

Univerzita Karlova v Praze

Pedagogická fakulta

Katedra chemie a didaktiky chemie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

K počítači připojené senzory jako prostředek inovace přípravy
učitelů chemie

Sensors Attachable to Computers as a Means of Innovation in
Pre-service Chemistry Teacher Training

Bc. Marie Kintšnerová

Vedoucí práce: PhDr. Martin Rusek, Ph.D.

Studijní program: Učitelství pro střední školy

Studijní obor: Chemie - Matematika

2020

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „K počítači připojené senzory jako prostředek inovace přípravy učitelů chemie“ vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha 22. 7. 2020

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování vedoucímu diplomové práce, panu PhDr. Martinu Ruskovi, Ph.D. za jeho trpělivost při vedení mé diplomové práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce se věnuje prostředku inovace přípravy učitelů chemie. Teoretická část pojednává o reformách českého školství, o měřicích systémech, především o systému Vernier, o badatelsky orientovaném přírodovědném vzdělávání a také o projektu implementace krajského akčního plánu. Experimentální část se zaměřuje na ověření několika pokusů, kde byly použity senzory teploty a čidlo siloměr od systému Vernier, a možností jejich zavedení do výuky budoucích učitelů chemie. Dále se práce věnuje zavedení měřicího systému Vernier na vybranou střední školu. Úspěšnost zavedení měřicího systému byla ověřena formou rozhovoru s učitelkou a vedením školy. Po zavedení systému byl na škole spuštěn úspěšný přírodovědný kroužek.

Klíčová slova

měřicí systém, badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání, experiment, přírodovědný kroužek

Abstract

This master's thesis deals with the means of innovation in the training of chemistry teachers. The theoretical part deals with the reforms of the Czech education system, measuring systems, especially the Vernier system, Inquiry-Based Science Education and also the project of implementation of the regional action plan. The experimental part focuses on the verification of several experiments, where temperature sensors and a force sensor from the Vernier system were used, and the possibility of their introduction into the teaching of future chemistry teachers. Furthermore, the work deals with the introduction of the Vernier measuring system for a selected high school. The success of the implementation of the measuring system was verified in the form of an interview with the teacher and the school management. After the introduction of the system, a successful science course was started at the school.

Keywords:

measuring systems, Inquiry-Based Science Education, experiment, science course

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Do historie reforem v českých zemích.....	10
2.1 Mistr Jan Hus a jeho vliv na rozvoj školství v českých zemích.....	10
2.2 Jan Ámos Komenský a jeho vliv na školství.....	12
2.3 Tereziánské reformy v 18. století.....	12
2.4 Chemie jako vyučovací předmět na školách.....	13
3 Měřicí systémy.....	15
3.1 NeuLog.....	15
3.2 PASCO.....	16
3.3 Conatex.....	17
3.4 EdLaB.....	17
3.5 Vernier.....	18
3.5.1 Teplotní čidlo (Go!Temp).....	18
3.5.2 Siloměr se 2 rozsahy (DFS-BTA).....	19
3.5.3 Čidlo magnetického pole - teslametr (MG-BTA).....	20
3.5.4 Ampérmetr (DCP-BTA).....	20
3.5.5 Luxmetr - čidlo intenzity světla (LS-BTA).....	21
3.5.6 Voltmetr (DVP-BTA).....	21
3.5.7 GO!Link.....	22
3.5.8 LabQuest 2.....	22
3.5.9 LabQuest Mini.....	23
3.5.10 Logger Pro 3.....	24
3.5.11 Logger Lite – jak funguje program.....	25
3.6 Virtuální laboratoř.....	25
3.7 Vzdálené laboratoře.....	26
4 Badatelsky orientovaná výuka chemie (IBSE).....	27
4.1 Badatelsky orientovaná výuka IBSE.....	28
4.2 Využití IBSE u nás v rámci projektu PROFILES.....	31
5 Implementace Krajského akčního plánu Kraje Vysočina I – Učíme se ze života pro život.....	33

6 Vymezení cílů diplomové práce.....	36
7 Praktická část.....	37
7.1 Ověřovací experimenty.....	37
7.1.1 Tepelné změny chladicí směsi.....	37
7.1.2 Stav bez tíže.....	39
7.1.3 Endotermický a exotermický děj.....	41
7.2 Spolupráce s Vyšší odborná škola, Obchodní akademie a Střední odborné učiliště technické Chotěboř.....	44
7.2.1 První setkání.....	45
7.2.2 Příprava na setkání.....	45
7.2.3 Další setkání.....	46
7.2.4 Kroužek Učíme se ze života pro život.....	53
7.2.5 Výsledek zavedení měřicího systému.....	57
8 Závěr.....	58
9 Seznam informačních zdrojů:.....	61
10 Seznam obrázků.....	65
11 Seznam grafů.....	66
12 Seznam příloh.....	67

1 Úvod

V dnešním moderním světě má vědní obor chemie své nezastupitelné místo, jelikož se nemůžeme ani hnout aniž bychom nenarazili na věci, které souvisí s chemií. Setkáváme se s ní v průmyslu, lékařství, farmacii, zemědělství, elektronice a v mnohých dalších odvětvích. Je potřeba mít představu o tom, jak jsou znalosti z chemie využívány, zda pro naši podporu (boj s nemocemi, úprava pitné vody, elektronika) nebo pro naši újmu (bojové plyny, pesticidy, drogy). Z tohoto důvodu je velmi důležité žáky a studenty vzdělávat a co nejvíce jim přiblížit a správně pochopit nejen chemii ale i všechny ostatní vzdělávací obory.

V historii vzdělávání v českých zemích docházelo k velkému množství změn a k velkým výkyvům vzdělanosti českého národa. Této problematice jsem se věnovala v teoretické části mé práce až po současnou výuku chemie.

Po reformě školství z roku 2005

Už několik let se na všech typech škol usazují nejrůznější školní měřicí systémy. Převážně ve výuce přírodních věd mají významnou roli jak pro žáky a studenty, tak i pro vzdělávání učitelů. V dnešním trendu se měřicí systémy dostávají do popředí zájmu a to nejen tyto soustavy využívat k prostému měření a zkoumání v rámci experimentu, ale také je zde snaha porozumět jejich správnému fungování a principům, na kterých systémy sami pracují. Takové pochopení vede ke korektnímu a promyšlenému používání školních měřících systémů. Při badatelské výuce je proto nutné, abychom byli obezřetní, jelikož v místech experimentování, kde nejsou předem připravené metodiky pokusu, bychom se měli zamyslet, zda nám naměřené hodnoty předkládají skutečný výsledek měření nebo něco úplně jiného. [1]

V mé diplomové práci jsem se soustředila na ověření již dříve sepsaných metodik pokusů s měřícím systémem Vernier, následně jsem zhodnotila jejich vhodnost a přínos pro žáky v hodinách výuky a stejně i pro přípravu budoucích učitelů chemie. Současně

s ověřováním jsem ve spolupráci se střední školou pomohla zavést měřicí systém Vernier do tamní výuky, což vedlo na škole rovněž ke zřízení přírodovědného kroužku.

2 Do historie reforem v českých zemích

Nahlédneme-li do dějin českého školství, uvidíme, že k výchově a vzdělání se nějakým způsobem vyjadřovala většina generací. Důvodem je jistě, že každá doba nám předkládá svůj pohled na výchovu a vzdělávání. Lze v něm pozorovat potřeby sociální, kulturní a ekonomické, rovněž i problémy nové, které přinesl daný styl života poplatný dané době. [2]

Veškeré metody vzdělávání, které jsou dnes považovány za přínosné a efektivní a o kterých jsme přesvědčeni, že nás budou provázet 21. stoletím, mají hluboké historické kořeny. Tyto vyučovací metody jsou po reformě školství v současné době úspěšně používány. Metody je možné členit podle zdroje poznání (například názorné či praktické), podle aktivity samostatnosti žáků (například sdělovací nebo badatelské), na aktivizující metody (například diskuzní či didaktické hry) nebo komplexní výukové metody (například projektová výuka nebo skupinová výuka) [3]

S příchodem nových poznatků, které v průběhu dějin měnily, jak člověk vnímá a vidí svět kolem sebe, měnila se i jeho představa o přípravě svých dětí pro život. Těmito představami se zabývalo mnoho významných osobností našich dějin. [2]

Dokonce i současná krize se světovou pandemií přinesla pro dlouholeté vyučující nový pohled na výuku. Zde nedošlo k pozvolnému začleňování výuky online k běžnému dennímu vyučování, ale ze dne na den došlo k přerušení prezenční výuky a všichni se tak museli přesunout k výuce distanční. Podobně jako v dobách minulých i dnes zůstává hlavní díl zodpovědnosti za kvalitu výuky ve vzdělávání na učitelích. Nebylo tedy možné přehodit tuto zodpovědnost na rodiče žáků a studentů, když s nimi zůstali doma. Většina takovýchto rodičů nadále chodila do zaměstnání či pracovala z domu. Kdyby měli plně zastoupit i učitele a vyučovat své děti, pak by jim na to již nezbýval čas a mnohdy ani síla.

2.1 Mistr Jan Hus a jeho vliv na rozvoj školství v českých zemích

Mistra Jana Husa můžeme zařadit mezi významné reformátory své doby. Jan Hus byl velmi výraznou osobností politického i náboženského života. Spousta změn politických

i náboženských, ke kterým došlo v českých zemích za jeho života, se promítla i do reformy školství.

V roce, kdy bylo v Praze milostivé léto¹, se stal Jan Hus bakalářem svobodných umění, o 3 roky později v roce 1396 mistrem svobodných umění na Karlově univerzitě v Praze. Následující roky byl postupně jmenován examinátorem bakalářských zkoušek, examinátorem magisterských zkoušek, čímž vstoupil do profesorského sboru fakulty, a roku 1401 byl zvolen děkanem. Byl velmi uznávaným mezi mistry, což ukázal rok 1402, kdy byl zvolen rektorem celé univerzity. Ve stejném roce byl rovněž jmenován kazatelem v Betlémské kapli. Zde probíhala jeho kázání, kterými upozorňoval na nutnost dobrého života a na současnou situaci v církvi. Hus se přiklonil k názoru Jana Viklefa, který odsuzoval církevní bohatství a která se tak projevuje pouze jako církev navenek. [5] V této době se jednalo o revoluční myšlenky a Jan Hus měl u církve s tímto názorem velké problémy.

Hus se se svou kritikou opírá proti světské moci církve, poukazuje na duchovní, kteří ve své pozici své moci zneužívají a tím se církev navenek hrouťí. Rovněž se snaží o reálnou nápravu osudů městské a venkovské chudiny, se kterou značně soucítil. Probírá zásady dívčí křesťanské výchovy, užívá v mluvené i písemné formě spisovný jazyk a zavádí diakritický pravopis.

Během husitského revolučního hnutí došlo ke změnám i ve školství. Bylo zamýšleno zpřístupnit základní vzdělání všem vrstvám společnosti, výuka by měla probíhat v mateřském jazyce a vzdělání mělo být dovoleno i ženám a dívkám.

