problém, od většiny studentů jsme dotazníky vyplněné měli a mohli jsme tak vytvořit skupinky podle potřeb výzkumu. Snažila jsem se tvořit takové skupinky, o kterých jsem si myslela, že se jim se zadanou úrovní BOV bude pracovat dobře.

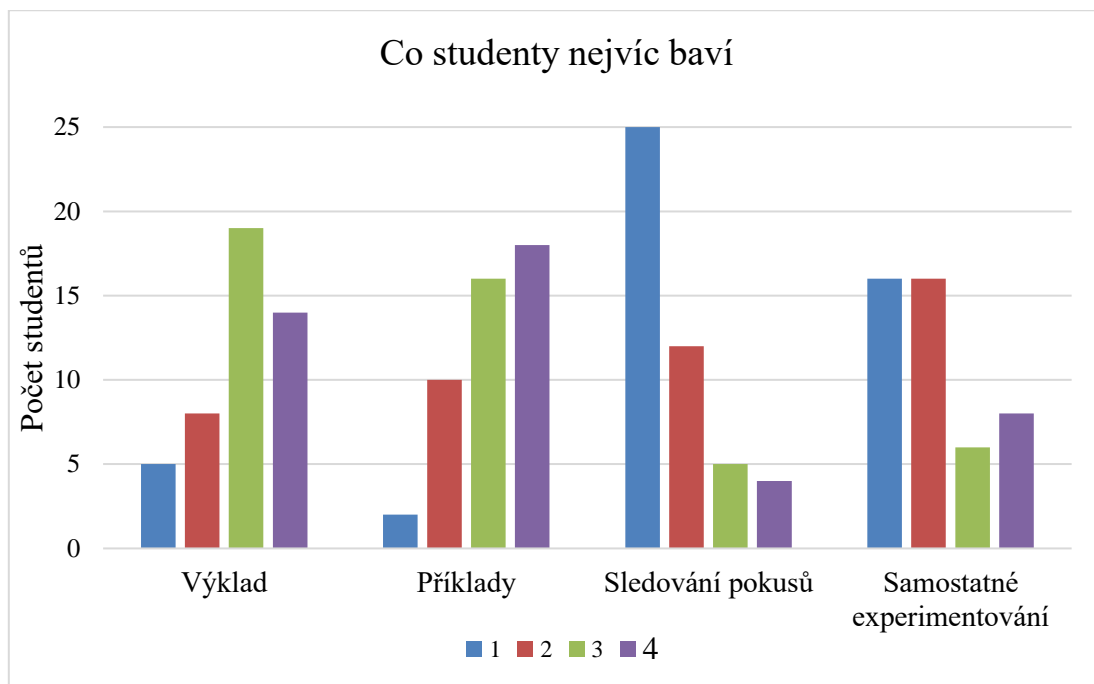
3.1.1. Otázky v dotazníku

V dotazníku jsem studentům položila několik různých otázek, ptala jsem se například, zda je baví fyzika a matematika, zda mají rádi pořádek nebo si nechají poradit, když neví.

Také jsem je nechala seřadit čtyři aktivity, které mohou probíhat ve vyučovací hodině, podle dvou kritérií: co studenty baví nejvíc a při čem si myslí, že se naučí nejvíce.

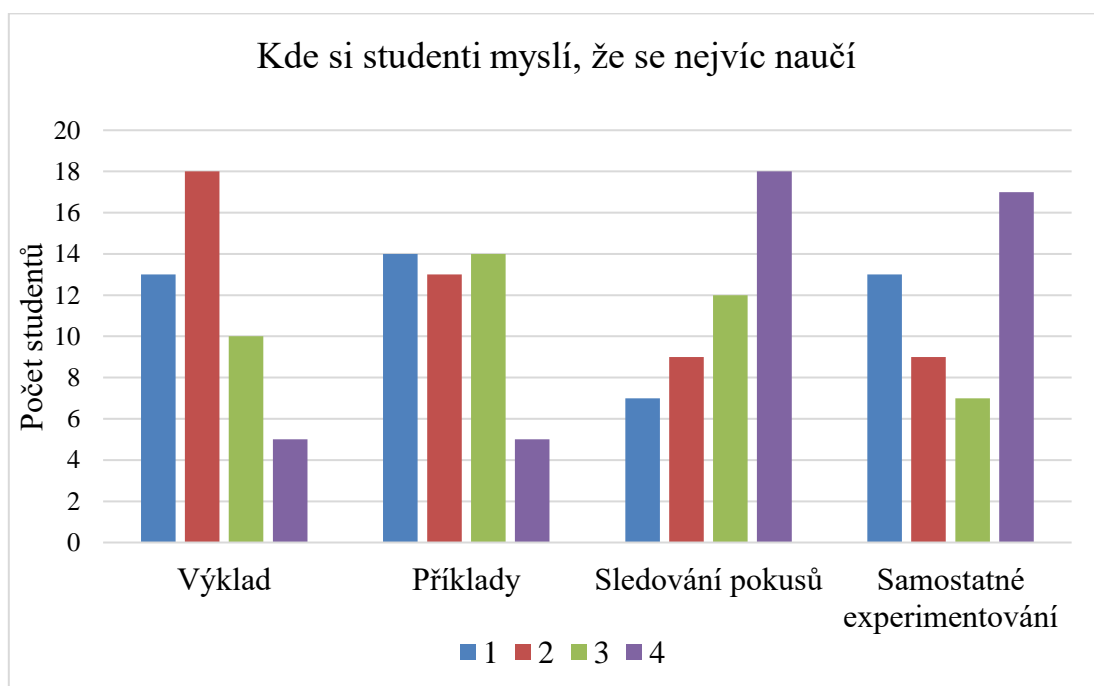
Přestože tato část není pro tvorbu skupinek důležitá, odpovědi studentů mi připadaly zajímavé, a proto jsem ze získaných odpovědí sestavila dva grafy. První zobrazuje, jaké činnosti z nabízených možností baví studenty během výuky nejvíc. Na druhém grafu je vidět, u které činnosti z nabízených možností si studenti myslí, že se naučí nejvíce.

V grafu „Co studenty nejvíc baví“ si můžeme všimnout, že studenty více baví sledování pokusů než jejich samostatné experimentování. Obě tyto činnosti jsou ale u studentů oblíbenější než výklad nebo počítání příkladů.



Graf 1: Co studenty během výuky baví nejvíc ($N = 46$). Každou aktivitu hodnotili čísla od 1 (nejvíce) do 4 (nejméně).

V grafu „Kde si studenti myslí, že se nejvíc naučí“ samostatné experimentování polarizuje, 13 studentů uvedlo, že samostatným experimentováním se naučí nejvíce a 17 studentů má názor, že se tím naučí nejméně. Podle odpovědí si studenti myslí, že se nejvíce naučí výkladem a počítáním příkladů, které je ale baví nejméně.



