

Západočeská univerzita v Plzni

Pedagogická fakulta

DISERTAČNÍ PRÁCE

2017

Mgr. Vít Bednář



On-line experimenty při výuce fyziky na základní škole

Disertační práce

Autor: Mgr. Vít Bednář

Školitel: doc. PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy

Plzeň, 2017



On-line Experiments in Teaching Physics at Elementary School

Doctoral Thesis

Author: Mgr. Vít Bednář

Supervisor: doc. PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

Department of Mathematics, Physics and Technical Education

Plzeň, 2017

Poděkování

Rád bych poděkoval mému školiteli doc. PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D., za cenné rady při psaní této práce, ale také za jeho čas, který mi věnoval během celého studia. Dále bych rád poděkoval kolegům Mgr. Vladimíru Vochozkovi, Mgr. Miroslavu Ťoupalovi a Mgr. Radku Bednářovi za jejich pomoc při praktickém ověřování experimentů na Základní škole Planá nad Lužnicí, na Základní škole a Mateřské škole Bernartice a na Základní škole a Mateřské škole Lišov.

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci vypracoval 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., zejména § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Plzni, dne 8. května 2017

Abstrakt

Název práce: *On-line experimenty při výuce fyziky na základní škole*

Autor: *Mgr. Vít Bednář*

Katedra: *Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy (KMT)*

Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni (FPE ZČU)

Abstrakt: *Disertační práce se zabývá možnostmi využití on-line experimentů při výuce fyziky na základní škole. Stručně charakterizuje edukační systémy Vernier, PASCO a NeuLog. Teoreticky popisuje didaktickou transformaci výuky fyziky od transmisivně-instruktivního modelu k modelu konstruktivistickému. V další části práce jsou uvedeny fyzikální experimenty, které jsou realizované pomocí edukačního systému Vernier. K těmto experimentům jsou vytvořeny žákovské pracovní listy. Ve výzkumné části práce je pomocí výzkumného aparátu – sémantického diferenciálu, proveden pedagogický výzkum, který je zaměřený na subjektivní změny ve vnímání klíčových pojmů žáků základních škol související s konkrétním experimentem. Pedagogického výzkumu se zúčastnilo 213 žáků ze tří základních škol a čtyři vyučující fyziky. Na základě získaných dat jsou vyhodnoceny jednotlivé hypotézy výzkumu a okomentovány stanovené cíle této disertační práce.*

Klíčová slova: *on-line experimenty, Vernier, PASCO, NeuLog, konstruktivismus, proudění v kapalinách, tání krystalické látky, tepelná výměna, kalorimetrická rovnice, vypařování kapalin, hydrostatický tlak, poloha a rychlost, kmitavý pohyb, osvětlení, hladina intenzity zvuku, průběh fotoblesku, hladina intenzity zvuku ve školním prostředí, sémantický diferenciál, shluková analýza*

Abstract

Title: *On-line Experiments in Teaching Physics at Elementary School*

Author: *Mgr. Vít Bednář*

Department: *Department of Mathematics, Physics and Technical Education
Faculty of Education, University of West Bohemia*

Abstract: *My dissertation thesis deals with possibilities of usage of on-line experiments in physics. It briefly characterizes Vernier, PASCO and NeuLog educational systems. On a theoretical level of this dissertation, it describes the didactic transformation of teaching physics from transmissive-instructive model to constructivist model of teaching. In the next part of this dissertation, there are physical experiments conducted in Vernier educational system. Special handouts were made for pupils for these experiments. The practical level of this dissertation is a pedagogical research of semantic differential which deals with subjective changes in perception of key terms of grammar school pupils in this particular experiment. In this experiment were involved 213 pupils and four teachers. The hypothesis of the pedagogical research has been evaluated based on the collected data together with a commentary of pedagogical aims of this dissertation thesis.*

Keywords: *on-line experiments, Vernier, PASCO, NeuLog, constructivism, convection in liquids, thawing of crystalline substance, heat changing, calorimetric equation, evaporation of liquids, hydrostatic pressure, position and velocity, oscillating motion, light intensity, intensity of sound level, process of photoflash, intensity of sound level in school, semantic differential, cluster analysis*

Obsah

Úvod.....	1
1 Cíle disertační práce.....	2
1.1 Teoretické cíle práce.....	2
1.2 Fyzikálně-didaktické cíle práce.....	2
1.3 Výzkumné cíle práce.....	3
2 Současný stav řešené problematiky.....	4
3 Výchozí vzdělávací teorie – konstruktivismus.....	6
3.1 Individuální a sociální konstruktivismus.....	8
3.2 Kritický přístup ke konstruktivismu.....	10
3.3 Obsah vzdělávání a vzdělávací postupy.....	11
3.4 Žák a pedagog v konstruktivistické výuce, její pozitiva a negativa.....	12
3.5 Srovnání transmisivně-instruktivního a konstruktivistického modelu.....	13
4 Teoretická východiska k provádění experimentů při výuce fyziky.....	14
4.1 Teorie fyzikálních experimentů.....	14
4.2 Didaktické požadavky k provádění demonstračních a frontálních experimentů.....	15
5 Realizované projekty související se systémem Vernier.....	16
5.1 Projekt: Zkvalitnění výuky přírodovědných předmětů na Základní škole a Mateřské škole Lišov.....	16
5.2 Projekt: Rozvoj environmentálních a technických kompetencí žáků základních škol Jihočeského kraje.....	17
6 Frontální experimenty realizovatelné se systémem Vernier při výuce fyziky na základní škole.....	18
6.1 Experimenty využívající teplotní čidla.....	18
6.1.1 Přenos tepla v kapalinách.....	18
6.1.2 Tání a tuhnutí krystalické látky.....	21
6.1.3 Tepelná výměna.....	24
6.1.4 Vypařování kapalin.....	28
6.2 Experiment využívající tlakový senzor.....	30
6.2.1 Hydrostatický tlak v kapalinách.....	30
6.3 Experimenty využívající senzor pohybu.....	33
6.3.1 Pohyb.....	33
6.3.2 Kmitavý periodický pohyb.....	37
6.4 Experiment využívající světelné čidlo.....	40
6.4.1 Měření osvětlení ve školním prostředí.....	40

6.5 Experiment využívající zvukový senzor	42
6.5.1 Měření hladiny intenzity zvuku.....	42
7 Vybraná měření se systémy Vernier a PASCO publikovaná v odborných časopisech	45
7.1 Měření průběhu osvětlení a jeho hodnot při použití fotoblesku.....	45
7.2 Měření hladiny intenzity zvuku ve školním prostředí.....	52
8 Pedagogický výzkum	56
8.1 Cíle výzkumu	56
8.2 Hypotézy výzkumu	57
8.3 Výzkumný aparát – psychosémantická metoda	59
8.4 Sémantický diferenciál – metodologie.....	60
8.5 Dvoufaktorový sémantický diferenciál – metodologie	62
8.6 Dvoufaktorový sémantický diferenciál – teoretické vyhodnocení	63
9 Předvýzkum.....	64
9.1 Přenos tepla v kapalinách	64
9.2 Hydrostatický tlak	67
10 Výzkum.....	70
10.1 Pohyb	70
10.2 Přenos tepla v kapalinách	73
10.3 Hydrostatický tlak	76
10.4 Pohyb	79
10.5 Hydrostatický tlak	82
11 Vyhodnocení hypotéz výzkumu	85
12 Vyhodnocení cílů disertační práce a návrh strategie výuky fyziky v experimentální oblasti na základní škole	89
12.1 Vyhodnocení teoretických cílů práce.....	89
12.2 Vyhodnocení fyzikálně-didaktických cílů práce	90
12.3 Vyhodnocení výzkumných cílů práce.....	91
12.4 Návrh strategie výuky fyziky v experimentální oblasti na základní škole	92
Závěr	93
Citovaná literatura	94
Výchozí literatura.....	96
Přílohy	97

Úvod

Tematické zaměření této disertační práce navazuje na autorovu diplomovou práci *On-line experimenty při výuce fyziky na ZŠ*, která byla zpracována na Pedagogické fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Disertační práce *On-line experimenty při výuce fyziky na základní škole* se zabývá možnostmi implementace edukačního experimentálního systému Vernier do výuky a jeho přínosem pro kvalitu vzdělávání pomocí experimentů, ke kterým je využíván.

Teoretická část práce je zaměřena na pedagogicko-psychologické aspekty experimentování v přírodovědných předmětech, především ve spojení s přechodem od *transmisivně-instruktivního* modelu řízení učební činnosti k modelu *konstruktivistickému*. Rozebrány jsou také didaktické požadavky k provádění demonstračních a frontálních experimentů.

Další část práce je zaměřena na možnosti využití systému Vernier. Pomocí vybraných fyzikálních experimentů, které jsou cílené na výuku fyziky na základní škole, jsou nastíněny možnosti experimentálních činností pomocí zmíněného systému.

K vybraným fyzikálním experimentům byly vytvořeny žákovské pracovní listy, které jsou uvedeny jako jednotlivé přílohy této práce.

Výzkumná část práce se zabývá zkoumáním subjektivního postoje žáků zapojených do výzkumu ke klíčovým pojmům z oblasti fyziky před a po ovlivnění těchto pojmů experimentální činností v průběhu výuky.

Pomocí vybrané psychosémantické metody – *sémantického diferenciálu*, jsou analyzována jednotlivá data a vyhodnoceny možné změny ve vnímání vybraných pojmů v sémantickém prostoru žáků, s cílem vyhodnotit míru ovlivnění a posun těchto pojmů v návaznosti na kvalitu edukačního procesu.

1 Cíle disertační práce

Definice hlavního cíle disertační práce

Pomocí empirického výzkumu diagnostikovat vhodnost použití on-line experimentů, které jsou reprezentované ve výuce experimentálním edukačním systémem Vernier, s cílem vyhodnotit míru ovlivnění kvality edukačního procesu pro účely následného navrhnutí strategie a přístupu k výuce fyziky v experimentální oblasti.

Disertační práce má několik dílčích cílů, které lze rozdělit do tří oblastí.

1.1 Teoretické cíle práce

- na základě studia odborné literatury analyzovat základní charakteristiky konstruktivistického přístupu a vymezit teoretická východiska pro jeho aplikaci,
- diagnostikovat konstruktivistický přístup ve spojení s přírodními vědami a metodou experimentování,
- zohlednit přednosti a nevýhody konstruktivistického přístupu ve spojení s experimentálními činnostmi, analyzovat vliv konstruktivistického přístupu na vzdělávací subjekty,
- diagnostikovat významnost transformace výuky od transmisivně-instruktivního modelu k modelu konstruktivistickému,
- analyzovat teoretická východiska pro koncepční návrh výuky fyziky v experimentální oblasti.

1.2 Fyzikálně-didaktické cíle práce

- stručně charakterizovat experimentální edukační systémy Vernier, PASCO a NeuLog,
- analyzovat možnosti zavedení systému Vernier při výuce fyziky, výhody a nevýhody jeho aplikace,
- vybrat reprezentativní experimenty zaměřené na fyzikální veličiny a různé fyzikální jevy realizovatelné při výuce na základní škole,
- vytvořit žákovské metodiky k vybraným experimentům,
- analyzovat experimenty, diagnostikovat jejich využitelnost pro psychosémantickou metodu k zjištění míry ovlivnění edukačního procesu.

1.3 Výzkumné cíle práce

- pomocí odborné literatury analyzovat dostupné metody měření výsledků výuky, vyhledat vhodný měřicí nástroj a metodologii pro zvolený výzkumný aparát,
- diagnostikovat subjektivní pojetí učiva před systematickou experimentální výukou zkoumané oblasti, zpracovat a interpretovat data,
- analyzovat subjektivní pojetí učiva po systematické experimentální výuce zkoumané oblasti, zpracovat a interpretovat data,
- kvalitativními metodami diagnostikovat možné změny ve vnímání učiva, analyzovat a interpretovat vnímání klíčových pojmů,
- kvantitativními statistickými metodami vyhodnotit možné změny ve vnímání učiva, analyzovat a interpretovat vnímání klíčových pojmů,
- potvrdit či vyvrátit, zda došlo ve zkoumané oblasti k signifikantnímu zlepšení kvality edukačního procesu.

2 Současný stav řešené problematiky

Měřicí systémy pro on-line měření jsou systémy, které umí zpracovávat a vyhodnocovat data v reálném čase. Mezi takové systémy, které jsou využívány při výuce fyziky na základních školách v České republice i v zahraničí, patří edukační systémy *NeuLog*, *PASCO* a *Vernier*.

Systém *NeuLog* dodává do českých škol především firma *KDZ* (www.kdz.cz/Produkty/Merici-system-NeuLog, 2017). V katalogu dostupném na internetových stránkách systému *NeuLog*, resp. v katalogu výše zmíněné firmy, je nabízeno celkově 45 měřících senzorů pro celou přírodovědnou oblast. K těmto senzorům jsou dále nabízeny moduly související s měřením – USB modul, modul Baterie, Radiový komunikační modul, Digitální zobrazovací modul, Grafický zobrazovací modul, WI-FI komunikační modul a také Multi-Sensor *PANDA-1* (www.kdz.cz/Produkty/Merici-system-NeuLog, 2017).

Na zahraničních stránkách systému *NeuLog* je nabízeno 8 modulů souvisejících s měřením a 48 senzorů k měření pro celou přírodovědnou oblast. Uvedeno je 33 fyzikálních námětů na experimenty. Pro ostatní přírodovědné předměty jsou experimenty taktéž zveřejněny. Pokusy, navržené uživateli systému, lze na internetových stránkách sdílet (www.neulog.com, 2017).

Edukační systém *PASCO* je především v zahraničí dostupný více jak pět desítek let (www.pasco.cz, 2017). Systém disponuje velkým množstvím měřících senzorů, jenom pro fyzikální měření nabízí cca 85 měřících senzorů, vyhodnocovací software a doplňkový materiál k měření. Dále jsou k dispozici senzory pro chemii, biologii a zeměpis.

Na internetových stránkách systému *PASCO* je uvedeno 28 žákovských úloh pro jednotlivé předměty – fyzika, chemie a přírodopis. K těmto experimentům jsou dostupné metodiky pro učitele.

Současně je na stránkách firmy uveden odkaz na internetový portál *Experimentujme.cz*. Ten nabízí cca 140 zpracovaných experimentů a další náměty na měření. Využití je především pro všechny uživatele systému *PASCO* ke sdílení jejich zkušeností a nápadů v oblasti experimentální výuky fyziky (www.experimentujme.cz, 2017).

Kompletní informace lze také získat na zahraničním portále systému PASCO (www.pasco.com, 2017). Zde jsou uvedeny obsáhlé informace o senzorech, vyhodnocovacím softwaru a o všem ostatním souvisejícím s edukačním systémem. Posledním zmíněným systémem v rámci této práce je systém Vernier (www.vernier.cz, 2017). Stejně jako u systémů NeuLog a PASCO, i hlavní cíl Vernieru je experimentální podpora výuky přírodních věd.

Na internetových stránkách systému Vernier je k dispozici zhruba 100 měřících senzorů pro přírodovědné předměty. Dále také několik možností propojovacího rozhraní k PC či k dataloggeru a software pro vyhodnocení měřených dat. Nabízena je také sada pro mechaniku, pro optiku, pro elektrostatiku aj.

K dispozici jsou podle jednotlivých senzorů náměty na měření. Tyto náměty jsou v různých formátech – např. jako metodické poznámky pro učitele, pracovní listy pro žáky či jako videonávody k daným experimentům.

U těch nejběžněji používaných senzorů se tyto náměty pohybují již v řádech desítek, u méně používanějších senzorů je námětů méně (www.vernier.cz, 2017).

Na zahraničních stránkách systému Vernier je k dispozici velké množství dalších námětů na experimenty i další informace týkající se systému (www.vernier.com, 2017). Vernier má v počtu dostupných námětů na experimentování na výše zmiňovaných zdrojích nejširší zastoupení.

Náměty lze taktéž získat např. v publikaci *Experimenty s Vernierem – Fyzika* (Beneš a kol., 2012), případně na DVD nosičích *Experimenty se systémem Vernier – verze 1.0* (Edufor s. r. o. a kol., 2012), resp. *Experimenty se systémem Vernier – verze 2.0* (Edufor s. r. o. a kol., 2014).

3 Výchozí vzdělávací teorie – konstruktivismus

Konstruktivismus se objevuje zhruba v polovině 20. století, za zakladatele této teorie se považuje švýcarský psycholog J. Piaget. Konstruktivismus je definován jako celek vědeckých teorií zabývajících se nejenom úlohou subjektu a významem jeho vnitřních předpokladů v pedagogických a psychologických procesech, ale takéž důležitosti jeho interakce s prostředím a společností. Konstruktivismus patří mezi teorie ovlivňující především *matematické a přírodovědné vzdělávání*. V současné době je vnímán jako teorie vzdělávání – *gnoseologická teorie*¹ a z psychodidaktického hlediska jako teorie utváření vlastních vědomostí žáka (Škoda a Doulík, 2011).

Konstruktivismus pracuje s teorií učení, kdy učení je chápáno jako proces dynamické modifikace původních dětských pojetí a jejich vnitřních poznatkových systémů směrem k metodám vědeckého poznání. Vychází z kritiky *transmisivně-instruktivního modelu* školy a vzdělávání,² neboť tento model vlastní kognitivní procesy žáka považuje za „*black box*“, tedy za procesy, které nelze ovlivnit a které nejsou z hlediska učení podstatné. *Konstruktivistický model* pracuje primárně s dětskými pojetími chápání světa (Škoda a Doulík, 2011).

Dětská pojetí jsou typická pro přirozené učení dětí, kdy je využito především *epizodických paměťových stop*.³ Giordan je zastáncem teorie, že dětská pojetí fungují jako „dekódovací“ struktury, pomocí nichž pak přijímané informace dostávají význam a „přijímací“ struktury umožňují informace s obsaženým významem zakomponovat do jejich systému poznání. Každá nová informace je znova zabudována do určitého systému, kdy se pomocí nové informace musí daný systém vždy znovu obnovit a upravit.

Transmisivně-instruktivní model řízení učební činnosti dětská pojetí považuje za nepodstatný prvek během vzdělávání, který je potřeba minimalizovat. Konstruktivistický model řízení učební činnosti využívá dětská pojetí jako autonomní proces poznání vzdělávacího subjektu a snaží se jich využít (Škoda a Doulík, 2011).

¹ Teorie zkoumající lidské poznání, jeho vznik a proces.

² Model orientovaný na učivo a učitele.

³ Tyto stopy jsou trvalejší a přirozenější pro stavbu vnitřního poznatkového systému.

Spolu s konstruktivistickým modelem řízení učební činnosti žáků se vyskytuje pojem *metakognice*.⁴ Vnitřní poznatkový systém žáka je komplexně provázaná struktura, pokud je přijímána nová informace, vždy to znamená zásah do celého systému, který je následně modifikován a upraven (Škoda a Doulík, 2011).

Při konstruktivistickém pojetí výuky jsou žáci více zaměřeni na činnosti jako pozorování, experimentování, zjišťování a vyhledávání informací, vytváření základních hypotéz, jejich ověřování či vyvracení. Tyto činnosti napomáhají k rozvíjení jednotlivých klíčových kompetencí obsažených v rámcových vzdělávacích programech.

Nejrozpracovanějším konstruktivistickým modelem po stránce teoreticko-pedagogické a z hlediska využití myšlenek a principů konstruktivismu ve vyučování je *konstruktivismus pedagogický*. Mezi stěžejní směry pedagogického konstruktivismu patří *individuální a sociální konstruktivismus* (Škoda a Doulík, 2011).

⁴ Z psychologického hlediska je definována jako poznání toho, jak člověk poznává. Z pedagogického hlediska je definována jako schopnost člověka plánovat, monitorovat a vyhodnocovat postupy, které používá při procesech učení a poznávání.

3.1 Individuální a sociální konstruktivismus

Za významného zastávce konstruktivistické teorie učení v přírodovědném vzdělávání a matematice lze považovat E. von Glasersfelda, představitele radikálního směru individuálního konstruktivismu (Škoda a Doulík, 2011). Dle této teorie lze poznat svět pouze do takové míry, do jaké jsme schopni si svět zkonstruovat do určitých modelů. Člověk si konstruuje, jak funguje svět kolem něho. Tato konstrukce je subjektivním odrazem světa daného jedince, nemusí vyjadřovat pravdivost reality fungování světa kolem nás. Vědomosti jsou utvářeny *pojmovými strukturami*, subjekt pak posuzuje jejich labilitu.

G. H. Wheatley na základě této teorie formuluje dva hlavní body konstruktivistické výuky (Škoda a Doulík, 2011).

- 1) Znalosti nejsou pasivně přijímány, ale jsou subjektem aktivně vytvářeny v průběhu procesu poznávání. Myšlenky nemohou být přeneseny tak, že jsou zabudovány do slov a odeslány příjemci, který si jejich smysl dekóduje z poskládaných vět. Není možné vložit myšlenky do mozku žáků v původní podobě, ale pouze tak, že si konstruují jejich vlastní význam.
- 2) Funkce naší poznávací struktury je adaptabilní a slouží k uspořádání zkušenostního světa, nikoliv k objevování *ontologické* reality. Tato adaptace na prostředí neznámá, že poznání obsahuje nějaké pravdy o tomto prostředí. Na poznávajícím subjektu nezávislé poznání světa neexistuje. Jedinec dokáže pouze konstruovat své subjektivní obrazy světa, odrážející individuální zkušenost, nikoli nedotčenou pravdu o světě.

Nové informace a myšlenky učící se subjekt organizuje a zařazuje tak, aby byly v souladu s dosavadními znalostmi a staly se součástí dříve vytvořených struktur.

Dle D. Lenzena se lidský organismus *autopoieticky*⁵ organizuje sám a není zapotřebí žádné výchovné nebo vzdělávací aktivity, aby se tento proces udržoval v chodu. Sebeorganizace je aktivitou primárního objektu, tedy žáka, ne sekundárního objektu, tedy učitele. Lze tak definovat dva pedagogické důsledky této teorie (Škoda a Doulík, 2011).

⁵ Samostatně rozvíjející se organismus.

- 1) Efektivní způsob výuky je formou individuálního vyučování, kdy je proces poznání založen na vlastních konstrukčních mechanismech mozku a individuálních pojetích daného vzdělávacího subjektu. Tato metoda má ale i své nevýhody, především ekonomické a praktické, není taktéž ideální pro rozvoj sociálních kompetencí žáků.
- 2) V přírodovědné oblasti se nelze striktně řídit konstruktivistickou výukou, vyskytuje se zde stále *pozitivistický přístup*,⁶ protože je při výuce využíváno upravených skutečností, tzv. modelů reálných situací.

Podstatou vzdělávání a výchovy je ovlivnění kontextu, v němž edukační procesy probíhají. Stěžejní část v tomto edukačním procesu se skládá z příprav, zabezpečení vhodných podmínek pro výuku, jak přípravou podkladů k výuce, tak materiálním zabezpečením.

Kritika konstruktivistického přístupu je založena na tvrzení, že žáci nejsou schopni efektivního a žádoucího učení okolního světa, nejsou schopni efektivní sebeorganizace a je zapotřebí je tomu naučit. Tuto domněnku lze vyvrátit dětskými pojetími, která jsou flexibilně a kreativně organizována, přestože se navenek zdá, že jsou tato pojetí rigidní.

I při aplikaci individuálního konstruktivismu je zapotřebí pro správné fungování autopoietických systémů zapojení externích procesů, projevů sociálního konstruktivismu. Sociální konstruktivismus se uplatňuje při aktivní komunikaci vzdělávacích subjektů (Škoda a Doulík, 2011).

⁶ Principy pozitivismu spočívají v konstatování faktů, jejich uspořádání do zákonů a na základě této metody se dále předpovídají budoucí jevy.

3.2 Kritický přístup ke konstruktivismu

Konstruktivistický směr je kritizován především v rovině individuálního konstruktivismu. Kritika je zaměřena na ideu, že myšlenky a informace nemohou být prostě sdělovány, ale vychází z individuální konstrukce daného jedince.

Přírodovědné oblasti se tato kritika týká jevů a zákonitostí, které nelze konstruovat na základě vlastního poznání – atomární struktura látek, procesy ve vesmíru, jaderné reakce aj. Tyto jevy nelze ani dostatečně pozorovat.

Žákům je zapotřebí umožnit přístup ke konceptuálním systémům a modelům jednotlivých vědeckých disciplín. Učitel musí využít možnosti jejich vysvětlení a objasnění bez vlastních žakovských zkušeností. Pedagog vytváří objasňující vzdělávací modely didakticky redukováné na úroveň schopností žáků.

Původní žakovské *miskoncepce*⁷ jsou poupravovány na určité miskoncepce vzdělávacího charakteru, přizpůsobené věku a možnostem dítěte, aby danou látku bylo možno dětem srozumitelně podat (Škoda a Doulík, 2011).

⁷ Nepřesné pojetí učiva.

3.3 Obsah vzdělávání a vzdělávací postupy

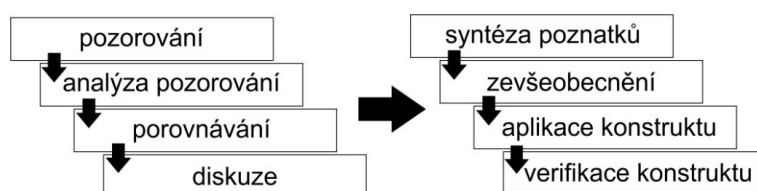
Při výuce se uplatňuje jak konstruktivismus individuální, tak konstruktivismus sociální, vzdělávání probíhá v konkrétním sociálním prostředí. Během vzdělávacího procesu mezi sebou interagují čtyři základní faktory – *žák, učitel, obsah vzdělávání, vzdělávací postupy a metody*. Charakteristika těchto faktorů se mění při přechodu z transmisivně-instruktivního modelu ke konstruktivistickému (Čábalová, 2011).

Obsah vzdělávání je v transmisivně-instruktivním pojetí tvořen vědními disciplínami, které se promítají do jednotlivých předmětů. Základní myšlenkou je předání teoretických informací a poznatků. Osvojení těchto informací žákem je cílem vyučovacího procesu.

V konstruktivistickém modelu jsou preferovány potřeby žáků, jejich zkušenosti a obsah vzdělávání je determinován podle těchto zkušeností. Osvojení teoretických informací není cílem, ale prostředkem k rozvoji osobnosti žáka. Kontrola dosažených vzdělávacích cílů v transmisivně-instruktivním pojetí je jednodušší než v konstruktivistickém modelu. Prostor pro konstruktivistické pojetí se otevírá v době kurikulárních reforem především na 2. stupni základních škol.

Mezi nejdůležitější změny v obsahu vzdělávacích programů lze zařadit – posílení mezipředmětových vazeb, redukce faktografických pasáží, redukce příliš abstraktního učiva, větší flexibilita obsahu vzdělávání a praktické aplikace učiva.

Konstruktivistická výuka využívá méně tradičních vyučovacích metod, jakými jsou např. skupinová a individuální výuka, kooperativní výuka, dialogické vyučovací metody a praktická činnost žáků (Škoda a Doulík, 2011).



Obr. 3.3.1: Konstrukce nového poznatku
(Zdroj: Škoda a Doulík, 2011)

3.4 Žák a pedagog v konstruktivistické výuce, její pozitiva a negativa

Pedagog umožňuje konstrukci nových poznatků. Jeho hlavní funkcí je příprava didaktických podkladů k výuce. Navozuje žákovské myšlenkové procesy, řídí je a kontroluje jejich správnost. Konstruktivistická výuka vyžaduje změnu v učebních činnostech pedagoga, v organizaci práce ve třídě, v komunikačních schématech a v přístupu pedagoga k výuce.

Žák se v konstruktivistické výuce podílí na vlastním vytváření a zpracování daných informací. Provádí myšlenkové operace tak, jak je schopen k vytvoření daného závěru. Provádí *metakognici*⁸ vlastních myšlenkových procesů, přizpůsobuje si tempo práce a ověřuje získané informace. Verifikovaný nový konstrukt nahrazuje žákovo původní poznání dané oblasti (Škoda a Doulík, 2011).

Mezi pozitiva konstruktivistické výuky lze zařadit:

- zaměření na odstranění miskoncepcí,
- respektování individuálních charakteristik žáků,
- vytváření komplexních poznatkových systémů,
- snaha o vyšší úroveň osvojených vědomostí,
- rozvíjení metakognice,
- individuální práce s informačními zdroji,
- praktická aplikace poznatků,
- výuka se zdá být efektivnější pro prospěchově slabší žáky.

Mezi negativa konstruktivistické výuky lze zařadit:

- nízká míra zevšeobecnění směrem k teoretickým znalostem,
- časová náročnost na přípravu a realizaci,
- použití v matematice a přírodovědných předmětech je omezeno pouze na některá témata,
- náročnost na materiální zabezpečení výuky,
- časová náročnost.

Každý model řízení učební činnosti žáků má svá pozitiva i negativa, není možné direktivně uplatňovat pouze jeden model (Škoda a Doulík, 2011).

⁸ Poznávání toho, jak člověk poznává, jak se učí.

3.5 Srovnání transmisivně-instruktivního a konstruktivistického modelu

V následujících přehledech jsou shrnuty parametry transmisivně-instruktivního modelu a konstruktivistického modelu řízení učební činnosti žáků (Čábalová, 2011).

Znaky školy	Jejich podoba ve výchově a vzdělávání
Stejnost a separace	Žáci nic nevědí, je zapotřebí je vše naučit. Všichni žáci jsou stejní.
Uzavřenost	Zkušenosti žáků nejsou vítány. Pro školu není zajímavé dění mimo ni.
Transmise ⁹	Probíhá od učitele k žákovi. Žák poslouchá, zapamatovává si a reprodukuje učivo. Předpokládá se, že pro žáka je vše nové.
Skupina žáků	Komunikace mezi žáky neprobíhá.
Osnovy	Jsou závazné.
Učitel a žák	Učitel předává poznatky, žák tyto poznatky přijímá. Vztah mezi učitelem a žákem je autoritativní.
Motivace	Majoritně vnější motivace.
Výukové metody	Převážně monologický výklad učitele.
Obsah učiva	Důraz je kladen na znalosti.
Hodnocení	Známkování žáka na základě jeho znalostí.
Úloha odborníků	Odborníci poskytují informace o problémových žácích. Diagnostikuje se jejich porucha. Nehledají se nové přístupy k těmto žákům.

Tab. 3.5.1: Transmisivně-instruktivní model
(Zdroj: Čábalová, 2011)

Znaky školy	Jejich podoba ve výchově a vzdělávání
Různost	Různorodost žáků, jejich zkušenosti, schopnosti, dovednosti a poznatky jsou akceptovány a je jich při výuce využíváno.
Otevřenost a integrace	Probíhá integrace mezi učivem a zkušenostmi žáka.
Konstrukce	Žák hledá a objevuje. Aktivně se podílí na vytváření procesu výuky a svého poznání.
Skupina žáků	Spolupráce mezi žáky je vyhledávána, žáci se učí spolupracovat, hledat společná řešení.
Osnovy	Jsou stanoveny výstupy výuky, které lze modifikovat.
Učitel a žák	Učitel navrhuje obsah učiva, komunikační metody, dětem dává prostor pro vyjádření, zajišťuje společnou vzdělávací aktivitu. Žák je spolutvůrce poznání, výchovy a vzdělávání. Mezi učitelem a žákem probíhá otevřená komunikace, založená na vzájemném respektování.
Motivace	Majoritně vnitřní motivace.
Výukové metody	Dialog, aktivizační metody, skupinové vyučování aj.
Obsah učiva	Důraz je kladen na aktivní konstrukci nových poznatků.
Hodnocení	Je využíváno sebehodnocení, pozorování a slovní hodnocení.
Úloha odborníků	Odborníci spolupracují s učitelem, pomáhají s implementací problémových žáků do výuky.

Tab. 3.5.2: Konstruktivistický model
(Zdroj: Čábalová, 2011)

⁹ Předávání poznatků.

4 Teoretická východiska k provádění experimentů při výuce fyziky

4.1 Teorie fyzikálních experimentů

Ve vědeckých disciplínách je základní činností vědce v oblasti přírodních věd pozorování určitého jevu. Daný jev je na základě odborných znalostí teoreticky popsán, vysvětlen a zakomponován mezi současné poznatky vědy. Přírodní jevy bývají komplikované a pro jejich opětovné pozorování je zapotřebí uměle vytvořit podmínky, podmínky pro fyzikální experiment.

Pomocí experimentu ve vzdělávacím procesu jsou navozeny řízené myšlenkové operace žáka, jejichž cílem je proniknutí do podstaty učiva. Během realizace experimentu je využito žákovo pozorování a myšlení, které je doprovázeno vlastní aktivizací během výuky. Nové poznatky jsou zakomponovány do systému poznání s vytvořením vazeb na ostatní učivo (Janás, 1996).

Cílem experimentu není pouze objasnění daného fyzikálního jevu, ale žáky vede současně k samostatnému uvažování. Mohou si zlepšit úroveň pozorovacích schopností, naučí se zpracovat a vyhodnocovat naměřená data pro jejich další interpretaci a vytvářejí závěry ze získaných dat pro pozorovaný jev.

Experimenty realizovatelné ve školním prostředí mají svoji strukturu. Na začátku by mělo být jasné, proč je daný experiment vůbec realizován a jaká hypotéza bude ověřována či následně vyvrácena.

Experiment ve výuce slouží jako jeden z prostředků, kterých lze využít k dosažení vzdělávacích cílů. Jeho zařazení do výuky musí být ve shodě s probíranou látkou, současně by měl být názorný, pochopitelný a dostatečně přesvědčivý (Kašpar, 1978).

Fyzikální experimenty ve vzdělávacím procesu lze rozdělit do několika kategorií:

- a) dle metodiky provádění – *demonstrační a frontální*,
- b) dle povahy – *kvalitativní a kvantitativní*,
- c) dle didaktického cíle – *heuristické, ověřovací, motivující učivo, ilustrační, uvádějící fyzikální problém, demonstrující aplikace odvozených poznatků, historické, opakující a prohlubující* (Janás, 1996).

Fyzikální experiment je nezbytnou součástí kvalitní výuky fyziky ve všech stupních vzdělávání, žáci by měli pokus vnímat jako běžnou aktivitu při výuce.

4.2 Didaktické požadavky k provádění demonstračních a frontálních experimentů

Předváděný experiment musí být pro žáky dostatečně názorný a pochopitelný. Pokus složitější povahy je zapotřebí rozdělit do dílčích částí tak, aby byl dostatečně pochopitelný.

Při výuce není vhodné aplikovat větší množství demonstračních pokusů cílených na daný fyzikální jev v rámci vyučovací jednotky, výsledkem může být určitá zmatenost žáka. Demonstrační experimenty prováděné učitelem by měly žáky zaujmout, při realizaci takového experimentu by měl vyučující zapojit do provádění pokusu někoho z řad žáků. Současně je zapotřebí promyslet vhodnost umístění všech pomůcek pro experiment na katedře tak, aby byly dobře pozorovatelné pro všechny žáky (Janás, 1996).

Pomůcky nesouvisející s experimentem by neměly být na stole v průběhu realizace demonstrace. Při použití analogových měřících přístrojů je zapotřebí odstranit tzv. *paralaktickou chybu*,¹⁰ aby žáci viděli naměřené hodnoty správně, případně dané hodnoty změřit opakovaně.

Didaktické požadavky a metodika provádění frontálních experimentů se od experimentů demonstračních liší. Pokusy prováděné samotnými žáky kladou vyšší časové nároky na výuku daného tématu. I příprava na výuku může být delší – tvorba metodických listů aj. (Janás, 1996).

Problematikou frontálních experimentů je především materiální a s tím související i finanční náročnost na jejich provádění. Tím se frontální experimenty stávají méně realizovatelnými ve výuce.

Pomocí dotačních programů jsou ale možnosti škol týkající se dovybavení kabinetů přírodovědných předmětů potřebným materiálním vybavením mnohonásobně vyšší.