Tradice husitské vzdělanosti se držela v českých zemích až do pobělohorské doby, kde byla přerušena násilnou rekatolizací v Čechách. Rovněž zavedení latiny jako obřadního jazyka vedlo v českém kulturním životě ke značnému úpadku. Tím také došlo ke snížení vzdělanosti na českém venkově a značně se rozšířila mezi lidem negramotnost.[6]

¹ Milostivé léto ke všem katolickým věřícím bylo vyhlášeno tehdejším papežem Bonifácem IX. Všichni věřící mohli při návštěvě kostela a zaplacení určité částky, dosáhnout odpuštění hříchu. [4]

2.2 Jan Ámos Komenský a jeho vliv na školství

Jan Ámos Komenský, významný reformátor nejen v českém školství, zakladatel novodobé teorie vyučování, která se uplatnila v českých zemích, ale i daleko za jejich hranicemi, je Učitel národů, o kterém se nelze nezmínit. Komenský je jedním z nejuznávanějších pedagogů u nás a neméně tak i ve světové literatuře. Ve své době předložil naprosto novodobý úhel pohledu na vzdělávání, který uvedl ve svých spisech a který se praktikuje ve školství dodnes. Jedná se především o jeho návrh struktury školství či organizace výuky v homogenních třídách. Předložil pojmy jako školní rok či školní prázdniny, stanovil délku školního týdnu i kolik vyučovacích hodin se v něm bude nacházet. Základy dnes hojně vyhledávaného zážitkového vyučování předložil Jan Amos Komenský ve své škole na jevišti. [7]

Podle Komenského je potřeba ve výuce především postupovat od jednoduššího, proto chce nejprve učit své žáky mateřskému jazyku a až posléze jazyku cizímu. Tímto postojem předložil již ve své době nutnost, kterou vnímáme dnes, jako velmi podstatnou součást vzdělání, a to ovládat nejen svůj mateřský jazyk ale rovněž také cizí jazyk pro snadnou komunikaci. Jan Amos Komenský předložil svou vizi ideální školy jako „dílnu lidskosti“, kde se má uplatnit na prvním místě hlavně zájem o jednotlivé žáky a zároveň jejich všestranný rozvoj. Jedná se rozvoj tří darů člověka a to myšlení, mluvení a jednání, aby byl takový člověk ve všem vzdělaný. Komenský jistě i nadále zůstane velkou inspirací pro pedagogy dnešní i budoucí, jelikož didaktické principy, kterými chtěl probouzet i udržovat zájem o učení u svých žáků, jsou aktuální i v současnosti. Po právu je tak Komenský považován za předchůdce moderního pojetí školské výchovy. Přestože je Jan Amos Komenský již více než tři staletí po smrti, jeho revoluční myšlenky a názory nebyly překonány a užívají se tak dodnes. *„Cílem vzdělání a moudrosti je, aby člověk viděl před sebou jasnou cestu života, po ní opatrně vykračoval, pamatoval na minulost, znal přítomnost a předvídal budoucnost.“* [8]

2.3 Tereziánské reformy v 18. století

Marie Terezie převzala vládu na habsburském trůně po smrti svého otce císaře Karla VI. Během její vlády došlo v celé monarchii k velmi významným reformním změnám.

Kromě školské reformy proběhla i reforma berní, správní a soudní, finanční a sociální, hospodářská a také vojenská. Právě reforma školská za její vlády dala vzniknout na našem území školám na úrovni základního a středního vzdělání. Jednalo se o školy triviální, které byly tříleté, školy hlavní, které byly tři až čtyřleté, a gymnázia, která byla pětiletá. Byl to velký krok kupředu ve vzdělání na našem území, jelikož po třicetileté válce značně vrostla negramotnost našeho národa. Marie Terezie chtěla svou zemi rozvíjet, uvědomovala si, že nízká úroveň vzdělání je pro dobrý rozvoj překážkou. Vydala proto nařízení o povinné školní docházce, která byla povinná pro děti od šesti do dvanácti let. Školská reforma tak byla uvedena v platnost roku 1774 a s drobnými změnami vydržela téměř 100 let. Pro školní vzdělání na našem území to znamenalo historicky první zásah státu a hierarchie školství, jejíž jednotlivé stupně na sebe navazovaly obsahem, se stala první, která byla postavena na základech Komenského představ. Na školách se vyučovalo náboženství, čtení, psaní, počítání, hospodářství a pro dívky šití a pletení. [2]

2.4 Chemie jako vyučovací předmět na školách

Za vlády Marie Terezie se chemie jako samostatný předmět nevyučoval na triviálních ani na hlavních školách. Velmi střídmě se objevovala v rámci přírodovědných předmětů na filozofických studiích, které představovali mezistupeň mezi gymnáziem a univerzitou. Pouze na univerzitě a vysoké technické škole se tehdy objevila jako jeden z předmětů.[9] V 19. století se o reformní změny snažil Karel Slavomil Amerling, protože se domníval, že by se české školství mělo vybudovat pro potřeby českého národa. Amerling založil v roce 1840 v Praze vzdělávací ústav Budeč, kde se vyučovalo česky a zaměřeno bylo i na technologii a vědy přírodní včetně chemie, rovněž i vzdělávání a výchovu žen. Zaměřoval se především na názornost a přiměřenost výuky, založenou na Komenského principech. [10] Až roku 1848 vstoupila v platnost Bonitzovy-Exnerovy reforma. Školy hlavní byly rozšířeny a vznikly tak školy měšťanské. Ve vyučování se objevil na čtyři hodiny týdně vyučovací předmět přírodopis, jehož součástí byla fyzika i chemie.

Základní školský zákon uvedený v platnost roku 1869 prodloužil povinnou školní docházku o dva roky, která se dělila na pět let obecné školy a tři roky měšťanky nebo přechod na osmileté gymnázium či reálné gymnázium a nebo sedmiletou reálku. Na gymnáziu byla chemie spojena s fyzikou v jediný vyučovací předmět. Oproti tomu na reálných gymnáziích či reálkách se už chemie vyskytovala samostatně a to v kvartě, kvintě a sextě, kde již byla součástí vyučování i praktická cvičení z chemie. Tato praktická cvičení se stala povinnými pro reálná gymnázia až ve školním roce 1930/1931.

Vznikem Československé republiky roku 1918 byl převzatý systém školství od Rakouska-Uherska rozšířen o výuku chemie i na gymnáziích.

Po ukončení 2. světové války se chemie stala povinným předmětem na všech všeobecně vzdělávacích školách. Přijetím Školského zákona o jednotné škole roku 1948 byla stanovena základní školní docházka na 9 let. V následujících letech bylo přijato několik dalších školních zákonů, které upravovali výuku chemie určenou pro 8. a 9. ročník základní devítileté školy v každém 3. ročníku střední všeobecně vzdělávací školy. O několik let později byla základní škola zkrácena na 8 let a chemie se vyučovala v 7. a 8. ročníku. Na středních školách se chemie učila od 1. do 3. ročníku. Důrazným posílením teoretické části poznatků z chemie v 80. letech se hlavně ze základních škol začaly pozvolna vytrácet školní pokusy, protože však byly školy státem podporovány a vybavovány pomůckami i chemikáliemi, školní experimenty v rámci výuky chemie se stále ještě byly provozovány v dostatečné míře. Tato podpora byla zasazena přímo ve školském systému. Školy tak měli ve výbavě soubory pomůcek, které byly vytvořeny a vyvíjeny ve spolupráci s didaktiky chemie a které byly dodávány od několika výrobních závodů [11].

Naproti tomu v 90. letech se na školách mohlo pracovat pouze s pomůckami a chemikáliemi, které na školách zůstaly z minulých let, jelikož státní podpora s rozvozem vybavení na každý školní rok skončila. V průběhu času se bohužel pomůcky opotřebovali nebo se úplně rozbily, stejně tak chemikálie byly časem spotřebovány. Experimentování v rámci hodin chemie se pak začalo vytrácet [12].

3 Měřicí systémy

Pro všechny přírodovědné předměty platí, že názornost realizovaného experimentu, který mohou žáci a studenti pozorovat přímo či nepřímo, má nezastupitelné místo v rámci výuky. K provádění pokusů slouží dobře známé a léty ověřené jednotlivé měřicí přístroje ale i celé měřicí systémy, které jsou v dnešní době značně atraktivní nejen pro studenty. Měřicí systémy tvoří ucelenou základnu pro vedení a provádění pokusů v rámci výuky přírodních věd. Pro každý z přírodovědných předmětů jsou připraveny specializované sady, které obsahují potřebné vybavení pro experimenty včetně měřících senzorů, sond a rovněž vypracované školní pokusy. Pomocí těchto systémů lze získávat velké množství veličin fyzikálních, chemických i biologických najednou. Cílem využívání měřících systémů je získávat data v reálném čase z okolního světa a ukazovat a zaznamenávat pro žáky nebo studenty, co se kolem nich děje a jak funguje svět, který je obklopuje. Veškeré naměřené hodnoty a zjištěné poznatky z výsledků měření mohou studenti vidět formou záznamu buď číselného, grafického nebo jsou zapsány do tabulky. [13]

3.1 NeuLog

„NeuLog představuje univerzální vyučovací systém pro experimentální výuku přírodních věd. Využitím nejmodernější počítačové a přístrojové technologie se dostává na vyšší kvalitativní úroveň, což se projevuje jednodušší prací při experimentech se zachováním přesnosti, variability a názornosti.“ [14]

Měřicí systém NeuLog nabízí senzory, které dokáží nejen měřit požadované hodnoty, ale obsahuje i paměťovou jednotku díky níž umožňuje získávat data bez nutnosti připojení ke čtecímu zařízení. Pokusy lze tak provádět v delším časovém horizontu i mimo laboratoř.

Některé vybrané produkty, které firma nabízí: senzory (vápenatý, chloridový, rosného bodu, teploty, světla nebo proudový), moduly (USB, grafický zobrazovací, baterie nebo rádiový komunikační) či další zařízení (pH metr, oxymetr nebo fotobrána). [14]



Obrázek 1: Grafický zobrazovací modul - NeuLog,
zdroj:
<https://www.moderniskola.eu/produkty/neulog/042013-06-21-06-50-10-761-detail.html>

3.2 PASCO

„Společnost PASCO vyrábí již více než 40 let kompletní vybavení pro experimentální výuku přírodních věd. Svými vysoce kvalitními technologickými nástroji a neustálým vývojem výukových systémů a vzdělávacích materiálů podněcuje PASCO zájem o přírodní vědy, inspiruje studenty i jejich pedagogy a propaguje aplikovanou vědu v hodinách fyziky, biologie, chemie, nebo environmentální výchovy. Pro všechny tyto předměty má PASCO nejen specializované sady měřících sond, senzorů a experimentálního příslušenství, ale také vypracované školní experimenty, včetně metodiky vedení seminářů pro lektory. (Tyto jsou k dispozici jak v českém, tak i v anglickém jazyce.)“ [13].

Některé vybrané produkty, které firma nabízí: bezdrátové a drátové senzory (teploty, tlaku, pH, napětí, vodivosti, spektrometr), pomůcky a příslušenství (pro titraci, rozbor vody, teplotní sondy, elektrody), sady (pro chemii či bezdrátová čidla), rozhraní a software (pro připojení všech drátových i bezdrátových senzorů a čidel).



Obrázek 2: Bezdrátový spektrometr - PASCO, zdroj:
<https://pasco.cz/senzory-a-cidla/7-bezdratove-senzory/81-bezdratovy-spektrometr>

3.3 Conatex

Firma Conatex poskytuje učební pomůcky pro výuku přírodních věd více než šedesát let a z toho již dvacet let u nás. Conatex kromě vybavení pro fyziku, chemii, biologii, ekologii či laboratoř (větrné a solární generátory, kolekce kovů používaných v průmyslu nebo elektrody a čočky) nabízí sady a kufříky pro práci žáků a studentů (kufřík nanotechnologie, sada pro analytickou chemii či mikrovědu), Labdisc (bezdrátová jednotka pro analýzu dat až z několika senzorů najednou) a také návody k použití pomůcek. [15]



Obrázek 3: Sada Základy elektrochemie - CONATEX, zdroj:
https://www.conatex.cz/catalog/chemie/elektrochemie/elektrochemicke_prvky/product-sada_zaklady_elektrochemie/sku-1008057#.Xwgshigzbb0

3.4 EdLaB

„Ve školách najde uplatnění při podpoře aktivní experimentální činnosti žáků v hodinách fyziky, biologie, chemie nebo environmentální výchovy s využitím specializovaných sad měřících sond, senzorů a příslušenství. Žáci mohou řešit úlohy ve formě laboratorních prací nebo problémových úloh formulovaných v souladu se školními vzdělávacími programy.“ [16]

K měřicímu zařízení lze připojit až osm čidel, které mohou měřit různé veličiny napříč všemi přírodovědnými předměty (teploměr, kyslíkové čidlo, pH metr, čidlo oxidačně redukčních potenciálů) a je možné k němu rovněž přes redukci připojit i čidla Vernier.

Také zde poskytují základní balíčky pro biologii, fyziku, chemii a enviromentální výchovu pro využití EdLaB měřicího zařízení, které ke součástí jednotlivých balíčků.



Obrázek 4: Teploměr - EdLaB, zdroj: <http://edlab.cz/cidla/teploměr-detail>

3.5 Vernier

Firma Vernier nabízí značně podobný typ senzorů, stejně tak i jejich využití. Produkty od PASCO však používají jiné rozhraní než senzory a další vybavení od Vernier. Rozdíl také najdeme v softwaru, který vyhodnocuje získaná data ze senzorů. Firma Vernier poskytuje mnoho pomůcek pro fyziku, chemii a biologii, zaměřuje se na provádění experimentů jak ve třídě tak i mimo ni. Předkládají technickou i metodickou podporu a zároveň pořádají akreditovaná školení. [17] Pro své senzory firma předkládá dvě možnosti čtecích programů. Jedná se o placenou verzi Logger Pro, který má více funkcí pro práci s naměřenými daty, nebo volně stažitelnou verzi Logger Lite.