Graf 2: U čeho si studenti myslí, že se naučí nejvíc ($N = 46$). Každou aktivitu hodnotili čísla od 1 (nejvíce) do 4 (nejméně).

3.1.2. Rozdělování studentů do skupin

Studenti každé třídy byli rozděleni na dvě poloviny, jedna polovina experimentovala s kyvadlem a druhá s hydrostatickým tlakem. Každá polovina třídy byla následně rozdělena do čtyř skupin tak, aby každá skupina mohla pracovat se zadáním na jedné ze čtyř úrovní BOV.

Podle odpovědí jsem zjistila, kteří studenti spíše mají rádi fyziku a kteří ji spíše nemají rádi. Podle oblíbenosti fyziky i dalších odpovědí jsem studenty rozdělila na ty, kterým badatelská výuka spíše bude vyhovovat, a ty, pro které vhodná spíše nebude. Skupinky jsem se pak snažila tvořit tak, aby v nich byli studenti se zájmem o fyziku i ti, které fyzika nebaví. Současně jsem brala ohled na obtížnost různých úrovní BOV, proto jsem k otevřenému bádání nepřirazovala studenty, které fyzika vůbec nebaví nebo studenty, které nebaví samostatně vymýšlet postup a kterým by podle odpovědí tato úroveň nevyhovovala.

3.2. Provedení experimentálních aktivit a jejich natáčení

Před experimentováním bylo potřeba připravit čtyři stanoviště s pomůckami a zadáními tak, aby každé odpovídalo jedné úrovni BOV. Na stanovištích pro první tři úrovně BOV byly pouze pomůcky, které studenti k provedení experimentu potřebovali. Na stanoviště s otevřenou úrovní byla umístěna krabice se spoustou pomůcek, z nichž některé studenti k provedení experimentu nepotřebovali. Uvnitř byly špejle, plastová brčka, zápalky, svíčka, vodiče, žárovka, plochá baterie, multimetr, drátek, provázek, závaží s háčkem, rozhraní labquest s barometrem a další předměty.

Dále bylo potřeba nachystat kamery a umístit je v učebně tak, aby byl snímáný obraz dobře osvětlený a zároveň aby kamera mířila pouze na jednu skupinku a nahrávala tak zvuk pouze od ní (Najvar, Najvarová, 2011).

Jako první prováděli studenti gymnázia Českolipská experiment s hydrostatickým tlakem. Přítomni byli celkem tři učitelé, jeden z nich byl jejich učitel fyziky. O týden později experimentovala druhá polovina gymnázia Českolipská s kyvadlem, zde byli přítomen jejich fyzikář a jeden další učitel. Poté proběhlo experimentování studentů Špitálská v IFL, poprvé se třemi a podruhé se dvěma učiteli, v obou případech byl přítomen jejich učitel fyziky.

3.3. Dotazníky po experimentování

Zajímalo nás, jak se studentům pracuje s jednotlivými zadáními a zda se během experimentování něco naučili. Byl proto vytvořen další dotazník, který byl tvořen dvěma částmi. První část, která je stejná pro kyvadlo i hydrostatický tlak, zjišťovala, zda bylo zadání pro studenty srozumitelné a kde nastal nějaký problém. Druhá část je pro experiment s kyvadlem i hydrostatickým tlakem odlišná. Obsahuje čtyři fyzikální otázky týkající se tématu, na které studenti prováděli experimenty.

Tento dotazník jsme studentům rozdali ihned po skončení aktivity. Po vyplňování dotazníku ještě následoval rozhovor každé skupinky s jedním z učitelů o tom, co se jim na experimentování líbilo a nelíbilo, co pro ně bylo těžké a zda jim tento styl výuky vyhovoval. (Některé odpovědi studentů z dotazníku i z rozhovoru jsou uvedeny v kapitole 5.2.)

3.4. Videostudie

Když obě třídy provedly experiment s kyvadlem i hydrostatickým tlakem, bylo potřeba získat data z nahraných videí. Pro práci s videem jsme používali program Solomon Coder, pomocí něhož můžeme okódotovat činnosti probíhající ve videu. Kódy, které jsme používali, jsou uvedeny v kapitole 3.4.2. Trvání těchto činností pak lze exportovat do excelu. Celkem bylo natočeno přes 18 hodin videa, okódotována byla polovina videí (čtyři úrovně pro experimenty s kyvadlem a čtyři pro experimenty s hydrostatickým tlakem).

3.4.1. Tvorba kódů

Při vytváření kódů jsme se inspirovali dvěma analytickými metodami, které byly vyvinuty ke zkoumání výuky. První z nich je metoda Roberta F. Bales (Bales, 1950), která se zabývá interakcemi mezi členy v malých skupinách a popisuje chování jednotlivců. Druhou metodou je FIAS (Flandersův systém interakční analýzy), jenž se zabývá tím, jak učitel řídí výuku a sleduje interakci mezi učitelem a studenty (Svatoň, 2013).

Tyto metody pro naše účely nebyly příliš vhodné, protože cílem této práce není zkoumat interakce mezi studenty ani chování učitele, poskytly nám ale inspiraci.

Další inspirací byla kniha „*How to run a videostudy*“ (Tesch, 2005), jejíž jedna kapitola je kódovací příručka popisující analýzu videa s hodinou fyziky. Video je podle autorů knihy rozděleno na deseti sekundové úseky a následně analyzováno. Během analýzy se autoři nevěnují pouze samotnému experimentování, ale i představení aktivity a závěrečné diskusi a fázi experimentu v analýze zaznamenávají. Také zaznamenávají činnosti studentů při aktivitě,

úroveň otevřenosti zadání, charakter aktivity – například zda je kvalitativní či kvantitativní, zda experiment provádí učitel nebo žáci či jestli se jedná o jeden nebo více experimentů.

Naším cílem bylo zjistit, kolik času stráví skupiny pracující podle našich zadání různými činnostmi. Vytvořili jsme proto vlastní kódy, které popisovaly dění ve skupinách během bádání. První verze obsahovala následující kódy:

Pomůcky

Čtení PL (pracovního listu)

Zápis do PL

Související komunikace

Nesouvisející komunikace

Učitel

Čekání

Nesouvisející.