¹⁰ Hodnotu měřené veličiny mohou žáci z různých míst učebny vidět odlišně.

5 Realizované projekty související se systémem Vernier

5.1 Projekt: Zkvalitnění výuky přírodovědných předmětů na Základní škole a Mateřské škole Lišov

Pro potřeby výuky fyziky, ale i této disertační práce, vzešla nutnost zrealizovat nákup měřicího systému Vernier. Na Základní škole a Mateřské škole v Lišově nebyl tento systém k dispozici. Bylo zapotřebí pokusit se v průběhu dotačních výzev systém na základní školu pořídit a zahrnout jej do výuky. Od začátku byla stanovena podmínka, že experimentální systém Vernier nebude využíván jako měřící systém demonstrační, ale jako systém frontální, využívaný při fyzikálních experimentech samotnými dětmi. V květnu 2014 byla zveřejněna výzva č. 34 Regionálního operačního programu (ROP) Jihozápad, jejímž cílem byl rozvoj infrastruktury základního, středního a vyššího odborného školství. Protože v rámci této výzvy byla možnost nakoupit materiální vybavení pro podporu přírodovědného vzdělávání, škola se do této výzvy zapojila s cílem získat finanční prostředky na nákup edukačního systému. Žádost byla podána a v listopadu 2014 byl projektový záměr schválen.

V rámci projektu CZ.1.14/2.4.00/34.03280 bylo požádáno o finanční dotaci ve výši 919 947,00 Kč. Vedle systému Vernier bylo zakoupeno i další materiální vybavení. V tab. 5.1 je přehled pořízeného vybavení měřicího systému.

LabQuest 2	10 ks	Barometer + Replacement Parts	9 ks
LabQuest Viewer	1 ks	Sound Level Meter	3 ks
Go!Temp	10 ks	Charge Sensor	5 ks
Go!Link	10 ks	Vernier Radiation Monitor	1 ks
Surface Temperature Sensor	20 ks	Relative Humidity Sensor	1 ks
Thermocouple	1 ks	Light Sensor	4 ks
Motion Detector	10 ks	pH Sensor	10 ks
Magnetic Field Sensor	5 ks	EKG Sensor	10 ks

Tab. 5.1: Experimentální systém Vernier

5.2 Projekt: Rozvoj environmentálních a technických kompetencí žáků základních škol Jihočeského kraje

Hlavním cílem projektu bylo posílení zájmu žáků základních škol Jihočeského kraje o studium přírodovědných a technických oborů, součástí projektu byla i část zaměřená na oblast životního prostředí. Projekt byl realizován z Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost, pod projektovým číslem CZ.1.07/1.1.14/02.0035. Samotná realizace probíhala v trvání 16 měsíců (9/2013 – 12/2014) ve spolupráci Katedry aplikované fyziky a techniky s Jihočeskou agenturou pro podporu inovačního podnikání (www.jaip.cz, 2016).

Do projektu bylo celkově zapojeno 12 škol: *ZŠ a MŠ Ševětín, ZŠ a MŠ Horní Planá, ZŠ a MŠ Nerudova – ČB, ZŠ a ZUŠ Bezdrevská – ČB, ZŠ Volyně, ZŠ a MŠ L. Kuby – ČB, ZŠ a MŠ Volenice, ZŠ a MŠ Bernartice, ZŠ a MŠ Lišov, ZŠ Matice školské – ČB, ZŠ Netolice a ZŠ Planá nad Lužnicí*. Školy měly možnost mimo jiné v rámci projektu nakoupit experimentální vybavení do výuky pro oblast přírodních věd, a to systémy PASCO či Vernier.

Školy, resp. třídy zapojené do tohoto projektu se v rámci výuky fyziky, mnohdy zcela poprvé, setkaly s výše zmiňovanými systémy. Žáci si mohli vyzkoušet několik experimentů, které byly z různých fyzikálních oblastí – měření hydrostatického tlaku, hladiny intenzity zvuku, velikosti osvětlení aj. Vyučující posléze mohli na získané žákovské dovednosti s experimentálními systémy při výuce fyziky navazovat (www.projekt-envitech.cz, 2016).

Žáci se také setkali s experimenty z oblasti fyziky nízkých teplot, které byly realizovány pomocí kapalného dusíku. I zde si mohli pokusy z této oblasti sami vyzkoušet.

Projektové dny, zaměřené na tyto činnosti, byly hodnoceny žáky i učiteli velmi pozitivně. Tato část projektu přinesla pro zúčastněné školy, resp. vyučující fyziky více informací o možnostech využití zmiňovaných systémů při výuce. Autor této disertační práce byl jedním ze dvou lektorů pro experimenty s uvedenými systémy.

6 Frontální experimenty realizovatelné se systémem Vernier při výuce fyziky na základní škole

Frontální experimenty, uvedené v kapitole 6 této práce, vychází z pořízeného materiálního vybavení systému Vernier, které bylo popsáno výše.

6.1 Experimenty využívající teplotní čidla

V této části práce jsou uvedeny experimenty, při kterých je využito teplotních čidel Go!Temp a Surface Temperature Sensor.

6.1.1 Přenos tepla v kapalinách

Cíl experimentu

Experiment je zaměřen na pochopení principu přenosu tepla v kapalinách pomocí proudění na základě rozdílné teploty t , resp. hustoty ρ a objemu V v kapalině.

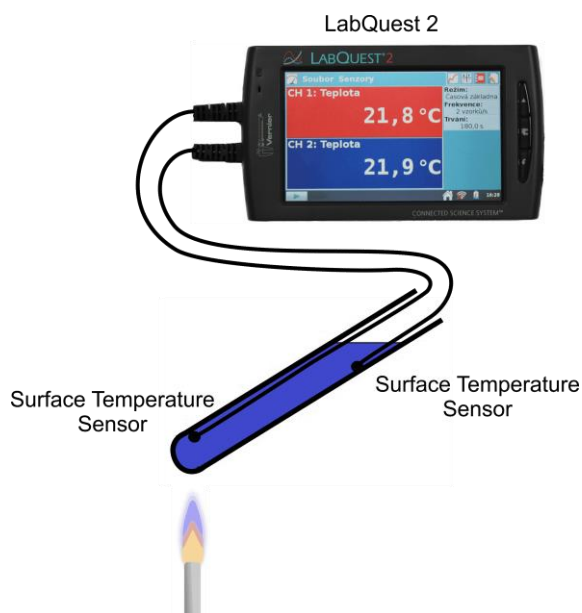
Žáci by měli vědět, že vodu je nutno ohřívat zezdola, neboť voda o vyšší teplotě má větší objem, menší hustotu a stoupá vzhůru. Studená voda má menší objem, větší hustotu a klesá ke dnu a ohřívá se. Pokud by došlo k ohřevu vody na jejím povrchu, k proudění by nedocházelo a voda by se tak v celém objemu ohřívala velice pomalu. Analogicky by měli žáci vyvodit důvody, proč jsou kapaliny chlazeny shora (Halliday, Resnick a Walker, 2013).

Pomůcky

LabQuest 2, Surface Temperature Sensor – 2x, zkumavka, kahan, voda

Popis

Na dno zkumavky naplněné vodou je ponořeno bodové teplotní čidlo. Druhé teplotní čidlo je ponořeno pod hladinu vody ve zkumavce. Čidla jsou připojena k přenosnému dataloggeru LabQuest 2. Na dataloggeru je zobrazena teplota vody u dna t_1 a teplota vody u jejího povrchu t_2 . Po zahřátí vody pomocí kahanu, viz obr. 6.1.1.1, se teplota vody ve zkumavce zvyšuje v celém objemu, teploty vzrostou. Naměřené hodnoty lze zapsat během experimentu do tab. 6.1.1.1.

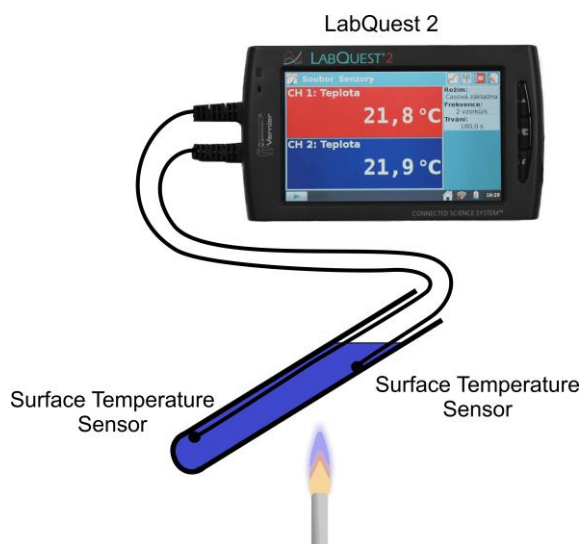


Obr. 6.1.1.1: Zapojení experimentu

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160
t_1 (°C) - u dna									
t_2 (°C) - u povrchu									

Tab. 6.1.1.1: Záznam teplot

Na dno zkumavky a pod hladinu vody jsou opět ponořena teplotní čidla. Nyní je kahan přibližně v polovině výšky zkumavky, viz obr. 6.1.1.2. Po zahřátí se teplota vody výrazně zvyšuje pouze nad kahanem, záznam teplot lze provést do tab. 6.1.1.2.



Obr. 6.1.1.2: Zapojení experimentu

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160
t_1 (°C) - u dna									
t_2 (°C) - u povrchu									

Tab. 6.1.1.2: Záznam teplot

Vyhodnocení

V tab. 6.1.1.3 jsou uvedeny naměřené hodnoty pro teplotu vody u dolního a horního čidla při umístění kahanu pod zkumavkou. V tab. 6.1.1.4 jsou uvedeny naměřené hodnoty pro teplotu vody u dolního a horního čidla při umístění kahanu přibližně v polovině výšky zkumavky.

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160
t_1 (°C) - u dna	19	26	32	31	33	36	45	52	58
t_2 (°C) - u povrchu	19	21	25	32	36	37	42	47	51

Tab. 6.1.1.3: Naměřené hodnoty

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160
t_1 (°C) - u dna	22	23	23	23	23,5	23,5	23,5	24	X
t_2 (°C) - u povrchu	22	33	46	55	72	83	94	97	X

Tab. 6.1.1.4: Naměřené hodnoty

Na základě měření daných teplot by žáci měli pochopit přenos tepla v kapalinách pomocí proudění.

Poznámky k experimentu

- Při experimentu je zapotřebí dbát zvýšené opatrnosti při práci s kahanem.
- Teplotní čidla nesmí přijít do přímého kontaktu s plamenem kahanu.

Příloha 1 disertační práce obsahuje žákovský pracovní list k tomuto experimentu.

6.1.2 Tání a tuhnutí krystalické látky

Cíl experimentu

Tento experiment je zaměřen na pochopení procesu tání, resp. tuhnutí krystalické látky. Žáci by měli vědět, že dodává-li se pevné látce teplo, teplota látky se obvykle zvýší a naopak. Může nastat případ, kdy místo růstu teploty látka změní své skupenství. Žáci by měli pochopit jednotlivé části grafu pro tání a tuhnutí krystalické látky a pojmy skupenské teplo tání L_t , resp. skupenské teplo tuhnutí L_t .

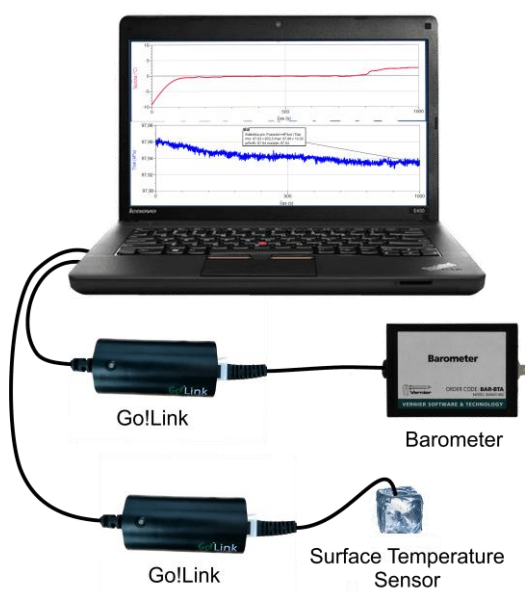
Atmosférický tlak p_a ovlivňuje teplotu, za které dochází k tání, resp. tuhnutí. Při experimentu je použito tlakové čidlo s cílem upozornit žáky na tuto skutečnost (Halliday, Resnick a Walker, 2013).

Pomůcky

Notebook, Go!Link – 2x, Surface Temperature Sensor, Barometer, kapalný dusík, voda

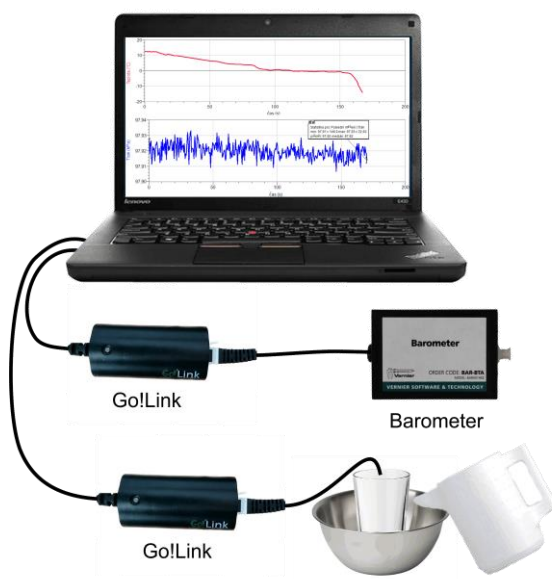
Popis

Pomocí čidla Surface Temperature Sensor, které je zamraženo uvnitř ledové kostky, lze zaznamenat proces tání krystalické látky. S využitím čidla Barometer se dá k danému procesu zaznamenávat atmosférický tlak okolí, za kterého proces tání krystalické látky probíhá, obr. 6.1.2.1.



Obr. 6.1.2.1: Zapojení experimentu

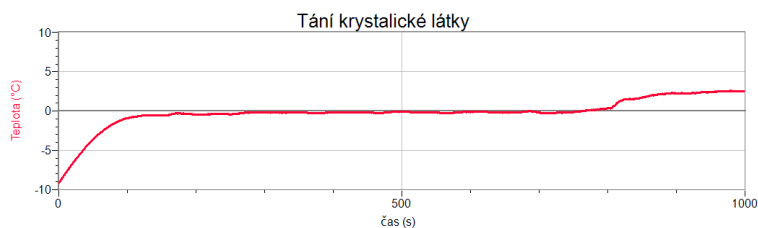
Pro experiment, vyjadřující proces tuhnutí krystalické látky (voda), je vhodné využít jakékoliv mrazící zařízení. Daný experiment trvá ale dlouhou dobu. Pro urychlení experimentu je možné využít kapalného dusíku, viz obr. 6.1.2.2.



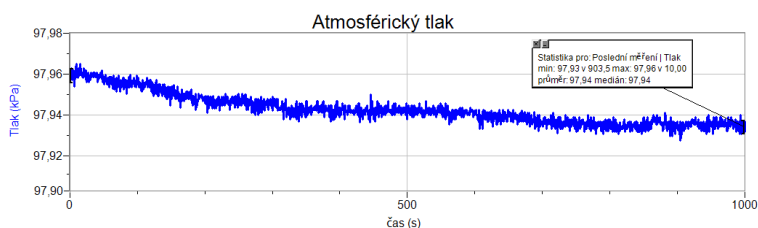
Obr. 6.1.2.2: Zapojení experimentu

Vyhodnocení

Na obr. 6.1.2.3 je vidět přechod z pevné látky na kapalnou. Celý proces trval $t \approx 1\,000\text{ s}$ ($t \approx 16,7\text{ min}$), což je čas přijatelný pro pokus během vyučovací hodiny. Během experimentu byl zaznamenáván atmosférický tlak, jeho průměrná hodnota byla $p_{\emptyset} = 97,94\text{ kPa}$, obr. 6.1.2.4.

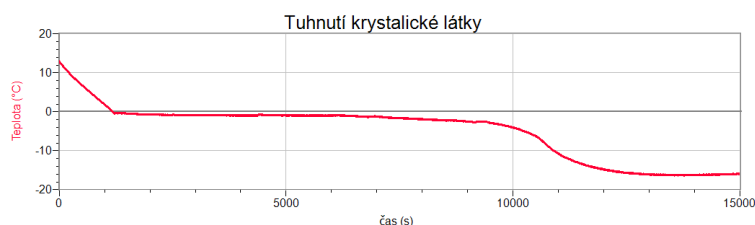


Obr. 6.1.2.3: Tání krystalické látky

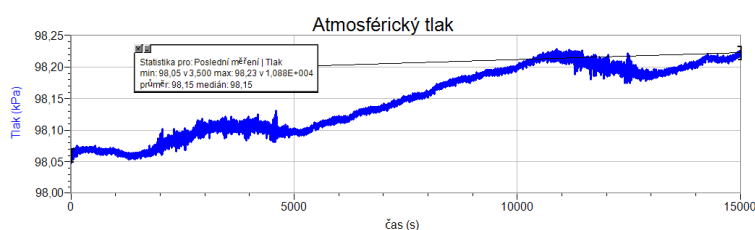


Obr. 6.1.2.4: Atmosférický tlak

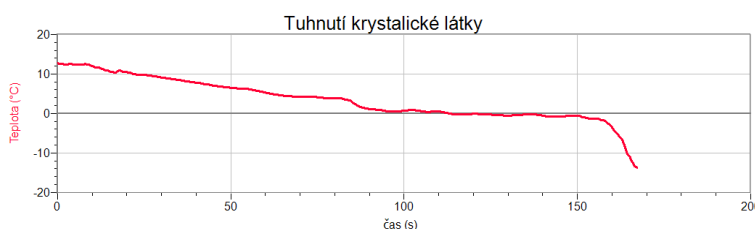
Na obr. 6.1.2.5 je vidět proces tuhnutí krystalické látky. Experiment byl realizován pomocí mrazicího zařízení, ve kterém bylo čidlo s vodou uzavřeno. Celý proces trval $t \approx 15\,000\text{ s}$ ($t \approx 4,2\text{ h}$). Alternativou, jak tento proces urychlit, je pomocí tekutého dusíku, obr. 6.1.2.7. Během experimentů byl zaznamenáván atmosférický tlak, obr. 6.1.2.6 – $p_{\varnothing} = 98,15\text{ kPa}$, resp. obr. 6.1.2.8 – $p_{\varnothing} = 97,92\text{ kPa}$.



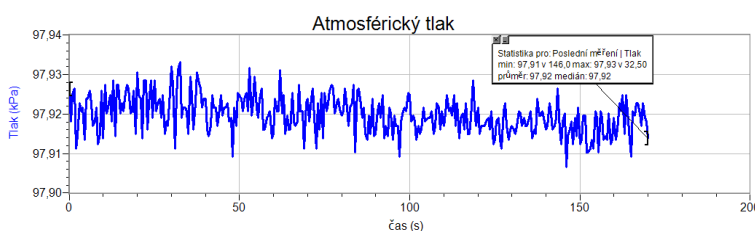
Obr. 6.1.2.5: Tuhnutí krystalické látky



Obr. 6.1.2.6: Atmosférický tlak



Obr. 6.1.2.7: Tuhnutí krystalické látky – pomocí kapalného dusíku



Obr. 6.1.2.8: Atmosférický tlak

Poznámky k experimentu

- Při experimentu zaměřeném na tuhnutí krystalické látky za pomoci kapalného dusíku je zapotřebí dbát zvýšené opatrnosti při manipulaci s ním.

Příloha 2 disertační práce obsahuje žákovský pracovní list k tomuto experimentu.

6.1.3 Tepelná výměna

Cíl experimentu

Cílem pokusu je experimentální ověření kalorimetrické rovnice pro tepelnou výměnu. Do směřovacího kalorimetru, kde je voda o hmotnosti m_1 a teplotě t_1 , jsou vložena zahřátá hliníková závaží o celkové hmotnosti m_2 a teplotě t_2 .

Žáci pomocí kalorimetru zrealizují tepelnou výměnu, zjistí vstupní hodnoty jednotlivých veličin a během pokusu naměří výslednou teplotu t v kalorimetru, jejíž hodnota je následně matematicky ověřena pomocí kalorimetrické rovnice (Halliday, Resnick a Walker, 2013).

Pomůcky

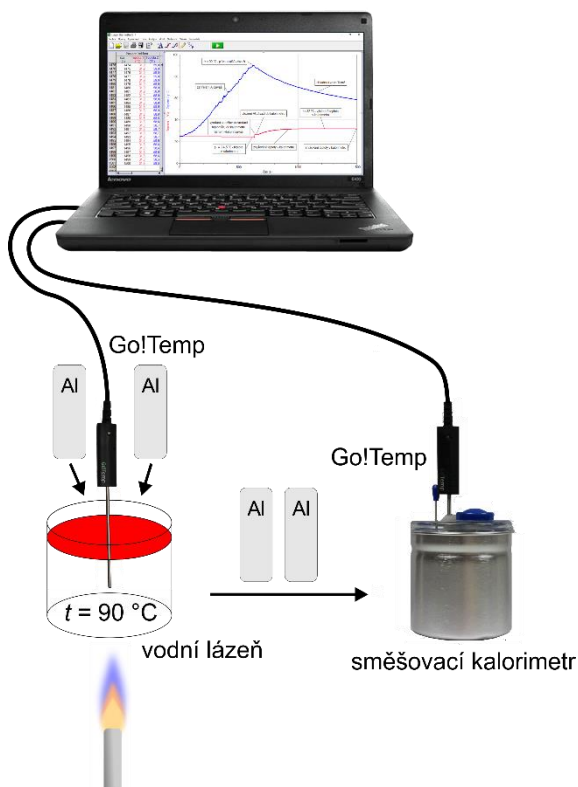
Notebook, Go!Temp – 2x, směšovací kalorimetr, odměrný válec, hliníková závaží ($m = 2 \times 50$ g), zdroj tepla, voda

Popis

Ve směšovacím kalorimetru je voda o hmotnosti m_1 a teplotě t_1 . Po zahřátí hliníkových závaží o celkové hmotnosti m_2 na teplotu t_2 ¹¹ jsou závaží přesunuta do kalorimetru.

Následně je pozorována změna teploty v kalorimetru během probíhající tepelné výměny. Měřena je výsledná teplota t v kalorimetru. Tepelná výměna musí být pozorována dostatečný čas. Schéma zapojení experimentu, viz obr. 6.1.3.1.

¹¹ Závaží je vhodné zahřívát pomalu, aby se mohla dostatečně prohřát v celém objemu, případně lze využít např. rychlovarné konvice s nastavitelnou teplotou, kde se závaží ponechají v takto připravené vodní lázni delší čas.

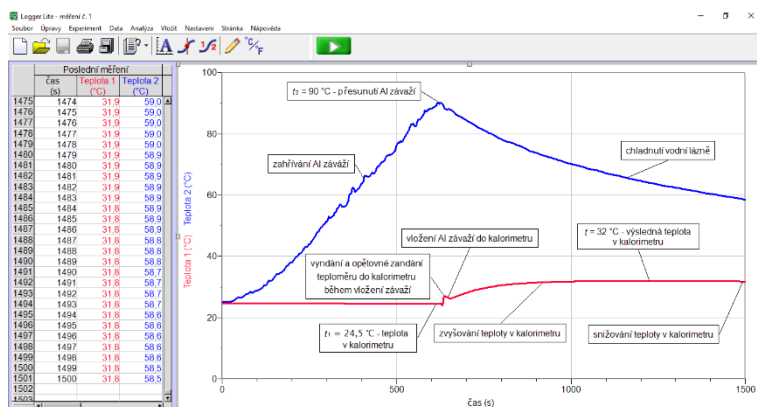


Obr. 6.1.3.1: Zapojení experimentu

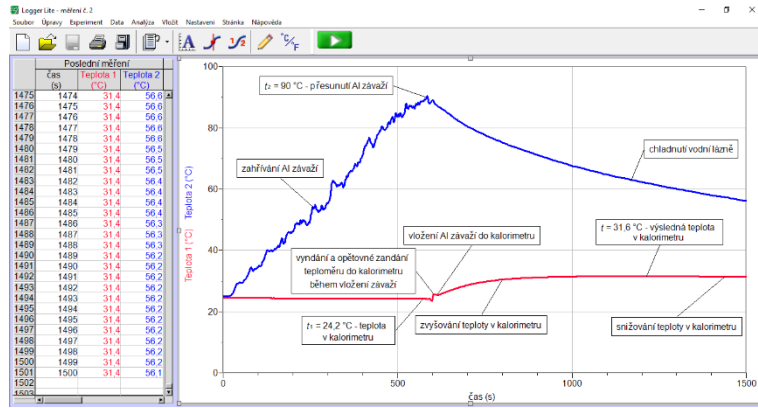
Vyhodnocení

V programu Logger Lite je vidět průběh teploty ve vodní lázni při zahřívání hliníkových závaží, dále teplota vody v kalorimetru a průběh teploty vody v kalorimetru po vložení zahřátých hliníkových závaží.

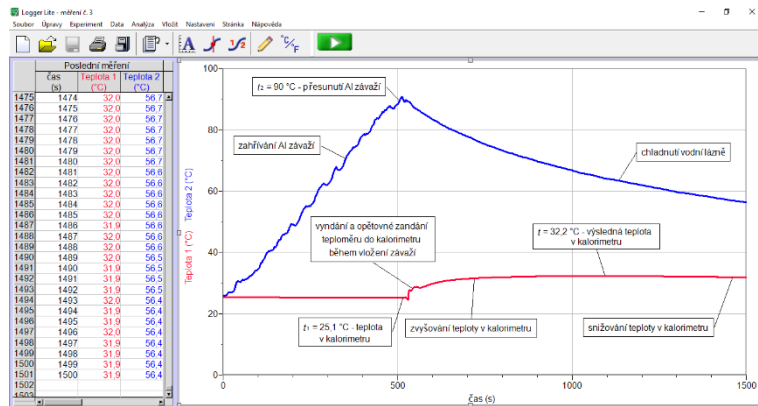
Měření č. 1 – obr. 6.1.3.2, měření č. 2 – obr. 6.1.3.3, měření č. 3 – obr. 6.1.3.4.



Obr. 6.1.3.2: Průběh teplot – měření č. 1



Obr. 6.1.3.3: Průběh teplot – měření č. 2



Obr. 6.1.3.4: Průběh teplot – měření č. 3

Naměřená teplota t po tepelné výměně

č. měření	materiál	t (°C) naměřená
1	hliníková závaží	32
2	hliníková závaží	31,6
3	hliníková závaží	32,2

Tab. 6.1.3.1: Naměřené hodnoty

Výslednou teplotu při tepelné výměně lze matematicky ověřit z rovnice,

$$Q_1 = Q_2. \quad (6.1.3.1)$$

Rovnici je možno rozepsat do tvaru,

$$m_1 c_1 (t - t_1) = m_2 c_2 (t_2 - t), \quad (6.1.3.2)$$

odkud lze vyjádřit výslednou teplotu t ,

$$t = \frac{m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}. \quad (6.1.3.3)$$

Kde je m_1 – hmotnost vody v kalorimetru, c_1 – měrná tepelná kapacita vody, t_1 – počáteční teplota vody v kalorimetru, m_2 – celková hmotnost hliníkových závaží, c_2 – měrná tepelná kapacita hliníku, t_2 – teplota zahřátých hliníkových závaží.

Hliníková závaží

Vstupní hodnoty pro měření a výpočet č. 1:

$$m_1 = 0,15 \text{ kg}, c_1 = 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}, t_1 = 24,5 \text{ }^\circ\text{C}, m_2 = 0,10 \text{ kg}, c_2 = 0,90 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}, t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$$

Vstupní hodnoty pro měření a výpočet č. 2:

$$m_1 = 0,15 \text{ kg}, c_1 = 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}, t_1 = 24,2 \text{ }^\circ\text{C}, m_2 = 0,10 \text{ kg}, c_2 = 0,90 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}, t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$$

Vstupní hodnoty pro měření a výpočet č. 3:

$$m_1 = 0,15 \text{ kg}, c_1 = 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}, t_1 = 25,1 \text{ }^\circ\text{C}, m_2 = 0,10 \text{ kg}, c_2 = 0,90 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}, t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$$

č. měření	materiál	t ($^\circ\text{C}$) naměřená	t ($^\circ\text{C}$) vypočtená
1	hliníková závaží	32	32,6
2	hliníková závaží	31,6	32,3
3	hliníková závaží	32,2	33,1

Tab. 6.1.3.2: Porovnání naměřených a vypočtených hodnot

Tepelná kapacita směšovacího kalorimetru

Tepelná kapacita směšovacího kalorimetru v rámci výuky fyziky na základní škole většinou není probírána. Není s ní tedy počítáno ani v tomto experimentu. Tepelnou kapacitu kalorimetru lze do experimentu zapojit jako rozšiřující učivo.

Poznámky k experimentu

- Lze využít přibližné rovnosti mezi objemem a hmotností vody: $V_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ l} \approx 1 \text{ kg}$.
- Při matematickém ověřování byly hodnoty zaokrouhlovány na 2 desetinná místa.
- Tento experiment je možné provádět i pro jiné kovy, je ale zapotřebí zhodnotit chemické složení jednotlivých kovů, kvůli stanovení jejich tepelné kapacity.

Příloha 3 disertační práce obsahuje žákovský pracovní list k tomuto experimentu.

6.1.4 Vypařování kapalin

Cíl experimentu

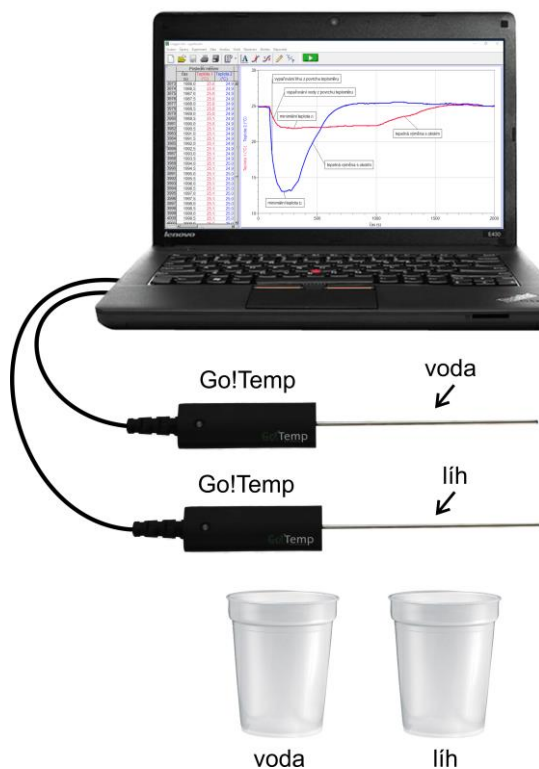
Cílem pokusu je žákům objasnit skupenskou přeměnu vypařování. Kapalinu při vypařování opouštějí částice, které mají dostatečnou energii k překonání kohézních sil působících od ostatních částic. Částice opouštějící kapalinu mají největší energii, střední kinetická energie ostatních částic se tím snižuje a teplota kapaliny během vypařování klesá (Halliday, Resnick a Walker, 2013).

Pomůcky

Notebook, Go!Temp – 2x, kelímek – 2x, líh, voda

Popis

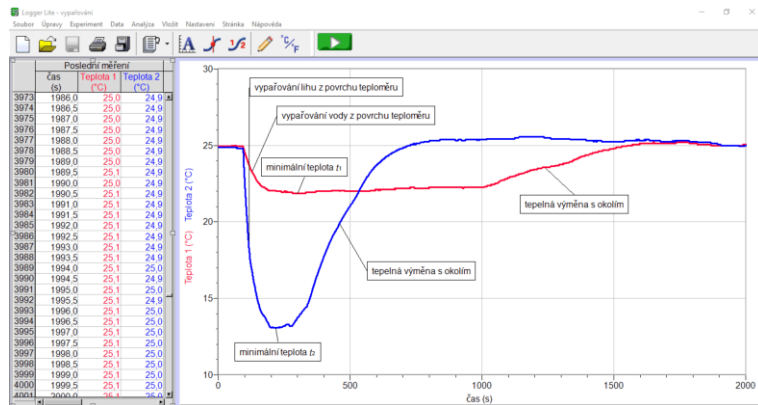
Žáci si před experimentem připraví dva kelímky. Láhev s lihem a napuštěnou vodu v prvním kelímku nechají před pokusem delší dobu v místnosti, kde bude probíhat experiment, dojde tak k případným tepelným výměnám. Do druhého kelímku nalijí líh. Do každého kelímku žáci ponoří po jednom teploměru Go!Temp, poté teploměry vyjmou z kelímků a nechají kapaliny vypařovat z povrchů teploměrů, viz obr. 6.1.4.1. V programu Logger Lite je zaznamenávána teplota t_1 pro vodu, teplota t_2 pro líh a celý průběh vypařování.



Obr. 6.1.4.1: Zapojení experimentu

Vyhodnocení

Průběh vypařování vody a lihu je zobrazen na obr. 6.1.4.2.



Obr. 6.1.4.2: Průběh vypařování vody a lihu

Naměřené teploty v průběhu experimentu, tab. 6.1.4.1.

kapalina	t_1 (°C) na začátku pokusu	t_{1min} (°C) během vypařování
voda	24,9	21,9
kapalina	t_2 (°C) na začátku pokusu	t_{2min} (°C) během vypařování
líh	24,9	13,1

Tab. 6.1.4.1: Naměřené teploty během experimentu

Poznámky k experimentu

- Během experimentu lze pozorovat nejenom teplotní důsledek vypařování kapalin, ale i průběh následné tepelné výměny s okolím pro obě kapaliny.

Příloha 4 disertační práce obsahuje žákovský pracovní list k tomuto experimentu.

6.2 Experiment využívající tlakový senzor

V následujícím experimentu je využit tlakový senzor Barometer a doplňková sada GPS Replacement Parts.

6.2.1 Hydrostatický tlak v kapalinách

Cíl experimentu

Experiment je zaměřen na měření fyzikálních veličin, které se u kapalin mohou měnit bod od bodu, tedy na hustotu ρ a tlak p (Halliday, Resnick a Walker, 2013).

Cílem experimentu je získání rovnice pro výpočet velikosti hydrostatického tlaku p_h v kapalině,

$$p_h = h\rho g. \quad (6.2.1.1)$$

Během experimentu žáci odvozují, na jakých fyzikálních veličinách závisí velikost hydrostatického tlaku. Pomocí dvou tlakoměrů, odměrného válce s vodou a druhého odměrného válce s lihem, paralelně zjišťují potřebné hodnoty pro obě kapaliny.

Pomůcky

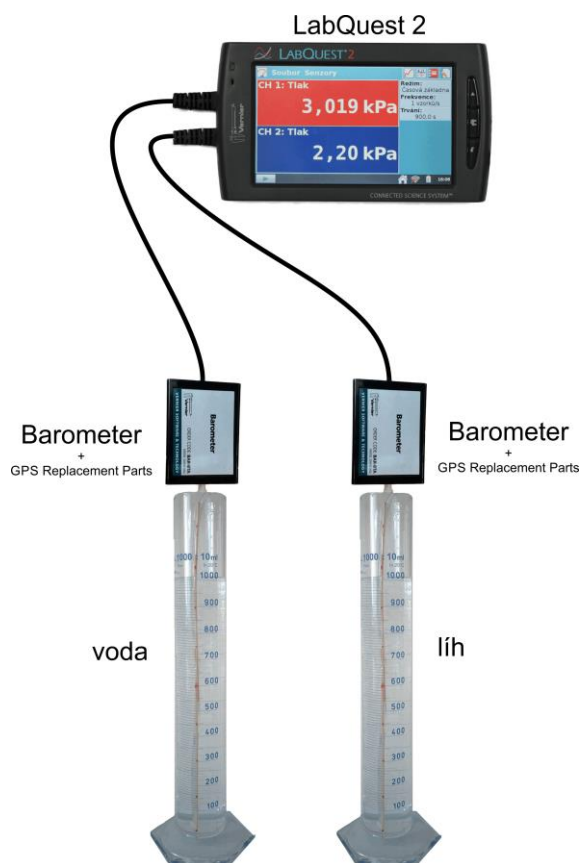
LabQuest 2, Barometer – 2x, GPS Replacement Parts – 2x, odměrný válec – 2x, špejle, izolepa, pravítko, líh, voda

Popis

K měřicímu dataloggeru lze připojit dva senzory Barometer spolu s doplňkovými sadami, resp. s hadičkami. Aby měření bylo přesnější, je vhodné spojit dohromady dvě špejle a k takto spojeným špejlím pomocí izolepy připevnit hadičku. Stejný postup platí i pro druhou hadičku.