Protože jsem pracovala v praktické části diplomové práce s několika přístroji od firmy Vernier, věnovala jsem jim ve své práci více pozornosti².

3.5.1 Teplotní čidlo (Go!Temp)

Jde o chemicky odolné čidlo pro měření teploty s rozsahem -20 až 115 °C, které je možné připojit přímo k počítači přes USB konektor.

Technická data:

² Každý z níže uvedených senzorů, všechny obrázky a informace o nich jsou dostupné na stránkách www.vernier.cz/produkty/senzory

- připojuje se k počítači přes USB port
- měří v rozsahu od -20 °C do 115 °C
- spolehlivě odolné až do teploty 150 °C
- přesnost přístroje $\pm 0,5$ °C
- rozlišení 0,07 °C

Některá možná použití:

- změna teploty při alkoholovém kvašení
- ohřev vody – různé způsoby a jejich účinnost
- tepelné zbarvení chemických reakcí
- destilace
- krystalizační teplo



Obrázek 5: Teplotní čidlo Go!Temp - Vernier

3.5.2 Siloměr se 2 rozsahy (DFS-BTA)

Jedná se o siloměr s nastavitelnými dvěma rozsahy sběru dat pro měření v tahu i v tlaku.

Technická data:

- rozsah -10 N až 10 N s citlivostí 0,01 N
- rozsah -50 N až 50 N s citlivostí 0,05 N

Některá možná použití:



Obrázek 6: Siloměr se 2 rozsahy - Vernier

3.5.3 Čidlo magnetického pole - teslametr (MG-BTA)

Jedná se o senzor s citlivostí vhodnou pro studium zemského magnetismu nebo dokáže změřit i silná magnetická pole trvalých magnetů. Pro tato měření obsahuje dva rozsahy.

Technická data:

- rozsah - 0,3 mT až + 0,3 mT s citlivostí 0,0002 mT
- rozsah - 6,4mT až + 6,4 mT s citlivostí 0,004 mT

Některá možná použití:

- studium magnetického pole Země
- velikost magnetické indukce cívek
- velikost magnetické indukce v okolí magnetů
- velikost magnetické indukce vodičů s proudem



Obrázek 7: Čidlo magnetického pole - teslametr - Vernier

3.5.4 Ampérmetr (DCP-BTA)

Senzor pro jednoduché měření v obvodech se stejnosměrným nebo střídavým proudem.

Technická data:

- rozsah - 0,6 mA až + 0,6 mA s citlivostí 0,31 mA
- obsahuje rezistor (0,1 Ω)

Některá možná použití:

- elektrochemické experimenty
- ověření platnosti Ohmova zákona
- měření proudu v sériově zapojených obvodech
- měření proudu v paralelně zapojených obvodech



Obrázek 8: Ampérmetr - Vernier

3.5.5 Luxmetr - čidlo intenzity světla (LS-BTA)

Stejně jako oko člověka tak toto čidlo zareaguje na intenzitu světla v závislosti na jednotlivé části světelného spektra. Zařízení umožňuje až tři nastavení rozsahu pro zkoumání výše osvětlení za daných podmínek.

Technická data:

- rozsah 0 lx až 600 lx s citlovostí 0,2 lx – slabé osvětlení
- rozsah 0 lx až 6000 lx s citlovostí 2 lx – běžně osvětlená místnost
- rozsah 0 lx až 150000 lx s citlivostí 50 lx – mimo budovy za slunečního svitu

Některá možná použití:

- pohlcování optickými filtry
- studium polarizace
- kvalita osvětlení v místnosti
- závislost intenzity světla na vzdálenosti od zdroje



Obrázek 9: Luxmetr - čidlo intenzity světla - Vernier

3.5.6 Voltmetr (DVP-BTA)

Senzor pro jednoduché měření ve stejnosměrných nebo střídavých obvodech. Je možné použít i několik těchto voltmetrů najednou.

Technická data:

- rozsah - 6 V až + 6 V s citlivostí 3,1 mV

Některá možná použití:

- ověření Ohmova zákona
- experimenty elektrochemické



Obrázek 10: Voltmetr - Vernier

- měření napětí při sériovém či paralelním zapojení rezistorů
- měření napětí při sériovém či paralelním zapojení kondenzátorů

3.5.7 GO!Link

Go!Link je jednoduché rozhraní pro připojení senzorů a čidel přes USB konektor k počítači. Rozhraní je určeno pro senzory s analogovým připojením, které lze rozpoznat koncovkou v kódu xxx-BTA. Pro velké množství pokusů s podporou počítače je zcela vyhovující propojení senzorů přes Go!Link. Pokud je však nutné mít pro experiment více připojených analogových senzorů, je možné připojit k počítači několik rozhraní GO!Link najednou.

Technická data:

- propojuje se přes USB konektor
- vzorkovací frekvence až 200 Hz
- rozlišení 12 bitů
- k počítači lze připojit více Go!Link současně
- připojí k sobě senzory s koncovkou kódu -BTA



Obrázek 11: Go!Link - Vernier

3.5.8 LabQuest 2

Vernier LabQuest 2 je samostatné zařízení pro použití na sběr měřených dat senzory s vestavěnou grafickou a analytickou aplikací. Velká dotyková obrazovka, která má i vysoké rozlišení, usnadňuje a je značně intuitivním zařízením pro sběr, analýzu a dělení získaných hodnot během experimentu. Jeho bezdrátové propojení má podporující funkci spolupráce i osobního učení při práci s naměřenými daty. Zařízení LabQuest 2 je jednoduše připojitelné přes USB port do počítače s programem Logger Pro či Logger Lite, může také snadno komunikovat bezdrátovým přenosem i s jinými zařízeními. Mezi taková patří tablety, chytré telefony a další.[18]

Technická data:

- propojitelný se všemi senzory Vernier
- je možné připojit 3 analogové (kód končí -BTA) a 2 digitální (kód končí -BTD) senzory
- lze propojit přes USB konektor k počítači
- připojitelný flashdisc
- připojí několik bezdrátových senzorů



Obrázek 12: LabQuest 2 - Vernier

3.5.9 LabQuest Mini

Přestože LabQuest 2 je výborným přenosným čtecím zařízením při experimentování, tak i LabQuest Mini, jeho zjednodušená verze bez dotykového displeje, je dostačujícím zařízením pro provádění pokusů, kterým postačí měření a práce na počítači.

Technická data:

- je možné připojit až 5 senzorů najednou: 3 analogové (kód končí -BTA) a 2 digitální (kód končí -BTD)
- vzorkovací frekvence přes USB je až 100 000 Hz



Obrázek 13: LabQuest Mini - Vernier

3.5.10 Logger Pro 3

Jde o placenou multilicenci programu Logger Pro pro celou školu, zaměstnance i studenty. Pro senzory a rozhraní Vernier existuje i lehče zjednodušená verze programu Logger Pro s názvem Logger Lite, která je volně stažitelná z distributorových stránek. Právě placená verze obsahuje více možností pro analýzu, zobrazování a zpracování získaných hodnot. Vhodné navržení programů Logger Pro a Logger Lite umožňuje efektivně vést školní experimentování, promítání dataprojektorem aktuální hodnoty, grafy, tabulky, stejně tak je pro další zpracování zapisovat do počítače. Se získanými daty je možné pracovat pomocí zavedených nástrojů přímo v programu nebo je lze přetáhnout např. do Excelu. Po připojení počítače se čtecím programem do počítačové sítě nebo k internetu, umožňuje Logger Pro vysílat měřené hodnoty, se kterými jde vzdáleně pracovat jednotlivými studenty na chytrých telefonech, tabletech či počítačích. Program je rovněž možné vyzkoušet na třicet dní zdarma.

Co umí Logger Pro navíc od Logger Lite:

- a) prokládání naměřených dat matematickými funkcemi
- b) dopočítávané veličiny, uživatelské proměnné a matematické modelování
- c) videoanalýza
- d) vzdálené experimenty, data v mobilech a tabletech
- e) pokročilá analýza dat (statistika, interpolace, numerická integrace, výpočet derivací)

- f) Trigger (podmíněné spuštění měření)
- g) vícestránkové pracovní listy včetně obrázků
- h) pokročilá práce s daty (logaritmické měřítko, přidání další osy s jinou veličinou, posuvný graf)
- i) export do google map
- j) řízení elektrických zařízení v závislosti na datech ze senzorů

3.5.11 Logger Lite – jak funguje program

Každé zařízení Vernier, které se připojí k počítači (nebo k jinému zařízení s Logger Lite), je programem hned rozpoznáno. Zobrazí se připravený prázdný graf na záznam vývoje naměřených dat a tabulku Excelu pro zápis získaných hodnot. Automatické nastavení programu je na dobu měření 180 s a frekvenci pro vzorek 2krát za sekundu (jedná se o *osu x*). Takové nastavení je možné přenastavit vybráním možnosti *Experiment – Sběr dat* nebo jej lze změnit z měření časové závislosti na *Události se vstupy a počet kapek* (vhodné pro počítání přidaných kapek, než pro měření uběhlého času). Měření a sběr dat se spustí zeleným tlačítkem start. Velikost měřítka pro *osu y* je možné nechat programem upravit pomocí možnosti *Automatické měřítko* a to se pak přizpůsobí naměřeným hodnotám. Tlačítko *Odečet hodnot* zobrazí na grafu volně nastavitelnou kolmou přímkou k ose *x*. V průsečíku kolmice s vykresleným grafem se zvýrazní v tabulce Excelu odpovídající čas, kdy byla hodnota zapsána, a získaná hodnota z proběhlého měření.

Přestože se jedná o volně stažitelnou verzi, stále se na programu pracuje, aby dobře fungoval.

3.6 Virtuální laboratoř

Koncept virtuální laboratoře používají vyučující již řadu let v podobě papíru a tužky, kde se jedná o laboratorní zkušenost bez skutečné laboratoře. U této metody byla data experimentu již dříve získána a žáci a studenti pouze pracují s jejími výsledky a

vyhodnocují získané poznatky. S rozvojem výpočetní techniky tento typ laboratoří pronikl i tam. Představuje se tak práce v laboratoři na základě připravené počítačové simulace. Při výuce si student může lehce zvolit hledanou simulaci, kterou se má zabývat. Při pozorování může interaktivně měnit různé parametry pouze do určité míry (záleží na možnostech apletu). Simulace jsou napsány v různých programovacích jazycích (příkladem jsou Java či Flash). U všech je vždy stejná myšlenka, protože aplety a simulace se dají zhlédnout přes webový prohlížeč a obměnou nastavitelných parametrů je lze částečně ovlivňovat. Mezi takové parametry patří zpomalování, zastavování, krokování, přibližování pohledu nebo změna výchozích hodnot či hodnot fyzikálních veličin. Rovněž se takovým laboratořím přezdívá *simulované laboratoře*. [19, 20]

3.7 Vzdálené laboratoře

Dalším krokem ve virtuálních laboratořích jsou vzdálené laboratoře (skutečně virtuální laboratoře). Obsahují reálné experimenty, které je možné řídit prostřednictvím webového prohlížeče a ve které jsou jen v malé míře užívány naprogramované algoritmy. Studenti díky vzdálené laboratoři mohou provést připravený experiment, který by ve školní laboratoři jinak nebyl možný (převážně z nedostatku vybavenosti školní laboratoře). Dále mohou studenti průběh pokusu sami ovlivňovat, vstupovat do něj a určovat směr. K naměřeným hodnotám se mohou studenti dostat buď přímo z prohlížeče nebo je mohou získat přes mail. Dalším zajímavým poznatkem při využívání vzdálené laboratoře je, že studenti ztrácejí obavy z provádění pokusu, aby nedošlo k nehodě, nebo z možného zranění. Při práci v běžné laboratoři se studenti snaží postupovat pomalu a obezřetně, což může významně prodloužit čas na provedení školního experimentu. [19, 20]

4 Badatelsky orientovaná výuka chemie (IBSE)

Výuka chemie má naproti jiným vzdělávacím předmětům výraznou výhodu v názornosti během provádění chemických pokusů, které byly napevno přidány jako další didaktická metoda do výuky již v 2. polovině 19. století [12]. Jsou to právě chemické experimenty, které provádí sami studenti, jež zcela splňují představu Jana Amose Komenského, jak úspěšně předkládat učení na základě důkazu, kde studenti využívají všechny své smysly.