Kódováním prvního videa jsme otestovali, zda pro nás tyto kódy budou vhodné. Usoudili jsme, že bude vhodnější dva kódy, „*Nesouvisející*“ a „*Nesouvisející komunikace*“, sloučit do jednoho kódu označeného „*Nesouvisející*“. Vyřadili jsme kód „*Čekání*“, protože k tomu během experimentování nedocházelo příliš často a situace, ve kterých studenti čekali, jsme se rozhodli nechávat neoznačené. Během kódování se ukázalo, že na videu často probíhá více činností současně. Naše kódy ale povolovaly označit určitou část videa pouze jedním kódem. K dosavadním šesti kódům jsme tedy přidali několik jejich kombinací, které se ve videu vyskytovaly, nebo jsme očekávali, že by se mohly vyskytovat v některém z dalších videí. Vzniklo tak 17 kódů, které jsme dále používali k označování dějů ve videích. Všechny kódy jsme charakterizovali činnostmi, které ve videu při označení tímto kódem probíhají a které neprobíhají. Neprobíhající činnosti nezahrnují všechny aktivity, které neprobíhají. Tyto činnosti jsou u kódů uvedeny z toho důvodu, že z kódu vyčleňují skupinu jevů, která by ke kódu zdánlivě mohla patřit.

Následně jsme já i vedoucí této práce opět okódovali první video. Měli jsme tak oba určenou dobu, kterou studenti v průběhu tohoto videa strávili jednotlivými činnostmi. Ukázalo se, že se většinou lišíme jen o několik procent. Nejvíce jsme se lišili v kódech „*Čtení pracovního listu*“ a „*Pomůcky*“. Tento rozdíl vznikl subjektivním vnímáním každého z nás. Ujasnili jsme si tedy, které konkrétní činnosti pod tyto kódy patří a upřesnili charakteristiku kódů. Následně jsme oba znovu okódovali stejné video a nyní už jsme se shodovali lépe (rozdíly byly do 5 %). Vznikla tak verze kódů, které jsem použila k okódování většiny videí.

Drobný problém s kódy nastal u skupiny experimentující s hydrostatickým tlakem na úrovni nasměrovaného bádání. Studenti nejdříve napsali vlastní postup experimentování a v průběhu celé hodiny tento postup četli. Tuto činnost ale nebylo možné označit žádným z existujících kódů, přidali jsme tedy další kód „Čtení vlastního návodu“ a jednu jeho kombinaci „Čtení vlastního textu a související komunikace“. Tyto dva kódy byly použity pouze u výše uvedené skupiny.

3.4.2. Kódy a jejich charakteristika

V této kapitole je uveden seznam kódů i s označením písmenky, která jsem používala pro označení kódů, a jejich charakteristikou.

V charakteristice kódů jsem používala spojení *studenti experimentují* a *studenti připravují pomůcky*. Zde uvádím výčet typických situací, které jsem těmito spojeními označila:

Studenti experimentují: studenti měří stopkami čas, měří tlak.

Studenti připravují pomůcky: studenti odešli ze svého místa pro pomůcky, drží tyto pomůcky v ruce, měří délku provázku, váží závaží, odměřují vzdálenost na stole od stojanu kyvadla, sestavují kyvadlo, odměřují výšku odměrného válce a označují jej lepícími papírky.

A – Práce s pomůckami

Charakteristické chování: Studenti připravují pomůcky nebo experimentují.

Chování, které sem nepatří: Diskuse, práce s PL, hraní si s pomůckami, úklid pomůcek.

B – Čtení pracovního listu

Charakteristické chování: Studenti čtou potichu nebo nahlas PL (čtou pouze zadání, ne vlastní naměřené hodnoty).

Chování, které sem nepatří: Diskuse, práce s pomůckami, zapisování do PL.

C – Práce s daty a zápis do PL

Charakteristické chování: Studenti odečítají vlastní data z experimentu, diktují a zapisují naměřené hodnoty, kreslí graf, počítají na kalkulačce, odpovídají na otázky v PL, diktují spolužákovi text do PL.

Chování, které sem nepatří: Čtení instrukcí v PL, diskuse.

D – Související komunikace

Charakteristické chování: Probíhá dialog – studenti diskutují o provedení experimentu, o tématu týkajícím se fyziky, o naměřených datech.

Chování, které sem nepatří: Pouhé mechanické sdělování hodnot odečtených z měřidla.

E – Nesouvisející

Charakteristické chování: Studenti diskutují o tématu nesouvisejícím s fyzikou, hrají si s mobilem, pomůckami nebo jinými předměty.

Chování, které sem nepatří: Používání kalkulačky a stopek na mobilu.

F – Interakce s učitelem

Charakteristické chování: Učitel diskutuje se studenty, vysvětluje něco, napovídá nebo se studentů ptá, studenti se ptají učitele.

Chování, které sem nepatří: Učitel studentům jen předá pomůcky a ihned odejde, učitel stojí u skupiny a tiše pozoruje.

G – Čtení vlastního návodu

Charakteristické chování: Studenti čtou potichu nebo nahlas vlastní návod.

Chování, které sem nepatří: Studenti čtou PL nebo naměřená data.

Níže jsou uvedeny kombinace základních kódů. Charakteristické chování u těchto kombinací neuvádím, je kombinací základních kódů uvedených výše.

A+B – Práce s pomůckami a čtení PL

Chování, které sem nepatří: Diskuse kromě čtení PL, zapisování do PL, počítání.

A+C – Práce s pomůckami, práce s daty a zápis do PL

Chování, které sem nepatří: Kromě čtení PL neprobíhá diskuse.

A+D – Práce s pomůckami a související komunikace

Chování, které sem nepatří: Práce s PL.

A+E – Práce s pomůckami a nesouvisející

Chování, které sem nepatří: Diskuse týkající se experimentů nebo fyziky.

A+F – Práce s pomůckami a interakce s učitelem

Chování, které sem nepatří: Učitel studenty jen pozoruje, poslouchá diskutující studenty a sám mlčí.

B+D – Čtení PL a související komunikace

Chování, které sem nepatří: Práce s pomůckami, diskuse bez čtení PL.

C+D – Práce s daty, zápis do PL a související komunikace

Chování, které sem nepatří: Práce s pomůckami, diskuse bez zapisování do PL.

A+B+D – Práce s pomůckami, čtení PL a související komunikace

Chování, které sem nepatří: Nesouvisející činnosti, zápis do PL nebo práce se daty.

A+C+D – Práce s pomůckami, práce s daty, zápis do PL a související komunikace

Chování, které sem nepatří: Nesouvisející činnosti, čtení PL.

B+E – Čtení PL a nesouvisející

Chování, které sem nepatří: Diskuse o souvisejícím tématu, jiné činnosti kromě čtení a diskuse.

C+E – Práce s daty, zápis do PL a nesouvisející

Chování, které sem nepatří: Čtení PL, příprava pomůcek, experimentování.

G+D – Čtení vlastního návodu a související komunikace

Chování, které sem nepatří: Čtení PL, zápis do PL, práce s pomůckami, nesouvisející činnosti.