Začátek hadiček musí odpovídat začátku jedné ze dvou spojených špejlí. Na špejlích je vhodné vyznačit vzdálenosti od jejich začátku, např. $l = 5$ cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm a 30 cm. Do jednoho odměrného válce se nalije voda o objemu $V = 1\,000$ ml a do druhého odměrného válce líh o objemu $V = 1\,000$ ml. Obě počáteční hodnoty zobrazené na dataloggeru, velikost atmosférického tlaku, je zapotřebí vynulovat.

Paralelním ponořováním hadiček upevněných ke špejlím do odměrných válců dochází k narůstání hodnot hydrostatických tlaků v příslušné hloubce pro obě kapaliny. Hodnoty lze zaznamenávat např. pro $\Delta h = 5$ cm, tab. 6.2.1.1. Schéma zapojení experimentu, obr. 6.2.1.1.



Obr. 6.2.1.1: Zapojení experimentu

Vyhodnocení

Před provedením experimentu mají žáci k dispozici tab. 6.2.1.1, do níž zaznamenávají hodnoty hydrostatických tlaků, naměřených během experimentu. V tab. 6.2.1.2 jsou již naměřené hodnoty vyplněny.

voda		líh	
h (cm)	p_h (kPa)	h (cm)	p_h (kPa)
0		0	
5		5	
10		10	
15		15	
20		20	
25		25	
30		30	

Tab. 6.2.1.1: Záznamová tabulka

voda		líh	
h (cm)	ρ_h (kPa)	h (cm)	ρ_h (kPa)
0	0	0	0
5	0,502	5	0,400
10	0,985	10	0,780
15	1,460	15	1,180
20	1,930	20	1,560
25	2,400	25	1,960
30	2,830	30	2,340

Tab. 6.2.1.2: Naměřené hodnoty

Žáci na základě měření zjistí, že velikost hydrostatického tlaku v kapalině závisí na vzrůstající hloubce pod povrchem kapaliny a na druhu kapaliny, resp. na její hustotě. Následně je vhodné porovnat hodnoty naměřené během experimentu s teoretickými hodnotami dle vztahu 6.2.1.1, viz tab. 6.2.1.3.

voda			líh		
h (cm)	ρ_h (kPa) naměřený	ρ_h (Pa) vypočtený	h (cm)	ρ_h (kPa) naměřený	ρ_h (Pa) vypočtený
0	0	0	0	0	0
5	0,502	491	5	0,400	397
10	0,985	981	10	0,780	795
15	1,460	1472	15	1,180	1192
20	1,930	1962	20	1,560	1589
25	2,400	2453	25	1,960	1987
30	2,830	2943	30	2,340	2384

Tab. 6.2.1.3: Porovnání naměřených a vypočtených hodnot tlaku

Poznámky k experimentu

- Pro hustotu vody je počítáno s hodnotou $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1\,000\text{ kg/m}^3$.
- Pro hustotu lihu je počítáno s průměrovanou hodnotou udávanou výrobcem $\rho_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} = 810\text{ kg/m}^3$.
- Pro tíhové zrychlení je počítáno s hodnotou $g = 9,81\text{ m/s}^2$.
- Tlaková čidla neumožňují zobrazit hodnoty hydrostatického tlaku v jednotce Pa, využívána je dostupná jednotka kPa.
- Při ponořování hadiček a špejlí dochází k mírnému nárůstu objemu v odměrném válci, špejle jsou vhodné díky malému průměru.

Příloha 5 disertační práce obsahuje žákovský pracovní list k tomuto experimentu.

6.3 Experimenty využívající senzor pohybu

V této části práce jsou uvedeny experimenty, při kterých je využit senzor pohybu Motion Detector 2.

6.3.1 Pohyb

Cíl experimentu

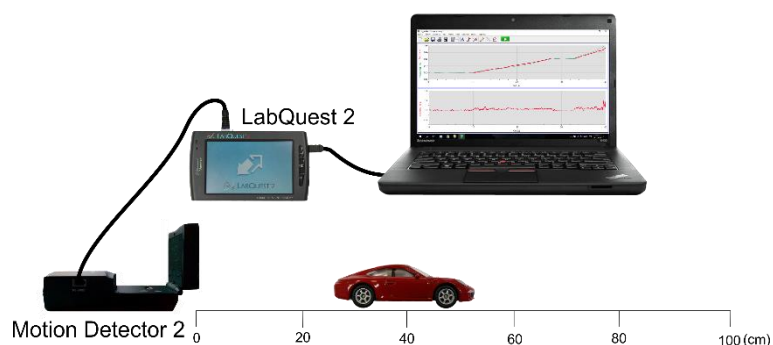
Cílem experimentu je vést žáky k lepšímu chápání grafů souvisejících s pohybem tělesa, a to především grafů pro polohu a pro rychlost pohybu v daném okamžiku. Vzniklé grafy by žáci měli umět popsat, vyhodnotit a napodobit všechny fáze pohybu.

Pomůcky

Notebook, LabQuest 2, Motion Detector 2, autíčko, metr

Popis – graf polohy

K notebooku přes USB lze připojit LabQuest 2 a k dataloggeru dále senzor Motion Detector 2, viz obr. 6.3.1.1.



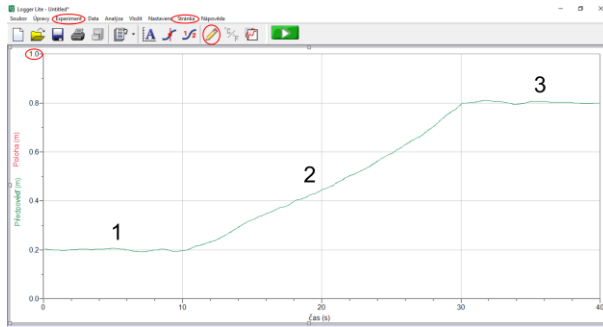
Obr. 6.3.1.1: Zapojení experimentu

Nastavení programu Logger Lite: osa x – čas t , osa y – poloha l .

Nastavení programu Logger Lite: v programu je ponechán pouze graf vyjadřující polohu l autíčka od senzoru, $l_{\max} = 1$ m; graf lze zvětšit – Stránka – Automatické rozvržení stránky.

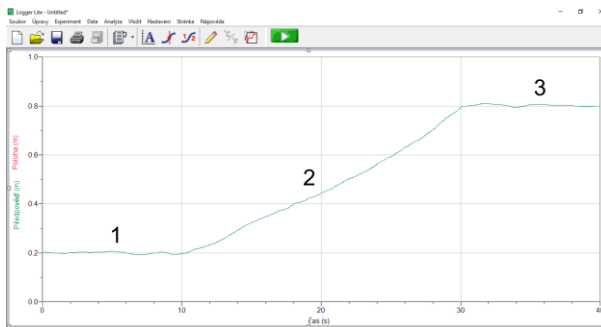
Nastavení měření: Experiment – Sběr dat – Trvání: $t = 40$ s.

Nakreslení grafu: pomocí Nakreslit předpověď grafu, lze nakreslit graf, který je možno pomocí pohybu autíčka napodobit, viz obr. 6.3.1.2.



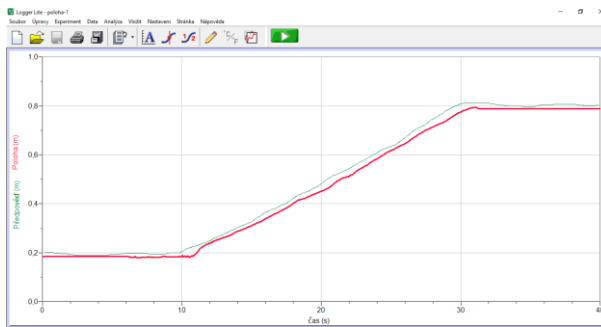
Obr. 6.3.1.2: Nastavení programu a předkreslení grafu

Vyhodnocení



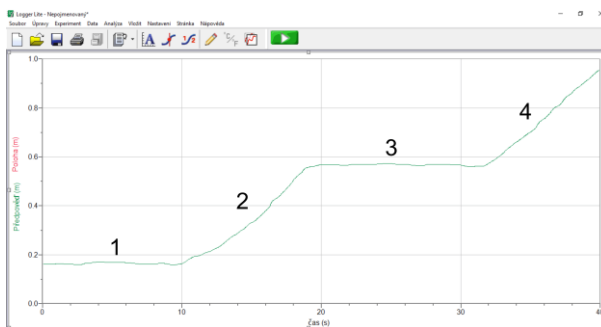
- 1 -
- 2 -
- 3 -

Obr. 6.3.1.3: Předkreslený graf



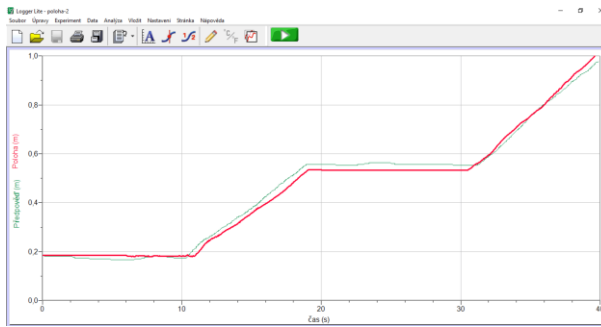
- 1 - autíčko stojí
- 2 - autíčko jede dopředu
- 3 - autíčko stojí

Obr. 6.3.1.4: Graf získaný pohybem autíčka



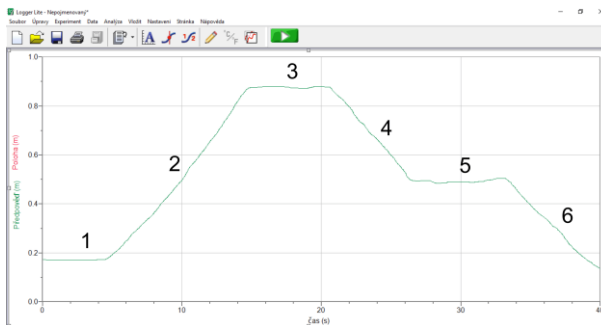
- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -

Obr. 6.3.1.5: Předkreslený graf



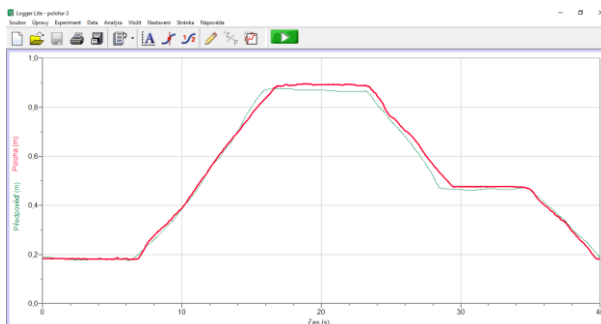
- 1 - autíčko stojí
- 2 - autíčko jede dopředu
- 3 - autíčko stojí
- 4 - autíčko jede dopředu

Obr. 6.3.1.6: Graf získaný pohybem autíčka



- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -
- 5 -
- 6 -

Obr. 6.3.1.7: Předkreslený graf



- 1 - autíčko stojí
- 2 - autíčko jede dopředu
- 3 - autíčko stojí
- 4 - autíčko couvá
- 5 - autíčko stojí
- 6 - autíčko couvá

Obr. 6.3.1.8: Graf získaný pohybem autíčka

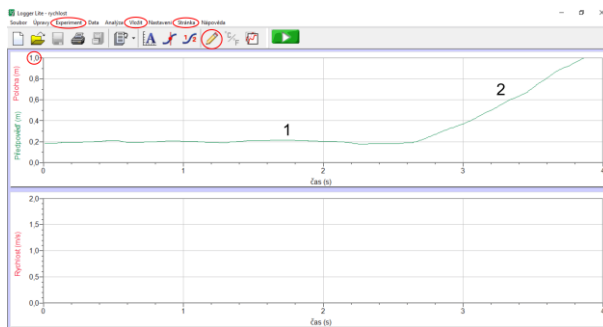
Popis – graf rychlosti

Po napodobení všech předcházejících grafů lze do měření přidat další graf, který vyjadřuje rychlost v autíčka.

Nastavení programu Logger Lite: Vložit – Graf – Rychlost, vše ostatní lze smazat a grafy je možno opět zvětšit: Stránka – Automatické rozvržení stránky.

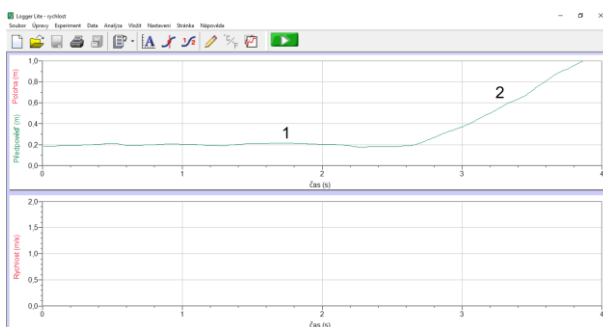
Nastavení měření: Experiment – Sběr dat – Trvání: $t = 4 \text{ s}$, $l_{\max} = 1 \text{ m}$.

Nakreslení grafu: opět pomocí Nakreslit předpověď grafu, nyní se zároveň během pohybu vykresluje graf pro rychlost v pohybujícího se autíčka, viz obr. 6.3.1.9.



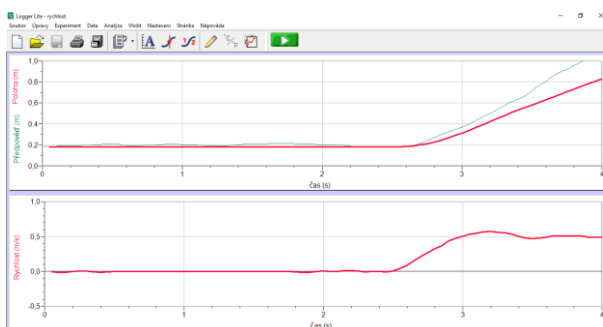
Obr. 6.3.1.9: Nastavení programu a předkreslení grafu

Vyhodnocení



1 –
2 –

Obr. 6.3.1.10: Předkreslený graf



1 – rychlost je nulová, autíčko se nepohybuje
2 – rychlost autíčka roste především na začátku pohybu, poté zvyšování rychlosti není tak výrazné

Obr. 6.3.1.11: Grafy získané pohybem autíčka

Poznámky k experimentu

- Soubor s uvedenými parametry měření v programu Logger Lite je možné pro žáky předem připravit, dojte tak v případě nutnosti k ušetření času.
- Experiment lze taktéž provést se senzorem Go!Motion, který se zapojuje přímo do počítače, odpadne tak nutnost použít LabQuest 2.

Příloha 6 disertační práce obsahuje žákovský pracovní list k tomuto experimentu.

6.3.2 Kmitavý periodický pohyb

Cíl experimentu

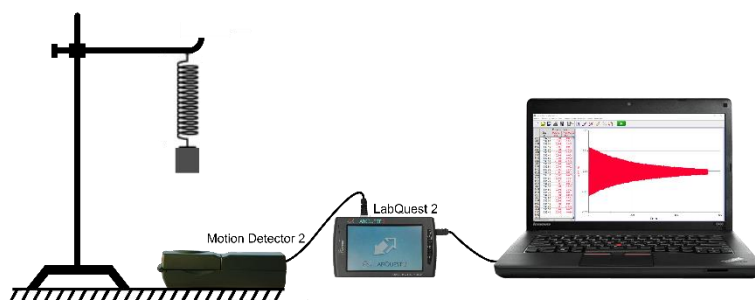
Cílem pokusu je žákům objasnit grafické znázornění tlumeného kmitavého periodického pohybu tělesa zavěšeného na pružině. Během experimentu se žáci seznámí se vzniklým grafickým vyjádřením periodického pohybu a z grafu určí jeho periodu T a frekvenci f (Halliday, Resnick a Walker, 2013).

Pomůcky

Notebook, LabQuest 2, Motion Detector 2, podstavec, stativový materiál, pružina, závaží

Popis

Žáci sestaví experiment podle obr. 6.3.2.1. Notebook propojí s dataloggerem LabQuest 2 a datalogger se senzorem Motion Detector 2. Dále pomocí podstavce a stativového materiálu sestaví konstrukci, na které bude kmitat závaží zavěšené na pružině. V programu Logger Lite vynulují počáteční vzdálenost závaží od senzoru, spustí měření a závaží rozkmitají.



Obr. 6.3.2.1: Zapojení experimentu

Pomocí funkce Odečet hodnot, která je v programu Logger Lite, si žáci zaznamenají čas t_1 z grafického záznamu kmitavého periodického pohybu, od kterého budou počítány jednotlivé periody pohybu. Zároveň zaznamenají čas t_2 konce 10. periody pohybu.

Tato měření provedou celkem třikrát pro různé časové údaje. Z časových úseků t_1 a t_2 vypočtou jednotlivé odhady T_1 , T_2 a T_3 periody kmitů,

$$T_{1,2,3} = \frac{t_2 - t_1}{10}. \quad (6.3.2.1)$$

K těmto hodnotám určí odpovídající frekvence f_1 , f_2 a f_3 ,

$$f_{1,2,3} = \frac{1}{T_{1,2,3}}. \quad (6.3.2.2)$$

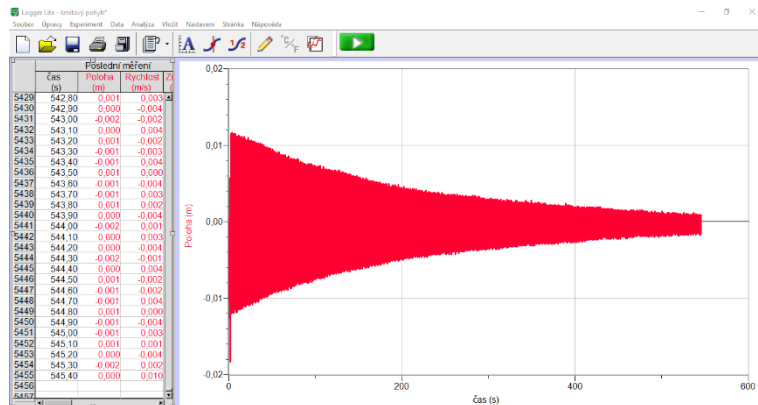
Výslednou periodu T_\emptyset , resp. výslednou frekvenci f_\emptyset pohybu žáci vypočtou jako průměr jednotlivých period T_1 , T_2 a T_3 , resp. jako průměr jednotlivých frekvencí f_1 , f_2 a f_3 ,

$$T_\emptyset = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}, \quad (6.3.2.3)$$

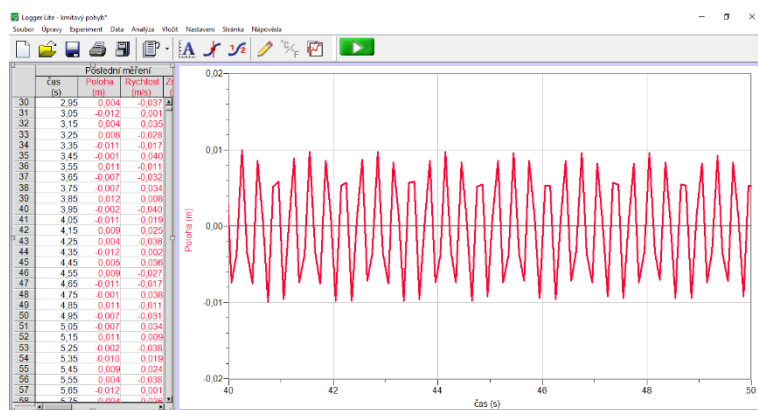
$$f_\emptyset = \frac{f_1 + f_2 + f_3}{3}. \quad (6.3.2.4)$$

Vyhodnocení

Grafický záznam pohybu je na obr. 6.3.2.2, resp. na obr. 6.3.2.3. Hodnoty pro výpočet výsledné periody T_\emptyset , resp. výsledné frekvence f_\emptyset , jsou uvedeny v tab. 6.3.2.1.



Obr. 6.3.2.2: Celkový průběh kmitavého periodického pohybu



Obr. 6.3.2.3: Průběh kmitavého periodického pohybu – detail

číslo měření z grafického záznamu	t_1 (s)	t_2 (s)	$T_{1,2,3}$ (s)	$f_{1,2,3}$ (Hz)	T_\emptyset (s)	f_\emptyset (Hz)
1	40,55	43,85	0,33	3,03	0,32	3,1
2	109,15	112,35	0,32	3,13		
3	492,85	496,05	0,32	3,13		

Tab. 6.3.2.1: Výpočet periody a frekvence

Poznámky k experimentu

- Měření lze taktéž provést se senzorem Go!Motion, viz komentář k předchozímu pokusu 6.3.1.
- Při experimentech 6.3.1 a 6.3.2 byl použit senzor Motion Detector 2, který je doporučován pro práci s programem Logger Pro, senzor ale funguje i v kombinaci Logger Lite 1.9 a LabQuest 2 (softwarová aktualizace 2.7.1).

Příloha 7 disertační práce obsahuje žákovský pracovní list k tomuto experimentu.

6.4 Experiment využívající světelné čidlo

V této části práce je uveden experiment, při kterém je využito světelné čidlo Light Sensor.

6.4.1 Měření osvětlení ve školním prostředí

Cíl experimentu

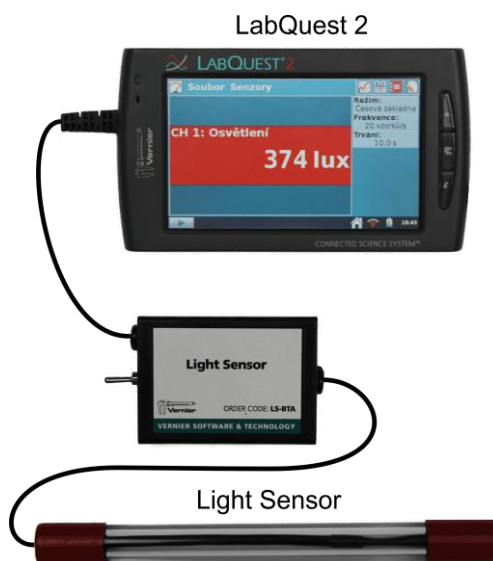
Cílem experimentu je žáky seznámit s jednou ze základních fotometrických veličin, udávající velikost světelného toku Φ dopadajícího na jednotku plochy S , tedy s veličinou osvětlení E a její jednotkou lux (lx) (Halliday, Resnick a Walker, 2013).

Pomůcky

LabQuest 2, Light Sensor

Popis

K přenosnému dataloggeru LabQuest 2 lze připojit světelné čidlo Light Sensor, pomocí něhož mohou být měřeny hodnoty osvětlení v prostorech školy, viz obr. 6.4.1.1.



Obr. 6.4.1.1: Zapojení experimentu

Vyhodnocení

Naměřené hodnoty jsou zapisovány do tab. 6.4.1.1.

fotometrická situace	E (lx) odhad před měřením	$E_{\min} - E_{\max}$ (lx) měření
učebna fyziky – zhasnutá světla	130	13-68
učebna fyziky – rozsvícená světla	205	251-520
školní chodba – zhasnutá světla	5	2-5
školní chodba – rozsvícená světla	18	8-25
tmavá místnost bez oken – zhasnutá světla	3	0
školní jídelna – zhasnutá světla	150	58-100
školní jídelna – rozsvícená světla	220	124-145

Tab. 6.4.1.1: Tabulka pro záznam hodnot

Poznámky k experimentu

- Experiment lze taktéž zrealizovat pomocí uvedeného světelného senzoru a pomocí propojení Go!Link do notebooku.
- Další možností je využití zabudovaného světelného čidla přímo v dataloggeru LabQuest 2.
- Pro Light Sensor je zapotřebí zvolit dostatečný rozsah měření.

Příloha 8 disertační práce obsahuje žákovský pracovní list k tomuto experimentu.

6.5 Experiment využívající zvukový senzor

V této kapitole je uveden experiment, při kterém je využit zvukový senzor Sound Level Meter.

6.5.1 Měření hladiny intenzity zvuku

Cíl experimentu

Cílem experimentu je žáky seznámit s veličinou z oblasti akustiky, s hladinou intenzity zvuku L a její jednotkou bel (B), resp. decibel (dB)¹² (Halliday, Resnick a Walker, 2013).

Pomůcky

Notebook, Sound Level Meter, Go!Link

Popis

Akustické situace – krátkodobá měření

Pomocí přenosného senzoru Sound Level Meter lze měřit hodnoty hladiny intenzity zvuku pro různé akustické situace. Senzor lze využít samostatně, viz obr. 6.5.1.1. Hodnoty naměřené pomocí senzoru je možno zaznamenávat do tab. 6.5.1.1.



Obr. 6.5.1.1: Měřící senzor

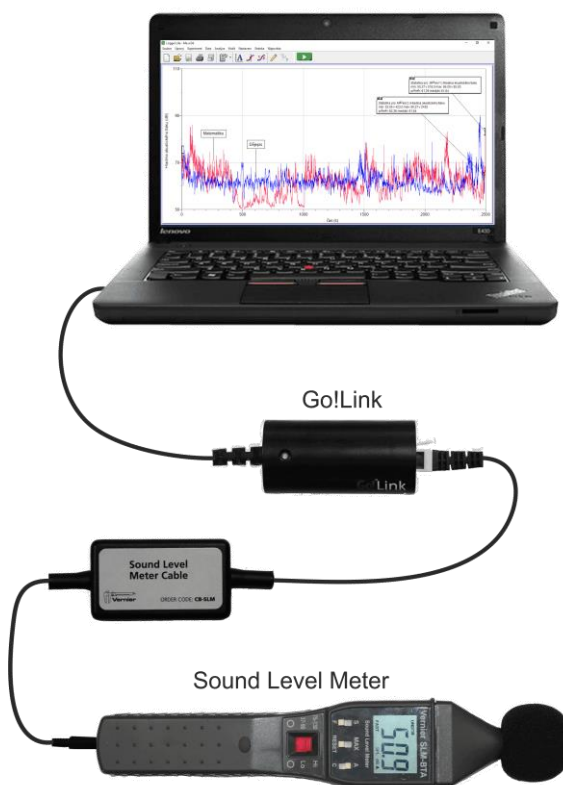
akustická situace	L (dB) odhad před měřením	$L_{\min} - L_{\max}$ (dB) měření
prázdná učebna fyziky		
prázdná chodba ve škole		
rozhovor se spolužákem či spolužačkou		
rozhovor se skupinkou spolužáků či spolužaček		
hádky dvou spolužáků		
hádky dvou spolužaček		
maximální hluk způsobený skupinou spolužáků		
maximální hluk způsobený skupinou spolužaček		
maximální hluk způsobený celou třídou		

Tab. 6.5.1.1: Tabulka pro záznam hodnot

¹² Jednotka dBA označuje akustický tlak, který je „přepočítán“ podle závislostí charakterizující vlastnosti lidského ucha, tzv. váhový filtr A.

Akustické situace – dlouhodobá měření

Hodnoty naměřené pomocí senzoru mohou často měnit svoji hodnotu podle okamžité akustické situace. Pro přesnější měření je vhodnější využít propojení téhož senzoru pomocí GO!Link do notebooku, viz obr. 6.5.1.2, a měření zaznamenávat po celou dobu, např. měřit průměrnou hodnotu hladiny intenzity zvuku v rámci vyučovací hodiny. K vyhodnocení lze využít základní statistiky – maximální, resp. minimální hodnota měření, případně průměr ze všech měření.



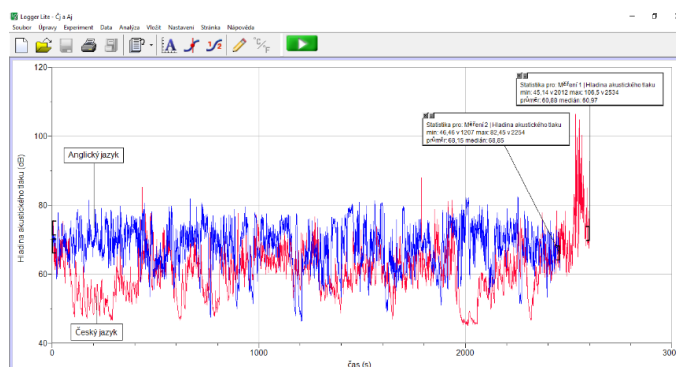
Obr. 6.5.1.2: Zapojení experimentu

Vyhodnocení

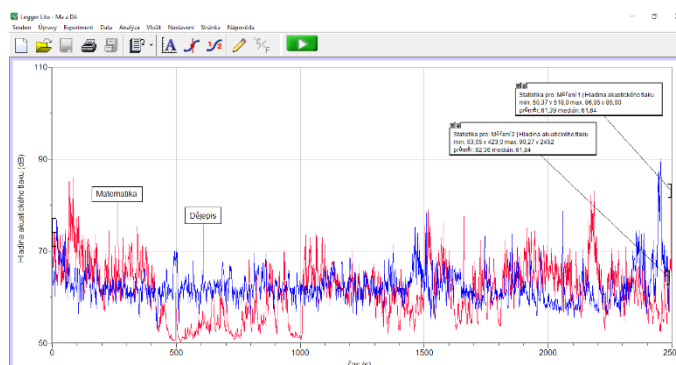
V tab. 6.5.1.2 jsou zaznamenány hodnoty pro měření v rámci krátkých akustických měření. Záznam z dlouhodobějšího měření je zobrazen na obr. 6.5.1.3, resp. na obr. 6.5.1.4, výsledky z měření jsou uvedeny v tab. 6.5.1.3.

akustická situace	L (dB) odhad před měřením	L _{min} - L _{max} (dB) měření
prázdná učebna fyziky	30	53-60
prázdná chodba ve škole	30	55-65
rozhovor se spolužákem či spolužačkou	80	70-80
rozhovor se skupinkou spolužáků či spolužaček	100	80-95
hádká dvou spolužáků	120	82-96
hádká dvou spolužaček	125	87-105
maximální hluk způsobený skupinou spolužáků	140	115-130
maximální hluk způsobený skupinou spolužaček	160	118-130
maximální hluk způsobený celou třídou	180	120-130

Tab. 6.5.1.2: Tabulka pro záznam hodnot



Obr. 6.5.1.3: Naměřené hodnoty



Obr. 6.5.1.4: Naměřené hodnoty

akustická situace	L (dB)
český jazyk	60,88
anglický jazyk	68,15
matematika	61,39
dějepis	62,36

Tab. 6.5.1.3: Naměřené hodnoty

Poznámky k experimentu

- Měření v hlučném prostředí by měla trvat pouze nezbytně nutnou dobu.

Příloha 9 disertační práce obsahuje žákovský pracovní list k tomuto experimentu.

7 Vybraná měření se systémy Vernier a PASCO publikovaná v odborných časopisech

V podkapitole 7.1 je uvedeno měření, jehož cílem je poukázat na další alternativy, jak lze využít světelné čidlo LS-BTA od systému Vernier při výuce fyziky na základní či střední škole.

V podkapitole 7.2 je uvedeno měření, zabývající se dlouhodobějším proměřováním akustických situací, vztahujících se ke školnímu prostředí. Měření nastiňuje další možnosti využití čidla Sound Level Meter od systému Vernier a čidla General Science MultiMeasure od systému PASCO při výuce fyziky.

Vybraná měření byla publikována v odborných časopisech. V této práci jsou uvedena ve zkrácené verzi s naměřenými výsledky.

7.1 Měření průběhu osvětlení a jeho hodnot při použití fotoblesku

Žáci se při výuce fotometrie zabývají především světelným tokem Φ , svítivostí I a intenzitou osvětlení E . Charakterizují bodový světelný zdroj, přičemž mohou zkoumat jeho účinky a vlastnosti.

Systém Vernier disponuje měřícím zařízením LabQuest 2, které má v sobě integrováno světelné čidlo. Vhodnější alternativou je využití zařízení LabQuest 2 spolu s externím světelným čidlem LS-BTA, pomocí nichž lze nastavit velmi vysoké vzorkovací frekvence.

Pro měření je vhodné nastavit frekvenci $f = 10$ kHz. Pokud by byla využita malá frekvence, nemuselo by dojít k detekci hlavního fotoblesku. Čidlo LS-BTA bylo umístěno přímo před fotoaparát. Jeho maximální hodnota pro měření velikosti osvětlení je $E = 150\,000$ lx. Nejvyšší hodnoty osvětlení, dosahované při měření fotoblesku, byly cca $E = 44\,000$ lx, nedocházelo tedy k „přesycení“ čidla.

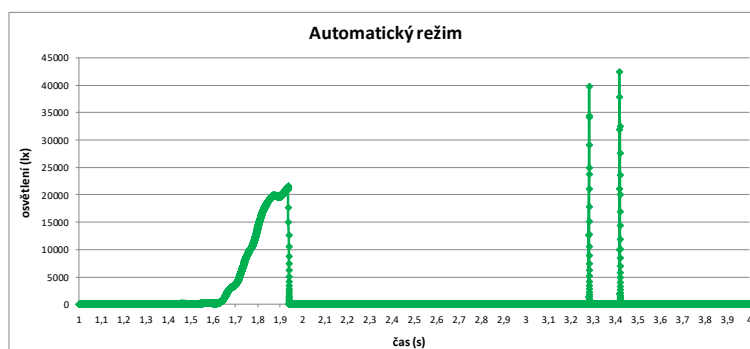
Všechna měření byla prováděna v temné místnosti s minimálním možným osvětlením, a to pro fotoaparát Samsung ES70, který lze zařadit do střední třídy kompaktních. Schéma zapojení pro záznam fotoblesku je znázorněno na obr. 7.1.1. Samotné průběhy předblesků a hlavních fotoblesků jsou uvedeny na obr. 7.1.2 – 7.1.10.