Nejenom u nás ale i v celé Evropě se v rámci školství během let projevil výrazný pokles motivace studentů o učení se přírodním vědám a to včetně chemie. Taková nízká motivace studentů bývá do značné míry doprovázena strachem z chemie tzv. Chemifobií. Z výroční zprávy české školní inspekce za rok 2013/2014 [21] vyplývá, že je potřeba podpořit pedagogické pracovníky ve vzdělání v oblastech aktivizujících forem výuky včetně IBSE (Inquiry-Based Science Education), neboli Výuky přírodních věd založené na zvědavosti žáků, která je v Evropě považována za jednu z efektivních inovativních metod. IBSE je často do češtiny překládáno jako Badatelsky orientovaná výuka. Oba překlady se snaží vystihnout princip metody, tedy snahu podpořit, člověku přirozenou vlastnost, zvědavost a hledání odpovědí na nejasnosti kolem nás. IBSE se řadí mezi inovativní výukové metody, nejedná se však o metodu novou, ale spíše pokračující v osvědčených postupech Sokrata a Komenského. [22]

Pozornost žáků při provádění chemických experimentů je třeba uchopit přímo na začátku výuky chemie, se kterou se nejčastěji začíná v 8. ročníku základní školy či v odpovídajícím ročníku nižšího stupně gymnázií. Během prvních měsíců výuky je chemie pro žáky nová, přitažlivá, velmi je baví se značnou mírou nadšení přijímají chemické pokusy, neboť jsou dosud nepoznaným prostředkem získávání znalostí a zažívají při nich pozitivní pocity vzrušení a zvědavosti, stejně jako jejich vyučující, který experiment provádí. Školní chemický pokus (žákovský či učitelský) by měl stát v popředí pokrytí výuky chemie. [23]

4.1 Badatelsky orientovaná výuka IBSE

Neboli učení objevováním (bádáním) je spojováno s konstruktivistickou metodou výuky a z hlediska forem s kooperačním učením.

„Bádání je cílevědomý proces formulování problémů, kritického experimentování, posuzování alternativ, plánování zkoumání a ověřování, vyvozování závěrů, vyhledávání informací, vytváření modelů studovaných dějů, rozpravy s ostatními a formování koherentních argumentů.“ [24]

Podstatou metody IBSE je přímé zapojení žáků do objevování zákonitostí, propojování informací do smysluplných souvislostí a propojení s každodenním životem, rozvoj kritického myšlení a podpora pozitivního postoje k přírodním vědám.

Není možné předpokládat, že by žáci či studenti mohli bádát na stejné úrovni jako vědci, proto v závislosti na jejich věku a schopnostech se úrovně bádání významně liší. Byly definovány čtyři úrovně IBSE podle podílu vedení ze strany učitele [25]. Tyto 4 úrovně bádání poskytují prostor učitelům k odlišení náročnosti v rámci výuky ve třídě a umožňují žákům a studentům zapojení podle jejich schopností.

Úroveň IBSE	Otázky (stanovené učitelem)	Postup (stanovený učitelem)	Řešení (stanovené učitelem)
1. Potvrzující (confirmation)	ano	ano	ano
2. Strukturované (structured)	ano	ano	ne
3. Nasměrované (guided)	ano	ne	ne
4. Otevřené (open)	ne	ne	ne

1. Potvrzující bádání

Potvrzující bádání je první a nejjednodušší úroveň bádání. Cílem je potvrzení nebo ověření zákonitostí a teorií. Potvrzující bádání je vhodné zařazovat v období, kdy se žáci a studenti učí samotnému bádání a učitel si klade za cíl rozvinout pozorovací, experimentální a analytické dovednosti žáků a studentů. Pro úspěšnou aplikaci IBSE je

nezbytné, aby žáci a studenti získali praxi v experimentování a osvojili si konkrétní badatelské dovednosti, jako je např. sestavování aparatur, sběr a zaznamenávání dat. Žáci a studenti postupují při experimentování podle detailního učitelova návodu a pod jeho přímým vedením, kde výsledky prováděných experimentů jsou předem známy.[24]

Příklad z výuky chemie:

Při učivu oxidačně-redukčních dějů žáci ověřují posloupnost kovů v elektrochemické řadě napětí kovů. Podle instrukcí vyučujícího vkládají vybrané kovy do určených vodných roztoků obsahujících kovové kationty. Zaznamenávají probíhající reakce a změny kovů do tabulky. Výsledky analyzují, vyvozují závěry a porovnávají je se známou elektrochemickou řadou napětí kovů. [26]

2. Strukturované bádání

Rovněž i na této úrovni bádání hraje učitel významnou roli. Výrazně ovlivňuje žáky a studenty a pomáhá jim zejména tím, že klade návodné otázky a stanovuje cestu bádání. Žáci a studenti následně hledají řešení pomocí svého experimentování a tvoří vysvětlení na základě důkazů, které shromáždili. Postup experimentů je učitelem jasně stanoven, ale řešení není předem známo. Žáci a studenti projevují svoji tvořivost při objevování zákonitostí. Jsou však při svém bádání regulováni učitelovými instrukcemi. Tato úroveň bádání je velmi důležitá pro rozvoj schopností žáků a studentů provádět vyšší úrovně bádání. [24]

Příklad z výuky chemie:

Žáci provádějí stejné experimenty jako v prvním příkladu bádání. Ale neznají elektrochemickou řadu napětí kovů dopředu. Učitel dává žákům návod, jak experimenty provádět. Jejich úkolem je zjistit reaktivitu kovů během oxidačně-redukčních dějů. Pomocí porovnání výsledků experimentů žáci konstruktivně vyvozují pořadí zkoumaných kovů v elektrochemické řadě napětí kovů. [26]

3. Nasměřované bádání

Ve třetí úrovni bádání je výrazně změněna úloha učitele, který se stává průvodcem žákovského a studentského bádání. Připravuje ve spolupráci s žáky a studenty výzkumné otázky (problémy) a poskytuje rady při plánování postupu i vlastní realizaci bádání. Žáci sami navrhnou postupy pro ověření výzkumných otázek a pro jejich následné řešení. Žáci a studenti jsou učitelem na této úrovni méně omezeni než u předchozích dvou, ze kterých by měli mít již zkušenosti pro samostatné bádání. Zásadně se tak zvyšuje míra jejich samostatnosti a schopnost experimentování. [24]

Příklad z výuky chemie:

Při této úrovni bádání je cílem vyvinout u žáků hlubší chápání oxidačně-redukčních reakcí zkoumaných kovů. Na základě experimentů, které žáci sami navrhnou, mají předvídat, které kovy je možné použít k pokovování a proč. [26]

4. Otevřené bádání

Nejvyšší úroveň IBSE navazuje na předchozí úrovně bádání a je nejbližší skutečnému vědeckému výzkumu. V předchozích úrovních do experimentování zasahoval až do určité míry učitel. V otevřeném bádání by žáci a studenti měli být již schopni sestavit výzkumné otázky, způsob a postup bádání, zaznamenávat a analyzovat data a vyvozovat závěry z důkazů, které shromáždili. To vyžaduje vysokou úroveň vědeckého myšlení a klade vysoké kognitivní požadavky na žáky a studenty, proto je použitelné pro nejvyšší věkové kategorie a nadané žáky. [24]

Příklad z výuky chemie:

Žáci při řešení problému koroze stanovují, že je nutné zkoumat redoxní vlastnosti kovů. Navrhují, které kovy a vodné roztoky kovových iontů budou používat a proč. Pozorování samostatně zaznamenávají a vyvozují závěry. [26]

Pro badatelsky orientovanou výuku lze rovněž kromě jejích úrovní také rozlišit na několik fází, kde se nehledí na úroveň dané aktivity ani na míru ovlivnění učitelem:

- aktivace zvědavosti žáků a studentů a zvýšení jejich zájmu o vědecké problémy a výzvy,
- posun tohoto stavu zvědavosti k vzdělávacímu projektu: vyzývat žáky a studenty k formulaci toho, o čem vybraný problém je, jejich vlastními slovy,
- od definice problému dojít k naplánování badatelsky-orientovaného projektu; součástí je i definování kroků, které povedou k realizaci projektu,
- realizace naplánovaných projektových aktivit; toto se obvykle děje různými způsoby (testy, experimenty) dle volby učitele,
- další fází je konfrontace výsledků s realitou; komparace konkrétních výsledků či výstupů s očekávanými výsledky; individuální nebo kolektivní validace výsledků je součástí této fáze,
- následně jsou zpracovány závěry, které zdůrazní znalosti, jež byly projektem dosaženy; je možné poukázat na propojení těchto závěrů s jinými vědeckými problémy,
- propojení vědy s etikou, technologiemi, rozhodováním (i politickým), volbou řešení. [8]

Jak je vidět z výše uvedených úrovní a fází IBSE, lze jednotlivé aktivity přiřadit učitelům nebo žákům a studentům. Proto je možné v literatuře také narazit na zkratku IBSL (Inquiry-Based Science Learning), která poukazuje na žákovské a studentské aktivity, a na zkratku IBST (Inquiry-Based Science Teaching), kde jde o aktivity učitelské.

4.2 Využití IBSE u nás v rámci projektu PROFILES

V roce 2011 se u nás objevil projekt PROFILES, který se věnuje vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů, neboť si klade za cíl zkvalitnění vzdělání žáků a studentů v oblasti přírodních věd, stejně tak i zlepšení jejich přístupu k těmto vědám. Jedná se o mezinárodní evropský projekt FP7 (sedmý rámcový program EU), do kterého v té době bylo zapojeno 22 institucí z 20 evropských zemí. U nás jej zaštiťuje pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně. Název projektu PROFILES je zkratka

z anglického názvu projektu Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-Based Learning and Education through Science do češtiny přeloženo jako Profesní reflexně-orientované zaměření na badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (IBSE).

„V rámci projektu PROFILES jsou pořádány pregraduální a postgraduální semináře a kurzy, které vycházejí z požadavků a potřeb přírodovědných učitelů. Pomáhají učitelům lépe pochopit nové směry ve výuce přírodovědných předmětů a reagovat na ně změnami výukových strategií. PROFILES inspiruje učitele, jak inovovat stávající materiály pro výuku přírodovědných předmětů tak, aby lépe odrážely potřeby žáků a zvyšovaly tak jejich vnitřní motivaci ke studiu přírodních věd. Důraz je kladen na podporu učitelských přírodovědných, pedagogických a didaktických kompetencí, které pomohou jednotlivým učitelům realizovat nové metody (zejména IBSE) a které povedou ke zlepšení přírodovědné gramotnosti žáků. Mírou úspěchu projektu PROFILES je zvýšení učitelských kompetencí a změna přístupu žáků k přírodovědné výuce. Zamýšleným výstupem projektu PROFILES je zvýšení přírodovědné gramotnosti žáků a posílení pozice přírodovědného vzdělávání ve společnosti obecně, ale především mezi mladými lidmi.“ [26]

Na webových stránkách jsou poskytovány jak informace o projektu, partnerech projektu, složení českého týmu, kontakty, aktuality, různé materiály a moduly pro jednotlivé předměty např. pro chemii se modul nazývá Chemie pro zářivý úsměv. Je zde volně pro tento modul ke stažení rozpracované aktivity pro žáky i metodika pro učitele. Poslední aktuální informace o projektu jsem našla z roku 2014.

5 Implementace Krajského akčního plánu Kraje Vysočina I – Učíme se ze života pro život

Registrační číslo projektu: CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_034/0008656.