3.5. Zpracování výsledků videostudie

Každá ze skupin strávila připravenou aktivitou 45–70 minut. Chtěli jsme zjistit, kolik času tráví studenti v průběhu bádání jednotlivými činnostmi. Po okódování jsme proto každé video rozdělili na pětiminutové úseky (poslední úsek mohl mít délku 3,5 – 8,5 minuty) a v těchto úsecích jsme zjišťovali, jakým činnostem se studenti věnují.

Ze získaných dat byly vytvořeny grafy znázorňující dobu, kterou skupinka strávila každou z činností během jednotlivých úseků.

V grafech jsou uvedeny pouze samostatné kódy, které zastupují i kombinace těchto kódů, například čas strávený kódem A vznikl součtem všech kódů, ve kterých je A obsaženo (tj. A, A+B, A+C atd.). Na ose x je čas od zahájení experimentování, který je rozdělený do pětiminutových intervalů. Osa y znázorňuje, jakou část jednoho úseku strávila skupinka danou činností a je uvedena v procentech. V jednom okamžiku probíhalo často několik činností, součet procent v jednotlivých úsecích proto přesahuje 100. Tyto grafy jsou použity v následující kapitole.

4. Výsledky výzkumu

Ve diplomové práci jsem se podrobně zabývala prací čtyř skupin experimentujících s kyvadlem a čtyř skupin experimentujících s hydrostatickým tlakem. Zde uvádím popis pouze jedné skupiny pracující s kyvadlem a jedné skupiny s hydrostatickým tlakem.

U každé skupiny nejdříve popisuji, jak jsem pomocí dotazníku vybrala studenty, kteří sem budou patřit. Dále hodnotím práci skupiny i jejich jednotlivých členů, popisuji činnosti skupiny v průběhu celé aktivity a přikládám graf, který znázorňuje dobu činností v průběhu aktivity. Uvádím některé odpovědi, které studenti napsali do PL během experimentování i jejich odpovědi v dotaznících, které vyplňovali samostatně po skončení experimentování.

4.1.1. Kyvadlo – otevřená úroveň

Jak byli vybráni

Do této skupiny jsem předem vybrala tři studenty. Jeden z nich ale nebyl přítomen na hodině, nahradila jsem ho tedy jiným studentem, který dotazník před experimentováním nevyplnil. Skupinu nakonec tvořily dvě dívky a jeden chlapec. Studenti ve vyplněných dvou dotaznících odpověděli, že mají rádi pořádek a když dělají něco nového, tak se spíše drží návodu a nevdá jim chaos. Ve vyučovací hodině je nejvíce baví sledování pokusů, které provádí učitel. Jejich samostatné experimentování označil jeden z nich jako 3. nejoblíbenější činnost, druhý jako 4. Zároveň jejich samostatné experimentování označili jako činnost, při které se naučí nejméně (z nabízených 4 možností). Podle odpovědí se mi připadalo, že těmto studentům otevřená úroveň bádání nebude vyhovovat. Zajímalo mě ale, jak si se zadáním poradí, a proto jsem jim otevřenou úroveň přiřadila.

Moje hodnocení

Tato skupina pracovala velmi dobře a během celé aktivity se věnovala pouze experimentu, což dokazuje i graf č. 3. Její členové nejdříve navrhli, že budou zkoumat závislost periody na jeho hmotnosti, výchylce a délce. Vymysleli dobrý postup experimentování a závislost na všech navržených veličinách postupně proměřili. Závislost na hmotnosti měřili zajímavým způsobem: na tyčku si na stejně dlouhých provázcích zavěsili dvě závaží o různých hmotnostech a nechali je kývat. Okamžitě bez měření stopkami tak viděli, že obě kyvadla kývou se stejnou periodou. Byli ale velmi přesní a periody obou kyvadel jednotlivě změřili stopkami. Při zjišťování závislosti periody na výchylce měřili výchylky o velikostech přibližně 40° a 90°, drobný rozdíl period pak naměřili.

Členům této skupiny velmi dobře docházely souvislosti v tomto experimentu s jinými jevy, se kterými se již setkali. Zde jsou ukázky dvou situací:

Při měření závislosti periody na hmotnosti si student vzpomněl na souvislost s volným pádem:

„My vlastně když jsme tady (pozn: v IFL) byli minule, tak jsme měřili ten dopad, ne? Volný pád. Vlastně jsme taky zjistili, že když je něco těžší, tak to padá stejně dlouho. Takže vlastně to dává smysl.“ Jeho spolužačka ještě upřesnila: *„Ve vakuu ti to spadne stejně rychle. Ve chvíli, kdy tam máš vzduch, tak už ti to určitě ovlivňuje, ale když máš jakoby vakuum na zemi, tak ti to spadne stejně rychle.“*

Když studenti zjistili, že perioda kyvadla závisí na jeho délce, poznamenala jedna ze studentek:

„Podle toho se přece dřív určoval tep, podle kyvadla. Mně to mělo dojít dřív. Podle délky kyvadla se měřilo, jestli má pacient nízký, vysoký, nebo normální tep.“

Činnosti studentů při bádání

V grafu č. 3 je vidět, že u otevřeného bádání jsou menší rozdíly v době strávené jednotlivými činnostmi během celé aktivity. Během téměř celé aktivity se studenti nejvíce věnovali práci s pomůckami. Druhá nejčastější činnost byla po většinu aktivity související komunikace. Na rozdíl od potvrzující či strukturované úrovně komunikovali studenti otevřené úrovně s učitelem v průběhu celé hodiny, nejvíce na začátku experimentování a následně také ve druhé polovině času. Skupinka zapisovala do PL v průběhu celé hodiny, nejvíce po skončení bádání. Studenti se vůbec nevěnovali nesouvisejícím činnostem.

Pracovní listy

Podle této skupiny by perioda kyvadla mohla záviset na „*hmotnosti, délce provazu a dráze*“. Studenti napsali, že změří závislost periody na těchto veličinách tak, že budou „*postupně měnit jednotlivé závislosti*“. Následně zvažili 3 kuličky a měřili jejich periodu při různých délkách závěsu a různě velkých výchylkách.