Obr. 7.1.1: Schéma zapojení pro záznam fotoblesku

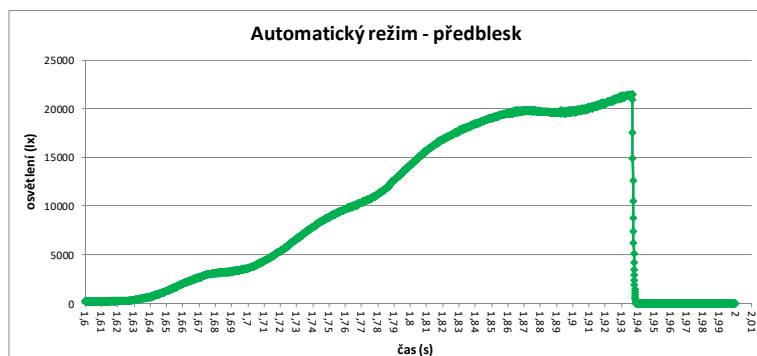
Měření a výsledky pro různá fotografická nastavení

Automatický režim



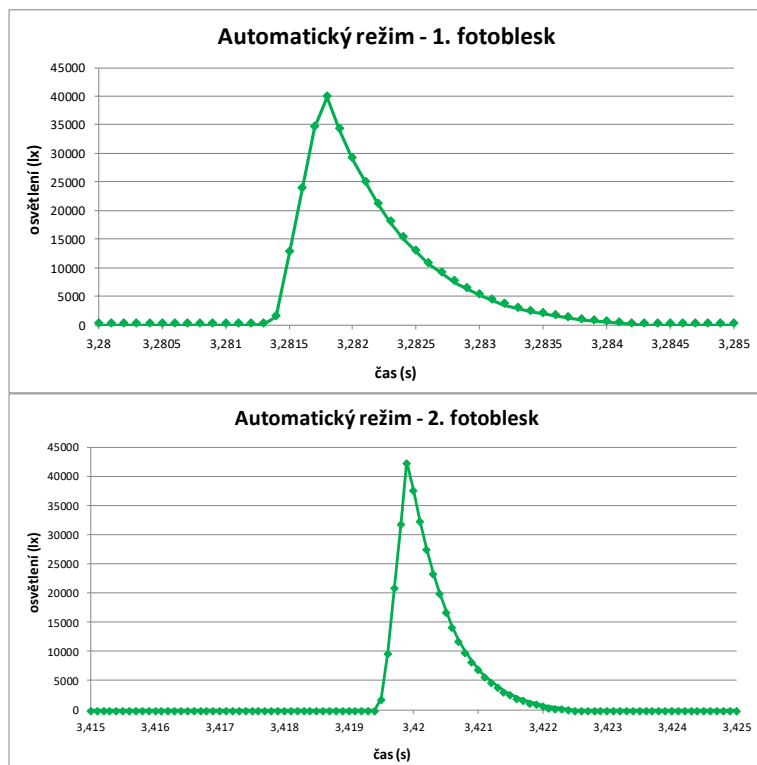
Obr. 7.1.2: Průběh osvětlení a jeho hodnoty při použití fotoblesku (data byla zpracována v programu Microsoft Excel)

Z analýzy naměřených hodnot lze říci, že tento typ fotoaparátu využívá ke své činnosti použití předblesku a dvou hlavních fotoblesků. Přičemž se jejich velikosti osvětlení a časové průběhy výrazně liší. Pro toto fotografické nastavení je celková doba od zmáčknutí spouště do ukončení druhého fotoblesku cca $t = 3,5$ s.



Obr. 7.1.3: Průběh předblesku

Po úpravě naměřených dat lze zobrazit jednotlivé části měření. Velikost osvětlení předblesku se postupně zvětšuje až do maximální hodnoty kolem $E = 22\ 000$ lx. Po dosažení této hodnoty pak osvětlení klesá v minimálním čase na původní hodnotu. Doba trvání předblesku je cca $t = 0,3$ s.

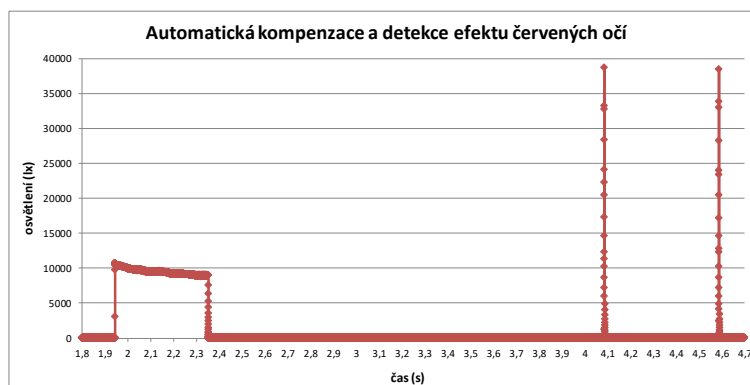


Obr. 7.1.4: Průběh dvou hlavních fotoblesků

Při srovnání průběhů dvou hlavních fotoblesků lze říci, že první fotoblesk dosahuje velikosti osvětlení $E_1 = 40\ 000$ lx. Velikost osvětlení druhého fotoblesku $E_2 = 43\ 000$ lx, doba jeho působení je podobná jako u prvního fotoblesku.

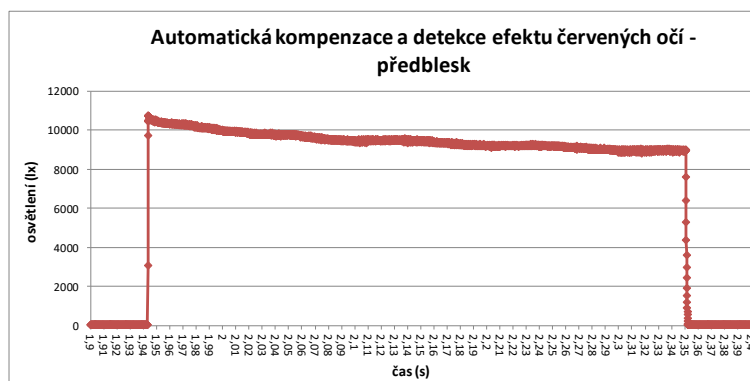
Všechny tyto časové průběhy a hodnoty osvětlení byly naměřeny v tzv. automatickém režimu fotoaparátu.

Automatická kompenzace a detekce efektu červených očí



Obr. 7.1.5: Průběh osvětlení a jeho hodnoty při použití fotoblesku

Při nastavení fotoaparátu v režimu automatické kompenzace a detekce efektu červených očí fotoaparát opět využívá předblesku a dvou hlavních fotoblesků. Doba mezi předbleskem a hlavním fotobleskem je cca $\Delta t = 1,7$ s, což je o 0,4 s delší doba, než při použití předchozího režimu. V tomto fotografickém nastavení je doba od zmáčknutí spouště do dokončení průběhu druhého hlavního fotoblesku cca $t = 4,6$ s, což je o 1,1 s déle než v předchozím případě. Také vzájemná doba mezi dvěma hlavními fotoblesky cca 0,5 s je výrazně větší než v předchozím režimu.

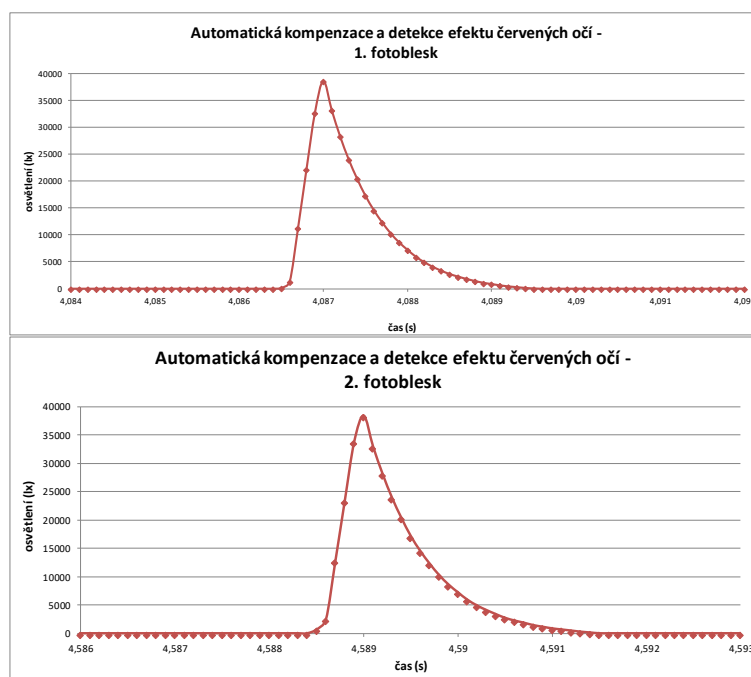


Obr. 7.1.6: Průběh předblesku

Velikost osvětlení u předblesku se v tomto režimu ve velmi krátkém čase dostane na maximální hodnotu $E = 11\ 000$ lx, pak postupně klesá. Rozdíl oproti předchozímu režimu ve velikosti maximálního osvětlení je citelný, pokles je o cca $\Delta E = 11\ 000$ lx. Doba trvání předblesku je cca $t = 0,4$ s.

Obecně platí, že čím blíže je umístěn blesk fotoaparátu k ose objektivu, tím více a častěji vzniká efekt červených očí. Při fotografování za snížených světelných podmínek dopadá na lidské oko málo světla, oční zornička je velmi otevřená.

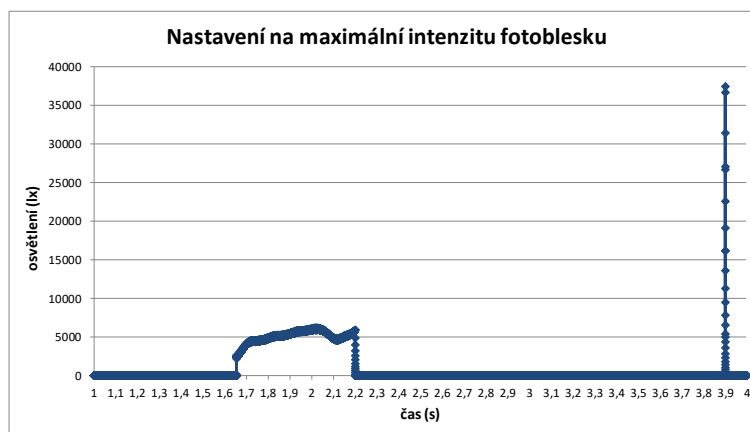
Při fotografickém záblesku není lidská zornička schopna tak rychle zareagovat na změnu osvětlení a nestáhne se. Anatomická struktura pak spolu s ostatními kombinacemi vyvolá efekt červených očí. Jednou z možných alternativ, jak tento efekt potlačit, je použití předblesku, viz obr. 7.1.6. Pokud je před samotným fotobleskem použit předblesk, který trvá výrazně déle než samotný fotografický záblesk, zorničky stačí zareagovat na změnu velikosti osvětlení způsobenou právě předbleskem a stáhnou se. Efekt červených očí je pak kompenzován.



Obr. 7.1.7: Průběh dvou hlavních fotoblesků

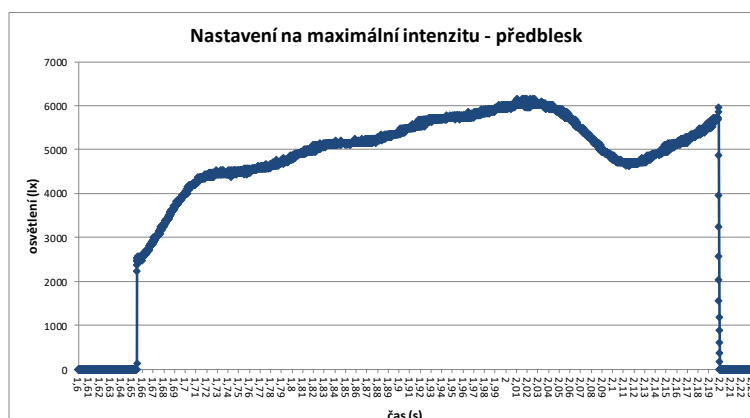
Při bližší analýze hlavních fotoblesků lze dojít k závěru, že oba fotoblesky v tomto režimu vykazují stejnou maximální velikost osvětlení $E = 38\,000\text{ lx}$, což je opět rozdílné než v prvním režimu fotoaparátu ($E_1 = 40\,000\text{ lx}$, $E_2 = 43\,000\text{ lx}$). Doba působení hlavního fotoblesku je v obou případech stejná.

Nastavení fotoaparátu na maximální intenzitu osvětlení fotoblesku



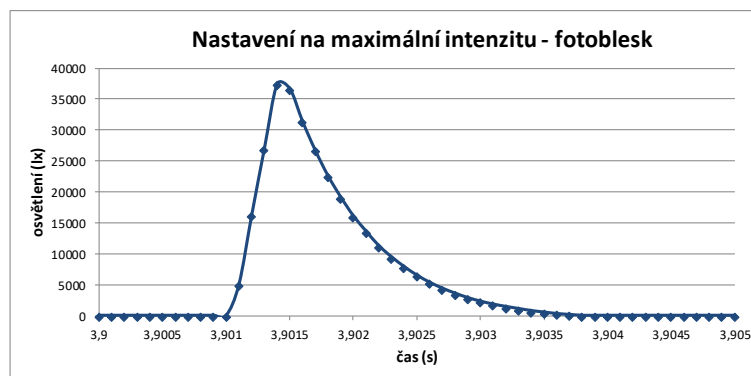
Obr. 7.1.8: Průběh osvětlení a jeho hodnoty při použití fotoblesku

Při analýze naměřených dat v tomto režimu lze vidět předblesk a již pouze jeden hlavní fotoblesk. Doba mezi předbleskem a hlavním fotobleskem je stejná jako v režimu automatické kompenzace a detekce efektu červených očí, cca $\Delta t = 1,7$ s. V tomto fotografickém nastavení je doba potřebná k záznamu celého průběhu osvětlení a jeho hodnot $t = 3,9$ s.



Obr. 7.1.9: Průběh předblesku

V tomto režimu se velikost osvětlení E po celou dobu trvání předblesku mění v mezích 2 000 – 6 200 lx. Doba trvání předblesku je cca $t = 0,55$ s.



Obr. 7.1.10: Průběh hlavního fotoblesku

Analýza průběhu světelné křivky hlavního fotoblesku ukazuje, že osvětlení v tomto režimu nedosahuje nejvyšších hodnot z daných měření, $E = 37\,500$ lx. Doba působení hlavního fotoblesku je téměř $t = 0,003$ s.

Závěr

Proměřování průběhu fotoblesku může být pro studenty zajímavé téma. Z oblasti fotometrie se setkají s netradičním měřením, ke kterému mohou využít jakýkoliv fotoaparát a světelné čidlo od systému Vernier. Naměřené výsledky ovlivňuje typ použitých fotoaparátů.

Citace článku

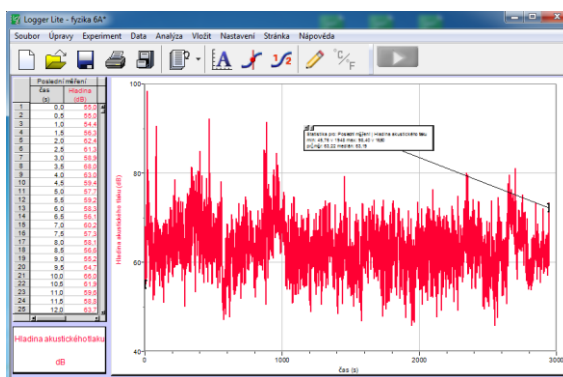
BEDNÁŘ, Vít, TESAŘ, Jiří a VOCHOZKA, Vladimír. *Měření průběhu osvětlení a jeho hodnot při použití fotoblesku*. Československý časopis pro fyziku. Praha: Fyzikální ústav Akademie věd České republiky, v. v. i., 5/2016 (66), 329-331. ISSN 0009-0700

7.2 Měření hladiny intenzity zvuku ve školním prostředí

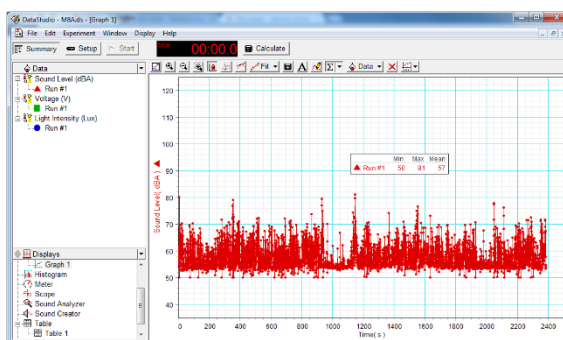
Srozumitelnost mluveného slova je ovlivněna akustikou daného prostoru. Tato problematika je v souvislosti se školním prostředím řešena Nařízením vlády 502/2000 Sb. Zvuk, který se stává pro organismus zátěží, se nazývá hluk.

Měření hladiny intenzity zvuku – akustické imise

Měření byla prováděna pomocí senzoru Sound Level Meter od firmy Vernier a senzoru General Science MultiMeasure od firmy PASCO. Senzory byly umístěny dle vyhlášky č. 13/1977, tzn. 1,2 - 1,5 m nad podlahou, uprostřed místnosti, dveře a okna byla zavřena. Základní možností, jak připojit měřící senzory, je připojení pomocí USB Linku do PC. Vyhodnocování naměřených hodnot probíhalo v softwaru Logger Lite, resp. v softwaru DataStudio.



Obr. 7.2.2: Záznam hladin intenzity zvuků pomocí systému Vernier



Obr. 7.2.3: Záznam hladin intenzity zvuků pomocí systému PASCO

První měření si kladlo za cíl změřit hodnotu akustických imisí v prázdných učebnách různých škol. Měření probíhala na čtyřech odlišných místech. Cílem bylo vybrat takové školy, které se od sebe liší geografickým umístěním v závislosti na možnostech ovlivnění měření okolními akustickými imisemi. Taková měření musí být realizována v době, kdy uvnitř budov nejsou studenti.

V tabulce 7.2.2 jsou uvedeny hodnoty akustických imisí učeben různých vzdělávacích institucí. K měření byla použita vzorkovací frekvence $f = 1 \text{ Hz}$ a senzor Sound Level Meter. Tento senzor byl pro všechna měření nastaven pro tzv. frekvenční vážení v poloze „A“.¹³ Na senzoru je žádoucí nastavit měřicí rozsah 37 – 90 dB. Vzhledem k tomu, že naměřené hodnoty akustických imisí prázdných učeben se mohou pohybovat okolo spodní hranice měřicího rozsahu senzoru, je zapotřebí takové hodnoty brát spíše za orientační, nežli za přesně určující. Výsledná hodnota hladiny intenzity zvuku, tzv. ekvivalentní hladina, je dána jako průměr všech naměřených hodnot.

Základní škola	L_{Aeq} (dB)
ZŠ a MŠ Lišov	34
KAFT, Pedagogická fakulta JU	36
Jazyková škola České Budějovice	35
ZŠ Planá nad Lužnicí	37

Tab. 7.2.2: Měření akustických imisí prázdných učeben

Z tabulky vyplývá, že nejlépe je na tom ZŠ a MŠ Lišov, což odpovídá geografickému umístění školy, velmi klidné místo na okraji malého města s téměř nulovou okolní dopravou. Největší hodnota akustických imisí, působících zvenčí do prostoru učeben, byla naměřena na ZŠ Planá nad Lužnicí. Škola je umístěna blízko velmi vytížené komunikace.

Jedno z dalších měření bylo zaměřeno na zjištění ekvivalentní hladiny intenzity zvuku při výuce samotné. Měření probíhalo při výuce stejného pedagoga, ale různých předmětů a odlišných tříd. Dané hodnoty byly získány pomocí senzoru Sound Level Meter.

Základní škola, předmět, vyučující	L_{Aeq} (dB)
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika 6.A, Bednář	63
ZŠ a MŠ Lišov, matematika 8.A, Bednář	55
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika 9.A, Bednář	57
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika 9.B, Bednář	60

Tab. 7.2.3: Měření ekvivalentní hladiny intenzity zvuku – stejný pedagog

¹³ Senzor při měření zobrazuje jednotku dB. V poloze „A“ je využito tzv. váhového filtru A.

Naměřené výsledky přesně odpovídají zkušenostem pedagoga z dané školy. Vyučujícímu se subjektivně třída 8.A jevila jako ta nejméně „hlučná“. Naopak v 6.A se pravidelně setkává s větší hlučností ze stran žáků.

Obdobná měření byla provedena na ZŠ Planá nad Lužnicí. Naměřené hodnoty jsou výsledky měření při hodinách fyziky ve stejné učebně, tentokrát při výuce dvou pedagogů. Měření bylo provedeno pomocí senzoru General Science MultiMeasure.¹⁴

Základní škola, předmět, vyučující	L_{Aeq} (dBA)
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 6.A, Vochozka V.	64
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 6.B, Vochozka V.	58
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 9. roč., jiný pedagog	58
ZŠ Planá nad Lužnicí, fyzika 8.A, jiný pedagog	56

Tab. 7.2.4: Měření hladin intenzity zvuku při výuce fyziky různými pedagogy

Z tabulky je vidět, že ekvivalentní hladina intenzity zvuku je při výuce fyziky v rozmezí mezi 56 – 58 dBA, vyšší hodnota byla pouze ve třídě 6.A.

V následující tabulce jsou změřeny ekvivalentní hladiny intenzity zvuku pro učebny fyziky na ZŠ a MŠ Lišov a ZŠ Planá nad Lužnicí v čase, kdy probíhala přestávka mezi výukou a žáci byli přítomni v učebnách. Měření na ZŠ a MŠ Lišov bylo prováděno pomocí senzoru od firmy Vernier. Měření na ZŠ Planá nad Lužnicí bylo prováděno pomocí senzoru od firmy PASCO.

Základní škola, učebna	L_{Aeq} (dB)
ZŠ a MŠ Lišov, učebna fyziky	68
Základní škola, učebna	L_{Aeq} (dBA)
ZŠ Planá nad Lužnicí, učebna fyziky	64

Tab. 7.2.5: Měření hladin intenzity zvuku v učebnách fyziky

Vzhledem k tomu, že měření byla prováděna buď senzorem Sound Level Meter od firmy Vernier nebo senzorem General Science MultiMeasure od firmy PASCO, je žádoucí porovnat naměřené výsledky od obou senzorů mezi sebou. V tabulce 7.2.7 jsou uvedeny hodnoty změřené pomocí uvedených senzorů. Pro tato měření byly senzory zapojeny paralelně do jednoho PC a mohly tak nezávisle na sobě zaznamenávat měřená data.

¹⁴ Senzor při měření zobrazuje jednotku dBA. Pro tento senzor je přímo přednastaven tzv. váhový filtr A.

Název instituce	Vernier - L_{Aeq} (dB)	PASCO - L_{Aeq} (dBA)
PF JČU, fyzikální praktika	58	59
ZŠ a MŠ Lišov, matematika	55	57
ZŠ a MŠ Lišov, fyzika	63	62
ZŠ a MŠ Lišov, tělesná výchova	69	71

Tab. 7.2.7: Porovnání naměřených hodnot senzorů Sound Level Meter a General Science MultiMeasure

Ze vzájemného porovnání naměřených hodnot lze říci, že výsledky se od sebe liší minimálně. Jednotlivé senzory a jimi naměřené hodnoty lze považovat za rovnocenné.

Závěr

Cílem příspěvku bylo nastínit možnosti měření akustických imisí ve školním prostředí. Uvedená měření nejsou pro studenty nijak složitá a mohou je realizovat jak na základní, tak na střední škole. Získané výsledky lze vyhodnocovat např. v souvislosti s ochranou sluchového ústrojí, psychohygienou školního prostředí atd.

Citace článku

BEDNÁŘ, Vít, TESARĚ, Jiří a VOCHOZKA, Vladimír. *Měření hladiny intenzity zvuku ve školním prostředí*. Matematika – Fyzika – Informatika: časopis pro výuku na základních a středních školách. Praha: Prometheus, spol. s r. o., 2016 (25-listopad-prosinec), 356-362. ISSN 1210-1761.

8 Pedagogický výzkum

8.1 Cíle výzkumu

V kapitole 1 byly cíle disertační práce rozděleny do tří oblastí – teoretické, fyzikálně-didaktické a výzkumné. V této podkapitole jsou uvedeny pouze cíle výzkumné:

- pomocí odborné literatury analyzovat metody měření výsledků výuky, vyhledat vhodný měřicí nástroj a metodologii pro zvolený aparát,
- diagnostikovat subjektivní pojetí učiva žákem před systematickou výukou zkoumané oblasti, zpracovat a interpretovat výsledky,
- analyzovat subjektivní pojetí učiva žákem po systematické výuce zkoumané oblasti, zpracovat a interpretovat výsledky,
- kvalitativními metodami diagnostikovat možné změny ve vnímání učiva, analyzovat a interpretovat vnímání klíčových pojmů,
- kvantitativními statistickými metodami vyhodnotit možné změny ve vnímání učiva, analyzovat a interpretovat vnímání klíčových pojmů,
- potvrdit či vyvrátit, zda došlo ve zkoumané oblasti k signifikantnímu zlepšení kvality edukačního procesu.

8.2 Hypotézy výzkumu

Pedagogický výzkum má tři hlavní hypotézy H_1 , H_2 a H_3 , které vycházejí ze zaměření výzkumu této disertační práce. Hypotéza H_1 je rozdělena do dílčích hypotéz H_{1a} a H_{1b} . Hypotéza H_2 je rozdělena do dílčích hypotéz H_{2a} , H_{2b} , H_{2c} a H_{2d} . Hypotéza H_3 je rozdělena do dílčích hypotéz H_{3a} a H_{3b} .

H_1 : Výuka podpořená on-line experimenty má pozitivní vliv na rozložení zkoumaných pojmů v sémantickém prostoru.

H_{1a} : Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují pro faktor hodnocení po experimentální výuce menších hodnot oproti hodnotám před výukou.

H_{1b} : Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují pro faktor energie po experimentální výuce větších hodnot oproti hodnotám před výukou.

H_2 : Změna posunu klíčových pojmů do pozitivnější oblasti sémantického prostoru probíhá nezávisle na vyučujícím, který realizuje konkrétní on-line experiment.

H_{2a} : Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují po experimentální výuce pro faktor hodnocení menších hodnot oproti hodnotám před výukou, a to v dílčích částech výzkumu, které nerealizoval autor disertační práce, ale zúčastnění kolegové provádějící dané experimenty.

H_{2b} : Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují po experimentální výuce pro faktor energie větších hodnot oproti hodnotám před výukou, a to v dílčích částech výzkumu, které nerealizoval autor disertační práce, ale zúčastnění kolegové provádějící dané experimenty.

H_{2c} : Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují po experimentální výuce pro faktor hodnocení menších hodnot oproti hodnotám před výukou, a to v dílčích částech výzkumu, které realizoval autor disertační práce.

H_{2d} : Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují po experimentální výuce pro faktor energie větších hodnot oproti hodnotám před výukou, a to v dílčích částech výzkumu, které realizoval autor disertační práce.

H₃: Žáci vnímají pojem *fyzika* po aplikaci této metody výuky pozitivněji v oblasti sémantického prostoru.

H_{3a}: Pojem *fyzika* je rekonstruován tak, že dosahuje po experimentální výuce pro faktor hodnocení menších hodnot oproti hodnotám před výukou.

H_{3b}: Pojem *fyzika* je rekonstruován tak, že dosahuje po experimentální výuce pro faktor energie větších hodnot oproti hodnotám před výukou.

8.3 Výzkumný aparát – psychosémantická metoda

„Kolik významů má slovo?“ „Jak měřit skrytý význam slov?“

„Na co je multidimenzionální škálování?“

(Ján Ferjenčík, Úvod do metodologie psychologického výzkumu)

Psychosémantické metody pracují s myšlenkou, zda účastníci používající při verbální komunikaci slova, vkládají do použitých slov stejný význam. Individuální význam daného slova pro každého jedince může vnést do technik výzkumů vycházejících z verbálního projevu respondenta určité nepřesnosti a nedorozumění. Psychosémantické metody a techniky mají za cíl a usilují o poznání těchto nepřesností a nedorozumění. Zkoumají individuální systémy významů při interpretaci slov a pojmů zkoumaného vzorku (Pelikán, 2011).

Pod termínem *psychosémantika*, poprvé se lze s ním setkat v práci Ch. Perfettiho,¹⁵ je označena oblast bádání, která zasahuje do psycholingvistiky, psychologie vnímání a psychologie individuálního vědomí. Psychosémantické metody a techniky pro splnění cíle pochopení individuálního významu slov pronikají do větší hloubky myšlení a cítění pozorované osoby. V oblastech věcného sdělení, ale i v oblastech emotivního aspektu jsou tyto techniky příhodnější než techniky *explorativní*.¹⁶

Psychosémantické metody mají svůj vlastní metodologický aparát. Většina z nich se používá v psychologii. Pro potřeby pedagogického výzkumu se z oblasti psychosémantických technik používá technika – *sémantického diferenciálu* (Pelikán, 2011).

¹⁵ Perfetti, Ch.: Psychosemantics: Some cognitive aspects of structural meaning. Psychol. bull. 72, 1972, str. 241-259.

¹⁶ Technika používaná v počátečních fázích výzkumného projektu. Slouží k předběžnému zkoumání situace s minimem časových a finančních nákladů. Výzkum se vyznačuje vysokou flexibilitou a bývá prováděn v malém rozsahu.

8.4 Sémantický diferenciál – metodologie

Sémantický diferenciál patří do technik umožňujících prostoupit do problematiky individuálního významu pojmu zkoumaného respondenta. Lze zkoumat i skupiny respondentů a zjišťovat, zda existuje mezi respondenty určitý společný jmenovatel pro pojetí určitých pojmů. Za hlavního zakladatele tohoto výzkumného aparátu je označován C. E. Osgood (Pelikán, 2011).

Charles Osgood a jeho spolupracovníci na základě jimi provedených výzkumů uvádí, že stejně tak, jako v našem prostoru existují jednotlivá fyzikální tělesa definovaná základními souřadnicemi – výška, délka, šířka, čas, tak i pojmy existují v určitém prostoru – psychologickém prostoru, který lze nazvat *sémantickým prostorem*. Tento sémantický prostor lze vytvořit pomocí sémantického diferenciálu (Ferjenčík, 2010). Lokalizovat pojem znamená určit, kde se konkrétní zkoumaný pojem vyskytuje v sémantickém prostoru – v prostoru významu. Pro dva zkoumané jedince může mít jeden a ten samý pojem odlišný význam a bude tak v sémantickém prostoru umístěn na různých místech.

Osgood a jeho spolupracovníci zjistili, že jakýkoliv pojem je posuzován a umisťován do sémantického prostoru ze tří hodnotících aspektů – hodnotící dimenze, dimenze potence (síly) a dimenze aktivity, současně nazývané jako *hodnotící faktory*. Pro umístění daného pojmu jsou využívána *bipolární adjektiva*.

Osgood a další autoři se zabývali potvrzením či vyvrácením těchto dimenzí, které vytvářejí hlavní osy sémantického diferenciálu. Na základě výzkumů bylo potvrzeno, že zmiňované dimenze tvoří skutečně tři hlavní osy sémantického prostoru, mohou ale existovat i jiné osy – dimenze stability, receptivity (Ferjenčík, 2010).

Při použití sémantického diferenciálu se využívá posuzovacích škál. Respondenti zaznamenávají svoje mínění o posuzovaném pojmu výběrem konkrétního pole na posuzovací škále.

Tím lze získat pojem vyjádřený individuálním významem v pojetí posuzovaného subjektu (Chrástka, 2011).¹⁷ V tab. 8.4.1 je ukázka záznamového listu se škálami sémantického diferenciálu pro pojem *Naše škola*. U jednotlivých dvojic adjektiv jsou uvedena písmena *h, p, a*, která označují faktorovou identifikaci použitých škál.

¹⁷ V této práci jsou jednotlivé pojmy sémantických diferenciálů vyhodnocovány pomocí čísel 1 až 7, a to směrem zleva doprava.

Lze taktéž využít tzv. *reverzní podoby škál*, kdy má konkrétní škála převrácenou dvojici adjektiv. Reverzní škály jsou v záznamovém listu označeny hvězdičkou (Chrástka, 2011).

Naše škola										
1	příjemná		×						nepříjemná	<i>h</i>
2	kulatá*					×			hranatá	<i>a</i>
3	aktivní					×			pasivní	<i>a</i>
4	krásná		×						ošklivá	<i>h</i>
5	hrubá				×				jemná	<i>p</i>
6	pomalá*				×				rychlá	<i>a</i>
7	dobrá	×							špatná	<i>h</i>
8	slabá*					×			silná	<i>p</i>
9	tupá*		×						ostrá	<i>a</i>
10	hluboká					×			mělká	<i>p</i>
11	těžká		×						lehká	<i>p</i>
12	tmavá*				×				světlá	<i>h</i>

Tab. 8.4.1: Záznamový list sémantického diferenciálu
(Zdroj: Chrástka, 2011)

Osgood vytvořil 50 originálních škál, které lze využít při konstrukci. Tyto škály se mohou různě variovat podle konkrétního posuzovaného pojmu, viz příloha 10. U každé z 50 škál byl zvýrazněn tučným písmem dominantní faktorový náboj. Ze získaných výsledků bylo zřejmé, že smysl mají pouze první tři faktory, *faktor hodnocení*, *faktor potence (síly)* a *faktor aktivity*.

Konkrétní adjektiva použitá v sémantickém diferenciálu by měla splňovat dvě základní kritéria – *reprezentativnost* a *relevantnost* (Pelikán, 2011).

Reprezentativnost adjektiv je vlastnost, kdy by dané adjektivum mělo jednoznačně reprezentovat danou dimenzi sémantického prostoru. Lze v takovém případě vycházet z faktorově analytických výzkumů. Ne všechna adjektiva jednoznačně patří do jedné dimenze, mnoho adjektiv lze zařadit paralelně do více dimenzí.

Relevantnost adjektiv je vlastnost, kdy by se dané adjektivum mělo obsahově vztahovat ke zkoumanému pojmu. Daná adjektiva by měla vycházet z možnosti určit tyto vlastnosti ze zkoumaného pojmu (Ferjenčík, 2010).

Při konstrukci sémantického diferenciálu nemusí být konstruován diferenciál, který je zaměřený na všechny tři dimenze. Lze zkoumat pouze dimenzi hodnotící, případně dimenzi potence (síly) či obě dvě zároveň (Ferjenčík, 2010). Pokud je využíváno škál, jejichž vlastnosti nejsou známy, je zapotřebí využít faktorové analýzy pro určení jejich dominantních nábojů k zařazení do jednotlivých faktorů (Chrástka, 2011).

8.5 Dvoufaktorový sémantický diferenciál – metodologie

Na základě provedených analýz získaných výsledků týkajících se hodnocení zkoumaných pojmů pomocí tří hodnotících faktorů se ukázalo, že ve většině případů je metoda hodnocení daného pojmu pomocí tří faktorů příliš detailní. Lze využít možnosti konstrukce sémantického diferenciálu, který využívá pouze dva hodnotící faktory – *faktor hodnocení* a *faktor energie*.

Tyto faktory byly zjištěny na základě *faktorové analýzy*¹⁸ posuzování vybraných pojmů. V tab. 8.5.1 jsou tučným písmem zvýrazněny dominantní faktorové náboje hodnotících škál pro dvoufaktorový sémantický diferenciál (Chrátka, 2011).

č.	škála	faktor hodnocení	faktor energie	komunalita h^2
1	dobrý-špatný	0,74131	0,37296	0,68864
2	náročný-nenáročný	0,14148	0,83483	0,71696
3	příjemný-nepříjemný	0,74483	0,36803	0,69022
4	světlý-tmavý	0,79144	0,18782	0,66165
5	přísný-mírný	0,27109	0,77844	0,67947
6	obtížný-snadný	0,30029	0,83082	0,78043
7	krásný-ošklivý	0,83103	0,25093	0,75358
8	problémový-bezproblémový	0,37107	0,64433	0,55285
9	sladký-kyselý	0,76247	0,21974	0,62964
10	těžký-lehký	0,32978	0,78108	0,71884

Tab. 8.5.1: Faktorové náboje hodnotících škál
(Zdroj: Chrátka, 2011)

Nejsilnější faktor – faktor hodnocení, vyjadřuje, jak je zkoumaný pojem vnímán jako tzv. dobrý či špatný. Faktor energie vyjadřuje v analogii s faktory potence (síly) a aktivity tyto dva faktory dohromady. Tedy vyjádření pojmu ve spojitosti s procesem souvisejícím s energií – námaha, obtíže, změna či aktivita.

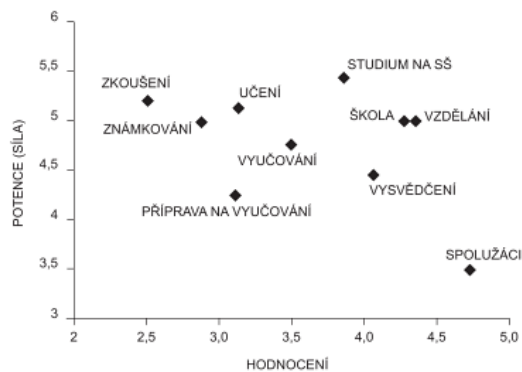
Zpracování a vyhodnocení výsledků u dvoufaktorového sémantického diferenciálu lze provádět stejně jako u třífaktorového sémantického diferenciálu.

¹⁸ Oba hodnotící faktory byly uvažovány jako vzájemně nezávislé, byla využita pravoúhlá rotace VARIMAX.