„Cílem projektu je prostřednictvím komunit vzájemného učení, síťováním, vzájemným setkáváním a výměnou zkušeností základních a středních škol podpořit zvýšení kvality a efektivity pedagogického působení učitelů směrem k výuce obohacené o využívání aktivizačních metod a posílené o prvky transferu kompetencí. Aktivní přístup k učení, učení se jako součást lidské přirozenosti, práci na sobě a nové příležitosti – nejen to slibují aktivity projektu. Aby mohly školy do výuky zavést aktivizační a transferové nástroje, nakoupí si potřebné pomůcky. Příkladem je používání stavebnic Merkur, Teifoc nebo Lego ve výuce podle stanovených metodik. Školy si také mohou pořídit další moderní vybavení, měřící sady, stavebnice pro základní výuku robotiky, žáci vyšších ročníků pak využijí 3D tiskárny, brýle pro virtuální realitu nebo speciální pokročilé počítače.“ [27]

Celý projekt Implementace Krajského akčního plánu (dále jen IKAP) se zaměřuje na 6 klíčových aktivit:

KA 1 – Řízení projektu

KA 2 – Budování kapacit

KA 3 – Podpora vedoucích pracovníků ZŠ a SŠ – řízení změny

KA 4 – Podpora zavádění inovativních nástrojů do výuky

KA 5 – Podpora systematického rozvoje kariérového poradenství v Kraji Vysočina

KA 6 – Tvorba a monitoring Školské inkluzivní koncepce Kraje Vysočina

První klíčová aktivita je v plné kompetenci Kraje Vysočina. Druhá klíčová aktivita se zaměřuje na vzdělávání realizační skupiny pracovníků a na výběr vhodných nových pracovních i metodických postupů.

Ve třetí klíčové kompetenci dochází k začlenění ředitele či jiného pracovníka školy k procesu zavádění změn na škole k aktivizaci výuky.

Dosaženo by toho mělo být pomocí:

- pravidelného setkávání z důvodu vzájemného učení a výměny zkušeností
- 4 setkání pro jednotlivé pracovníky
- možnosti navštívení jiných zapojených škol pro plánování průběhu vlastních změn na škole domovské
- možnosti hospitací spolupracovníků

Čtvrtá klíčová kompetence zahrnuje podporu zapojených pedagogů, kteří budou využívat vybrané aktivizační nástroje ve výuce na školách. Pedagogové budou moci využívat metodické a pracovní listy z připravených postupů pro rozvoj těchto oblastí:

- Kompetence k podnikání a kreativitě
- Výchova polytechnická
- Kariérové poradenství (kompetence k utváření a řízení kariéry žáků)
- Jazykové kompetence v nejazykových předmětech
- ICT kompetence mimo oborový předmět informatika
- Čtenářská gramotnost mimo výuku ČJ
- Matematická gramotnost mimo výuku M

Myšlenkou této klíčové aktivity je vzájemné učení a sdílení zkušeností všech zapojených pedagogů, kteří se budou společně setkávat a podporovat při řešení nejen odborných problémů. Realizované budou také tzv. „letní školy“ - jedná se o vícedenní vzdělávací pobyt, kde budou moci pedagogové sdílet či plánovat použití vybraných nástrojů ve výuce a jejich následné vyhodnocení s ostatními ze začleněných škol.

Výsledkem takové projektové aktivity bude ukazovat na lepší otevřenost základních a středních škol Kraje Vysočina směrem k rodičům žáků a studentů, stejně tak i směrem k veřejnosti včetně zřizovatele školy pomocí zveřejněných záznamů z výuky na webových stránkách zapojených škol. Na těchto školách tak dojde k evaluaci reálné výuky a k hodnocení rozvoje gramotnosti i kompetencí žáků na druhém stupni základních škol a studentů na středních školách.

Součástí této aktivity mohou školy zavést nový měřicí systém Vernier a následně zahájit nový školní přírodovědný kroužek nejen s využíváním nového experimentálního systému.

V rámci páté klíčové aktivity bude ustaven Regionální integrovaný podpůrný systém kariérového poradenství, který bude mít za úkol:

- propojit zástupce základních a středních škol, zaměstnavatelů a dalších poskytovatelů služeb kariérového poradenství a jejich komunikaci i vzájemnou spolupráci se soukromými komerčními i neziskovými poradenskými institucemi
- kontrola průběhu zaváděných inovativních nástrojů
- vzájemnou výměnu zkušeností při využívání nástrojů ve vzdělávání a kariérovém poradenství
- připravit příručku pro školy s názvem Jak efektivně využívat nástroje kariérového poradenství v rámci počátečního vzdělávání, která bude obsahovat i příklady dobré praxe

Poslední šestá klíčová kompetence se zaměřuje na podporu škol pro plný rozvoj možností každého žáka a pro zajištění spravedlivého přístupu a stejných příležitostí ve vzdělání všech dětí vytvořením krajského koncepčního plánu. Jeho úkolem bude:

- spolupracovat s projektem Krajský akční plán, protože bude zřízena Pracovní skupina pro nové příležitosti
- evaluace ve vzdělávání jaké úrovně dosáhla inkluze v Kraji Vysočina
- přichystat jasné kroky pro zlepšení podmínek individuálního vzdělávání všech žáků na školách v Kraji Vysočina
- hodnocení naplňování všech kroků koncepčního plánu [28]

6 Vymezení cílů diplomové práce

- Hlavním cílem této diplomové práce bylo seznámit se se sadami senzorů připojitelných k počítači, zhodnotit zveřejněné měřicí systémy a připravit jejich zavedení do výuky budoucích učitelů chemie.
- Dílčími cíle:
 - Ověření připravených pokusů se senzory Vernier, které jsou připojitelné k počítači, a jejich doporučení pro přípravu budoucích učitelů chemie
 - Zavedení měřicího systému Vernier na jedné střední škole.

7 Praktická část

7.1 Ověřovací experimenty

Ověření práce se senzory Vernier probíhalo na modelových experimentech umístěných v kuchařkách³, které jsou volně k nahlédnutí na webových stránkách firmy Vernier. Senzory použité k ověřování pokusů dobře použitelných i ve školní výuce byly teploměr GO!Temp, siloměr DFS-BTA a teploměr TMP-BTA. Ty byly ověřeny následujícími pokusy:

- A. tepelné změny chladicí směsi
- B. stav beztláče
- C. endotermický a exotermický děj

Měření bylo provedeno pomocí počítače s programem Logger Lite.

7.1.1 Tepelné změny chladicí směsi

Cílem této úlohy je pozorovat změny teploty chladicí směsi, kde změníme poměr vody a ledu. Jedná se o jednoduchý experiment, který není náročný na pomůcky. Pokus umožňuje přirozený rozvoj přírodovědného myšlení studentů, proto je vhodný nejen pro žáky s nízkou motivací, pro které není chemie hlavním předmětem.

Pomůcky:

- USB teploměr GO!Temp
- kádinky 100ml a 250ml
- lžička
- tyčinka

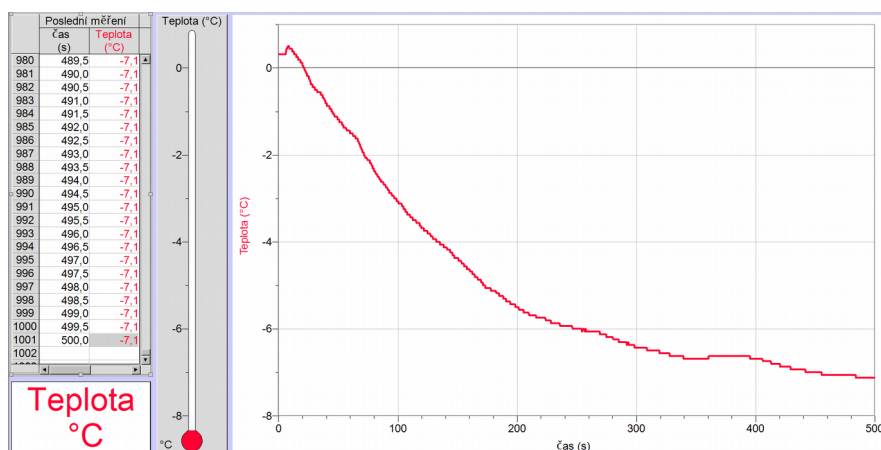
Chemikálie:

- kuchyňská sůl (*NaCl* chlorid sodný)
- rozdrčený led

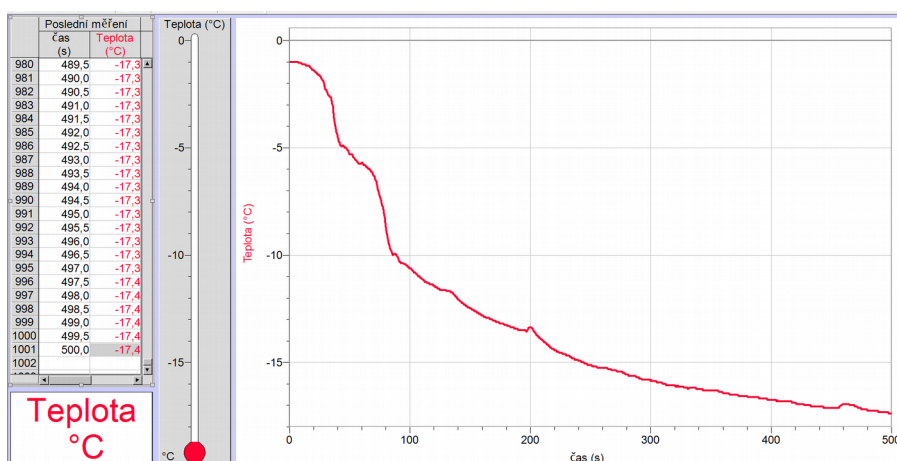
³ <https://www.vernier.cz/experimenty/kucharka/index.php>

Postup:

1. V programu Logger Lite jsem nastavila 500 s pro čas měření a četnost měření 2krát za sekundu.
2. Ze dvou do sebe vložených kádinek jsem vytvořila kalorimetr, do kterého jsem připravila požadovaný poměr vody a ledu a vnořila do směsi USB teploměr.
3. V programu Logger Lite jsem spustila měření a hned se začal vykreslovat graf závislosti změřené teploty na uběhlém čase. Po přidání lžičky kuchyňské soli jsem začala intenzivně míchat. Měření programem se automaticky zastavilo po uplynutí 500 s.



Obrázek 14: Teplotná změna chladicí směsi (poměr 3:1), zdroj: autor



Obrázek 15: Teplotná změna chladicí směsi (poměr 1:3), zdroj: autor

Výsledky:

Pro první měření jsem použila chladicí směs voda-led v poměru 3:1. Po přidání kuchyňské soli a za neustálého míchání se dostala chladicí směs na nejnižší teplotu $-7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podruhé jsem použila chladicí směs voda-led v poměru 1:3. Po přidání kuchyňské soli a za neustálého míchání se dostala chladicí směs na nejnižší teplotu $-17,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Závěr:

Tání ledu je spojeno s absorpcí značného tepla z chladicí směsi, proto se tato směs ochladí. Vizualní efekt tohoto procesu je hned patrný, protože dochází k viditelnému orosení kádinky. Vlivem kondenzace toto orosení zmrzlo a proto byl vidět na krajích kádinky led. Experiment je vhodný do výuky na všech typech škol základních i středních. Pokus je vhodně propojitelný s praxí jako ukázka pro rychlé chlazení nápojů během horkého léta nebo jako ukázka na zimu, proč se silnice solí pouze do venkovní teploty -5°C a ne při nižší teplotě.

7.1.2 Stav bez tíže

Tíhová (gravitační) síla a tíha jsou dvě síly, které se leckdy zaměňují. Tíhová síla vzniká působením gravitačního pole Země na dané těleso, zatímco tíha vyjadřuje působení tělesa umístěného v tíhovém poli Země na jiná tělesa. Tíha tělesa se projevuje jako tlaková síla působící na vodorovnou podložku nebo jako tahová síla napínající závěs. Obě veličiny se také liší ve svém působišti. Tíhou tedy působí například stojící člověk na podlahu pod sebou nebo horolezec na napínané lano. Tíha je někdy zaměňována s gravitační silou.