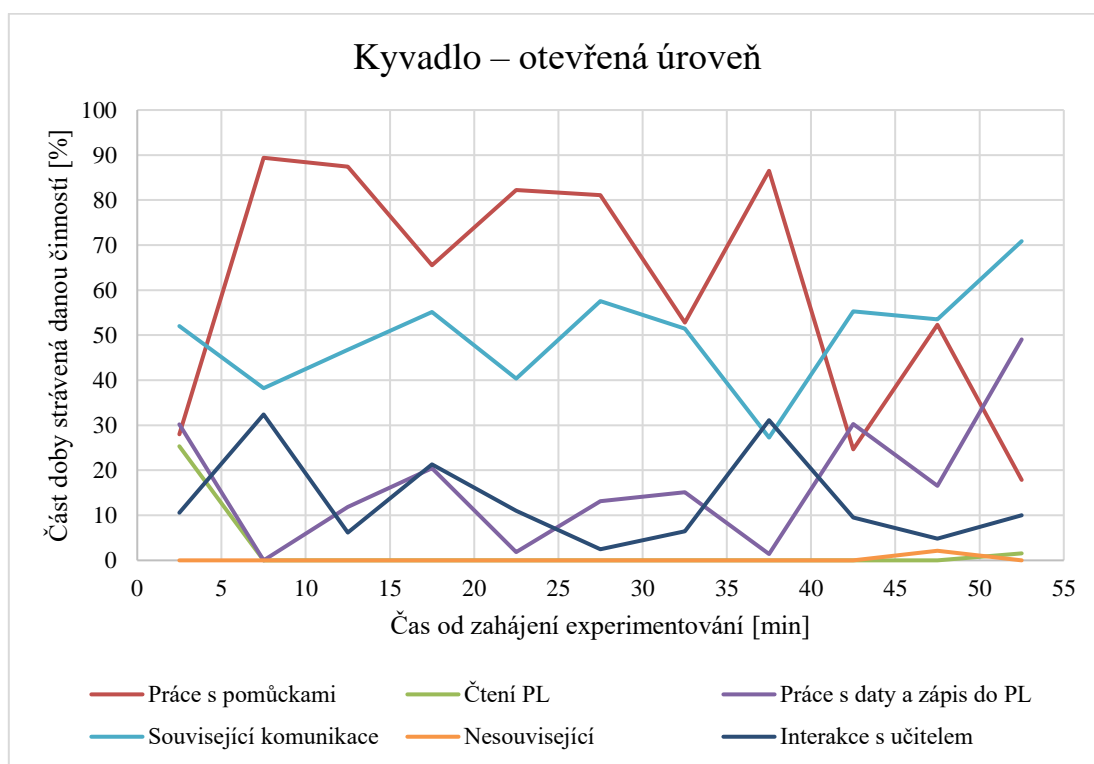
Průběh a výsledky měření popisují následovně: „*Při stejné délce provázku jsme měnili hmotnost závaží a zjistili, že na délku periody to nemá žádný vliv. Výchylka má vliv na délku periody. Délka provázku má velmi velký vliv na délku periody.*“ K nepřesnostem dochází „*když to není přímočarý pohyb, při rotování kolem své osy*“.

Odpovědi jednotlivců

Na otázku, jak se jim pracovalo se zadáním, odpověděli: „bylo logické a vše z něho šlo pochopit“ a „zadání jsem rozuměl, líbila se mi jasnost“. Tyto odpovědi mě překvapily, jelikož několik studentů nižších úrovní bádání si stěžovalo na nejasnost.

Při experimentování se studenti naučili „že váha nemá vliv na periodu kyvadla“ a „nic, pouze osvěžila znalosti“. Měření studentům složité nepřipadalo: „O dost složitější bylo uvázat provázek, aby byl stejně dlouhý – vyžaduje to zručnost a nerozklepané ruce.“ Žádný problém se během měření nevyskytl. Jako nepřesnosti uvádějí studenti: „kulička nám docela rotovala“ a „nestejná výchylka, nestejná délka motouzu“.

Na otázku týkající se změny periody při menší výchylce, odpověděli všichni podobně „Ano, změni. Při menší výchylce bude mít kratší periodu.“ Na poslední otázku, zda by se perioda kyvadla na Měsíci lišila, odpověděli dva studenti, že na měsíci se jeho perioda změní. Třetí napsal, že „při zanedbání odporu vzduchu ne“. Odpověď na tuto otázku si studenti museli tipnout, jelikož vztah pro výpočet periody kyvadla neznali.



Graf 3: Činnosti studentů bádajících s kyvadlem na otevřené úrovni

4.1.2. Hydrostatický tlak – nasměrovaná úroveň

Jak byli vybráni

Do této skupiny byly vybrány dvě studentky a jeden student. V dotaznících dva členové skupiny odpověděli, že je fyzika spíše baví, třetího nebaví. Všichni se při děláni něčeho nového spíše drží návodu a nemají příliš rádi vymyšlení vlastního postupu. Studenta baví experimentování, obě studentky jej považují za nejméně zábavné. Na základě odpovědí bych této skupině nejraději zadala strukturovanou úroveň badání. Ta už ale byla obsazená jinými studenty, pro které byla ještě vhodnější, proto jsem se rozhodla zadat této skupině nasměrovanou úroveň.

Moje hodnocení

Ačkoliv jsem si nebyla jistá, zda členům této skupiny bude zadání vyhovovat a bude se jim s ním dobře pracovat, ukázalo se, že to bylo velmi dobré rozhodnutí a studenti si se zadáním skvěle poradili.

Všichni studenti v této skupině dobře spolupracovali a celou hodinu se věnovali experimentování. Nejaktivnější byli student a jedna ze studentek, kteří na začátku hodiny vymýšleli a zapisovali postup provedení experimentu. Druhá studentka se v této části méně zapojovala do diskuse. Následně si rozdělili práci tak, že jeden pracoval s barometrem, druhý četl naměřené hodnoty a třetí tyto hodnoty zapisoval.

Činnosti studentů při badání

Studenti této skupiny si nejprve dobře rozmysleli postup experimentování a s pomůckami začali pracovat až přibližně 10 minut po začátku aktivity. To je velký rozdíl od všech ostatních skupin experimentujících s kyvadlem i hydrostatickým tlakem, jejichž členové začali pracovat s pomůckami okamžitě bez většího rozmýšlení. K interakci s učitelem docházelo v této skupině častěji než v předchozích dvou skupinách. Nejčastějšími činnostmi těchto studentů byly související komunikace a práce s pomůckami a tato skupinka se navíc jako jediná věnovala v průběhu celé hodiny čtení vlastnoručně napsaného návodu.