8.6 Dvoufaktorový sémantický diferenciál – teoretické vyhodnocení

Analýzu záznamů ze sémantického diferenciálu lze provádět do tří úrovní – *analýza na úrovni jednotlivých položek, analýza na úrovni jednotlivých dimenzí, analýza na základě hodnocení globální podobnosti* (Chrástka, 2011, Šerý a Binterová, 2012).

Pro názornější představu o psychologickém významu testovaných pojmů u populace lze získaná data převést do grafického zobrazení jejich sémantického prostoru, viz obr. 8.6.1 (Ferjenčík, 2010).



Obr. 8.6.1: Dvojrozměrné sémantické pole
(Zdroj: Ferjenčík, 2010)

Pokud je dvojice pojmů v sémantickém prostoru blízko u sebe, jsou si tyto pojmy pro zkoumaného jedince psychologicky blízké, pokud si je dvojice pojmů v sémantickém prostoru vzájemně vzdálená, pojmy mají pro daného jedince odlišný psychologický význam.

Tyto vzdálenosti lze matematicky vyjádřit pomocí rovnice,

$$D_{ij} = \sqrt{\sum (x_i - x_j)^2} \quad (8.6.1)$$

kde D_{ij} je lineární distance mezi pojmem i a pojmem j , x_i je škálová hodnota pojmu i a x_j je škálová hodnota pojmu j . Pro výpočet lineární distance D_{ij} lze vycházet z výsledků pro jeden faktor, ale je současně možné vycházet z výsledků pro dva faktory či pro všechny tři faktory. Pro kombinaci dvou faktorů pak z faktorů hodnocení a energie (Chrástka, 2011).

9 Předvýzkum

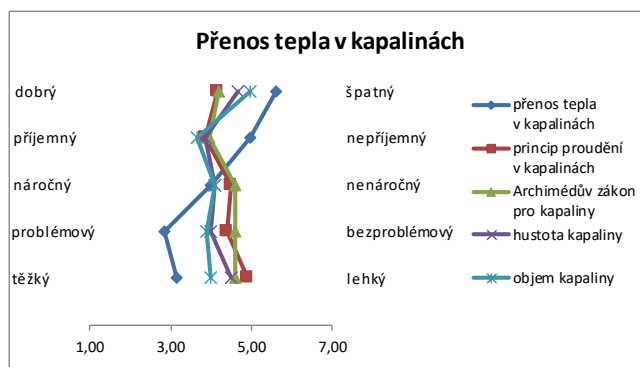
9.1 Přenos tepla v kapalinách

Předvýzkum byl realizován v 9. ročníku na Základní škole a Mateřské škole Lišov ve školním roce 2015/2016, výuku vedl autor této disertační práce.

Pomocí sémantického diferenciálu, který je uveden v příloze 11, bylo provedeno vyhodnocení pěti významných pojmů – *přenos tepla v kapalinách*, *princip proudění v kapalinách*, *Archimédův zákon pro kapaliny*, *hustota kapaliny* a *objem kapaliny*. Celkově bylo získáno 20 kompletních sémantických diferenciálů.

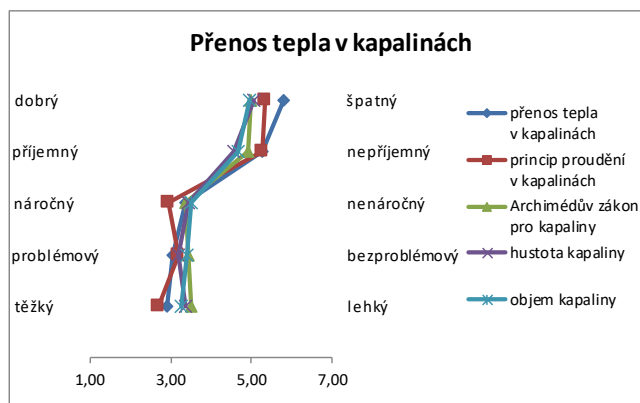
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých položek

Z obr. 9.1.1 je patrné, že se nejvíce od ostatních pojmů odlišuje pojem *přenos tepla v kapalinách*. Pojmy *princip proudění v kapalinách*, *Archimédův zákon pro kapaliny*, *hustota kapaliny* a *objem kapaliny* jsou pojmy vyjadřující různé fyzikální děje, které se objevují v souvislosti se školním výkladem problematiky přenosu tepla v kapalinách. Žáci se s těmito jevy již setkali v průběhu předešlé výuky. Pro žáky neznámý pojem *přenos tepla v kapalinách* se jeví jako pojem s vlastnostmi – špatný, nepříjemný, nenáročný, bezproblémový a lehký. Ostatní pojmy se pro žáky jeví spíše jako neutrální.



Obr. 9.1.1: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – vstup

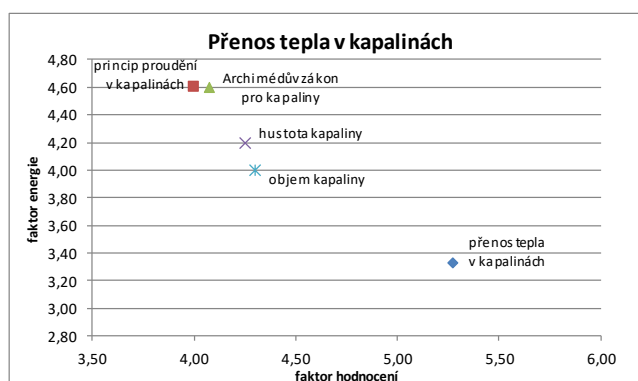
Po výuce dané tematiky s experimentální podporou je z obr. 9.1.2 patrné, že pojem *přenos tepla v kapalinách* a ostatní pojmy se vzájemně významně přiblížily. Žáci pojem *přenos tepla v kapalinách* začali vnímat podobněji vzhledem k ostatním pojmům.



Obr. 9.1.2: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – výstup

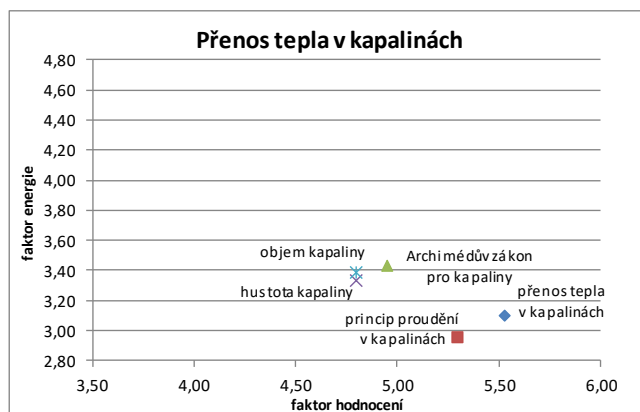
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých dimenzí

Na obr. 9.1.3 je vidět, že zmiňovaný pojem *přenos tepla v kapalinách* je v prostoru vzdálen od ostatních pojmů. Blízko jsou si pojmy *princip proudění v kapalinách*, *Archimédův zákon pro kapaliny*, *hustota kapaliny* a *objem kapaliny*. Tyto pojmy jsou vnímány celkem pozitivně, mají nízký faktor hodnocení a vysoký faktor energie. Pojem *přenos tepla v kapalinách* je oproti ostatním pojmům vnímán negativně, má vysoký faktor hodnocení a nízký faktor energie.



Obr. 9.1.3: Sémantický prostor – vstup

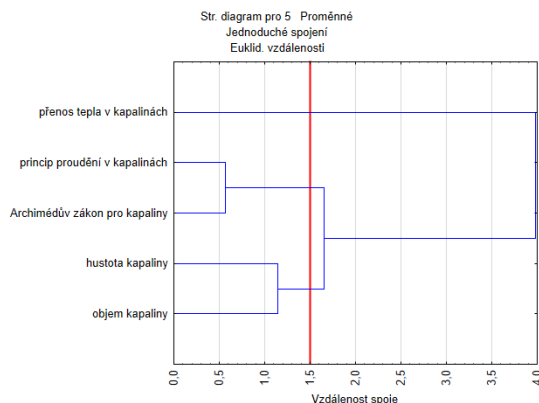
Na obr. 9.1.4 je znázorněno rozložení pojmů po výuce. Velmi blízko jsou si pojmy *hustota kapaliny* a *objem kapaliny* a nově k nim *Archimédův zákon pro kapaliny*. Druhou skupinu vytvořily pojmy *princip proudění v kapalinách* a *přenos tepla v kapalinách*. Nyní jsou pojmy *objem kapaliny*, *Archimédův zákon pro kapaliny*, *hustota kapaliny* i *princip proudění v kapalinách* vnímány více negativněji díky vyššímu faktoru hodnocení a nižšímu faktoru energie.



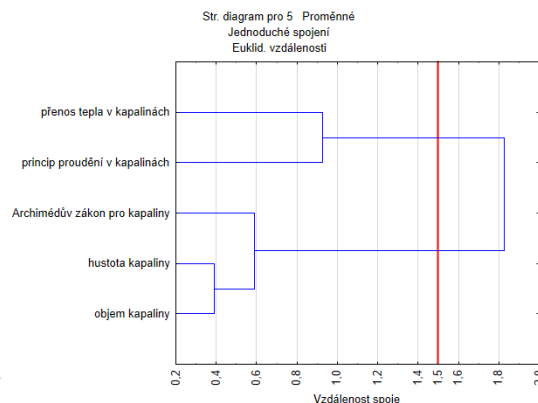
Obr. 9.1.4: Sémantický prostor – výstup

Analýza na základě hodnocení globální podobnosti

Pro analýzu na základě hodnocení globální podobnosti je využita shluková analýza programu Statistika. Shluková analýza vychází z podobnosti, resp. vzdálenosti objektů. Na základě popisu objektů pomocí stejného souboru znaků lze objekty rozřídít dle podobnosti do shluků (klastřů), viz obr. 9.1.5, resp. obr. 9.1.6.



Obr. 9.1.5: Shluková analýza – vstup



Obr. 9.1.6: Shluková analýza – výstup

Zařazení jednotlivých pojmů do shluků lze v dendrogramu graficky rozdělit (červená linie). Statistika následně zařadí jednotlivé pojmy na základě jejich vzájemné vzdálenosti do konkrétního klastřů, tab. 9.1.1, resp. tab. 9.1.2.

	zařazení do klastřů		zařazení do klastřů
přenos tepla v kapalinách	1	Archimédův zákon pro kapaliny	1
princíp proudění v kapalinách	2	hustota kapaliny	1
Archimédův zákon pro kapaliny	2	objem kapaliny	1
hustota kapaliny	3	přenos tepla v kapalinách	2
objem kapaliny	3	princíp proudění v kapalinách	2

Tab. 9.1.1: klastř – vstup

Tab. 9.1.2: klastř – výstup

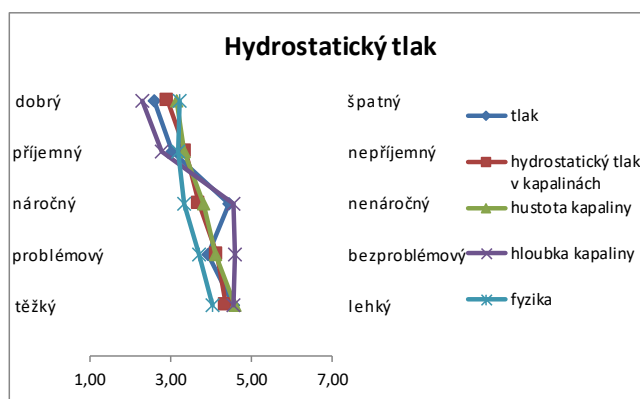
9.2 Hydrostatický tlak

Další vzorek pro potřeby předvýzkumu byl zrealizován v 7. ročníku na Základní škole a Mateřské škole Lišov ve školním roce 2015/2016, výuku vedl autor této disertační práce.

Pomocí sémantického diferenciálu, který je uveden v příloze 12, bylo provedeno vyhodnocení pěti významných pojmů – *tlak*, *hydrostatický tlak v kapalinách*, *hustota kapaliny*, *hloubka kapaliny* a *fyzika*. Celkově bylo získáno 33 kompletních sémantických diferenciálů.

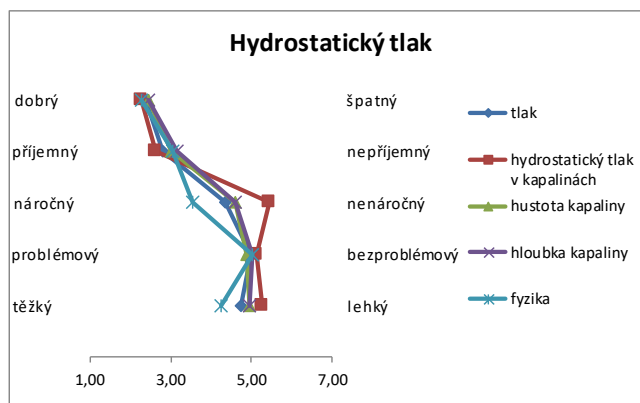
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých položek

Z obr. 9.2.1 vyplývá, že pojmy *tlak*, *hydrostatický tlak v kapalinách*, *hustota kapaliny* a *hloubka kapaliny* jsou vnímány jako pojmy s pozitivnějšími vlastnostmi než pojem *fyzika*. Pojem *fyzika* je charakterizován vlastnostmi – náročný, problémový a těžký, zároveň je ale hodnocen i vlastnostmi – dobrý a příjemný.



Obr. 9.2.1: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – vstup

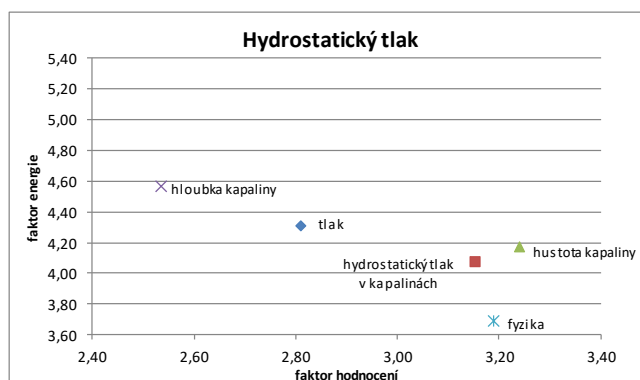
Po výuce s experimentální podporou je z obr. 9.2.2 patrné, že pojem *fyzika* je nyní charakterizován vlastností – bezproblémový. Pozitivně je také po výuce vnímán pojem *hydrostatický tlak v kapalinách*, na který byly dané experimenty cíleny. Tento pojem je nyní charakterizován vlastnostmi – dobrý, příjemný, nenáročný, bezproblémový a lehký.



Obr. 9.2.2: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – výstup

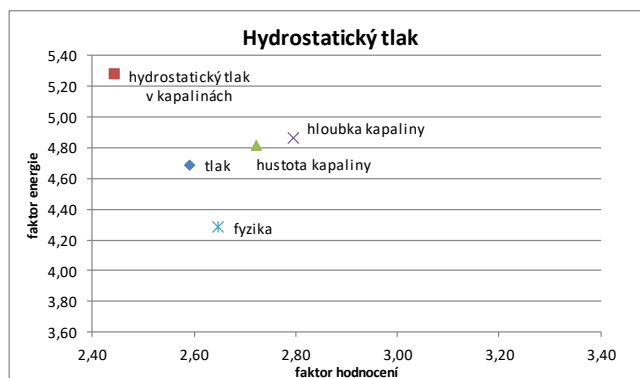
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých dimenzí

Analyzované pojmy mají před výukou relativně nízký faktor hodnocení, viz obr. 9.2.3, což vyjadřuje, že jsou tyto pojmy vnímány jako pojmy s vlastnostmi – dobrý a příjemný. Zároveň dosahují dobrých hodnot týkajících se faktoru energie. Současně jsou vnímány jako pojmy s vlastnostmi – nenáročný, bezproblémový a lehký.



Obr. 9.2.3: Sémantický prostor – vstup

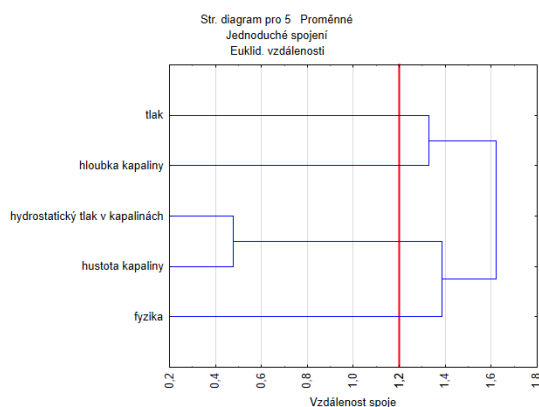
Z porovnání obr. 9.2.3 a obr. 9.2.4 lze vyvodit, že veškeré pojmy, vyjma pojmu *hloubka kapaliny*, jsou po výuce doplněné experimenty přeskupeny do oblasti s nižším faktorem hodnocení. Zároveň jsou všechny pojmy včetně pojmu *hloubka kapaliny* přeskupeny do oblasti s vyšším faktorem energie. Pojmy nedosahují větší hodnoty pro faktor hodnocení než 2,80 (pojem *hloubka kapaliny* je této hodnotě přímo roven), zároveň neklesají pod hodnotu 4,20 pro faktor energie.



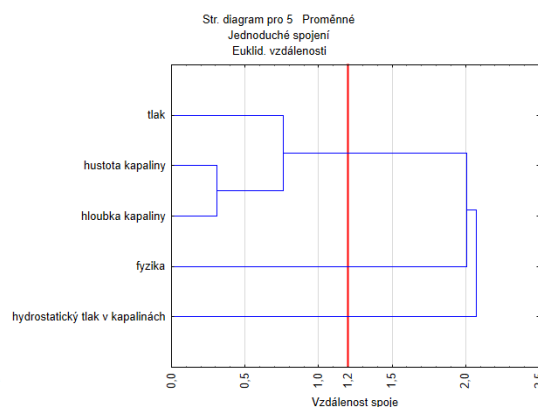
Obr. 9.2.4: Sémantický prostor – výstup

Analýza na základě hodnocení globální podobnosti

Vizualizace jednotlivých shluků před experimentální výukou je znázorněna na obr. 9.2.5, vizualizace jednotlivých shluků po experimentální výuce je uvedena na obr. 9.2.6. Samotné zařazení dle programu Statistika lze vidět v tab. 9.2.1, resp. v tab. 9.2.2.



Obr. 9.2.5: Shluková analýza – vstup



Obr. 9.2.6: Shluková analýza – výstup

	zařazení do klastrů		zařazení do klastrů
tlak	1	hydrostatický tlak v kapalinách	1
hloubka kapaliny	2	fyzika	2
fyzika	3	tlak	3
hydrostatický tlak v kapalinách	4	hustota kapaliny	3
hustota kapaliny	4	hloubka kapaliny	3

Tab. 9.2.1: klastry – vstup

Tab. 9.2.2: klastry – výstup

10 Výzkum

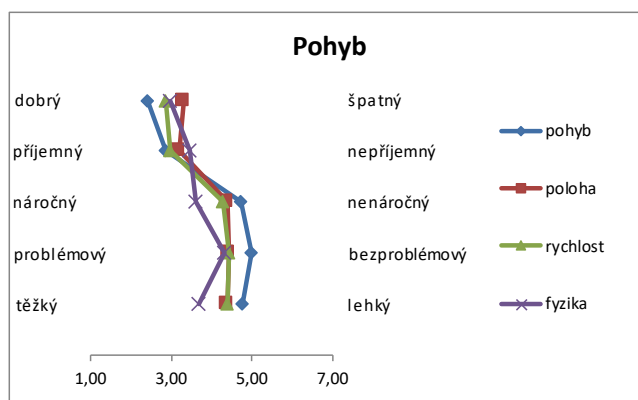
10.1 Pohyb

Výzkumný vzorek byl realizován v 7. ročníku na Základní škole a Mateřské škole Lišov ve školním roce 2016/2017, výuku vedl autor této disertační práce.

Pomocí sémantického diferenciálu, který je uveden v příloze 13, bylo provedeno vyhodnocení čtyř významných pojmů – *pohyb*, *poloha*, *rychlost* a *fyzika*. Celkově bylo získáno 46 kompletních sémantických diferenciálů.

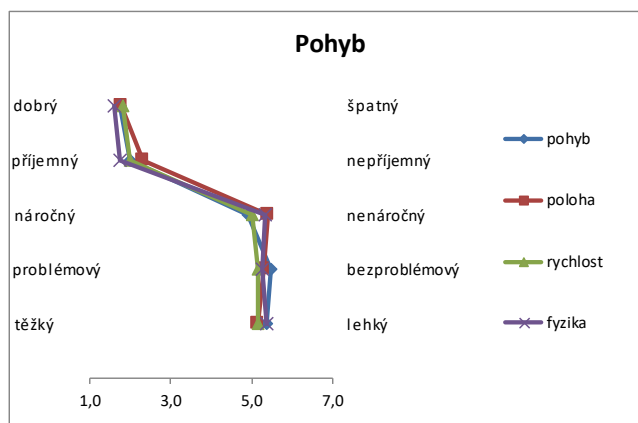
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých položek

Z obr. 10.1.1 lze vyhodnotit, že pojmy *pohyb*, *poloha* a *rychlost* jsou pojmy ohodnocené vlastnostmi – příjemný, nenáročný, bezproblémový a lehký. Pojem *fyzika* je vnímán více vlastnostmi – těžký a náročný.



Obr. 10.1.1: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – vstup

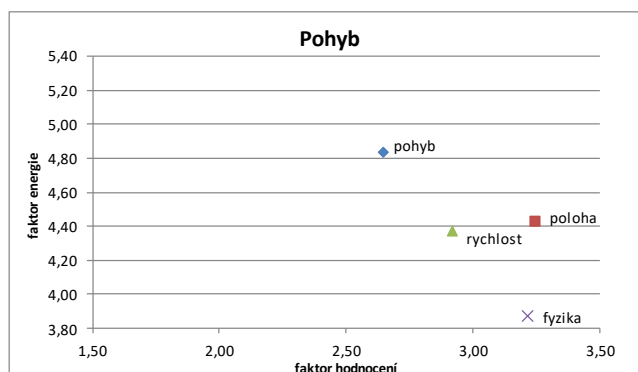
Po výuce doplněné experimenty je na obr. 10.1.2 vidět, že pojmy *pohyb*, *poloha*, *rychlost* i *fyzika* dosahují nyní jednotně vlastností – dobrý, příjemný, nenáročný, bezproblémový a lehký.



Obr. 10.1.2: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – výstup

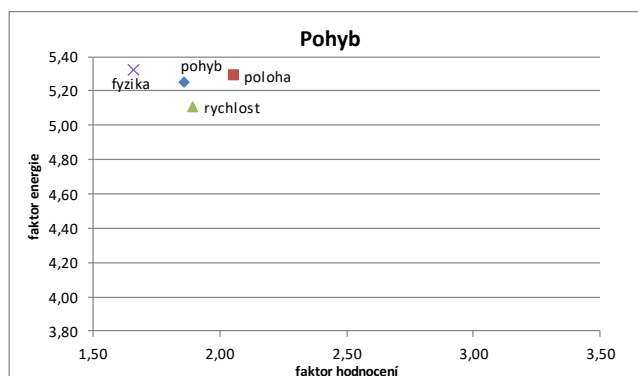
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých dimenzí

Dle obr. 10.1.3 lze říci, že jednotlivé pojmy *pohyb*, *poloha*, *rychlost* i *fyzika* mají faktor hodnocení nižší než 3,50 a současně mají faktor energie vyšší než 3,80. Zároveň jsou velmi podobně hodnoceny pojmy *rychlost* a *poloha*, které se nacházejí téměř na stejném místě v sémantickém prostoru a vytvářejí tak spolu jednu skupinu.



Obr. 10.1.3: Sémantický prostor – vstup

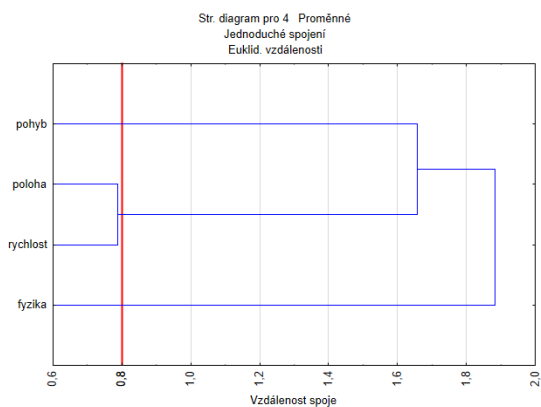
Při porovnání rozložení jednotlivých pojmů před výukou a po výuce je možné z obr. 10.1.4 vyhodnotit, že všechny pojmy *pohyb*, *poloha*, *rychlost* i *fyzika* nedosahují vyššího faktoru hodnocení než 2,10 a nižšího faktoru energie než 5,00. Velmi blízko jsou si pojmy *pohyb* a *rychlost*.



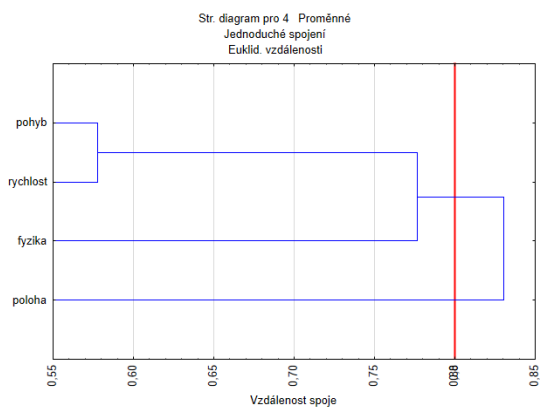
Obr. 10.1.4: Sémantický prostor – výstup

Analýza na základě hodnocení globální podobnosti

Grafické zpracování shlukování jednotlivých pojmů před experimentální výukou a po experimentální výuce je uvedeno na obr. 10.1.5., resp. na obr. 10.1.6. Zařazení zkoumaných pojmů do shluků je rozděleno pomocí programu Statistika v tab. 10.1.1, resp. v tab. 10.1.2.



Obr. 10.1.5: Shluková analýza – vstup



Obr. 10.1.6: Shluková analýza – výstup

	zařazení do klastrů		zařazení do klastrů
pohyb	1	poloha	1
fyzika	2	pohyb	2
poloha	3	rychlost	2
rychlost	3	fyzika	2

Tab. 10.1.1: klastry – vstup

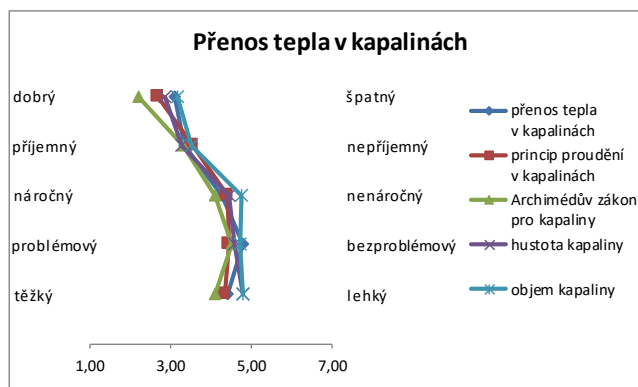
Tab. 10.1.2: klastry – výstup

10.2 Přenos tepla v kapalinách

Výzkumný vzorek byl realizován v 9. ročníku na Základní škole a Mateřské škole Lišov ve školním roce 2016/2017, výuku vedl autor této disertační práce. Sémantický diferenciál použitý pro tento vzorek byl stejný jako v podkapitole 9.1. Celkově bylo získáno 43 kompletních sémantických diferenciálů.

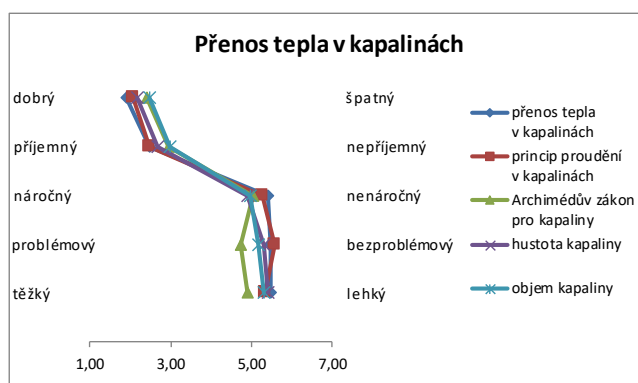
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých položek

Na obr. 10.2.1 je vidět, že pojmy *přenos tepla v kapalinách*, *princip proudění v kapalinách*, *Archimédův zákon pro kapaliny*, *hustota kapaliny* a *objem kapaliny* jsou hodnoceny podobně. Pojmy byly ohodnoceny vlastnostmi – dobrý, nenáročný, bezproblémový a lehký. Pro dvojici adjektiv (příjemný – nepříjemný) jsou neutrální.



Obr. 10.2.1: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – vstup

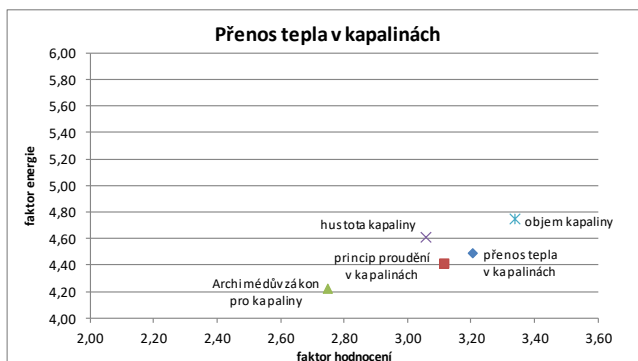
Z obr. 10.2.2 lze zpozorovat posun v rámci hodnocení zmiňovaných pojmů. Po výuce doplněné experimenty, zaměřené na problematiku přenosu tepla v kapalinách, lze konstatovat, že nyní jsou veškeré pojmy hodnoceny více hraničně k daným dvojicím adjektiv, a to vlastnostmi – dobrý, příjemný, nenáročný, bezproblémový a lehký.



Obr. 10.2.2: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – výstup

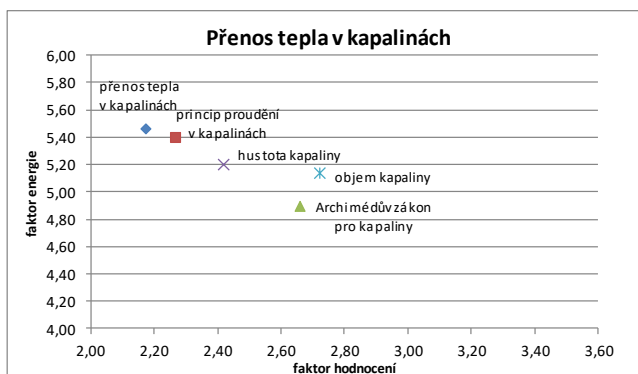
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých dimenzí

Rozložení pojmů před experimentální výukou je uvedeno na obr. 10.2.3. Všechny zmiňované pojmy dosahují poměrně nízkého faktoru hodnocení, hodnota pro tento faktor není větší než 3,40. Zároveň jsou pojmy ohodnoceny tak, že faktor energie není menší jak 4,20.



Obr. 10.2.3: Sémantický prostor – vstup

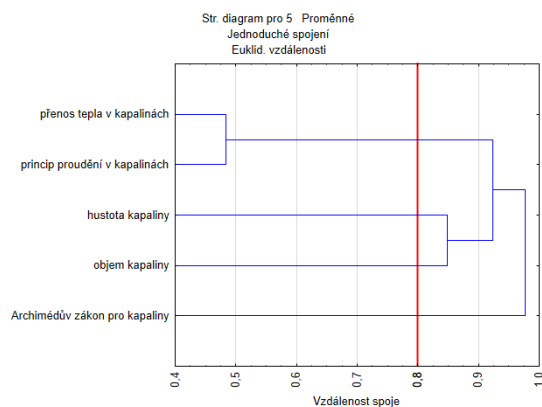
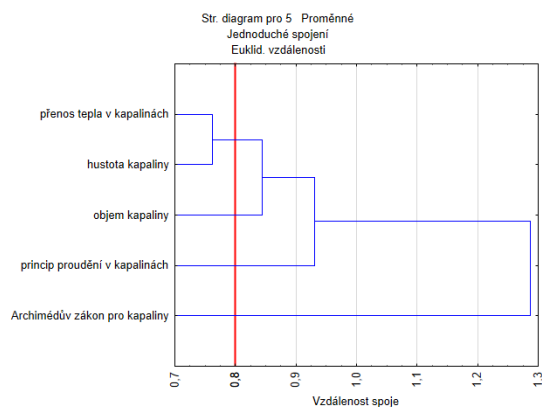
Při porovnání uspořádání pojmů před a po výuce, obr. 10.2.3 a obr. 10.2.4, lze konstatovat, že všechny pojmy *hustota kapaliny*, *objem kapaliny*, *princíp proudění v kapalinách*, *přenos tepla v kapalinách* i *Archimédův zákon* dosáhly nižšího faktoru hodnocení, tato hodnota není větší jak 2,80. Zároveň všechny pojmy dosáhly vyššího faktoru energie, tento faktor není menší jak 4,80.



Obr. 10.2.4: Sémantický prostor – výstup

Analýza na základě hodnocení globální podobnosti

Vizualizace shlukování pojmů před a po experimentální výuce je uvedena na obr. 10.2.5, resp. 10.2.6. Na uvedených dendrogramech jsou vidět signifikantní rozdíly v uspořádání klíčových pojmů. Jejich rozřídění je možné ještě potvrdit zařazením do jednotlivých klastrů, viz tab. 10.2.1, resp. tab. 10.2.2.



Obr. 10.2.5: Shluková analýza – vstup

Obr. 10.2.6: Shluková analýza – výstup

	zařazení do klastrů		zařazení do klastrů
Archimédův zákon pro kapaliny	1	Archimédův zákon pro kapaliny	1
přenos tepla v kapalinách	2	přenos tepla v kapalinách	2
princip proudění v kapalinách	2	princip proudění v kapalinách	2
hustota kapaliny	2	hustota kapaliny	3
objem kapaliny	2	objem kapaliny	3

Tab. 10.2.1: klastry – vstup

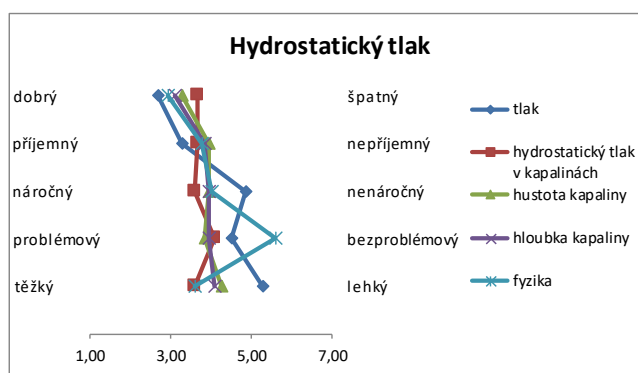
Tab. 10.2.2: klastry – výstup

10.3 Hydrostatický tlak

Výzkumný vzorek byl realizován v 8. ročníku na Základní škole a Mateřské škole Bernartice ve školním roce 2016/2017, výuku vedl kolega Mgr. Miroslav Ťoupal. Sémantický diferenciál byl stejný jako v podkapitole 9.2. Celkově bylo získáno 12 kompletních sémantických diferenciálů.