Pomůcky:

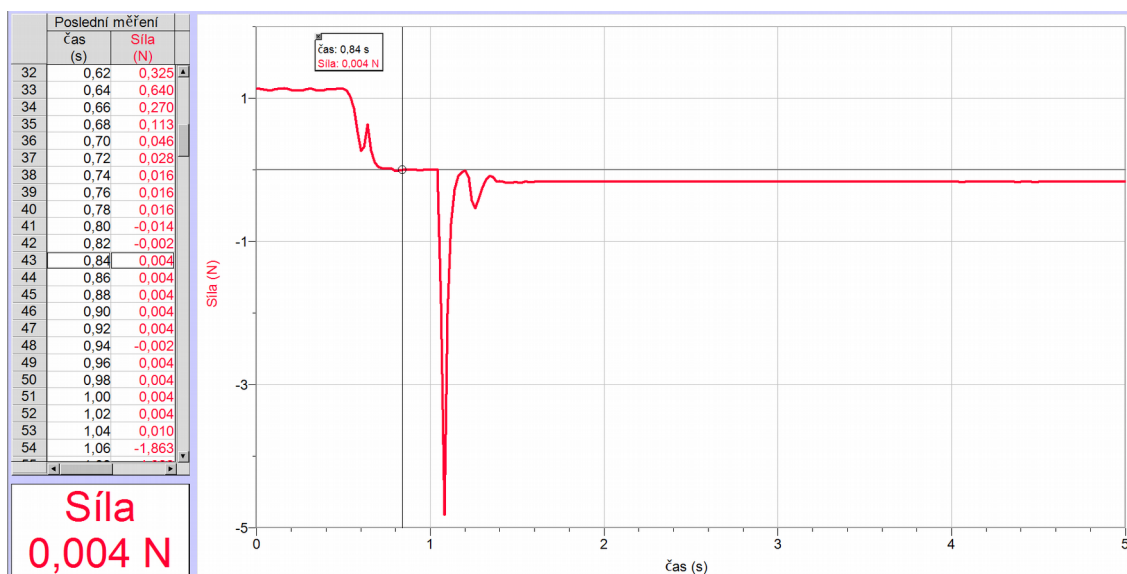
- siloměr DFS-BTA
- LabQuest Mini
- svazek klíčů
- měkká dopadová plocha (mikina, bunda, bublinková folie apod.)

Postup:

1. Pomocí USB kabelu jsem připojila k počítači rozhraní LabQuest Mini a do něj čidlo síly DFS-BTA
2. Senzor jsem nastavila do polohy ± 10 N
3. V programu Logger Lite jsem nastavila vzorkovací frekvenci 50 vzorků za sekundu a dobu měření na 5 s
4. Nechala jsem čidlo ležet na stole ve vodorovné poloze a pomocí nastavení *Experiment Nulovat* jsem vynulovala aktuální měřenou hodnotu síly.
5. Klíče jsem zavěsila na háček siloměru a celý jsem zvedla s nataženou rukou před sebe
6. Spustila jsem měření a nechala jsem siloměr se zavěšenými klíči spadnout na dopadovou plochu. Měření se automaticky zastavilo po uplynutí 5 s.

Poznámka:

Při experimentu bude čidlo padat z výšky okolo 1,5 metru na zem. Aby se čidlo ochránilo před poškozením je třeba, aby dopadlo na měkkou dopadovou plochu-mikina, bunda či bublinková fólie. Čidlo nesmí dopadnout přímo na podlahu.



Obrázek 16: Stav bez tíže, zdroj: autor

Výsledky:

Úvodní část měření ukazuje přibližně stejnou velikost síly, kterou působí visející klíče na háček siloměru. Mírné výkyvy hodnot jsou způsobeny třesem či pohybem ruky. V čase od 0,84 s až 1,02 s je hodnota neměnná. Klíče se zde na krátký okamžik nacházely ve stavu bez tíže. Nejnižší naměřená hodnota síly ukazuje okamžik dopadu.

Závěr:

V čase neměnných naměřených hodnot se padající klíče pohybovali volným pádem a síla, kterou působily klíče na háček siloměru (tíha) byla nulová. Pokus je jednoduše zopakovatelný s různými předměty a s možnostmi programu je tak možné srovnat jednotlivá měření stavu bez tíže. Experiment je vhodný do výuky na všech typech škol základních i středních. Právě na středních školách je možné ze získaných hodnot vypočítat i výšku, ze které byly klíče puštěny. Tento pokus vhodně představuje, že stavu bez tíže lze dosáhnout i na Zemi.

7.1.3 Endotermický a exotermický děj

Z hlediska tepelné bilance můžeme chemické a fyzikální děje dělit na endotermické, při kterých se teplo odebírá z okolí (dochází k ochlazení) a exotermické, při kterých se teplo vyvíjí (dochází k ohřívání).

Pomůcky:

- teploměr TMP-BTA
- kádinka 100ml
- LabQuest Mini
- tyčinka
- lžička

Chemikálie:

- hydroxid sodný *NaOH*
- kuchyňská sůl (*NaCl* chlorid sodný)

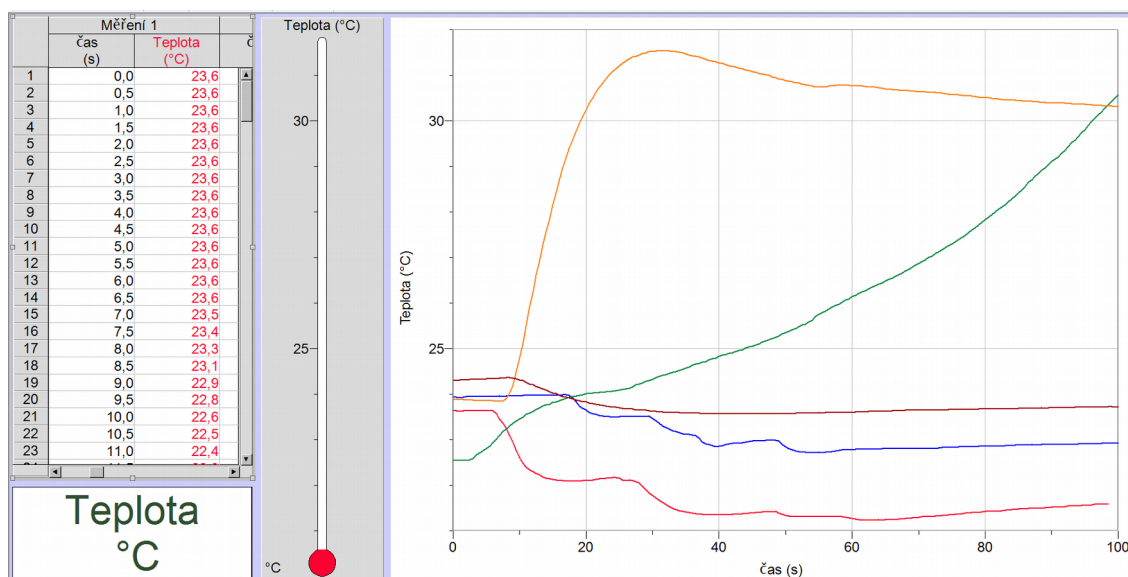
- jedlá soda ($NaHCO_3$ hydrogenuhličitan sodný)
- cukr
- prášek do myčky
- voda

Postup:

1. Pomocí USB kabelu jsem připojila k počítači rozhraní LabQuest Mini a do něj teplotní čidlo TMP-BTA
2. V programu Logger Lite jsem nastavila vzorkovací frekvenci 2 vzorky za sekundu a dobu měření na 100 s
3. Do kádinky jsem nalila přibližně 50 ml vody o pokojové teplotě. Vnořila jsem do vody teploměr a počkala než se teplota ustálila.
4. Spustila jsem měření a do kádinky jsem přidala lžičku kuchyňské soli. V programu se začal vykreslovat graf závislosti změn teploty na čase. Po uplynutí 500 s se měření automaticky zastavilo.
5. Měření jsem opakovala i pro ostatní látky stejným postupem.

Upozornění:

Je nutné dávat pozor při rozpouštění hydroxidu sodného, aby nedošlo ke styku s kůží či očima.



Obrázek 17: Endotermický a exotermický děj, zdroj: autor

Rozpuštěné látky a barva grafu na obrázku 17:

- kuchyňská sůl – červená
- hydroxid sodný – oranžová
- jedlá soda – modrá
- cukr – hnědá
- prášek do myčky – zelená

Výsledky:

Z naměřených hodnot můžeme vyčíst, že mezi endotermické děje můžeme zařadit rozpouštění kuchyňské soli, cukru a jedlé sody. Naopak rozpouštění hydroxidu sodného a prášku do myčky zařadíme mezi děje exotermické.

Závěr:

Experiment ukazuje endotermický a exotermický děj při rozpouštění různých látek. Pokus je vhodný do výuky na základních i středních školách. Právě na středních školách

je dobré úlohu doplnit i výpočtem před měřením pro odhad a velikost tepelné změny při pokusu.

7.2 Spolupráce s Vyšší odborná škola, Obchodní akademie a Střední odborné učiliště technické Chotěboř

„Vyšší odborná škola, Obchodní akademie a Střední odborné učiliště technické Chotěboř (dále jen VOŠ, OA a SOUT Chotěboř) vznikla dne 1. 7. 2014 sloučením VOŠ a OA Chotěboř s SOU technickým Chotěboř. Nová škola tak navázala na dlouhou tradici technického a ekonomického vzdělávání v Chotěboři. V současné době nabízí škola technické a ekonomické obory, obory maturitní a obory tříleté ukončené závěrečnou zkouškou. Struktura vzdělávací nabídky odpovídá potřebám firem a společností v regionu. Výuka probíhá v šesti budovách v Chotěboři, Havlíčkově Brodě a v Hlinsku. Škola se snaží o moderní výuku a těsné propojení s praxí, čímž se jí daří vychovávat studenty, o které je mezi zaměstnavateli velký zájem. Mnoho studentů po absolvování studia pokračuje v dalším studiu na VOŠ a VŠ. O dobré přípravě studentů svědčí nejen zájem okolních firem, ale také výborné výsledky v odborných soutěžích.“ [29]

Škola je zapojena do projektu IKAP, díky kterému může lépe rozvíjet dovednosti studentů v oblastech strojírenství, aplikované matematiky, technického kreslení, anglického jazyka, technické dokumentace, strojírenské techniky, robotiky, nauce o materiálech, občanské nauce, hospodaření firmy, ekonomiky, práci s ICT technologiemi aj. Právě oblast práce a podpora ICT technologií v rámci projektu IKAP tak dostala škola možnost pořídit nové vybavení měřícím systémem od firmy Vernier. [29]

7.2.1 První setkání

Na podzim roku 2017 jsem navázala kontakt ve škole VOŠ, OA a SOUT Chotěboř s jejím vedením a s vyučující, která zaváděla měřicí systém Vernier do školy. Byla jsem následně požádána o pomoc s výběrem, vysvětlením a následnou ukázkou práce s Dozvěděla jsem se, že na škole nemají zatím zkušenosti s měřicími systémy, mezi které patří i Vernier. Při našem prvním setkání jsem vysvětlila vyučující i vedení školy, jaký je rozdíl mezi jednotlivými připojeními přístrojů GO!, -BTD a -BTA. Rovněž jsme společně také sepsali seznam možných zařízení, pro jednotlivá připojení. Dále jsem vysvětlila, že pro čtení naměřených dat přístroji je potřeba mít navíc stažený program do počítačů či jiných čtecích zařízení. Představila jsem verze těchto programů. Na vedení školy teď bylo se rozhodnout, zda si vyberou volně stažitelnou verzi programu Logger Lite či si pořídí placenou verzi Logger Pro s rozšířenými možnostmi pro práci s daty. Zde se škola rozhodla, že placenou licenci pro školu nepotřebují a že si pořídí volnou verzi programu. Původní záměr zajišťující vyučující bylo pořídít co nejvíce senzorů k následujícímu použití v hodinách výuky. Nakonec se vedení školy rozhodlo, že bude pořízeno 6 souprav se stejným vybavením. Výstupem se měl stát odpolední kroužek přírodovědného bádání s názvem Učíme se ze života pro život. Škola tedy zadala českému distributorovi přístrojů Vernier, aby jim takové balíčky sestavili pro budoucí použití senzorů s tabletem s operačním systémem Android, které škola získala rovněž v rámci projektu IKAP.

7.2.2 Příprava na setkání

O tři měsíce později měla škola připraveno všech 6 souprav, jediné, co zatím chybělo byly tablety, které měly být brzy dodány. V každém balíčku se nacházelo LabQuest Mini a přístroje s typem propojení GO! a -BTA. Pro další setkání mi ze školy půjčili jednu takovou sestavu k ověření funkčnosti jednotlivých přístrojů a seznámení s některými, které jsem ještě sama nezkoušela (viz ověřovací experimenty). Doma jsem

všechny přístroje vyzkoušela i jejich propojení s mým notebookem, na kterém mám staženou volnou verzi čtecího programu Logger Lite. Všechny přístroje fungovaly a vše se zdálo být v pořádku.