Pracovní listy

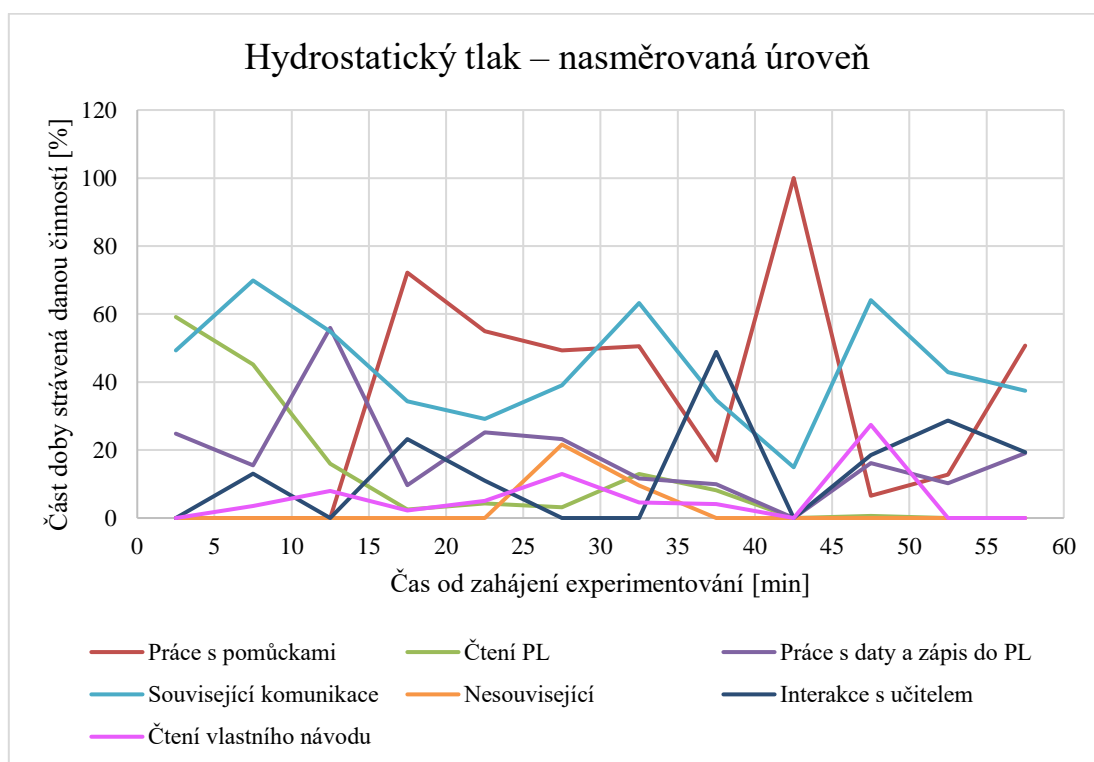
Členové této skupiny si s nasměrovaným badáním skvěle poradili. Začali tím, že sepsali postup provedení experimentů, kterými by ověřili závislost hydrostatického tlaku na jednotlivých veličinách ze zadání. Následně podle tohoto návodu pracovali a zjistili, že hydrostatický tlak závisí na objemu, ploše, hloubce i hustotě kapaliny. Po rozhovoru s učitelem

si uvědomili, že zvolili nevhodný způsob měření závislosti na ploše a objemu kapaliny. Změnili tedy způsob měření, závislost na ploše hladiny proměřili znovu a došli tak ke správnému závěru, že hydrostatický tlak nezávisí na ploše hladiny.

Odpovědi jednotlivců

Zadání připadalo všem členům skupiny srozumitelné a jasné. Jeden ze studentů napsal: „Celkově to byla zajímavá změna, bavilo mě to.“ Během experimentování se studenti naučili „zacházet s měřákem“, „jak funguje tlak a které faktory ho ovlivňují“ a zjistili, že „hydrostatický tlak nezávisí vůbec na ploše“. Člen skupiny píše o jediném problému, který nastal: „V jednu chvíli, kdy jsme si neuvědomili, že po vnoření hadičky (měřáku) do válce se zvedne hladina. Toť vše.“ Nepřesnosti mohly být způsobeny „neustáleným držením měřáku ve válci → čísla se na displeji pořád měnila,“ „nepřesným naměřením vody nebo nepřesným ponořením měřáku.“

Na první tři otázky z fyziky odpověděli všichni správně. Jen na poslední otázku, která se týkala závislosti tlaku na ploše kapaliny, odpověděla jedna ze studentek chybně.



Graf 4: Činnosti studentů bádajících s hydrostatickým tlakem na nasměřované úrovni

5. Shrnutí výsledků

5.1. Data z videostudie

V tabulkách č. 1 a 2 je uveden souhrn dat získaných videostudií osmi skupin studentů. V těchto tabulkách vidíme, kolik času strávila každá skupina jednotlivými činnostmi během celé hodiny.

Tabulka 1: Čas strávený jednotlivými činnostmi během bádání nad kyvadlem

kód	Kyvadlo – čas [%]			
	Potvrzující	Strukturovaná	Nasměřovaná	Otevřená
A – práce s pomůckami	44	41	42	49
B – čtení PL	14	8	3	2
C – práce s daty a zápis do PL	20	19	20	14
D – související komunikace	34	33	34	40
E – nesouvisející	10	28	1	0
F – interakce s učitelem	5	2	10	12

Tabulka 2: Čas strávený jednotlivými činnostmi během bádání nad hydrostatickým tlakem

kód	Hydrostatický tlak – čas [%]			
	Potvrzující	Strukturovaná	Nasměřovaná	Otevřená
A – práce s pomůckami	49	37	28	23
B – čtení PL	20	8	10	5
C – práce s daty a zápis do PL	29	31	15	11
D – související komunikace	54	39	32	23
E – nesouvisející	1	2	2	21
F – interakce s učitelem	1	5	11	29
G – čtení vlastního návodu			1	

5.1.1. Nejčastější činnosti při experimentování

Nejčastějšími činnostmi při provádění aktivit s kyvadlem a hydrostatickým tlakem byly u většiny skupin práce s pomůckami a související komunikace.

Jediná skupina, která se lišila, pracovala na otevřené úrovni s hydrostatickým tlakem. Nejčastější činností této skupiny byla interakce s učitelem. O něco méně se tato skupina věnovala práci s pomůckami, související komunikaci a nesouvisející komunikaci. Odlišnost v činnostech této skupiny může být způsobena tím, že studenti této skupiny nevěděli, co mají dělat, věnovali se nesouvisejícím činnostem a když už chtěli začít pracovat, zjistili, že nefunguje rozhraní, což skupinu zdrželo.

Všechny skupiny experimentující s kyvadlem strávily práci s pomůckami téměř polovinu celé doby. Skupiny s hydrostatickým tlakem se liší od skupin s kyvadlem tím, že u hydrostatického tlaku klesá doba strávená prací s pomůckami s úrovní bádání. Tato skutečnost může být způsobena charakterem zadání, skupiny s kyvadlem měřily několikrát periodu kyvadla, což bylo časově náročné.

Očekávali jsme, že doba strávená prací s PL bude klesat s rostoucí úrovní bádání, což se nám potvrdilo. Na otevřené úrovni bádání strávili studenti nejméně času ze všech skupin prací s daty a čtením PL i zápisem do něj.

Doba související a nesouvisející komunikace závisela na charakteru skupiny. Z našich dat vyplývá, že čím častější byla ve skupině nesouvisející komunikace, tím méně docházelo k související komunikaci. Tento výsledek není nijak překvapivý, studenti během experimentování diskutovali buď o souvisejících, nebo o nesouvisejících tématech.