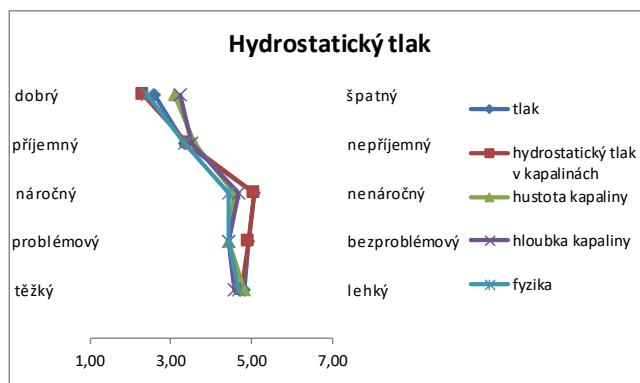
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých položek

Při analýze obr. 10.3.1 si lze všimnout zajímavého hodnocení pojmu *tlak*, který je vnímán jako dobrý, příjemný, nenáročný, bezproblémový a lehký. Současně je zajímavě ohodnocen pojem *fyzika* – dobrý, bezproblémový, ale spíše těžký. V ostatních hodnoceních je pojem *fyzika* neutrální. Zbývající pojmy jsou na úrovni jednotlivých položek hodnoceny neutrálně.



Obr. 10.3.1: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – vstup

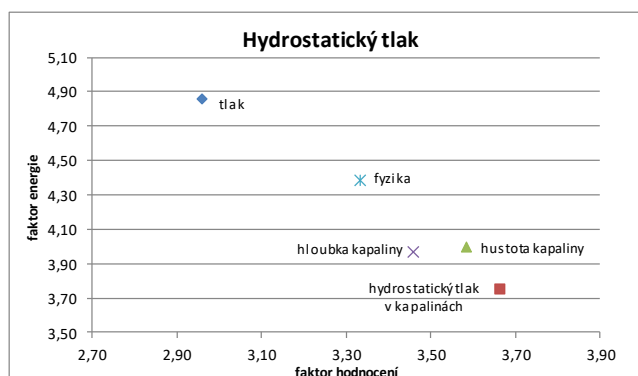
Po výuce doplněné experimenty, obr. 10.3.2, je vidět, že jednotlivé pojmy jsou hodnoceny velmi podobně, a to vlastnostmi – dobrý, příjemný, nenáročný, bezproblémový a lehký. Ze získaných výsledků lze také uvažovat nad tím, že před výukou se jednotlivé pojmy mohly žákům jevit jako na sobě nezávislé, což se projevilo v jejich rozdílném hodnocení. Po výuce byly naopak vnímány více ve vzájemných vztazích a souvislostech, a proto mohly být hodnoceny podobně.



Obr. 10.3.2: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – výstup

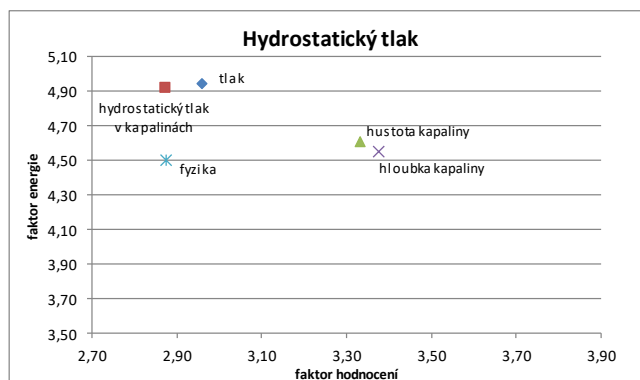
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých dimenzí

Obr. 10.3.3 ukazuje rozmístění daných pojmů v prostoru před výukou. Blízko jsou si pojmy *hloubka kapaliny*, *hustota kapaliny* a *hydrostatický tlak v kapalinách*. Všechny pojmy mají pro faktor hodnocení hodnotu menší než 3,70 a hodnotu větší než 3,70 pro faktor energie.



Obr. 10.3.3: Sémantický prostor – vstup

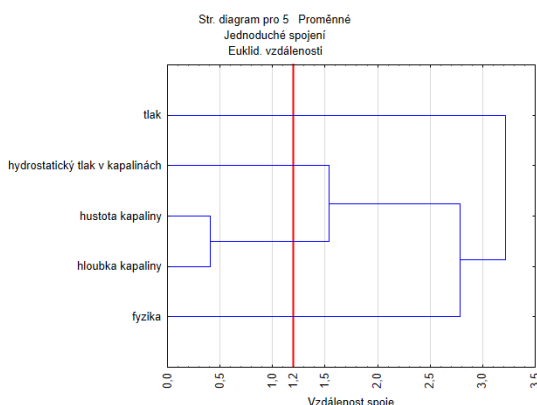
Z obr. 10.3.4 lze říci, že faktor hodnocení po výuce dosahuje pro všechny pojmy hodnoty menší než 3,40. Zároveň hodnota pro faktor energie je pro pojmy *tlak*, *hydrostatický tlak v kapalinách*, *hustota kapaliny* a *hloubka kapaliny* větší než 4,50. Pojem *fyzika* je přímo roven této hodnotě. V sémantickém prostoru jsou si velmi blízko pojmy *hustota kapaliny* a *hloubka kapaliny*, dále pak *tlak* a *hydrostatický tlak v kapalinách*.



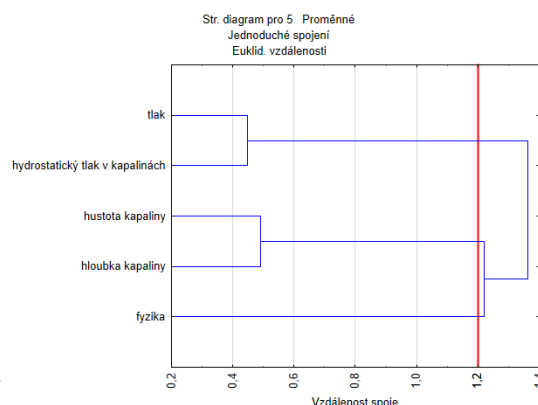
Obr. 10.3.4: Sémantický prostor – výstup

Analýza na základě hodnocení globální podobnosti

Při vzájemném porovnání dendrogramů, viz obr. 10.3.5 a obr. 10.3.6, je patrné přeskupení zmiňovaných pojmů, které odpovídá předchozím vyhodnocením na úrovni jednotlivých položek a na úrovni jednotlivých dimenzí. Zařazení pojmů do klastrů je uvedeno v tab. 10.3.1 a v tab. 10.3.2.



Obr. 10.3.5: Shluková analýza – vstup



Obr. 10.3.6: Shluková analýza – výstup

	zařazení do klastrů		zařazení do klastrů
tlak	1	fyzika	1
fyzika	2	tlak	2
hydrostatický tlak v kapalinách	3	hydrostatický tlak v kapalinách	2
hustota kapaliny	3	hustota kapaliny	3
hloubka kapaliny	3	hloubka kapaliny	3

Tab. 10.3.1: klastry – vstup

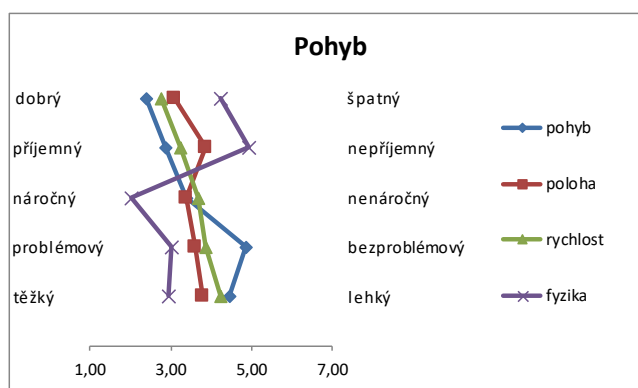
Tab. 10.3.2: klastry – výstup

10.4 Pohyb

Výzkumný vzorek byl realizován v 7. ročníku na Základní škole Planá nad Lužnicí ve školním roce 2016/2017, výuku vedl kolega Mgr. Vladimír Vochozka. Sémantický diferenciál byl stejný jako v podkapitole 10.1, celkově bylo získáno k vyhodnocení 13 diferenciálů.

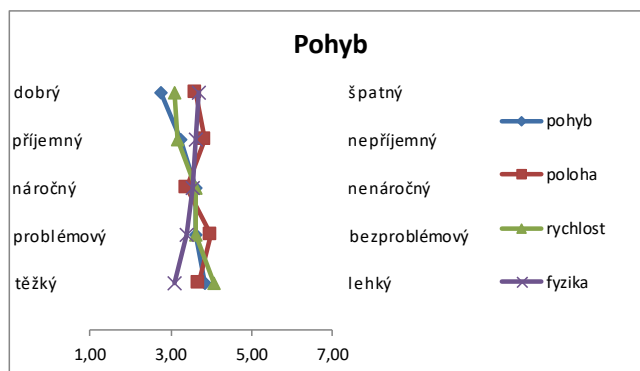
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých položek

Na obr. 10.4.1 je na první pohled vidět odlišné hodnocení pojmu *fyzika*. Tento pojem je charakterizován vlastnostmi – špatný, nepříjemný, náročný, problémový a těžký. Pojem *pohyb* lze definovat jako – dobrý, příjemný, bezproblémový a lehký, přestože tyto vlastnosti nejsou v hodnocení úplně dominantní. Opět je zde možnost zamyslet se nad tím, že s pohybem se žáci setkávají v každodenním životě a mají o obsahu tohoto pojmu ve fyzice tak poměrně reálnou představu. Proto mohli pojem *pohyb* ohodnotit kladně, přestože fyzika vyšla v hodnocení poměrně negativně. Pojem *rychlost* je ohodnocen neutrálně, téměř totožně je na tom i *poloha*.



Obr. 10.4.1: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – vstup

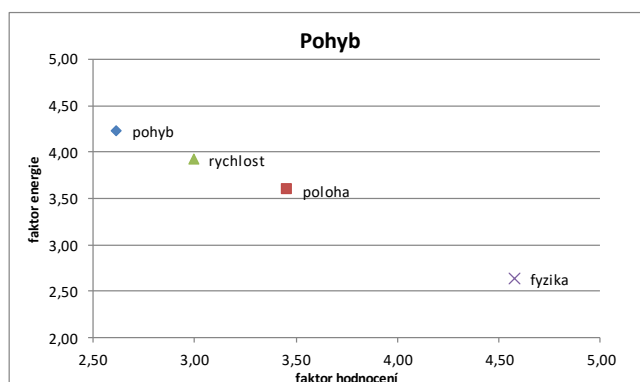
Na obr. 10.4.2 je vidět, že u pojmu *fyzika*, který byl před výukou dané problematiky hodnocen žáky negativně, došlo k posunu a není již tak negativně vnímán. Přesto lze k němu přiřadit vlastnosti – problémový a těžký. Pojmy *pohyb* a *rychlost* jsou hodnoceny jako neutrální, i když spíše s převládajícími vlastnostmi – dobrý a příjemný. *Poloha* dosahuje neutrálních vlastností pro dané dvojice adjektiv. Ze získaných výsledků je zajímavé pozorovat, jak jsou pojmy po výuce hodnoceny mnohem podobněji. Žáci je vnímají více jako jeden celek související s daným tématem.



Obr. 10.4.2: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – výstup

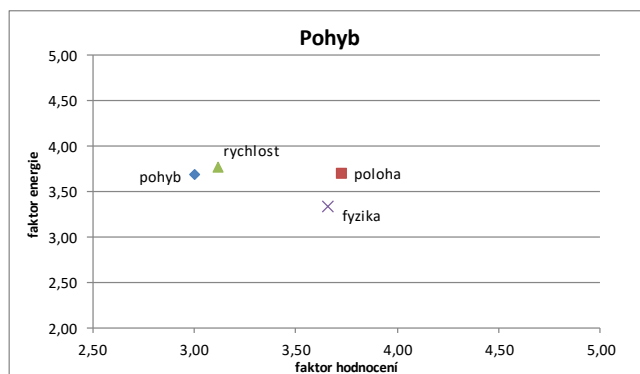
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých dimenzí

Z obr. 10.4.3 je možné vyhodnotit, že pojem *fyzika* má největší hodnotu pro faktor hodnocení a zároveň nejmenší hodnotu pro faktor energie. Výrazně odlišně jsou hodnoceny zbývající pojmy. Pojem *poloha* nepřesahuje hodnotu 3,50 pro faktor hodnocení a nemá menší hodnotu pro faktor energie než 3,50. *Rychlost* a *pohyb* mají hodnoty pro faktor hodnocení ještě menší a pro faktor energie ještě větší.



Obr. 10.4.3: Sémantický prostor – vstup

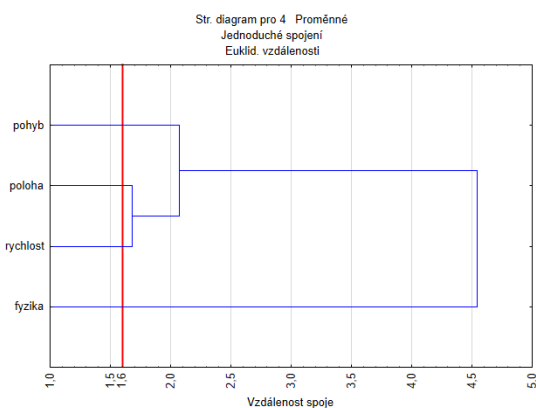
Při analýze rozložení zmíněných pojmů před experimentální výukou a po ní je vidět především výrazná změna umístění pojmu *fyzika*. Faktor hodnocení je nižší a faktor energie vyšší. Všechny pojmy jsou si v sémantickém prostoru vzájemně mnohem blíže. Faktor hodnocení vzrostl pro pojmy *pohyb*, *rychlost* a *poloha*. Faktor energie klesl pro pojmy *pohyb* a *rychlost*.



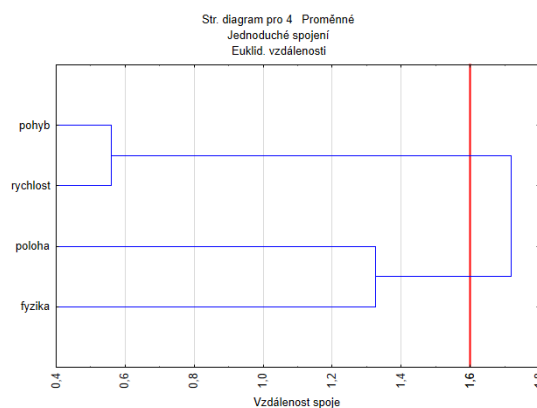
Obr. 10.4.4: Sémantický prostor – výstup

Analýza na základě hodnocení globální podobnosti

Vizualizace jednotlivých shluků před výukou pomocí dendrogramu je znázorněna na obr. 10.4.5, přeskupení pojmů v sémantickém prostoru a jejich nové uspořádání po výuce je vidět na obr. 10.4.6. Roztřídění jednotlivých pojmů do klastrů je uvedeno v tab. 10.4.1, resp. v tab. 10.4.2.



Obr. 10.4.5: Shluková analýza – vstup



Obr. 10.4.6: Shluková analýza – výstup

	zařazení do klastrů		zařazení do klastrů
fyzika	1	pohyb	1
pohyb	2	rychlost	1
poloha	2	poloha	2
rychlost	2	fyzika	2

Tab. 10.4.1: klastry – vstup

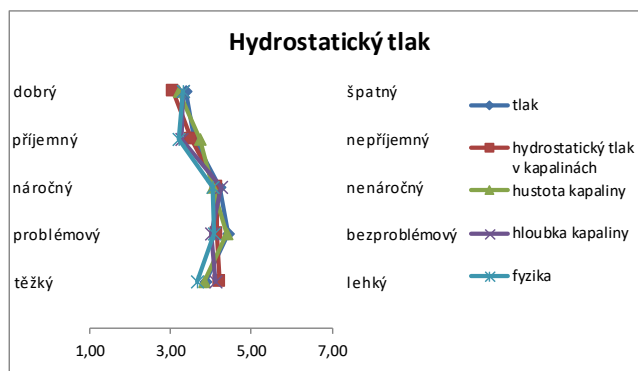
Tab. 10.4.2: klastry – výstup

10.5 Hydrostatický tlak

Výzkumný vzorek byl realizován v 7. ročníku na Základní škole a Mateřské škole Lišov ve školním roce 2016/2017, výuku vedl kolega Mgr. Radek Bednář. Sémantický diferenciál byl stejný jako v podkapitolách 9.2 a 10.3. Celkově bylo získáno 46 kompletních sémantických diferenciálů.

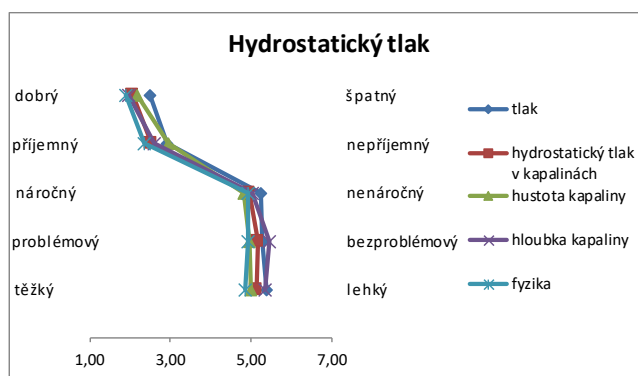
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých položek

Na obr. 10.5.1 je uvedeno vyhodnocení pojmů *tlak*, *hydrostatický tlak v kapalinách*, *hustota kapaliny*, *hloubka kapaliny* a *fyzika*. Z výsledků hodnocení lze říci, že všechny výše zmíněné pojmy jsou hodnoceny velmi podobně a téměř neutrálně pro dané dvojice adjektiv.



Obr. 10.5.1: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – vstup

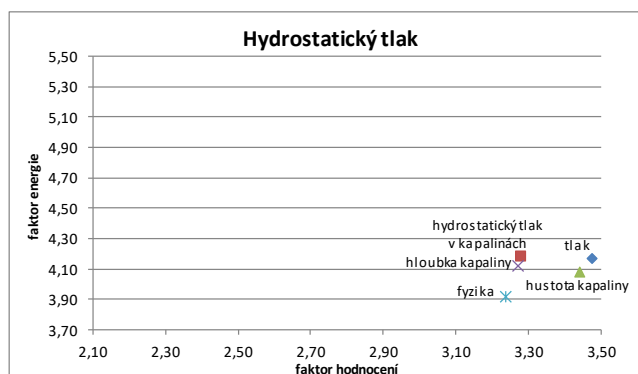
Po výuce vedené kolegou lze z obr. 10.5.2 vyvodit závěr, že hodnocení všech výše zmiňovaných pojmů se výrazně změnilo. Nyní nejsou v rámci jednotlivých dvojic adjektiv neutrální, ale žáci jim přiřadili konkrétní vlastnosti, a to – dobrý, příjemný, nenáročný, bezproblémový a lehký.



Obr. 10.5.2: Analýza na úrovni jednotlivých adjektiv – výstup

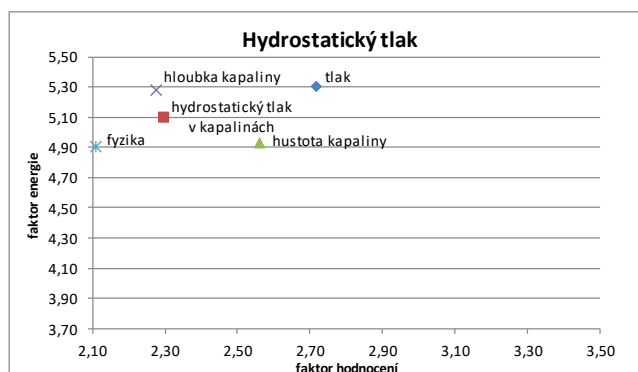
Vyhodnocení na úrovni jednotlivých dimenzí

Z rozložení jednotlivých pojmů v sémantickém prostoru lze vyhodnotit, obr. 10.5.3, že pojmy nedosahují vyššího faktoru hodnocení než 3,50 a nižšího faktoru energie než 3,90. Zároveň jsou pojmy, díky podobnému hodnocení, umístěny v prostoru na téměř totožném místě.



Obr. 10.5.3: Sémantický prostor – vstup

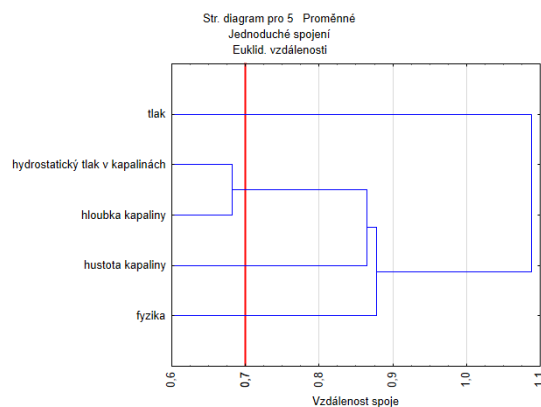
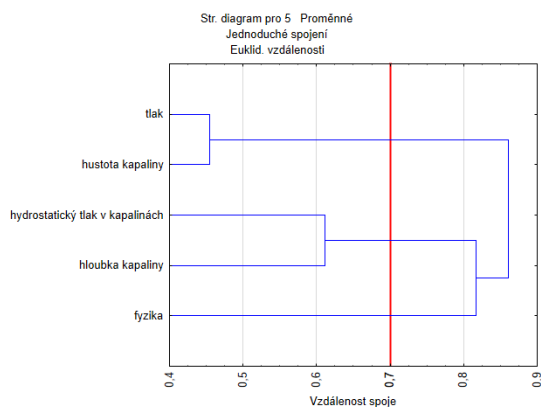
Při porovnání rozložení pojmů před výukou a po výuce došlo k zmiňovanému přeskupení, obr. 10.5.3 a obr. 10.5.4. Faktor hodnocení pro pojmy *hloubka kapaliny*, *hydrostatický tlak v kapalinách*, *fyzika* a *hustota kapaliny* není vyšší než 2,70. Pro pojem *tlak* je faktor hodnocení roven 2,71. Zároveň pro všechny pojmy není hodnota faktoru energie menší jak 4,90. Pojem *fyzika* je této hodnotě roven.



Obr. 10.5.4: Sémantický prostor – výstup

Analýza na základě hodnocení globální podobnosti

Jednotlivé shluky před experimentální výukou jsou vidět na dendrogramu, viz obr. 10.5.5, uspořádání shluků po experimentální výuce znázorňuje druhý dendrogram, viz obr. 10.5.6. Zařazení zmíněných pojmů do jednotlivých klastrů je uvedeno v tab. 10.5.1, resp. v tab. 10.5.2.



Obr. 10.5.5: Shluková analýza – vstup

Obr. 10.5.6: Shluková analýza – výstup

	zařazení do klastrů		zařazení do klastrů
fyzika	1	tlak	1
tlak	2	hydrostatický tlak v kapalinách	2
hustota kapaliny	2	hustota kapaliny	2
hydrostatický tlak v kapalinách	3	hloubka kapaliny	2
hloubka kapaliny	3	fyzika	2

Tab. 10.5.1: klastry – vstup

Tab. 10.5.2: klastry – výstup

11 Vyhodnocení hypotéz výzkumu

Pedagogického výzkumu se zúčastnilo celkově 213 dětí ze 7. ročníků, 8. ročníků a 9. ročníků tří různých základních škol. Výzkumu se mimo autora této práce zúčastnili další tři kolegové vyučující fyziku. Vyhodnoceno bylo celkově 426 sémantických diferencíálů, 213 vstupních a 213 výstupních.

Hlavní hypotéza H_1

H_1 : Výuka podpořená on-line experimenty má pozitivní vliv na rozložení zkoumaných pojmů v sémantickém prostoru.

Vyhodnocení hlavní hypotézy H_1

H_1 : Tato hypotéza se potvrdila na hladině 69,70 % pro faktor hodnocení a na hladině 78,79 % pro faktor energie.

Dílčí hypotéza H_{1a}

H_{1a} : Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují pro faktor hodnocení po experimentální výuce menších hodnot oproti hodnotám před výukou.

Vyhodnocení dílčí hypotézy H_{1a}

H_{1a} : Tato hypotéza se potvrdila na hladině 69,70 % pro faktor hodnocení.

Komentář k vyhodnocení dílčí hypotézy H_{1a}

Při zpracování výsledků bylo zjištěno, že pro faktor hodnocení mají zkoumané pojmy nižší faktor hodnocení po experimentální výuce než před výukou. Toto platí pro 23 pojmů z 33 celkově zkoumaných.

Dílčí hypotéza H_{1b}

H_{1b} : Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují pro faktor energie po experimentální výuce větších hodnot oproti hodnotám před výukou.

Vyhodnocení dílčí hypotézy H_{1b}

H_{1b} : Tato hypotéza se potvrdila na hladině 78,79 % pro faktor energie.

Komentář k vyhodnocení dílčí hypotézy H_{1b}

Při zpracování výsledků bylo zjištěno, že pro faktor energie mají zkoumané pojmy vyšší faktor energie po experimentální výuce než před výukou. Toto platí pro 26 pojmů z 33 celkově zkoumaných.

Hlavní hypotéza H₂

H₂: Změna posunu klíčových pojmů do pozitivnější oblasti sémantického prostoru probíhá nezávisle na vyučujícím, který realizuje konkrétní on-line experiment.

Vyhodnocení hlavní hypotézy H₂

H₂: Tato hypotéza se potvrdila na hladině 71,43 % pro faktor hodnocení a na hladině 85,71 % pro faktor energie.

Dílčí hypotéza H_{2a}

H_{2a}: Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují po experimentální výuce pro faktor hodnocení menších hodnot oproti hodnotám před výukou, a to v dílčích částech výzkumu, které nerealizoval autor disertační práce, ale zúčastnění kolegové provádějící dané experimenty.

Vyhodnocení dílčí hypotézy H_{2a}

H_{2a}: Tato hypotéza se potvrdila na hladině 71,43 % pro faktor hodnocení.

Komentář k vyhodnocení dílčí hypotézy H_{2a}

Při zpracování výsledků bylo zjištěno, že zkoumané pojmy pro experimenty, které nerealizoval autor této práce, dosahují nižšího faktoru hodnocení u 10 ze 14 zkoumaných pojmů.

Dílčí hypotéza H_{2b}

H_{2b}: Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují po experimentální výuce pro faktor energie větších hodnot oproti hodnotám před výukou, a to v dílčích částech výzkumu, které nerealizoval autor disertační práce, ale zúčastnění kolegové provádějící dané experimenty.

Vyhodnocení dílčí hypotézy H_{2b}

H_{2b}: Tato hypotéza se potvrdila na hladině 85,71 % pro faktor energie.

Komentář k vyhodnocení dílčí hypotézy H_{2b}

Při zpracování výsledků bylo zjištěno, že zkoumané pojmy pro experimenty, které nerealizoval autor této práce, dosahují vyššího faktoru energie u 12 ze 14 zkoumaných pojmů po experimentální výuce než před výukou.

Dílčí hypotéza H_{2c}

H_{2c}: Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují po experimentální výuce pro faktor hodnocení menších hodnot oproti hodnotám před výukou, a to v dílčích částech výzkumu, které realizoval autor disertační práce.

Vyhodnocení dílčí hypotézy H_{2c}

H_{2c}: Tato hypotéza se potvrdila na hladině 68,42 % pro faktor hodnocení.

Komentář k vyhodnocení dílčí hypotézy H_{2c}

Při zpracování výsledků bylo zjištěno, že zkoumané pojmy pro experimenty, které realizoval autor této práce, mají nižší faktor hodnocení u 13 z 19 zkoumaných pojmů.

Dílčí hypotéza H_{2d}

H_{2d}: Pojmy jsou rekonstruovány tak, že dosahují po experimentální výuce pro faktor energie větších hodnot oproti hodnotám před výukou, a to v dílčích částech výzkumu, které realizoval autor disertační práce.

Vyhodnocení dílčí hypotézy H_{2d}

H_{2d}: Tato hypotéza se potvrdila na hladině 73,68 % pro faktor energie.

Komentář k vyhodnocení dílčí hypotézy H_{2d}

Při zpracování výsledků bylo zjištěno, že zkoumané pojmy pro experimenty, které realizoval autor této práce, mají vyšší faktor energie u 14 z 19 zkoumaných pojmů po experimentální výuce než před výukou.

Hlavní hypotéza H₃

H₃: Žáci vnímají pojem fyzika po aplikaci této metody výuky pozitivněji v oblasti sémantického prostoru.

Vyhodnocení hlavní hypotézy H₃

H₃: Tato hypotéza se potvrdila na hladině 100 % pro faktor hodnocení a na hladině 100 % pro faktor energie.

Dílčí hypotéza H_{3a}

H_{3a}: Pojem fyzika je rekonstruován tak, že dosahuje po experimentální výuce pro faktor hodnocení menších hodnot oproti hodnotám před výukou.

Vyhodnocení dílčí hypotézy H_{3a}

H_{3a}: Tato hypotéza se potvrdila na hladině 100 % pro faktor hodnocení.

Komentář k vyhodnocení dílčí hypotézy H_{3a}

Při zpracování výsledků bylo zjištěno, že zkoumaný pojem *fyzika* dosáhl nižšího faktoru hodnocení u 5 z 5 hodnocení, kde byl pojem *fyzika* obsažen v sémantických diferenciacích.

Dílčí hypotéza H_{3b}

H_{3b}: Pojem fyzika je rekonstruován tak, že dosahuje po experimentální výuce pro faktor energie větších hodnot oproti hodnotám před výukou.

Vyhodnocení dílčí hypotézy H_{3b}

H_{3b}: Tato hypotéza se potvrdila na hladině 100 % pro faktor energie.

Komentář k vyhodnocení dílčí hypotézy H_{3b}

Při zpracování výsledků bylo zjištěno, že zkoumaný pojem *fyzika* dosáhl vyššího faktoru energie u 5 z 5 hodnocení, kde byl pojem *fyzika* obsažen v sémantických diferenciacích.

12 Vyhodnocení cílů disertační práce a návrh strategie výuky fyziky v experimentální oblasti na základní škole

Definice hlavního cíle disertační práce

Pomocí empirického výzkumu diagnostikovat vhodnost použití on-line experimentů, které jsou reprezentované ve výuce experimentálním edukačním systémem Vernier, s cílem vyhodnotit míru ovlivnění kvality edukačního procesu pro účely následného navrhnutí strategie a přístupu k výuce fyziky v experimentální oblasti.

Hlavní cíl disertační práce byl splněn. Pomocí pedagogického výzkumu, který byl realizován pomocí konkrétních experimentů, které prováděli na sobě nezávisle čtyři vyučující fyziky na třech různých školách, bylo získáno dostatečné množství vstupních a výstupních dat, která byla dále zpracována a následně interpretována pro jednotlivé hlavní i dílčí hypotézy výzkumu.

Disertační práce obsahovala několik dílčích cílů, jejichž splnění je zhodnoceno níže.

12.1 Vyhodnocení teoretických cílů práce

- na základě studia odborné literatury analyzovat základní charakteristiky konstruktivistického přístupu a vymezit teoretická východiska pro jeho aplikaci,
Tento cíl byl splněn, zabývá se jím především kapitola 3 a podkapitola 3.1 této práce.

- diagnostikovat konstruktivistický přístup ve spojení s přírodními vědami a metodou experimentování,
Tento cíl byl splněn, zabývají se jím především podkapitoly 3.2 a 3.3 této práce.

- zohlednit přednosti a nevýhody konstruktivistického přístupu ve spojení s experimentálními činnostmi, analyzovat vliv konstruktivistického přístupu na vzdělávací subjekty,
Tento cíl byl splněn, zabývá se jím především podkapitola 3.4 této práce.

- diagnostikovat významnost transformace výuky od transmisivně-instruktivního modelu k modelu konstruktivistickému,
Tento cíl byl splněn, zabývá se jím především podkapitola 3.5 této práce.

- analyzovat teoretická východiska pro koncepční návrh výuky fyziky v experimentální oblasti.

Tento cíl byl splněn, v kapitole 3 a v jednotlivých podkapitolách 3.1 až 3.5 byla snaha zanalyzovat teoretická východiska a poukázat na možnosti výuky fyziky v experimentální oblasti vycházející z konstruktivistického modelu.

12.2 Vyhodnocení fyzikálně-didaktických cílů práce

- stručně charakterizovat experimentální edukační systémy Vernier, PASCO a NeuLog,

Tento cíl byl splněn, zabývá se jím kapitola 2 této práce.

- analyzovat možnosti zavedení systému Vernier při výuce fyziky, výhody a nevýhody jeho aplikace,

Tento cíl byl splněn, kapitola 5, resp. jednotlivé podkapitoly 5.1 a 5.2 naznačují možnosti zavedení systému Vernier do škol především z pohledu finanční stránky, a to pomocí dotačních programů a projektů. V kapitolách 6 a 7 jsou uvedeny vhodné fyzikální experimenty a podrobně popsány možné způsoby jejich uplatnění ve výuce.

- vybrat reprezentativní experimenty zaměřené na fyzikální veličiny a různé fyzikální jevy realizovatelné při výuce na základní škole,

Tento cíl byl splněn, bylo připraveno několik fyzikálních experimentů, viz kapitola 6 této práce. Dále byly v kapitole 7 uvedeny náměty na obtížnější či dlouhodobější měření.

- vytvořit žákovské metodiky k vybraným experimentům,

Tento cíl byl splněn, žákovské metodiky k jednotlivým experimentům jsou uvedeny jako přílohy této práce.

- analyzovat experimenty, diagnostikovat jejich využitelnost pro psychosémantickou metodu k zjištění míry ovlivnění edukačního procesu.

Tento cíl byl splněn, experimenty, které byly vybrány k použití pro analýzu míry ovlivnění edukačního procesu, jsou uvedeny v kapitolách 9 a 10, resp. v jednotlivých podkapitolách.

12.3 Vyhodnocení výzkumných cílů práce

- pomocí odborné literatury analyzovat dostupné metody měření výsledků výuky, vyhledat vhodný měřicí nástroj a metodologii pro zvolený výzkumný aparát,

Tento cíl byl splněn, byl vybrán výzkumný aparát využívající sémantický diferenciál, jehož metodologie a teoretické vyhodnocení jsou popsány v podkapitolách 8.3, 8.4, 8.5 a 8.6.

- diagnostikovat subjektivní pojetí učiva před systematickou experimentální výukou zkoumané oblasti, zpracovat a interpretovat data,

Tento cíl byl splněn, u vybraných experimentů byla provedena diagnostika subjektivního vnímání zkoumaných pojmů pomocí sémantického diferenciálu před systematickou experimentální výukou. Jednotlivá data byla interpretována na úrovni jednotlivých položek, na úrovni jednotlivých dimenzí a na základě hodnocení globální podobnosti, viz kapitoly 9 a 10.

- analyzovat subjektivní pojetí učiva po systematické experimentální výuce zkoumané oblasti, zpracovat a interpretovat data,

Tento cíl byl splněn, u vybraných experimentů byla provedena diagnostika subjektivního vnímání zkoumaných pojmů pomocí sémantického diferenciálu po systematické experimentální výuce a jednotlivá data byla interpretována na úrovni jednotlivých položek, na úrovni jednotlivých dimenzí a na základě hodnocení globální podobnosti, viz kapitoly 9 a 10.

- kvalitativními metodami diagnostikovat možné změny ve vnímání učiva, analyzovat a interpretovat vnímání klíčových pojmů,

Tento cíl byl splněn, v kapitolách 9 a 10 bylo rozebráno vnímání klíčových pojmů před a po sledované výuce na úrovni jednotlivých položek, kde byla rozebrána změna ve vnímání daných pojmů, dále na úrovni jednotlivých dimenzí, kde byly komentovány jednotlivé hodnoty pro dané pojmy týkající se faktoru hodnocení a faktoru energie.

- kvantitativními statistickými metodami vyhodnotit možné změny ve vnímání učiva, analyzovat a interpretovat vnímání klíčových pojmů,

Tento cíl byl splněn, pomocí programu Statistika, resp. shlukové analýzy byla provedena diagnostika změn ve vnímání klíčových pojmů před a po sledované výuce na základě hodnocení globální podobnosti, viz kapitoly 9 a 10.

- potvrdit či vyvrátit, zda došlo ve zkoumané oblasti k signifikantnímu zlepšení kvality edukačního procesu.

Tento cíl byl splněn. Z výsledků pedagogického výzkumu byly vyhodnoceny závěry pro hlavní hypotézy výzkumu H_1 , H_2 , H_3 a pro jejich dílčí hypotézy.