Několik dnů předem, než jsem opět navštívila Chotěboř, dorazila do školy i zásilka tabletů. Na víkend před naším dalším setkáním mi byl tedy také zapůjčen i jeden z tabletů, který jsem si chtěla připravit pro nadcházející setkání a ukázky pro studenty. Domluvila jsem se jak s vedením školy, tak i s učitelkou, že s teploměrem GO!Temp projdu během dopoledne výuku v několika třídách, kde studentům představím konkrétně teploměr, práci s ním i práci s daty v programu Logger Lite. Tyto hodiny sloužily rovněž jako hospitační i pro ostatní vyučující. A odpoledne ještě pro další vyučující, kteří během dopoledních hodin sami vyučovali a nemohli se tak přijít podívat.

Na zapůjčený tablet jsem tedy stáhla čtecí program. Vše probíhalo v pořádku, dokud jsem k tabletu nepřipojila i LabQuest Mini přes USB konektor. Přestože program bez problému na tabletu běžel a minilaboratoř ukazovala, že je propojena, tak program v tabletu nerozpoznal ani LabQuest Mini a ani žádný připojený přístroj. Zkoušela jsem všechny možnosti, které mě napadly, vyhledávala jsem potřebné informace. Nenašla jsem žádný důvod, ani na stránkách českého distributora přístrojů firmy Vernier a ani na stránkách jiných, proč by toto propojení nemělo fungovat. Rozhodla jsem se nakonec, že si do školy vezmu s sebou svůj notebook, na kterém propojení fungovalo.

7.2.3 Další setkání

Ráno ve škole jsem se dozvěděla, že navštívím dva první ročníky, jeden ročník třetí a jeden ročník čtvrtý (školní označení 1SO, 1TE, 3SE a 4ME+4OP). Jednalo se o třídy oborů elektrikář, truhlář, strojní mechanik, obráběč kovů a maturitní obor mechanik strojů a zařízení a obor operátor dřevařské výroby. Pro studenty jsem si připravila následující program:

1) **Ukázka přístroje** – nejprve jsem nechala studenty, aby se pokusili odhadnout, o který z měřících přístrojů, se kterým již dříve pracovali, by se mohlo jednat pouhým pohledem na něj.

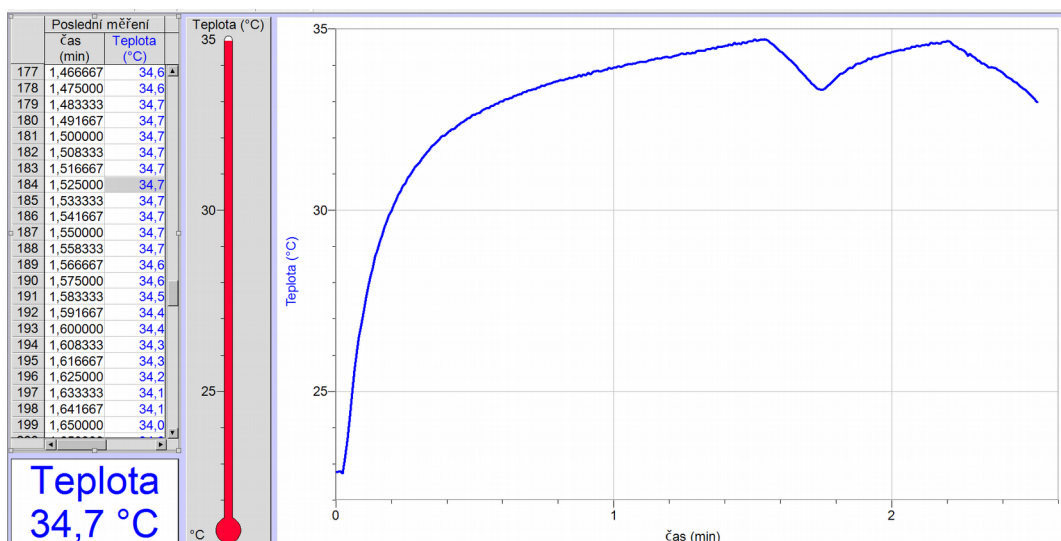
První třída 1SO (obory strojní mechanik a obráběč kovů), ve které jsem byla, byla asi nejméně komunikativní z celého dne. Na mé otázky příliš nereagovali a nepředložili žádný typ měřícího přístroje, jelikož je nenapadl ani jeden, který by se dal připojit k notebooku.

Ve druhé třídě 1TE (obory truhlář a elektrikář) už někteří studenti zkusili alespoň odhadovat. (navrhli např. měřič náboje či měřič vlhkosti vzduchu)

Třetí ročník 3SE (obory strojní mechanik a elektrikář) zkusil navrhnout, že se jedná o přístroj k měření teplotní roztažnosti kovů.

Čtvrtý ročník 4ME+4OP (maturitní obory mechanik strojů a zařízení + operátor dřevařské výroby) odhadl hned na první pokus, že se jedná o teploměr.

2) **představení programu Logger Lite** – předvedla a vysvětlila jsem některé součásti programu po připojení teploměru k notebooku (např.: obrázek teploměru, excel tabulka pro sběr dat či grafickou část na vykreslení průběhu změny teploty v čase) a také jsem předvedla místo, kterým teploměr měří.



Obrázek 18: Ovlivnění teploměrem měřených hodnot, zdroj: autor

Program ukazoval aktuální teplotu v místnosti 22,8 °C, spustila jsem měření a ukázali jsem si, jak se dá ovlivnit například fouknutím na koncovou část teploměru. To na obrázku 18 ukazuje náhlá změna průběhu grafu v čase 1,5 min od spuštění měření. Opětovné klesání na konci měření je způsobeno tím, že jsem teploměr přestala zahřívat svou rukou.

3) ukázka známého jevu – Jaká je teplota sněhu? Proč se v zimě solí silnice?

Než jsem začala měřit teplotu sněhu nechala jsem studenty jeho teplotu odhadovat. Nejnižší odhadnutá teplota byla -10 °C a naopak nejvyšší teplotu odhadli na 1 °C. Tyto odhady se objevily v každé třídě, pouze čtvrtý ročník odhadl nejnižší teplotu sněhu na -7 °C.

Dále jsem položila otázku, co se stane po přidání soli ke sněhu. Všechny třídy jasně prohlásili, že se změní teplota směsi.

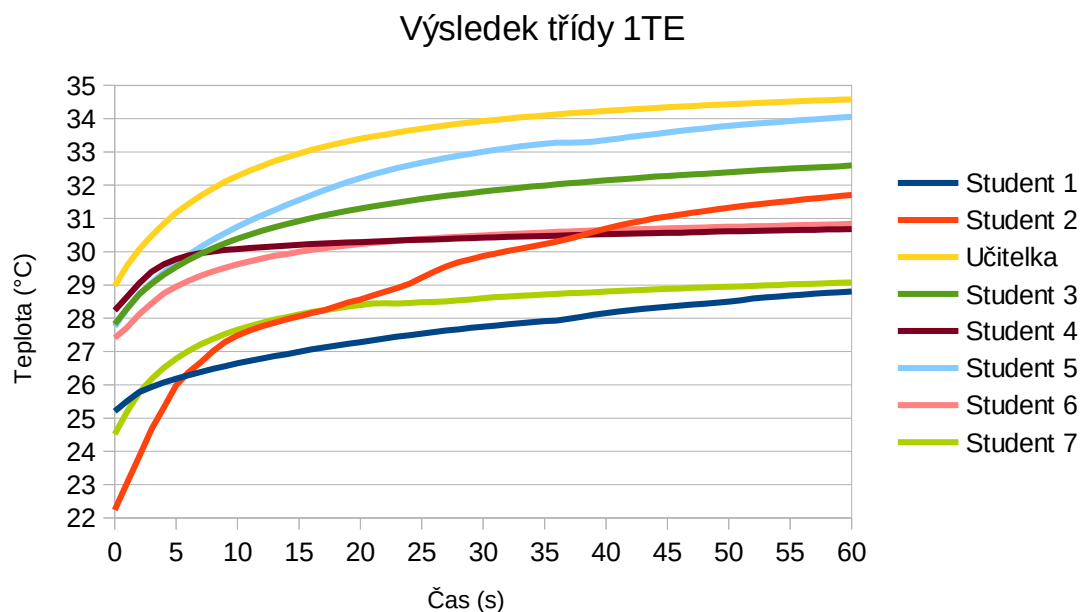
Potom jsem tedy položila otázku, zda bude teplota stoupat či klesat. Chtěla jsem po nich, aby si k tomu představili právě silnice v zimě a jejich solení. Oba první ročníky se jednomyslně shodli, že teplota musí začít stoupat, aby se sníh rozpustil. Ve třetím ročníku se studenti nemohli rozhodnout, proto při hlasování mezi zvýšením nebo snížením teploty se tři vyjádřili pro zvýšení a jeden pro snížení, ostatní se vyjádřit nechtěli, že si prý nejsou jistí. U čtvrtého ročníku se třída rozdělila přibližně na poloviny. Po přidání soli ke sněhu bylo hned pro všechny patrné, že teplota začala klesat. Jev jsme si řádně vysvětlili, proč k tomu tak dochází a do jakých venkovních teplot je solení silnic účinné.

4) hra na největšího „teplouše“ - hra spočívá v tom, komu teploměr naměří nejvyšší teplotu dlaní rukou.

Nastavila jsem sběr dat na dobu, aby se stihli všichni stihli vystřídat do konce vyučovací hodiny. U každé třídy jsem první měření předvedla na sobě, aby studenti dobře viděli, co po nich chci. Hodnoty naměřené sobě jsem z následujících grafů vynechala.

Studenti z prvních ročníku se na začátku šli nechat přeměřit bázkivě, dokonce neochotně. Nakonec, ale všechny zajímalo, jak to dopadne a nechali se přeměřit všichni

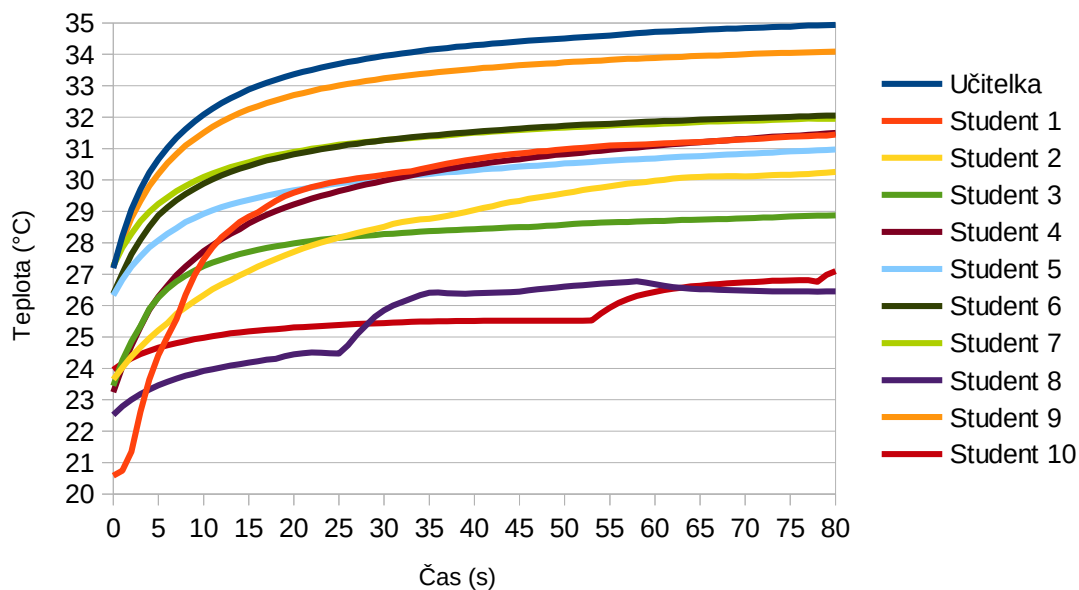
přítomní. Jednomu ze studentů se dokonce tak třásly ruce, že teploměr v ruce téměř neudržel. Báł se, že by mohl teploměr v ruce zlomit.



Graf 1 Třída 1TE, zdroj: autor

Jelikož nám nezbyvalo v této třídě v hodině moc času, nastavila jsem měření na 60 s. Navíc jsem musela studenty značně pobízet, aby se přišli přeměřit. Když se nechala přeměřit jejich paní učitelka, tak už zbylí studenti ztratili svou bázlivosť a nechali se změřit.