Interakce s učitelem byla podle našich očekávání delší u vyšších úrovní bádání. U nižších úrovní bádání byla interakce s učitelem zanedbatelná, učitel těmto studentům během experimentování nabízel pomoc, oni ji ale nevyžadovali.

5.1.2. Vliv úrovně zadání na strukturu činností

Z videostudie vyplývá, že úroveň zadání BOV má velký vliv na strukturu činností skupin. Níže uvádím nejvýraznější případy, ve kterých se tento vliv projevuje.

Potvrzující a strukturovaná úroveň

Při zkoumání skupin pracujících s kyvadlem a hydrostatickým tlakem na potvrzující a strukturované úrovni jsme zjistili, že když přibývá práce s daty a zápisu do PL, ubývá často související komunikace (obvykle jeden student zapisuje do PL naměřená data a spolužáci mu jejich číselné hodnoty diktují nebo mlčí) a naopak během související komunikace studenti méně pracují s daty a zapisují do PL. Velmi strukturované PL vedou k tomu, že si studenti provádějí jednotlivé činnosti po částech – chvíli se věnují převážně jedné činnosti, poté se věnují zase jiné.

Nasměrovaná a otevřená úroveň

Když jsme se zabývali činnosti studentů pracujících s nasměrovaným nebo otevřeným zadáním, pozorovali jsme spíše opačný jev – s přibývajícím dobou práce s daty a zápisu do PL často přibývá i související komunikace (celá skupina v průběhu zapisování diskutuje výsledek měření).

Podle našich pozorování směřují otevřenější zadání diskusi k hodnocení výsledků, zatímco u méně otevřených zadání se diskuse týká spíše procesu měření – co a jak má kdo udělat podle návodu.

Střídající se činnosti

Ve všech grafech často dochází k tomu, že když klesá doba strávená prací s pomůckami, přibývá práce s daty a zápis do PL a naopak. Tento jev byl očekávaný, protože studenti se během práce většinou věnují jen jedné z těchto činností.

5.1.3. Pozdější začátek práce s pomůckami

Skupina měřící hydrostatický tlak na nasměrované úrovni se odlišuje od všech ostatních skupin tím, že začala pracovat s pomůckami až po 10 minutách od začátku aktivity. Její členové začali tím, že sepsali vlastní návod, podle kterého následně prováděli experimenty. Studenti otevřenějších úrovní BOV mají různé možnosti, jak provést experiment, tyto formy zadání tak mohou podpořit tvořivost a samostatné vědecké myšlení studentů.

Ze začátku aktivity málo pracovaly s pomůckami i obě skupiny s otevřenou úrovní zadání. Skupina pracující s kyvadlem začala experimentovat už přibližně po pěti minutách a v této době proběhla jen krátká interakce s učitelem. Prvních pět minut studenti diskutovali o tom, na čem by mohla záviset perioda kyvadla.

U skupiny s hydrostatickým tlakem byl důvod ten, že studenti nevěděli, co mají dělat a nedokázali sami navrhnout experiment. S pomůckami začali pracovat až po delší interakci s učitelem a experimentovali jen krátce, protože neměli dobře rozmyšlený postup. Tato skupina by možná pracovala lépe, kdyby měla strukturovanější zadání a studenti přesněji věděli, co mají dělat.

5.1.4. Pomůcky mají vliv na zajímavost měření

Podle odpovědí studentů bylo měření hydrostatického tlaku zábavnější než měření periody kyvadla. Důvodů může být několik, jedním z nich je způsob měření. Zatímco při měření hydrostatického tlaku používali studenti čidlo, se kterým se doposud neseťkali a pro měření je více zaujalo (několik studentů napsalo po experimentování do dotazníku, že se naučili pracovat s čidlem – zřejmě to tedy považují za užitečné), periodu kyvadla měřili studenti s obyčejnými pomůckami, se kterými se nejspíš setkali už mnohokrát. V rozhovoru po experimentování jeden ze studentů pracujících s kyvadlem zmínil, že by více ocenil měřit pomocí nějakého zařízení – viz kapitola 5.2.1. Někteří studenti, kteří také zkoumali kyvadlo, po měření sami navrhovali, že by bylo zábavnější, kdyby se perioda mohla měřit pomocí elektronického zařízení.

5.2. Komentáře studentů

V této kapitole uvádím komentáře některých studentů k experimentům, které mi řekli při rozhovoru po experimentování. Jsou zde komentáře nejen těch studentů, jejichž práci jsem popsala v kapitole 4, ale i všech ostatních experimentujících skupin, které v této práci nejsou podrobněji popsány.

5.2.1. Kyvadlo

Potvrzující úroveň:

„Mně se nelíbilo, že druhá skupina měla zábavnější věci. Říkali, že to bylo zábavný.“

„Neměli jsme tady žádné elektronické měřidlo. Třeba lasery nebo něco, co by měřil počítač.“

Strukturovaná úroveň:

„Neděláme moc experimenty. Jednou jsme takhle něco měřili.“

„Občas něco měříme, ale většinou experimentuje pan profesor.“

„Ve škole na to není místo, jako je tady.“

Nasměřovaná úroveň:

„Mně se líbilo, že to není na známky, takže nemusíme dělat protokol.“

„Mně se líbilo, jak jsme byli jedna větší skupinka. Protože každý dělal něco trochu jiného, každý dělal svoji menší práci.“

„Kdyby to bylo známkové, tak by se mi nelíbilo, že každý dělá něco jiného.“

„Pochopitelný to bylo, bylo to napsané jasně, jenom některý slova neznám.“

Otevřená úroveň:

„Nutí nás to zapnout naše fyzikální mozky.“

„Líbí se mi, že nevíme, co máme dělat.“

„Bylo fajn, že jsme měli dost času a bylo to víc pohodové než normálně. Neměli jsme tolik úkolů.“

5.2.2. Hydrostatický tlak

Potvrzující úroveň:

„Bylo to dobré, nebyly jsme ztraceny.“

„Fajn bylo si to ověřit, než kdyby mi to někdo jen řekl, že ten tlak na něčem závisí.“

„Přesně jsme věděli, co máme dělat.“

Strukturovaná úroveň:

„Přišlo mi to zábavnější než obvykle ty experimenty.“

„To zadání bylo dobře napsané, věděli jsme, co máme dělat.“

„S tlakoměrem jsem ještě nepracovala nikdy.“

Nasměřovaná úroveň:

„Mně se líbilo, že jsme byli tři a že každý dělal něco.“

„Fakt jsme si to mohli vyzkoušet.“

„Líbil se mi měřák, je to zase z jiného soudku.“

Otevřená úroveň:

„Připomněla jsem si, co už jsme se na fyzice učili, ale jinak. Bylo to víc do hloubky, ve škole jsme si jen napsali vzoreček, ale nedokázali jsme si představit, co to znamená.“

„My jsme se hydrostatický tlak neučili, takže pro mě to bylo nové. Bylo to zajímavé.“

„Bylo by lepší vědět, co a jak, ale zase jsme to museli vymyslet. Kdybychom to dělali příště, už by to bylo v pohodě.“

Závěr

Byla provedena rešerše literatury zabývající se badatelsky orientovanou výukou (BOV) a její efektivitou. Následně jsem vytvořila čtyři pracovní listy odpovídající čtyřem úrovním BOV k experimentování s kyvadlem a hydrostatickým tlakem.