12.4 Návrh strategie výuky fyziky v experimentální oblasti na základní škole

Návrh strategie výuky fyziky v experimentální oblasti na základní škole vychází z výsledků pedagogického výzkumu této práce.

Dle výsledků pro hlavní hypotézu H_1 : *Výuka podpořená on-line experimenty má pozitivní vliv na rozložení zkoumaných pojmů v sémantickém prostoru*, se tato hlavní hypotéza potvrdila na hladině 69,70 % pro faktor hodnocení a na hladině 78,79 % pro faktor energie.

Ze závěrů pedagogického výzkumu je možné konstatovat, že experimenty, které při výuce fyziky provádějí samotní žáci pomocí edukačního systému Vernier, napomáhají žákům více porozumět a přiblížit jednotlivé fyzikální děje a procesy na základě přesunu klíčových pojmů v sémantickém prostoru.

Závěr

V teoretické části disertační práce byla rozebrána transformace z transmisivně-instruktivního modelu řízení učební činnosti k modelu konstruktivistickému ve spojení s přírodními vědami, především fyzikou.

Pro konstruktivistický model byly analyzovány výhody a nevýhody při aplikaci experimentálních činností ve výuce fyziky. Dále byly v práci zmíněné současné moderní edukační experimentální systémy se zaměřením na využití systému Vernier při výuce na základní škole.

V další části práce byly připraveny fyzikální experimenty, ke kterým byly zkonstruovány žákovské pracovní listy. Jednotlivé experimenty byly vybrány tak, aby jejich tematické zaměření cílilo na různé fyzikální veličiny, jevy a oblasti.

Pomocí připravených experimentů, žákovských pracovních listů a výzkumného aparátu byl proveden pedagogický výzkum, kterého se zúčastnilo celkově 213 žáků ze tří různých základních škol.

Ve výzkumné části práce byla za pomoci vybraného výzkumného aparátu analyzována data související se subjektivním vnímáním klíčových pojmů před a po experimentální výuce. Tato data byla zpracována pro jednotlivé experimenty, které byly realizovatelné v rámci pedagogického výzkumu.

Data byla při analýze současně tříděna tak, aby bylo možné stanovit odpovědi na hypotézy pedagogického výzkumu.

Zkoumána nebyla pouze celková změna posunu vnímání klíčových pojmů v rámci jednotlivých experimentů, ale zároveň byla data např. analyzována pro stanovenou proměnnou (vyučující fyziky) tak, aby mohlo dojít k vyhodnocení dat, která byla získána od zúčastněných kolegů, kteří se podíleli se na pedagogickém výzkumu.

Zapojením více vyučujících do výzkumu byly výsledky objektivizovány. Odpovědi na hypotézy pedagogického výzkumu byly získány na základě vyhodnocení vstupních a výstupních sémantických diferencíálů.

Po vyhodnocení hypotéz pedagogického výzkumu byly také vyhodnoceny dílčí cíle a hlavní cíl práce, jak byly stanoveny pro tuto disertační práci.

Citovaná literatura

BENEŠ, Vojtěch, Mirek KUBERA, Vítězslav NEČAS, Eva BOCHNÍČKOVÁ, Pavel BÖHM a Petra SMĚŠNÁ. *Experimenty s Vernierem – Fyzika*. Brno, Zephiros, a.s.: Gymnázium Matyáše Lercha, 2012.

ČÁBALOVÁ, Dagmar. *Pedagogika*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2011. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-2993-0.

Edufor s. r. o., Pavel BÖHM, Lucie FILIPENSKÁ, Vojtěch BENEŠ, Miroslav KUBERA, Václav PAZDERA, Martin BÍLEK, Petr ŠMEJKAL, Jakub JERMÁŘ, Věra KOUDELKOVÁ a kol, Gymnázium Cheb, Vernier Software & Technology. *Experimenty se systémem Vernier – verze 2.0 – léto 2014*.

Edufor s. r. o., Pavel BÖHM, Lucie FILIPENSKÁ, Václav PAZDERA, Martin BÍLEK, Petr ŠMEJKAL a kol., Vernier Software & Technology. *Experimenty se systémem Vernier – DVD verze 1.0 – jaro 2012*.

ENVITECH: *Rozvoj environmentálních a technických kompetencí žáků základních škol Jihočeského kraje* (online). (cit. 2016-10-26).

Dostupné z: <http://www.projekt-envitech.cz>

Experimentujme: *Stránky plné experimentů* (online). (cit. 2016-11-05).

Dostupné z: <http://www.experimentujme.cz/>

FERJENČÍK, Ján. *Úvod do metodologie psychologického výzkumu: jak zkoumat lidskou duši*. Vyd. 2. Překlad Petr Bakalář. Praha: Portál, 2010.

ISBN 978-80-7367-815-9.

HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER, DUB, Petr (ed.). *Fyzika 1.*, 2. přeprac. vyd. Překlad Miroslav Černý. Brno: VUTIUM, c2013. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-4123-1.

HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER, DUB, Petr (ed.). *Fyzika 2.*, 2. přeprac. vyd. Překlad Miroslav Černý. Brno: VUTIUM, c2013. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-4123-1.

CHRÁSTKA, Miroslav. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2007. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-1369-4.

- JAIP: *Jihočeská agentura pro podporu inovačního podnikání* (online).
(cit. 2016-10-29). Dostupné z: <http://www.jaip.cz>
- JANÁŠ, Josef. *Kapitoly z didaktiky fyziky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1996.
ISBN 80-210-1334-6.
- KAŠPAR, Emil. *Didaktika fyziky – obecné otázky*. 1. vyd. Praha: SPN, 1978.
- NeuLog: *NeuLog Logger Sensors* (online). (cit. 2017-01-10).
Dostupné z: <http://www.neulog.com>
- NeuLog: *NeuLog* (online). (cit. 2017-01-10).
Dostupné z: <http://www.kdz.cz/Produkty/Merici-system-NeuLog/>
- PASCO Scientific [US]: *PASCO*. (online). (cit. 2017-01-10).
Dostupné z: <http://www.pasco.com>
- PASCO: *Přinášíme experimentální systémy pro lepší výuku* (online). (cit. 2017-01-10).
Dostupné z: <http://www.pasco.cz/>
- PELIKÁN, Jiří. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. 2., nezměn. vyd.
Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1916-3.
- ŠERÝ, Michal a Helena BINTEROVÁ. (2012). *Možnosti grafických výstupů ze sémantického diferenciálu v programovém balíku Octave*. South Bohemia Mathematical Letters, stránky 30-39.
- ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK. *Psychodidaktika: metody efektivního a smysluplného učení a vyučování*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2011. Pedagogika (Grada).
ISBN 978-80-247-3341-8.
- Vernier: *Vernier* (online). (cit. 2017-01-10).
Dostupné z: <http://www.vernier.com>
- Vernier: *Vybavení pro výuku přírodovědných oborů* (online). (cit. 2017-01-10).
Dostupné z: <http://www.vernier.cz/uvod/rozcestnik>

Výchozí literatura

PRŮCHA, Jan. *Moderní pedagogika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0456-5.

ČÁP, Jan a Jiří MAREŠ. *Psychologie pro učitele*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-273-7.

PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. Vyd. 5. Překlad Štěpán Kovařík. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-427-4.

ŠVAŘÍČEK, Roman a Klára ŠEĎOVÁ. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2007, 377 s. ISBN 978-80-7367-313-0.

GAVORA, Peter. *Úvod do pedagogického výzkumu*. 2., rozš. české vyd. Brno: Paido, 2010, 261 s. ISBN 978-80-7315-185-0.

CHRÁSTKA, Miroslav a Vladimír JANÁK. *Statistika pro pedagogy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 1990, 52 s. ISBN 80-7067-204-8.

CHRÁSTKA, Miroslav. *K současným trendům pedagogického výzkumu ve světě: pro studenty pedagogické fakulty Univerzity Palackého*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 1995, 48 s. ISBN 80-7067-469-5.

Přílohy

Příloha 1 – Přenos tepla v kapalinách

Příloha 2 – Tání a tuhnutí krystalické látky

Příloha 3 – Tepelná výměna

Příloha 4 – Vypařování kapalin

Příloha 5 – Hydrostatický tlak

Příloha 6 – Pohyb

Příloha 7 – Kmitavý periodický pohyb

Příloha 8 – Měření osvětlení ve školním prostředí

Příloha 9 – Měření hladiny intenzity zvuku

Příloha 10 – 50 původních škál Osgoodova sémantického diferenciálu

Příloha 11 – SD Přenos tepla v kapalinách

Příloha 12 – SD Hydrostatický tlak

Příloha 13 – SD Pohyb

Příloha 14 – Přenos tepla v kapalinách – vyplněný

Příloha 15 – Hydrostatický tlak – vyplněný

Příloha 16 – Pohyb – vyplněný

Příloha 17 – SD Hydrostatický tlak – vstup – vyplněný

Příloha 18 – SD Hydrostatický tlak – výstup – vyplněný

Příloha 1 – Přenos tepla v kapalinách

Přenos tepla v kapalinách

Pomůcky

LabQuest 2, Surface Temperature Sensor – 2x, zkumavka, kahan, voda

Přenos tepla v kapalinách – 1. část

Na dno zkumavky a pod hladinu vody ponořte po jednom bodovém teplotním čidlu. Teplotní čidla připojte k dataloggeru LabQuest 2 a zobrazte si teplotu v daném místě kapaliny – viz obrázek zapojení. Zjistěte, jaká je teplota v celém objemu vody. Vodu ve zkumavce začněte zahřívát pomocí kahanu umístěného u dna zkumavky.



Odhady

- Co se stane s teplotou vody po jejím zahřívání?
- Jak se bude měnit teplota vody u dna a na jejím povrchu?

Ověřte odhady měřením

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160
t ₁ (°C) - u dna									
t ₂ (°C) - u povrchu									

Co jste zjistili? Jak se změnila teplota vody u dna a na povrchu?

Vysvětlení

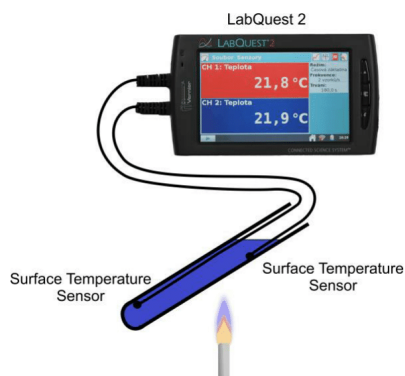
Voda u dna je přes skleněné dno zkumavky ohřívána, její objem se zvětšuje a voda má tedy menší
Podle Archimédova zákona působí na vodu o hustotě větší síla, než je tíha vody, a proto se ohřátá voda u dna zkumavky pomocí vzniklého proudění přesune k Studená voda z povrchu hladiny má hustotu a přesune se ke Tam je tato studená voda opět ohřívána. Celý proces se opakuje a teplota vody u dna i na povrchu se postupně začne vlivem přenosu tepla

Příjmení:
Třída:

Datum:

Přenos tepla v kapalinách – 2. část

Na dno zkumavky a pod hladinu vody opět ponořte po jednom bodovém teplotním čidlu. Čidla připojte k dataloggeru LabQuest 2 a zobrazte si teplotu v daných místech. Nyní dejte kahan zhruba do poloviny zkumavky a začněte vodu ve zkumavce zahřívat – viz obrázek zapojení.



Odhady

- Co se nyní stane s teplotou vody po zahřívání?
- Jak se bude měnit teplota vody u dna a na jejím povrchu?

Ověřte odhady měřením

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160
t_1 (°C) - u dna									
t_2 (°C) - u povrchu									

Co jste zjistili? Jak se změnila teplota vody u dna a na povrchu?

Vysvětlení

Voda na povrchu je přes zkumavku ohřívána, její hustota se a její objem Podle Archimédova zákona působí na vodu o hustotě větší síla, než je tíha vody. Na ohřátou vodu u povrchu působí tedy větší vztlaková síla a tato voda na povrchu. Studená voda, která má teplotu, hustotu, zůstává u dna a nemůže se k povrchu. Ve vodě nedochází k tepla

Závěr

Zahřátá voda má hustotu, a proto stoupá vzhůru. Na původní místo se dostává voda z povrchu, protože má hustotu než voda o vyšší teplotě. Celý proces se nazývá přenos tepla

Příjmení:
Třída:

Datum:

Příloha 2 – Tání a tuhnutí krystalické látky

PL – tání a tuhnutí krystalické látky

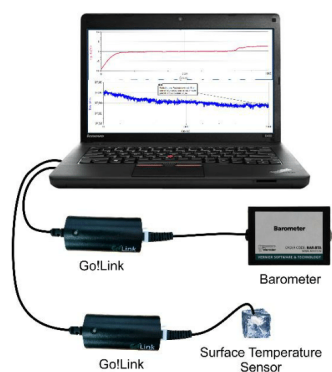
Tání a tuhnutí krystalické látky

Pomůcky

Notebook, Go!Link – 2x, Surface Temperature Sensor, Barometer, kapalný dusík, voda

Tání krystalické látky

Pomocí čidla Surface Temperature Sensor, které je zamrzlé uvnitř ledové kostky, lze zaznamenat proces tání krystalické látky. S využitím čidla Barometer můžete k procesu tání ledu zaznamenávat i tlak, při jakém tání probíhá. V programu Logger Lite nastavte dostatečný čas na měření experimentu, případně využijte možnost nepřerušovaný sběr dat. Vzorkovací frekvenci nastavte na $f = 2$ Hz. Celkové zapojení pokusu – viz obrázek.



Odhady

- Jak by mohl vypadat graf pro tání krystalické látky?

Ověřte odhady měřením

Graf, který jste při experimentu naměřili, co nejpřesněji zaznamenejte.



Příjmení:
Třída:

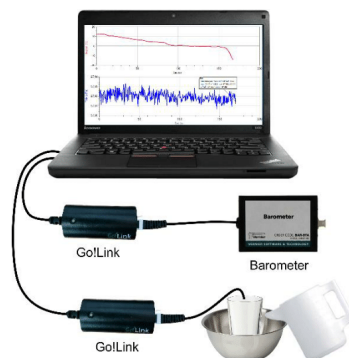
Datum:

Závěr

Graf získaný při měření lze rozdělit do tří částí. První část grafu vyjadřuje, druhá část grafu vyjadřuje, třetí část grafu vyjadřuje

Tuhnutí krystalické látky

Při experimentu zaměřeném na tuhnutí látky (voda), budete pracovat s kapalným dusíkem. Je zapotřebí dbát zvýšené opatrnosti při manipulaci s ním. V programu Logger Lite nastavte dostatečný čas na měření experimentu, případně využijte možnost Nepřerušný sběr dat. Vzorkovací frekvenci nastavte na $f = 2$ Hz. Celkové zapojení pokusu – viz obrázek.

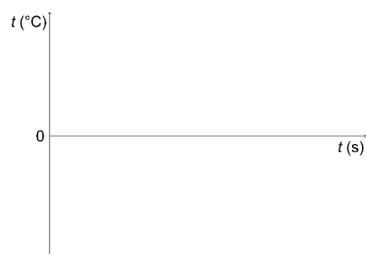


Odhady

- Jak by mohl vypadat graf pro tuhnutí krystalické látky?

Ověřte odhady měřením

Graf, který jste při experimentu naměřili, co nejpřesněji zaznamenejte.



Závěr

Graf získaný při měření lze rozdělit do tří částí. První část grafu vyjadřuje, druhá část grafu vyjadřuje, třetí část grafu vyjadřuje

Příjmení:
Třída:

Datum:

Tepelná výměna

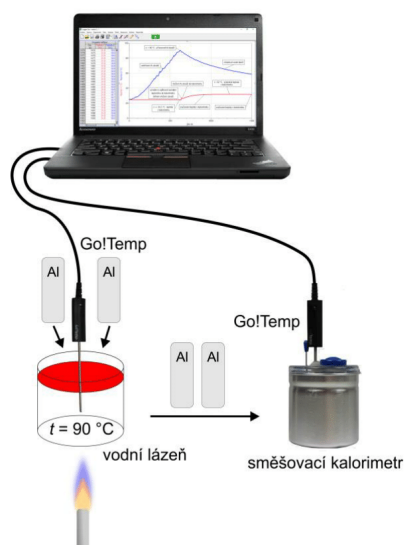
Pomůcky

Notebook, Go!Temp – 2x, směšovací kalorimetr, odměrný válec, hliníková závaží ($m = 2 \times 50 \text{ g}$), zdroj tepla, voda

Zapojení

Do směšovacího kalorimetru nalijte vodu o objemu V_1 , resp. o hmotnosti m_1 . Využijte přibližné rovnosti mezi objemem a hmotností vody, kdy $V_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ l} \approx 1 \text{ kg}$. Tuto vodu nechte v kalorimetru ustálat, pomocí senzoru Go!Temp a programu Logger Lite měřte teplotu vody t_1 uvnitř kalorimetru. Pomocí nádoby s vodou vytvořte vodní lázeň, do které dáte hliníková závaží o celkové hmotnosti m_2 . Tato závaží pomocí zdroje tepla zahřívějte na teplotu t_2 a zároveň do vodní lázně ponořte druhý senzor Go!Temp a sledujte jednotlivé teploty v programu Logger Lite.

Po zahřátí hliníkových závaží na teplotu t_2 závaží vyndejte a dejte je do směšovacího kalorimetru. Pozorujte, jak se po vložení závaží teplota vody t_1 uvnitř kalorimetru zvyšuje. Jakmile se teplota ustálí, tepelná výměna proběhla. V programu Logger Lite nastavte dostatečný čas na měření experimentu, případně využijte možnost Nepřerušný sběr dat. Vzorkovací frekvenci nastavte na $f = 1 \text{ Hz}$. Naměřenou teplotu t v kalorimetru po tepelné výměně zaznamenejte do tabulky. Zapojení experimentu je uvedeno na obrázku.



Odhady

- Odhadněte, o kolik $^{\circ}\text{C}$ se ohřeje voda po vložení hliníkových závaží?
- Které těleso teplo odevzdá a které těleso teplo přijme?
- Nastává tepelná výměna pouze mezi hliníkovými závažími a vodou ve směšovacím kalorimetru?

Příjmení:
Třída:

Datum:

Výsledná teplota

č. měření	materiál	t (°C) naměřená
1	hliníková závaží	
2	hliníková závaží	
3	hliníková závaží	

Porovnání naměřených hodnot s hodnotami vypočtenými

Výslednou teplotu, kterou jste získali při tepelné výměně mezi vodou ve směšovací kalorigmetru a ohřátými hliníkovými závažími, můžete matematicky ověřit podle rovnice,

$$Q_1 = Q_2.$$

Tuto rovnici můžete rozepsat do tvaru,

$$m_1 c_1 (t - t_1) = m_2 c_2 (t_2 - t),$$

kde si vyjádříte teplotu t ,

$$t = \frac{m_1 c_1 t_1 + m_2 c_2 t_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}.$$

Kde je m_1 – hmotnost vody v kalorigmetru, c_1 – měrná tepelná kapacita vody, t_1 – počáteční teplota vody v kalorigmetru, m_2 – hmotnost hliníkových závaží, c_2 – měrná tepelná kapacita hliníkových závaží, t_2 – teplota zahřátých hliníkových závaží, t – výsledná teplota po tepelné výměně.

č. měření	materiál	t (°C) naměřená	t (°C) vypočtená
1	hliníková závaží		
2	hliníková závaží		
3	hliníková závaží		

Závěr

- (1) Z experimentu jste zjistili, že výsledná teplota po tepelné výměně byla $t = \dots\dots\dots$ °C.
- (1) Matematickým ověřením jste zjistili, že výsledná teplota by měla být $t = \dots\dots\dots$ °C.
- (2) Z experimentu jste zjistili, že výsledná teplota po tepelné výměně byla $t = \dots\dots\dots$ °C.
- (2) Matematickým ověřením jste zjistili, že výsledná teplota by měla být $t = \dots\dots\dots$ °C.
- (3) Z experimentu jste zjistili, že výsledná teplota po tepelné výměně byla $t = \dots\dots\dots$ °C.
- (3) Matematickým ověřením jste zjistili, že výsledná teplota by měla být $t = \dots\dots\dots$ °C.

Pokud by se výsledné teploty t naměřené během experimentu neshodovaly s hodnotami vypočtenými, pokuste se odůvodnit, čím by takový rozdíl teplot mohl být způsoben.

.....

Příjmení:
Třída:

Datum:

Příloha 4 – Vypařování kapalin

PL – vypařování kapalin

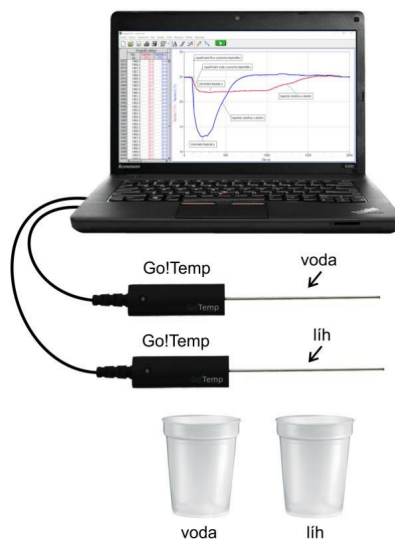
Vypařování kapalin

Pomůcky

Notebook, Go!Temp – 2x, kelímek – 2x, líh, voda

Zapojení

Před experimentem si připravte 2 kelímky – první pro vodu, druhý pro líh. Láhev s lihem a napuštěnou vodu v prvním kelímku nechte v učebně chvíli „odstát“, aby došlo k případným tepelným výměnám a teplota vody i lihu se ustálila. Do druhého kelímku přelijte líh. Do každého kelímku ponořte jeden teploměr Go!Temp. Teploměry zapojte do notebooku – viz obrázek zapojení. V programu Logger Lite nastavte dostatečný čas na měření experimentu, případně využijte možnost Nepřerušný sběr dat. Přednastavenou vzorkovací frekvenci neměňte. Po spuštění měření vyndejte teploměry z kelímků a nechte je položené na lavici.



Odhady

- Odhadněte, jestli se budou obě kapaliny vypařovat stejně rychle.
- Bude se teplota vody a teplota lihu během vypařování zvyšovat nebo snižovat?
- Můžete kolem sebe rozpoznat vypařování kapalin (např. lihu), aniž byste prováděli tento experiment?

Příjmení:
Třída:

Datum:

Teploty kapalin

kapalina	t_1 (°C) na začátku pokusu	$t_{1\text{min}}$ (°C) během vypařování
voda		
kapalina	t_2 (°C) na začátku pokusu	$t_{2\text{min}}$ (°C) během vypařování
líh		

Závěr

Z experimentu jste zjistili, že voda měla na začátku pokusu teplotu $t_1 = \dots\dots\dots$ °C, líh měl na začátku pokusu teplotu $t_2 = \dots\dots\dots$ °C. Během vypařování teplota t_1 pro vodu $\dots\dots\dots$ a teplota t_2 pro líh také $\dots\dots\dots$. Při vypařování kapalin se teplota kapalin $\dots\dots\dots$ v důsledku $\dots\dots\dots$

Příjmení:
Třída:

Datum:

Příloha 5 – Hydrostatický tlak

PL – hydrostatický tlak

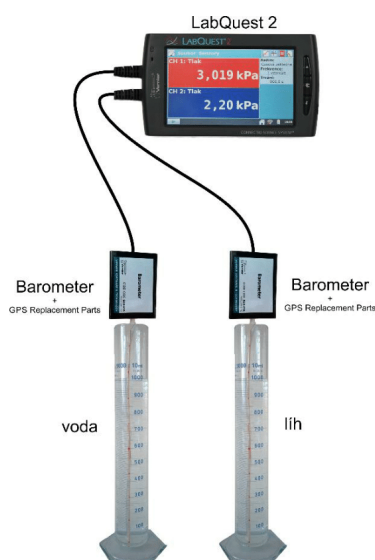
Hydrostatický tlak

Pomůcky

LabQuest 2, Barometer – 2x, GPS Replacement Parts – 2x, odměrný válec – 2x, špejle, izolepa, pravítko, líh, voda

Zapojení

K měřicímu dataloggeru připojte senzory Barometer. K hadičkám připevněte pomocí izolepy dvě spojené špejle. Začátek hadiček musí odpovídat začátku jedné ze špejí. Dále na špejích vyznačte vzdálenost od začátků hadiček $l = 5\text{ cm}$, $l = 10\text{ cm}$, $l = 15\text{ cm}$, $l = 20\text{ cm}$, $l = 25\text{ cm}$, $l = 30\text{ cm}$, hadičky připojte k barometrům. Do jednoho odměrného válce nalijte vodu o objemu $V_{\text{H}_2\text{O}} = 1\text{ 000 ml}$, do druhého odměrného válce nalijte líh o objemu $V_{\text{C}_2\text{H}_5\text{O}} = 1\text{ 000 ml}$. Obě počáteční hodnoty zobrazené na dataloggeru (hodnoty atmosférického tlaku) vynulujte. Postupně začněte paralelně obě hadičky se špejlemi ponořovat do odměrných válců. Zaznamenejte hodnoty hydrostatických tlaků pro obě kapaliny.



Odhady

- Jaký tlak může být u dna odměrného válce s vodou a s líhem?
- Na kterých veličinách by mohl záviset hydrostatický tlak?
- Bude v obou kapalinách hydrostatický tlak stejný nebo rozdílný?

Příjmení:
Třída:

Datum:

Ověřte odhady měřením

voda		líh	
h (cm)	ρ_h (kPa)	h (cm)	ρ_h (kPa)
0		0	
5		5	
10		10	
15		15	
20		20	
25		25	
30		30	

Co jste zjistili? Jak se změnil hydrostatický tlak? Na kterých veličinách závisí hydrostatický tlak?

Závěr

Z experimentu jste zjistili, že velikost hydrostatického tlaku závisí na a na kapaliny. Voda a líh musí mít různou, protože je možné naměřit ve stejné hloubce rozdílný hydrostatický tlak.

Vztah pro výpočet hydrostatického tlaku: $\rho_h = \text{---} \cdot \text{---} \cdot g$

Porovnání naměřených hodnot s hodnotami vypočtenými

Porovnejte naměřené hodnoty při experimentu s hodnotami vypočtenými pomocí zjištěného vztahu pro výpočet hydrostatického tlaku. Pro hustotu vody použijte hodnotu $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, pro hustotu líhu $\rho_{\text{C}_2\text{H}_5\text{O}} = 810 \text{ kg/m}^3$, pro tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

voda			líh		
h (cm)	ρ_h (kPa) naměřený	ρ_h (Pa) vypočtený	h (cm)	ρ_h (kPa) naměřený	ρ_h (Pa) vypočtený
0			0		
5			5		
10			10		
15			15		
20			20		
25			25		
30			30		

Příjmení:
Třída:

Datum:

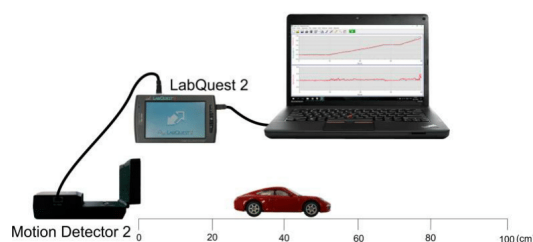
Pohyb

Pomůcky

Notebook, LabQuest 2, Motion Detector 2, autíčko, metr

Zapojení – poloha

K notebooku připojte měřící datalogger LabQuest 2. K LabQuestu 2 připojte senzor Motion Detector 2. Od senzoru dejte na lavici metr a autíčko, viz obr. zapojení.



Nastavení programu Logger Lite: osa x – čas t , osa y – poloha l .

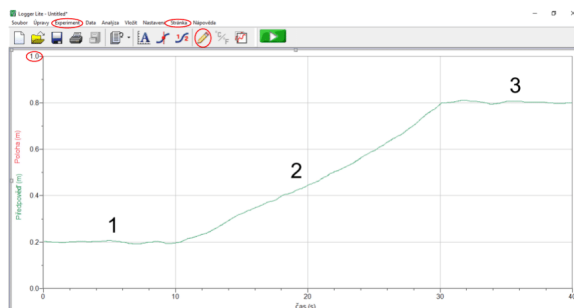
Nastavení programu Logger Lite: v programu nechte pouze graf vyjadřující polohu l autíčka od senzoru, pro graf nastavte $l_{\max} = 1$ m, vše ostatní odstraňte.

Nastavení programu Logger Lite: graf můžete zvětšit – Stránka – Automatické rozvržení stránky.

Nastavení měření: Experiment – Sběr dat – Trvání: $t = 40$ s.

Nastavení měření: přednastavenou vzorkovací frekvenci neměňte.

Nakreslení grafu: Nakreslit předpověď grafu – nakreslete graf, který se budete snažit pomoci pohybem autíčka napodobit – viz předloha níže.



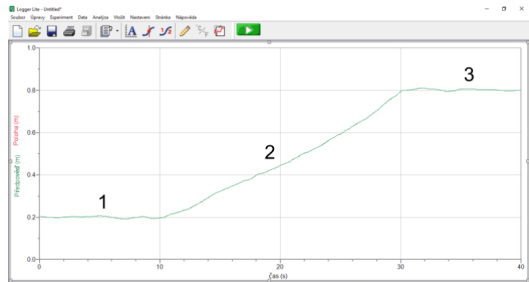
Odhady

- Když se podíváte na předkreslený graf, co budete dělat s autíčkem v části 1, v části 2 a v části 3?
- Bude se autíčko v průběhu celých 40 sekund pohybovat?

Příjmení:
Třída:

Datum:

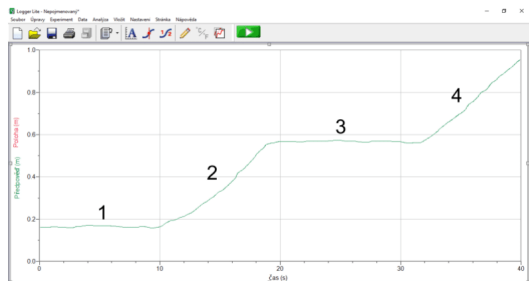
Popište jednotlivé části grafu



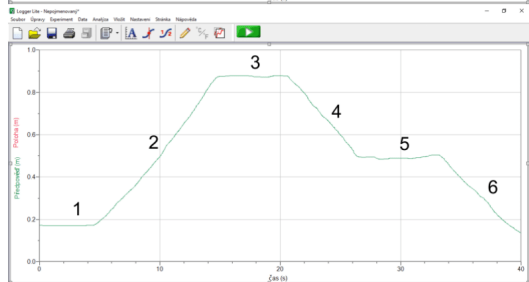
- 1 –
- 2 –
- 3 –

Tvorba grafů a jejich rozbor

Vytvořte si pomocí funkce Nakreslit předpověď grafu další grafy – viz níže. Tyto grafy se snažte pohybem autíčka napodobit, až se vám to povede, popište pohyb autíčka do pracovního listu.



- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –



- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –
- 6 –

Závěr

Z experimentů jste zjistili, že pokud se autíčko **pohybuje**

Z experimentů jste zjistili, že pokud se autíčko **pohybuje**

Z experimentů jste zjistili, že pokud se autíčko **nepohybuje**

Z experimentů jste zjistili, že pokud se autíčko **nepohybuje**

Příjmení:
Třída:

Datum:

Zapojení – rychlost

Po napodobení všech předcházejících grafů přidejte do následujícího měření další graf vyjadřující rychlost v autíčka.

Nastavení programu Logger Lite: Vložit – Graf – Rychlost.

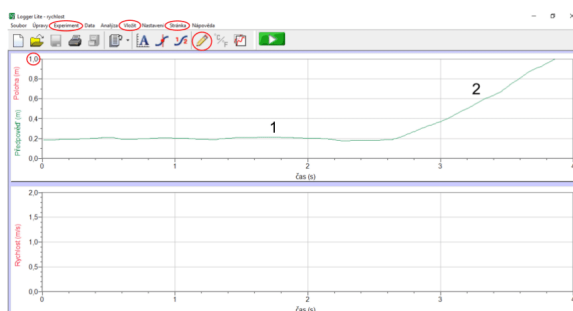
Nastavení programu Logger Lite: v programu nechte pouze grafy pro polohu l a rychlost v autíčka, vše ostatní odstraňte.

Nastavení programu Logger Lite: grafy můžete zvětšit – Stránka – Automatické rozvržení stránky.

Nastavení měření: Experiment – Sběr dat – Trvání: $t = 4$ s, opět nastavte $l_{\max} = 1$ m.

Nastavení měření: přednastavenou vzorkovací frekvenci neměňte.

Nakreslení grafu: Nakreslit předpověď grafu – nakreslete opět graf, který se budete snažit pomocí pohybu autíčka napodobit, zároveň ale budete během pohybu pozorovat i vznikající graf pro rychlost v pohybujícího se autíčka.

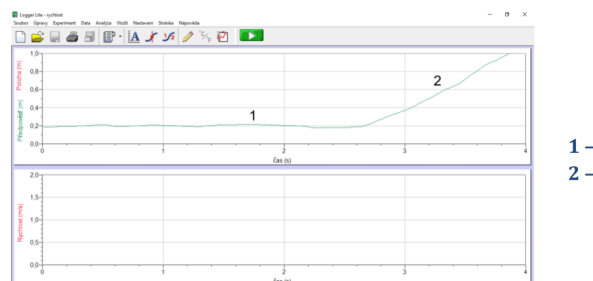


Odhady

- Když se podíváte na předkreslený graf, jaká bude rychlost autíčka v části 1 a v části 2?

Tvorba grafů a jejich rozbor

Vytvořte si pomocí funkce Nakreslit předpověď grafu další graf – viz níže. Tento graf se snažte pohybem autíčka napodobit. Popište rychlost autíčka v průběhu pohybu do pracovního listu.



Závěr

Z experimentů jste zjistili, že pokud se autíčko nepohybuje, jeho rychlost je Pokud se autíčko pohybuje, jeho rychlost

Příjmení:
Třída:

Datum:

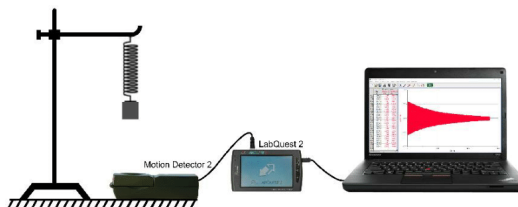
Kmitavý periodický pohyb

Pomůcky

Notebook, LabQuest 2, Motion Detector 2, podstavec, stativový materiál, pružina, závaží

Zapojení

Notebook propojte s LabQuest 2 a dále datalogger propojte se senzorem Motion Detector 2. Pomocí podstavce a stativového materiálu vytvořte konstrukci, na které bude kmitat závaží zavěšené na pružině. V programu Logger Lite nastavte dostatečný čas na měření experimentu, případně využijte možnost Nepřerušeny sběr dat. Přednastavenou vzorkovací frekvenci neměňte, před spuštěním experimentu ještě využijte možnost Nulovat..., v čase, kdy je závaží v rovnovážné poloze před začátkem pohybu. V této výchozí poloze bude senzor ukazovat vzdálenost závaží $l = 0$ cm. Schéma zapojení experimentu – viz obrázek.



Odhady

- Bude maximální výchylka (amplituda) během pohybu zůstat konstantní nebo se bude měnit?
- Odhadněte, jakou periodu T by mohl mít kmitavý periodický pohyb.
- Odhadněte, jakou frekvenci f by mohl mít kmitavý periodický pohyb.