Studenti dvou tříd prvního ročníku čtyřletého gymnázia ze dvou různých škol pracovali podle vytvořených pracovních listů. Tito studenti před experimentováním vyplnili dotazník, který jsem vytvořila, a podle odpovědí jim byly přiřazeny různé úrovně bádání. Vytvořila jsem také dotazník, který studenti vyplnili ihned po skončení experimentování, a který zjišťoval, co se studenti při provádění experimentů naučili a jak experimentování samotné hodnotili.

Během práce byli studenti natáčeni na videokamery. Vytvořila jsem kódy popisující činnosti studentů při experimentování a použila je k okódování poloviny natočených videí (čtyř skupin pracujících s kyvadlem a čtyř skupin s hydrostatickým tlakem).

Analýzou těchto videí jsem získala následující poznatky:

- Nejčastějšími činnostmi studentů (kromě jedné skupiny, která se často věnovala nesouvisejícím činnostem) při experimentování byly práce s pomůckami a související komunikace.
- Práci s pomůckami strávily skupiny studentů přibližně polovinu doby. U skupin zabývajících se hydrostatickým tlakem klesala doba strávená prací s pomůckami s úrovní bádání. U skupin pracujících s kyvadlem strávily všechny skupiny práci s pomůckami zhruba stejnou dobu, což může být způsobeno větší časovou náročností měření periody kyvadla.
- Doba strávená čtením PL klesala u obou experimentů s úrovní bádání.
- Studenti pracující s otevřenou úrovní bádání strávili nejméně času zápisem do PL a prací s daty.
- Délka interakce s učitelem rostla s rostoucí úrovní bádání.
- Ukázalo se, že úroveň zadání BOV má vliv na činnosti studentů. Na potvrzující a strukturované úrovni jsme pozorovali, že s rostoucí dobou práce s daty a zápisu do PL ubývá související komunikace – studenti jen diktují naměřená data, ale příliš je nekomentují. U nasměrované a otevřené úrovně nastává opačná situace: s přibývajícím dobou práce s daty a zápisu do PL přibývá také související komunikace – studenti ve skupině diskutují výsledek měření.
- U všech úrovní jsme pozorovali, že s klesající dobou práce s pomůckami přibývá práce s daty a naopak – studenti se většinou věnují jen jedné z těchto činností.

Jedna ze skupin pracujících na nasměrované úrovni před experimentování nejdříve sepsala vlastní návod a podle něj pak experiment prováděla. Něco takového by se studenti měli naučit dělat pokaždé.

Z rozhovorů se studenty vyplynulo, že je pro ně zajímavější měření, při kterém používají nové pomůcky, které neznají.

Otevřené bádání je vnímáno jako náročné jak pro studenty, tak pro učitele, což se nám skutečně potvrdilo. Studenti, kteří s bádáním nemají zkušenosti, nemusí vůbec vědět, co se od nich u otevřeného zadání očekává. Pro učitele je tento způsob výuky náročný především proto, že je obtížné mít neustále přehled o tom, co studenti provádějí a uhlídat, aby nikdo z nich nedošel k nesprávnému závěru. Proto je určitě lepší pracovat jen s polovinou třídy a počítat s dostatečným prostorem na reflexi, kde se případné nejasnosti vysvětlí a učitel se může se studenty bavit nejen o výsledcích experimentování, ale také o způsobech, jak jich dosáhli – tj. nejde ani tak o to CO zjistili, ale JAK k výsledkům došli.

Seznam použité literatury

BALES, R. F. (1950). A set of categories for the analysis of small group interaction. *American Sociological Review*, 15(2), 257-263.

Dostupné z: www.jstor.org/stable/2086790

BANCHI, H., BELL, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, October, 26–29. ISSN-0036-8148.

Dostupné z: <http://www.gstbooces.org/stem/docs/2019STEMArticle-Many-Levels-of-Inquiry.pdf>

BUNTERM, T., LEE, K., KONG, J., SRIKOON, S., VANGPOOMYAJ, P., RATTANAVONGSA, J., RACHAHOON, G. (2014). Do different levels of inquiry lead to different learning outcomes? A comparison between guided and structured inquiry. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1937-1959.

CHANG, C. Y., MAO, S. L. (1999). Comparison of Taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *The Journal of Educational Research*, 92(6), 340-346.

COBERN, W., SCHUSTER, D., ADAMS, B., APPLGATE, B., SKJOLD, B., UNDREIU, A., LOVING, C. C., GOBERT, J. (2010). Experimental comparison of inquiry and direct instruction in science. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 81-96.

DOSTÁL, J. (2013). Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trendy ve vzdělávání*, 9-19. ISSN 1805-8949.

Dostupné z: <https://tvv-journal.upol.cz/pdfs/tvv/2013/01/02.pdf>

DOSTÁL, J. (2015). Badatelsky orientovaná výuka a kompetence učitele k její realizaci. *Journal of Technology and Information Education*, 7(1), 7-34. ISSN 1803-537X.

MAREŠ, J. (2015). Tvorba případových studií pro výzkumné účely. *Pedagogika*, 65(2), 113–142. Dostupné z: https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment_id=11271&edmc=11271

NAJVAR, P.; NAJVAROVÁ, V.; JANÍK, T.; ŠEBESTOVÁ, S. (2011). *Videostudie v pedagogickém výzkumu*. První vydání. Brno: Paido. ISBN 978-80-7315-222-2

ROKOS, L., VOMÁČKOVÁ, V. (2017). Hodnocení efektivity badatelsky orientovaného vyučování v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni gymnázia. *Scientia in educatione*, 8(1), 32–45. ISSN 1804-710.

Dostupné z: <https://doi.org/10.14712/18047106.365>

SVATONĚ, T. (2013). Kategoriální systém podle Flanderse při evaluaci výuky v současné základní škole. *Pedagogika*, 63(2), 111-127. Dostupné z:

https://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/?attachment_id=574&edmc=574

TESCH, M. (2005). Coding manual – Experiments in physics lessons. *How to run a videostudy*. Waxmann. ISBN 3-8309-1569-1.