Výpočet periody T a frekvence f

V naměřeném průběhu kmitavého periodického pohybu zvolte čas t_1 , který si zaznamenejte do tabulky. Od zvoleného času t_1 budete počítat 10 po sobě jdoucích period, jakmile budete u konce 10. periody, zaznamenejte si opět do tabulky čas t_2 . Pro odečet časů t_1 a t_2 využijte v programu Logger Lite funkci Odečet hodnot. Na základě získaných časových údajů t_1 a t_2 pro všechna 3 měření kmitavého pohybu vypočítejte pro každé z daných měření hodnotu periody T_1 , T_2 a T_3 dle vztahu,

$$T_{1,2,3} = \frac{t_2 - t_1}{10}.$$

Následně určete hodnotu frekvence f_1 , f_2 a f_3 dle vztahu,

$$f_{1,2,3} = \frac{1}{T_{1,2,3}}.$$

Příjmení:
Třída:

Datum:

Výslednou periodu T_∞ , resp. výslednou frekvenci f_∞ pohybu vypočtete jako průměr jednotlivých period T_1 , T_2 a T_3 , resp. jako průměr jednotlivých frekvencí f_1 , f_2 a f_3 , dle vztahů,

$$T_\infty = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3},$$

$$f_\infty = \frac{f_1 + f_2 + f_3}{3}.$$

Vyhodnocení naměřených hodnot

číslo měření z grafického záznamu	t_1 (s)	t_2 (s)	$T_{1,2,3}$ (s)	$f_{1,2,3}$ (Hz)	T_∞ (s)	f_∞ (Hz)
1						
2						
3						

Závěr

Z experimentu jste zjistili, že tlumený kmitavý periodický pohyb měl periodu $T_\infty = \dots\dots\dots$ a frekvenci $f_\infty = \dots\dots\dots$.

Příjmení:
Třída:

Datum:

Příloha 8 – Měření osvětlení ve školním prostředí

PL – měření osvětlení ve školním prostředí

Měření osvětlení ve školním prostředí

Pomůcky

LabQuest 2, Light Sensor

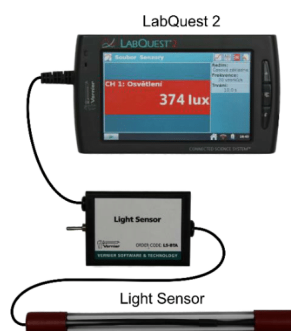
Osvětlení

Jistě jste si všimli, že každý prostor kolem vás je jinak osvětlen. To je způsobeno různým množstvím dopadajícího slunečního záření do daného prostoru. Množství dopadajícího slunečního záření do konkrétního prostoru je ovlivněno např. velikostí oken a mnoha dalšími faktory. Pokud dopadá slunečního záření málo, můžete využít umělé osvětlení – žárovky, zářivky atd.

Světelné zdroje vytvářejí světelný tok Φ – čtete „fí“. Pomocí umělých zdrojů můžete prostor výrazněji osvětlit. Osvětlení E je fyzikální veličina, která je určena velikostí světelného toku Φ dopadajícího na plochu S . Jednotkou fyzikální veličiny osvětlení E je lux (lx).

Pokud je člověk ve špatně osvětleném prostoru a musí se například soustředit na vykonávanou práci či učení, může mít špatně osvětlený prostor vliv na jeho pracovní výkon. Naopak, pokud si potřebujete odpočinout, intenzivně osvětlený prostor vám tuto činnost znepříjemňuje. Hodnoty osvětlení týkající se různých prostorů je zapotřebí upravovat tak, aby nepoškozovaly lidské zdraví. Toto platí i pro školní prostředí.

Pomocí dataloggeru LabQuest 2 a senzoru Light Sensor naměřte hodnoty osvětlení pro různé prostory ve škole.



Odhady

- Kolik lx naměříte v učebně fyziky, pokud jsou zhasnutá světla?
- Kolik lx naměříte v učebně fyziky, pokud jsou rozsvícená světla?
- Kolik lx naměříte na chodbě ve škole, pokud jsou zhasnutá světla?
- Kolik lx naměříte na chodbě ve škole, pokud jsou rozsvícená světla?
- Kolik lx naměříte v místnosti, kde nebudou okna (např. na WC) a bude zhasnuto?

Příjmení:
Třída:

Datum:

Ověřte odhady měřením

fotometrická situace	E (lx) odhad před měřením	E_{\min} - E_{\max} (lx) měření
učebna fyziky – zhasnutá světla		
učebna fyziky – rozsvícená světla		
školní chodba – zhasnutá světla		
školní chodba – rozsvícená světla		
tmavá místnost bez oken – zhasnutá světla		
školní jídelna – zhasnutá světla		
školní jídelna – rozsvícená světla		

Závěr

Během měření jste se seznámili s novou fyzikální veličinou, která souvisí s fotometrií. Tato fyzikální veličina se jmenuje, má značku a jednotku

Příjmení:
Třída:

Datum:

Příloha 9 – Měření hladiny intenzity zvuku

PL – měření hladiny intenzity zvuku

Měření hladiny intenzity zvuku

Pomůcky

Notebook, Sound Level Meter, Go!Link

Hladina intenzity zvuku – 1. část

Každý člověk je schopen vnímat zvuk pomocí sluchového orgánu – ucha. Některé zvuky mohou být pro člověka příjemné, jiné mu jsou naopak nepříjemné. Abychom mohli tyto zvuky mezi sebou nějakým způsobem porovnávat, byla zavedena fyzikální veličina – hladina intenzity zvuku L .

S touto veličinou jste se již určitě setkali, velmi dobře znáte její jednotku decibel (dB). Rozlišovací schopnost lidského ucha je právě 1 dB. Pokud se člověk vyskytuje v prostředí, ve kterém mu jsou zvukové jevy nepříjemné, označují se tyto zvuky jako hluk. Pomocí senzoru Sound Level Meter zkuste změřit hodnoty pro konkrétní příklady akustických situací.

Sound Level Meter



Odhady

- Kolik dB naměříte, pokud budete v místnosti bez spolužáků?
- Kolik dB naměříte, pokud se budete bavit se spolužákem?
- Kolik dB naměříte, pokud se budete bavit se skupinkou kamarádů?
- Kolik dB naměříte, pokud všichni spolužáci začnou najednou hlasitě křičet?

Ověřte odhady měřením

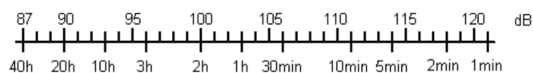
akustická situace	L (dB) odhad před měřením	$L_{\min} - L_{\max}$ (dB) měření
prázdná učebna fyziky		
prázdná chodba ve škole		
rozhovor se spolužákem či spolužačkou		
rozhovor se skupinkou spolužáků či spolužaček		
hádká dvou spolužáků		
hádká dvou spolužaček		
maximální hluk způsobený skupinou spolužáků		
maximální hluk způsobený skupinou spolužaček		
maximální hluk způsobený celou třídou		

Příjmení:
Třída:

Datum:

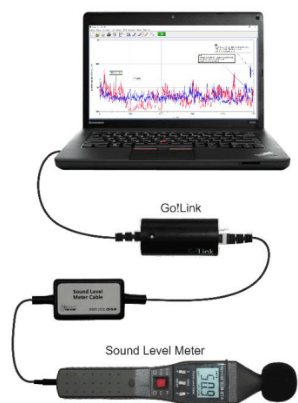
Ochrana sluchového ústrojí

Jakým způsobem vnímáte zvuky kolem sebe je dáno akustickými vlastnostmi daného prostoru. Přítomnost hluku negativně ovlivňuje život lidí. Na následujícím obrázku je znázorněno nejvyšší doporučené týdenní zatížení sluchového orgánu v závislosti na hladině intenzity zvuku tak, aby nedošlo k poškození sluchu. Rizikem poškození není jen samotná hladina intenzity zvuku, ale i doba, po kterou je člověk této energii vystaven.



Hladina intenzity zvuku – 2. část

Nyní jste si vyzkoušeli měření hladiny intenzity zvuku, přičemž jste dané hodnoty zjistili přímo ze senzoru. Tato měření a hodnoty uvedené v tabulce nebudou nikdy zcela přesné. Sami jste zjistili, že hodnoty se velmi často měnily. Pokud byste chtěli zjistit přesnější hodnotu charakterizující dané prostředí a danou akustickou situaci, museli byste měření provádět výrazně déle. K tomu můžete využít notebook a opět senzor Sound Level Meter. V programu Logger Lite nastavte dostatečný čas měření (případně využijte možnost Nepřerušovaný sběr dat) a vhodnou vzorkovací frekvenci pro danou akustickou situaci. Zapojení experimentu – viz obrázek.



Dlouhodobější měření

akustická situace	L_{min} (dB)	L_{max} (dB)	L_o (dB)

Závěr

Během měření jste se seznámili s novou fyzikální veličinou, která souvisí s akustikou. Tato fyzikální veličina se jmenuje, má značku a jednotku

Příjmení:
Třída:

Datum:

Příloha 10 – 50 původních škál Osgoodova sémantického diferenciálu

č.	škála	I	II	III	IV	h ²
1	dobrý-špatný	0,88	0,05	0,09	0,09	0,79
2	velký-malý	0,06	0,62	0,34	0,04	0,51
3	krásný-ošklivý	0,86	0,09	0,01	0,26	0,82
4	žlutý-modrý	-0,33	-0,14	0,12	0,17	0,17
5	tvrdý-měkký	-0,48	0,55	0,16	0,21	0,60
6	sladký-kyselý	0,83	-0,14	-0,09	0,02	0,72
7	silný-slabý	0,19	0,62	0,20	-0,03	0,46
8	čistý-špinavý	0,82	-0,05	0,03	0,02	0,68
9	vysoký-nízký	0,59	0,21	0,08	0,04	0,40
10	klidný-vzrušený	0,61	0,00	-0,36	-0,05	0,50
11	chutný-odporný	0,77	0,05	-0,11	0,00	0,61
12	hodnotný-bezcenný	0,79	0,04	0,13	0,00	0,64
13	červený-zelený	-0,33	-0,08	0,35	0,22	0,28
14	mladý-starý	0,31	-0,30	0,32	0,01	0,29
15	hodný-krutý	0,82	-0,10	-0,18	0,13	0,73
16	hlasitý-tichý	-0,39	0,44	0,23	0,22	0,45
17	hluboký-mělký	0,27	0,46	0,14	-0,25	0,37
18	příjemný-nepříjemný	0,82	-0,05	0,28	-0,12	0,77
19	černý-bílý	-0,64	0,31	0,01	-0,03	0,51
20	hořký-sladký	-0,80	0,11	0,20	0,03	0,69
21	veselý-smutný	0,76	-0,11	0,00	0,03	0,59
22	ostrý-tupý	0,23	0,07	0,52	-0,10	0,34
23	prázdný-plný	-0,57	-0,26	-0,03	0,18	0,43
24	divoký-klidný	-0,69	0,17	0,41	0,02	0,67
25	těžký-lehký	-0,36	0,62	-0,11	0,06	0,53
26	vlhký-suchý	0,08	0,07	-0,03	-0,14	0,03
27	posvátný-neuctivý	0,81	0,02	-0,10	0,01	0,67
28	uvolněný-napjatý	0,55	0,12	-0,37	-0,11	0,47
29	odvážný-zbabělý	0,66	0,44	0,12	0,03	0,64
30	dlouhý-krátký	0,20	0,34	0,13	-0,23	0,23
31	bohatý-chudý	0,60	0,10	0,00	-0,18	0,40
32	jasný-zamlžený	0,59	0,03	0,10	-0,16	0,38
33	horký-studený	-0,04	-0,06	0,46	0,07	0,22
34	tlustý-tenký	-0,06	0,44	-0,06	-0,11	0,21
35	pěkný-škaradý	0,87	-0,08	0,19	0,15	0,82
36	světlý-tmavý	0,69	-0,13	0,26	0,00	0,56
37	basový-pronikavý	-0,33	0,47	-0,06	0,02	0,33
38	hranatý-kulatý	-0,17	0,08	0,43	0,12	0,23
39	voňavý-páchnoucí	0,84	-0,04	-0,11	0,05	0,72
40	poctivý-nečestný	0,85	0,07	-0,02	0,16	0,75
41	aktivní-pasivní	0,14	0,04	0,59	-0,02	0,37
42	drsňý-hladký	-0,46	0,36	0,29	0,10	0,44
43	čerstvý-okoralý	0,68	0,01	0,22	-0,11	0,71
44	rychlý-pomalý	0,01	0,00	0,70	-0,12	0,50
45	čestný-nepoctivý	0,83	0,08	-0,07	0,11	0,71
46	hrbolatý-hladký	-0,42	0,60	0,26	0,27	0,68
47	blízký-vzdálený	0,41	0,13	0,11	-0,05	0,20
48	štiplavý-nedráždivý	-0,30	0,12	0,26	0,05	0,17
49	zdravý-nemocný	0,69	0,17	0,09	0,02	0,59
50	široký-úzký	0,26	0,41	-0,07	-0,11	0,25
% z celkové variance		33,78	7,62	6,24	1,52	0,4916

(Zdroj: Chrátka, 2011)

Příloha 11 – SD Přenos tepla v kapalinách

Záznamový list pro posuzování klíčových pojmů výzkumu

Vážení respondenti, tento dotazník je zcela anonymní a slouží výhradně k použití v rámci výzkumu. Cílem dotazníku je měření významu pojmů u dotazovaných lidí. V záznamovém listu vyjadřujete svůj vztah k uvedenému pojmu a vaši představu o daném pojmu. Prosím, vyplňte záznamový list poctivě a uvádějte pravdivé informace.

Pod každým pojmem je tabulka s hodnotícími sedmistupňovými škálami, do každé hodnotící škály zakřížkujte, jak na Vás daný pojem působí. Křížek udělejte do všech řádek.

Velice děkuji za spolupráci!

přenos tepla v kapalinách

princip proudění v kapalinách

dobry											špatny	<i>h</i>	dobry										špatny	<i>h</i>
prijemny											neprijemny	<i>h</i>	prijemny										neprijemny	<i>h</i>
nárocný											nenárocný	<i>e</i>	nárocný										nenárocný	<i>e</i>
problémový											bezproblémový	<i>e</i>	problémový										bezproblémový	<i>e</i>
těžký											lehký	<i>e</i>	těžký										lehký	<i>e</i>

Archimédův zákon pro kapaliny

hustota kapaliny

dobry											špatny	<i>h</i>	dobry										špatny	<i>h</i>
prijemny											neprijemny	<i>h</i>	prijemny										neprijemny	<i>h</i>
nárocný											nenárocný	<i>e</i>	nárocný										nenárocný	<i>e</i>
problémový											bezproblémový	<i>e</i>	problémový										bezproblémový	<i>e</i>
těžký											lehký	<i>e</i>	těžký										lehký	<i>e</i>

objem kapaliny

dobry											špatny	<i>h</i>
prijemny											neprijemny	<i>h</i>
nárocný											nenárocný	<i>e</i>
problémový											bezproblémový	<i>e</i>
těžký											lehký	<i>e</i>

VSTUP/VÝSTUP

Příloha 12 – SD Hydrostatický tlak

Záznamový list pro posuzování klíčových pojmů výzkumu

Vážení respondenti, tento dotazník je zcela anonymní a slouží výhradně k použití v rámci výzkumu. Cílem dotazníku je měření významu pojmů u dotazovaných lidí. V záznamovém listu vyjadřujete svůj vztah k uvedenému pojmu a vaši představu o daném pojmu. Prosím, vyplňte záznamový list poctivě a uvádějte pravdivé informace.

Pod každým pojmem je tabulka s hodnotícími sedmistupňovými škálami, do každé hodnotící škály zakřížkujte, jak na Vás daný pojem působí. Křížek udělejte do všech řádek.

Velice děkuji za spolupráci!

tlak

hydrostatický tlak v kapalinách

dobrý										špatný	<i>h</i>	dobrý										špatný	<i>h</i>
příjemný										nepříjemný	<i>h</i>	příjemný										nepříjemný	<i>h</i>
náročný										nenáročný	<i>e</i>	náročný										nenáročný	<i>e</i>
problémový										bezproblémový	<i>e</i>	problémový										bezproblémový	<i>e</i>
těžký										lehký	<i>e</i>	těžký										lehký	<i>e</i>

hustota kapaliny

hloubka kapaliny

dobrý										špatný	<i>h</i>	dobrý										špatný	<i>h</i>
příjemný										nepříjemný	<i>h</i>	příjemný										nepříjemný	<i>h</i>
náročný										nenáročný	<i>e</i>	náročný										nenáročný	<i>e</i>
problémový										bezproblémový	<i>e</i>	problémový										bezproblémový	<i>e</i>
těžký										lehký	<i>e</i>	těžký										lehký	<i>e</i>

fyzika

dobrý										špatný	<i>h</i>
příjemný										nepříjemný	<i>h</i>
náročný										nenáročný	<i>e</i>
problémový										bezproblémový	<i>e</i>
těžký										lehký	<i>e</i>

VSTUP/VÝSTUP

Příloha 13 – SD Pohyb

Záznamový list pro posuzování klíčových pojmů výzkumu

Vážení respondenti, tento dotazník je zcela anonymní a slouží výhradně k použití v rámci výzkumu. Cílem dotazníku je měření významu pojmů u dotazovaných lidí. V záznamovém listu vyjadřujete svůj vztah k uvedenému pojmu a vaši představu o daném pojmu. Prosím, vyplňte záznamový list poctivě a uvádějte pravdivé informace.

Pod každým pojmem je tabulka s hodnotícími sedmistupňovými škálami, do každé hodnotící škály zakřížkujte, jak na Vás daný pojem působí. Křížek udělejte do všech řádek.

Velice děkuji za spolupráci!

pohyb

dobry											špatny	h
prijemny											neprijemny	h
narocny											nenarocny	e
problemovy											bezproblemovy	e
tezky											lehky	e

poloha

dobry											špatny	h
prijemny											neprijemny	h
narocny											nenarocny	e
problemovy											bezproblemovy	e
tezky											lehky	e

rychlost

dobry											špatny	h
prijemny											neprijemny	h
narocny											nenarocny	e
problemovy											bezproblemovy	e
tezky											lehky	e

fyzika

dobry											špatny	h
prijemny											neprijemny	h
narocny											nenarocny	e
problemovy											bezproblemovy	e
tezky											lehky	e

VSTUP/VÝSTUP

Příloha 14 – Přenos tepla v kapalinách – vyplněný

PL – přenos tepla v kapalinách
PL – přenos tepla v kapalinách

Přenos tepla v kapalinách

Na dno zkumavky a pod hladinu vody ponořte po jednom bodovém teplotním čidlu. Teplotní čidla připojte k rozhraní LabQuest 2 a na display si zobrazte teplotu v daném místě kapaliny, viz obr. níže. Zjistěte, jaká je teplota v celém objemu vody. Vodu ve zkumavce začněte zahřívat pomocí kahanu umístěného u dna zkumavky.

160	140	120	100	80	60	40	20	0
22	26	32	38	46	55	67	77	88

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160
t ₁ (°C) - u dna	21,4	31	38	50	55	60	67	70	72
t ₂ (°C) - u povrchu	21,4	26	40	46	46	51	58	65	76

Odhady

- Co se stane s teplotou vody po jejím zahřívání?
- Jak se bude měnit teplota vody u dna a na jejím povrchu?

Ověřte odhady měření

Co jste zjistili? Jak se změnila teplota vody u dna a na povrchu?

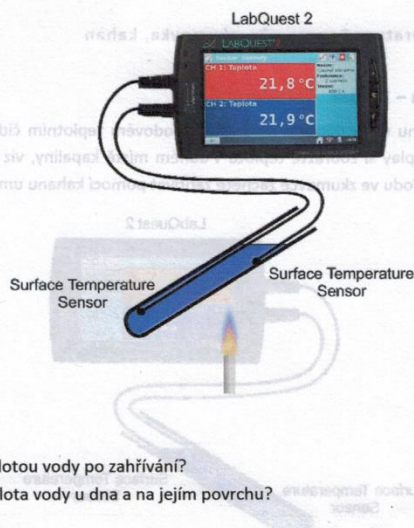
Vysvětlení

Voda u dna je přes skleněné dno zkumavky ohřívána, její objem se zvětšuje a voda má tedy menší *hustotu*. Podle Archimédova zákona působí na vodu o *menší* hustotě větší *vzlátná* síla, než je tíha vody, a proto se ohřátá voda u dna zkumavky pomocí vzniklého proudění přesune k *povrchu*. Studená voda z povrchu hladiny má *větší* hustotu a přesune se ke *dnu*. Tam je tato studená voda opět ohřívána. Celý proces se opakuje a teplota vody u dna i na povrchu se postupně začne *rovnat* vlivem přenosu tepla *prohříváním*.

Příjmení:
Třída:
Datum:
Třída:

Přenos tepla v kapalinách – 2. část

Na dno zkumavky a pod hladinu vody opět ponořte vždy po jednom bodovém teplotním čidlu. Čidla připojte k rozhraní LabQuest 2 a zobrazte si na display teplotu v daných místech. Nyní dejte kahan zhruba do poloviny zkumavky a začněte vodu ve zkumavce zahřívat, viz obr. níže.



Odhady

- Co se nyní stane s teplotou vody po zahřívání?
- Jak se bude měnit teplota vody u dna a na jejím povrchu?

Ověřte odhady měření

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160
t_1 (°C) - u dna	20	32	34	34	34	35	36	36	37
t_2 (°C) - u povrchu	21	38	52	57	64	70	77	85	88

Co jste zjistili? Jak se změnila teplota vody u dna a na povrchu?

Vysvětlení

Voda na povrchu je přes skleněný obal zkumavky ohřívána, její hustota se *sníží* a její objem *roste*. Podle Archimédova zákona působí na vodu o *menší* hustotě větší *vztlaková* síla, než je tíha vody. Na ohřátou vodu u povrchu působí tedy větší vztlaková síla a tato voda *vstoupí* na povrch. Studená voda, která má *větší* teplotu, *větší* hustotu, zůstává u dna a nemůže se *pohnout* k povrchu. Ve vodě nedochází k *smíšení* tepla *průvodem*.

Závěr

Zahřátá voda má *menší* hustotu, a proto stoupá vzhůru, na původní místo se dostává *studená* voda z povrchu volné kapaliny, protože má *větší* hustotu než voda o vyšší teplotě. Celý proces se nazývá přenos tepla *průvodem v kapalinách*.

Příjmení: *FIALKA*
Třída: *9. A*

Datum: *4. 1*

Příloha 15 – Hydrostatický tlak – vyplněný

Hydrostatický tlak

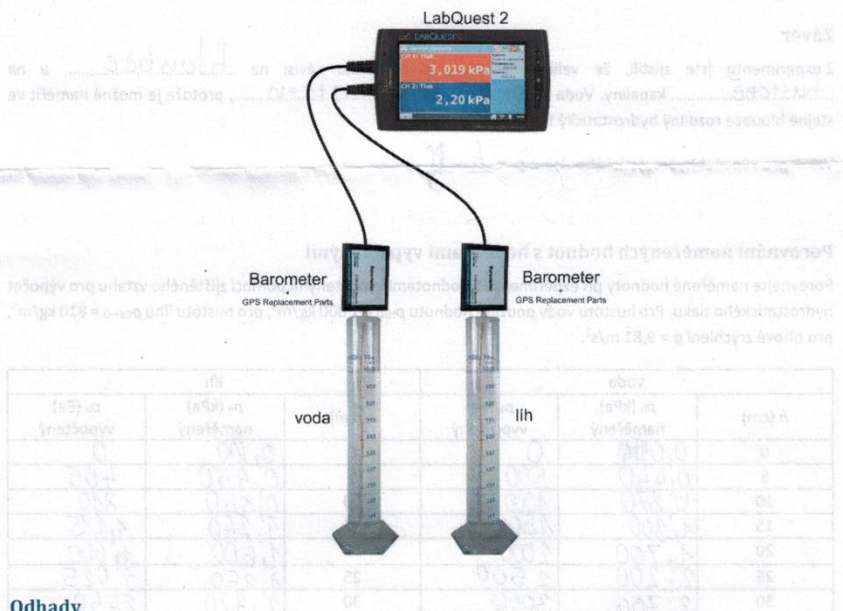
Vybavení

LabQuest 2, Barometer – 2x, GPS Replacement Parts – 2x, odměrný válec – 2x, špejle, izolepa, líh

Zapojení

K měřicímu dataloggeru připojte senzory Barometer. K hadičkám připevněte pomocí izolepy dvě spojené špejle. Začátek hadičky musí odpovídat začátku jedné ze špejí. Dále na špejích vyznačte vzdálenost od začátku hadiček $l = 5$ cm, $l = 10$ cm, $l = 15$ cm, $l = 20$ cm, $l = 25$ cm, $l = 30$ cm. Hadičky připojte k barometrům. Do jednoho odměrného válce nalijte vodu o objemu $V_{\text{H}_2\text{O}} = 1\,000$ ml, do druhého odměrného válce nalijte líh o objemu $V_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 1\,000$ ml. Obě počáteční hodnoty zobrazené na dataloggeru (hodnoty pro velikost atmosférického tlaku) vynulujte.

Postupně začněte paralelně obě hadičky se špejlemi ponořovat do odměrných válců. Zaznamenejte hodnoty pro velikosti hydrostatických tlaků pro obě kapaliny dle tabulky níže.



Odhady

- Jaký tlak může být u dna odměrného válce s vodou a s lihem?
- Na kterých veličinách by mohl záviset hydrostatický tlak?
- Bude v obou kapalinách hydrostatický tlak stejný nebo rozdílný?

Příjmení: Vávřová
Třída: 7.B

Datum: 7.2.

Ověřte odhady měřením

voda		líh	
h (cm)	p_h (kPa)	h (cm)	p_h (kPa)
0	0,000	0	0,100
5	0,440	5	0,450
10	0,870	10	0,840
15	1,300	15	1,240
20	1,700	20	1,600
25	2,200	25	1,950
30	2,706	30	2,320

Co jste zjistili? Jak se změnil hydrostatický tlak? Na kterých veličinách závisí hydrostatický tlak?

Závěr

Z experimentu jste zjistili, že velikost hydrostatického tlaku závisí na hloubce a na hustotě kapaliny. Voda a líh musí mít různou hustotu, protože je možné naměřit ve stejné hloubce rozdílný hydrostatický tlak.

Vztah pro výpočet hydrostatického tlaku: $p_h = h \cdot \rho \cdot g$

Porovnání naměřených hodnot s hodnotami vypočtenými

Porovnejte naměřené hodnoty při experimentu s hodnotami vypočtenými pomocí zjištěného vztahu pro výpočet hydrostatického tlaku. Pro hustotu vody použijte hodnotu $\rho_{H_2O} = 1\,000\text{ kg/m}^3$, pro hustotu líhu $\rho_{CH_3OH} = 810\text{ kg/m}^3$, pro tíhové zrychlení $g = 9,81\text{ m/s}^2$.

voda			líh		
h (cm)	p_h (kPa) naměřený	p_h (Pa) vypočtený	h (cm)	p_h (kPa) naměřený	p_h (Pa) vypočtený
0	0,000	0	0	0,100	0
5	0,440	500	5	0,450	405
10	0,870	1000	10	0,840	810
15	1,300	1500	15	1,240	1215
20	1,700	2000	20	1,600	1600
25	2,200	2500	25	1,950	2025
30	2,706	3000	30	2,320	2430

Příjmení:
Třída:

Datum:

Příloha 16 – Pohyb – vyplněný

D.ŠNEJKALOVÁ

Pracovní list – pohyb (poloha, rychlost)

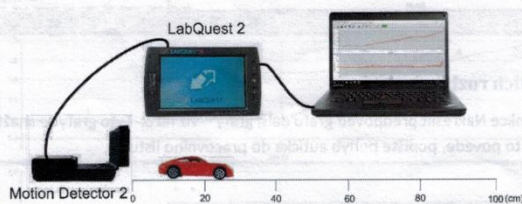
Pohyb (poloha, rychlost)

Vybavení

LabQuest 2, Motion Detector 2

Zapojení

K počítači připojte měřící datalogger Labquest 2. K LabQuestu 2 připojte senzor Motion Detector 2. Od senzoru dejte na lavici metr, viz obr. zapojení.



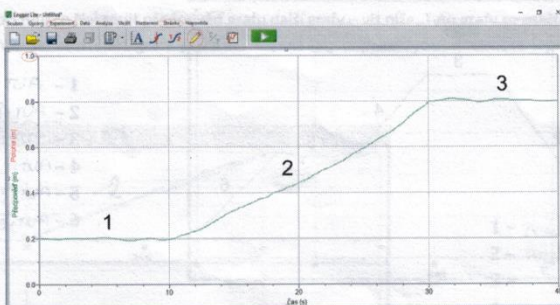
Nastavení programu Logger Lite: osa x – čas (t), osa y – poloha (l).

Nastavení programu Logger Lite: v programu nechte pouze graf vyjadřující polohu (l) autíčka od senzoru, pro graf nastavte $l_{\max} = 1 \text{ m}$, vše ostatní odstraňte.

Nastavení programu Logger Lite: graf můžete zvětšit – Stránka – Automatické rozvržení stránky.

Nastavení měření: Experiment – Sběr dat – Trvání: 40 s.

Nastavení grafu: pomocí Nakreslit předpověď grafu nakreslete graf, který se budete snažit pomocí pohybu autíčka napodobit, viz předloha níže.



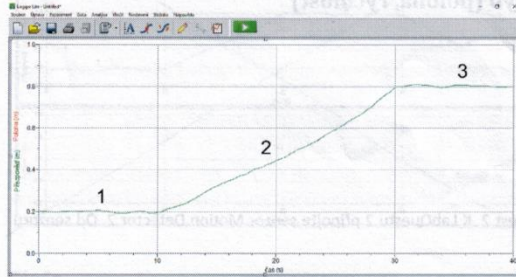
Odhady

- Když se podíváte na předkreslený graf, co budete dělat s autíčkem v části 1, v části 2 a v části 3?
- Bude se autíčko v průběhu celých 40 sekund pohybovat?

Příjmení: D.ŠNEJKALOVÁ
Třída: 4.B

Datum: 15.11. 2016

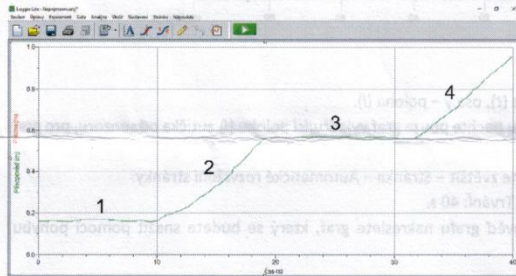
Popište jednotlivé části grafu



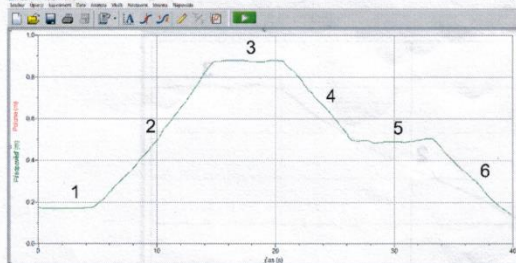
- 1 - PŮVĚTU (NEPOHYBOVALO SE)
- 2 - RŮCHLE (AUTO SE POHYBOVALO)
- 3 - DOPLAVU (AUTÍČKO STÁLO)

Tvorba grafů a jejich rozbor

Vytvořte si pomocí funkce Nakreslit předpověď grafu další grafy – viz níže. Tyto grafy se snažte pohybem autíčka napodobit, až se vám to povede, popište pohyb autíčka do pracovního listu.



- 1 - AUTÍČKO STÁLO
- 2 - AUTÍČKO JELO
- 3 - AUTÍČKO STÁLO
- 4 - AUTÍČKO JELO



- 1 - AUTÍČKO STÁLO
- 2 - AUTÍČKO JELO
- 3 - AUTÍČKO STÁLO
- 4 - AUTÍČKO COUVALO
- 5 - AUTÍČKO STÁLO
- 6 - AUTÍČKO COUVALO

Závěr

Z experimentů jste zjistili, že pokud se autíčko **pohybuje** *graf je do měřené*
 Z experimentů jste zjistili, že pokud se autíčko **pohybuje**
 Z experimentů jste zjistili, že pokud se autíčko **nepohybuje** *rozdálenost od směrnice je stejná*
 Z experimentů jste zjistili, že pokud se autíčko **nepohybuje**

Příjmení: *D. Šmejkalová*
 Třída: *7.B*

Datum: *15.11.16*

Příloha 17 – SD Hydrostatický tlak – vstup – vyplněný

Záznamový list pro posuzování klíčových pojmů výzkumu

Vážení respondenti, tento dotazník je zcela anonymní a slouží výhradně k použití v rámci výzkumu. Cílem dotazníku je měření významu pojmů u dotazovaných lidí. V záznamovém listu vyjadřujete svůj vztah k uvedenému pojmu a vaši představu o daném pojmu. Prosím, vyplňte záznamový list poctivě a uvádějte pravdivé informace.

Pod každým pojmem je tabulka s hodnotícími sedmistupňovými škálami, do každé hodnotící škály zakřížkujte, jak na Vás daný pojem působí. Křížek udělejte do všech řádek.

Velice Vám děkuji za spolupráci!

tlak

hydrostatický tlak v kapalinách

dobrý			X					špatný	<i>h</i>	dobrý			X					špatný	<i>h</i>
příjemný			X					nepříjemný	<i>h</i>	příjemný			X					nepříjemný	<i>h</i>
náročný			X					nenáročný	<i>e</i>	náročný			X					nenáročný	<i>e</i>
problémový			X					bezproblémový	<i>e</i>	problémový			X					bezproblémový	<i>e</i>
těžký			X					lehký	<i>e</i>	těžký			X					lehký	<i>e</i>

hustota kapaliny

hloubka kapaliny

dobrý			X					špatný	<i>h</i>	dobrý			X					špatný	<i>h</i>
příjemný			X					nepříjemný	<i>h</i>	příjemný			X					nepříjemný	<i>h</i>
náročný			X					nenáročný	<i>e</i>	náročný			X					nenáročný	<i>e</i>
problémový			X					bezproblémový	<i>e</i>	problémový			X					bezproblémový	<i>e</i>
těžký			X					lehký	<i>e</i>	těžký			X					lehký	<i>e</i>

fyzika

dobrý			X					špatný	<i>h</i>
příjemný			X					nepříjemný	<i>h</i>
náročný			X					nenáročný	<i>e</i>
problémový			X					bezproblémový	<i>e</i>
těžký			X					lehký	<i>e</i>

Příloha 18 – SD Hydrostatický tlak – výstup – vyplněný

Záznamový list pro posuzování klíčových pojmů výzkumu

Vážení respondenti, tento dotazník je zcela anonymní a slouží výhradně k použití v rámci výzkumu. Cílem dotazníku je měření významu pojmů u dotazovaných lidí. V záznamovém listu vyjadřujete svůj vztah k uvedenému pojmu a vaši představu o daném pojmu. Prosím, vyplňte záznamový list poctivě a uvádějte pravdivé informace.

Pod každým pojmem je tabulka s hodnotícími sedmistupňovými škálami, do každé hodnotící škály zakřížkujte, jak na Vás daný pojem působí. Křížek udělejte do všech řádek.

Velice Vám děkuji za spolupráci!

tlak

hydrostatický tlak v kapalinách

dobrý										špatný	<i>h</i>	dobrý									špatný	<i>h</i>
příjemný										nepříjemný	<i>h</i>	příjemný									nepříjemný	<i>h</i>
náročný										nenáročný	<i>e</i>	náročný									nenáročný	<i>e</i>
problémový										bezproblémový	<i>e</i>	problémový									bezproblémový	<i>e</i>
těžký										lehký	<i>e</i>	těžký									lehký	<i>e</i>

hustota kapaliny

hloubka kapaliny

dobrý										špatný	<i>h</i>	dobrý									špatný	<i>h</i>
příjemný										nepříjemný	<i>h</i>	příjemný									nepříjemný	<i>h</i>
náročný										nenáročný	<i>e</i>	náročný									nenáročný	<i>e</i>
problémový										bezproblémový	<i>e</i>	problémový									bezproblémový	<i>e</i>
těžký										lehký	<i>e</i>	těžký									lehký	<i>e</i>

fyzika

dobrý										špatný	<i>h</i>
příjemný										nepříjemný	<i>h</i>
náročný										nenáročný	<i>e</i>
problémový										bezproblémový	<i>e</i>
těžký										lehký	<i>e</i>