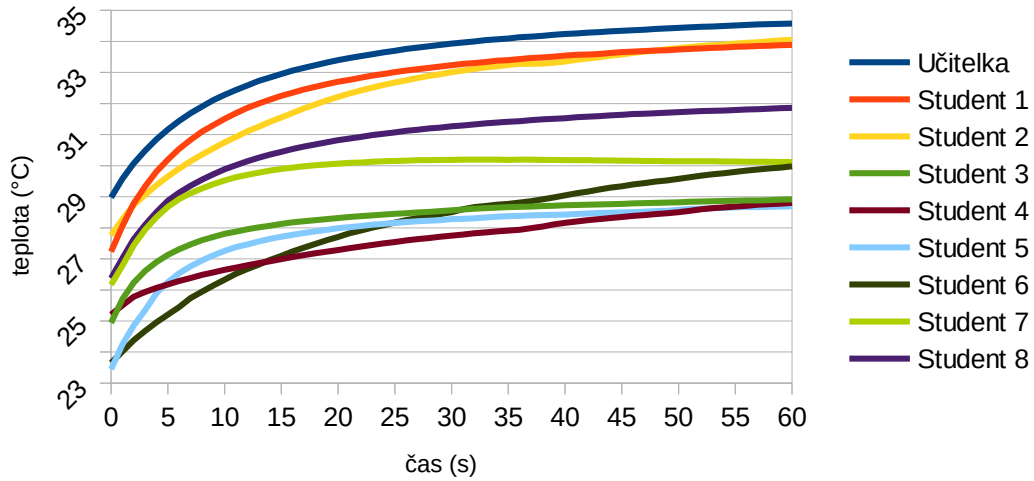
Výsledek třídy 1SO



Graf 2 Třída 1SO, zdroj: autor

U třídy 1SO nám zbylo trochu více času pro měření, proto na grafu má jako jediná delší měřený čas. Rovněž je zde dobře vidět, že studenti 8 a 10 neměřili správně teplotu dlaní koncem teploměru a proto je u jejich vývoje vidět ostrý skok, když si teploměr správně v dlani upravili.

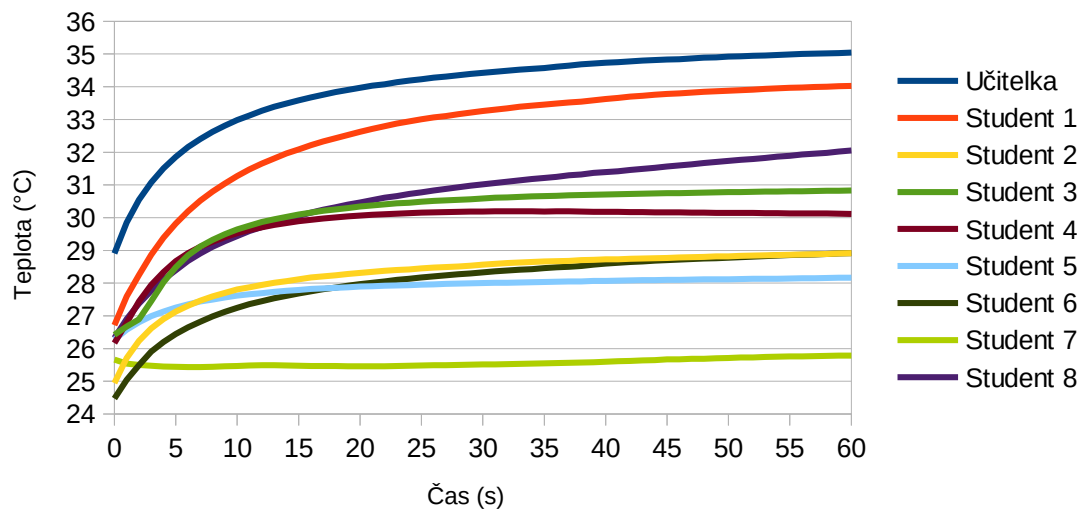
Výsledky třídy 3SE



Graf 3 Třída 3SE, zdroj: autor

Ve třídě 3SE jsme nastavili měření na 60 s. Z důvodu urychlení závěrečné fáze hodiny jsem nechala první změřit paní učitelku, aby studenti neměli obavy z činnosti, kterou jsem po nich vyžadovala, a aby nedocházelo ke zbytečným dohadům, kdo má jít první. Třída měření příliš nekomentovala a napjatě sledovala, kdo se dokáže dostat nejvýše.

Výsledek třídy 4ME+4OP



Graf 4 Třída 4ME+4OP, zdroj: autor

V této třídě jsme se na začátku opět zdrželi s měřením, jelikož se studenti předháněli, kdo si teploměr vyzkouší první. Ukončila jsem jejich debatu tím, že jsem pozvala jako první jejich paní učitelku. Nastavila jsem opět měření jen na 60 s, jelikož jsem si nebyla jistá jestli se všichni stihnou vystřídat. Student 7 říkal ještě před měřením, že mu je ve třídě velká zima a svými naměřenými hodnotami jej ostatní prohlásili za „mrtvolu“.

Celkově pro čtvrtý ročník jsme si neřekli nic nového, neboť výborně reagovali a odpovědi na většinu otázek již znali. Na druhou stranu oproti prvním ročníkům si závěrečnou hru užívali nevíce a skutečně se podporovali a nadržovali jeden druhému, který z nich dokáže opravdu být tím největším „teploušem“ a předháněli se, kdo se bude měřit dále. Protože nám po ukončení soutěže stále zbývalo několik minut času do zvonění, vymysleli si studenti další soutěž, která spočívala v tom, že si ruce ochladí na domluvenou teplotu a budou soutěžit, kdo se k ní přiblíží nejvíce. Díky velmi podrobným zápisům naměřených hodnot v excelové tabulce bylo snadné určit nejlepšího.

Bylo zajímavé, že v každé třídě dosáhla nejvyšší teploty rukou jejich vyučující. Každý vítěz z řad studentů byl oceněn potleskem. Kromě třídy 1TE nakonec ostatní třídy zkoušeli měřit teplotu rukou i mimo záznam měření dokonce i po zvonění konce hodiny, když si ruce dali na topení nebo je na chvíli strčili do sněhu a nebo zkoušeli zahřát teploměr, když jej drželo několik studentů dohromady. Třída 1TE hned po zvonění odešla ze třídy, protože se stěhovali na další hodinu do jiné budovy.

Ještě před zvoněním jsme s paní učitelkou na závěr všechny studenty pozvaly do nového kroužku, který se měl brzy ve škole rozběhnout.

Během odpoledního předvádění jsem vysvětlila a předvedla práci jak s přístrojem tak i s programem Logger Lite. Předvedla jsem vyučujícím naměřené hodnoty ze hry z dopoledního vyučování jednotlivých tříd, ale učitelé si to již odmítli vyzkoušet sami.

7.2.4 Kroužek Učíme se ze života pro život

Později byl tedy spuštěn kroužek Učíme se ze života pro život pod vedením vyučující, která měla na starost zavedení měřicího systému Vernier. Kroužek byl otevřen pro každého studenta, který měl zájem jej navštěvovat bez ohledu na ročník, který ve škole navštěvoval. Jelikož se kroužek rozeběhl až v průběhu 2. pololetí, mnoho studentů se do něho nepřihlásilo. Na kroužek se přihlásili čtyři studenti. Navíc s ohledem na formu 14 denního cyklu výuky (jeden týden teoretická výuka a další týden praxe), byli studenti rozděleni do 2 skupin, podle toho zda měli týden výukový nebo týden s praxí, během kterého pro ně nemohl kroužek probíhat. Přestože probíhal kroužek každý týden, témata se opakovala vždy dva týdny po sobě stejná, aby si obě skupiny mohly vyzkoušet všechna připravená témata.

Během těch několika týdnů než kroužek začal být vyučován, jsem pomáhala učitelce s přípravami náplně jednotlivých hodin. Samozřejmě pro první hodiny jsme zařadily seznámení s experimentálním systémem a to konkrétně s přístroji, s jejich vzájemným propojením a s programem Logger Lite.

Pro další hodiny bylo zařazeno bádání:

2. Měření teploty teploměrem GO!Temp a účinky soli na sníh a led

3. Raketový pohon
4. Vlastnosti hladiny vody
5. Endotermické a exotermické děje
6. Stav bez tíže

Některé z připravených náplní výuky byly představeny v této diplomové práci i v rámci ověřovacích pokusů výše. Více témat se do konce školního roku nestihlo. Největší úspěch u studentů měl pokus s raketovým pohonem a přesvědčili vyučující, že by si jej chtěli další školní rok zopakovat.

V novém školním roce začal kroužek od začátku ve stejné čtrnáctidenní formě, jako před tím. Tentokrát bylo přihlášených studentů o něco více. Protože kroužek navštěvovali i jiní studenti než předchozí pololetí, tak úvodních 6 témat kroužku bylo podobných jako minulé pololetí:

1. Seznámení s měřícím systémem
2. Měření teploty teploměrem GO!Temp
3. Vodní dělo (povrchové napětí vody)
4. Reflexní vesta – koutový odražeč
5. Endotermické a exotermické děje
6. Stav bez tíže a raketový pohon
7. Neutralizace
8. Kapilární jevy
9. Odrazivost různých povrchů
10. Vypařování vody a lihu
11. Statické a dynamické smykové tření
12. Jouleův pokus (zvýšení vnitřní energie konáním práce)
13. Matematické kyvadlo
14. Proměnlivost síly při kmitavém pohybu
15. Tepelná kapacita písku a vody
16. Citrónová baterie

17. Magnetismus, magnetické pole

18. Magnetické vlastnosti elektrického proudu

To byla všechna témata plánovaná na celý školní rok 2019/2020. S vyučující kroužku jsme měli více připravených experimentů, než kolik se vešlo na školní rok.

Studenti pro opakovaně plánovaný experiment raketového pohonu, který je zaujal minule natolik, si během praxí v dílnách vyrobili vlastní trysky pro jejich rakety. Při použití první trysky se tryska studentům oddělila od samotné rakety a její let se neuskutečnil. Zjistili, že si v ní připravili příliš malý otvor, proto se tryska na raketě neudržela, vznikající tlak byl příliš velký.

Do probíhajícího kroužku letos bohužel zasáhla světová pandemie. Během uzavření škol, nemohli studenti pochopitelně využívat přístroje Vernier. Kroužek však dále probíhal i v distanční formě na pokusech, které byli studenti schopni zvládnout sami v domácích podmínkách. Tyto pokusy jsme teoreticky připravili společně s jejich vyučující, aby studenti viděli, že je možné bádát i doma. Průběh a výsledky pokusů jsme společně nafotili, aby si každý student mohl zkontrolovat, že je provedl správně. Experimenty pro domácí zkoumání dostali všichni pomocí zadaného pracovního listu. Na každý týden jsme připravili jeden či více jednoduchých pokusů.

Mezi takové experimenty jsme zařadily a nafotily například (fotky jsme pořídili ze všech pokusů, níže jsou ukázány jen některé z nich):

1. Mince suchou rukou



Obrázek 19: Mince suchou rukou 1, zdroj: autor



Obrázek 20: Mince suchou rukou 2, zdroj: autor

2. Těžiště tělesa

3. Plování těles
4. Pěnová sopka
5. Tříbarevný koktejl
6. Lávová lampa
7. Tlak vody



Obrázek 21: Tlak vody, zdroj: autor

8. Nenevtonovská kapalina
9. Krystalizace



Obrázek 22: Krystalizace, zdroj: autor

Připravili jsme ještě několik dalších pokusů. Podle rozhovoru s vyučující studenty provádění jednoduchých pokusů doma všechny bavilo. Některé z nich již sami znali, ale nikdy je sami neprováděli. Někteří studenti dokonce prováděli experimenty společně se svými mladšími sourozenci, kteří jim ochotně pomáhali.

7.2.5 Výsledek zavedení měřicího systému

Senzory dobře pracovali po připojení k počítačům nebo notebookům. Bohužel propojení senzorů s tablety nefungovalo. Zpočátku jsem nemohla přijít na důvod proč by propojení nemělo fungovat. Prohledala jsem webové stránky českého dodavatele senzorů i jiné internetové stránky a diskuze, které se zabývali prací se zařízeními od Vernier. Až důkladným prozkoumáním technických parametrů produktu LabQuest Mini na stránkách výrobce přístrojů, jsem zjistila, že minilaboratoř je možné propojit s mnoha operačními systémy (např. Windows, Mac, Chromebook a další) kromě systému Android, který právě byl v zakoupených tabletech. [30]

Všichni vyučující, kteří chtějí používat měřicí přístroje Vernier, jsou tedy omezení v jejich používání pouze na pevné počítače ve třídách. Škola disponuje pevnými počítači pro učitele v každé třídě a samozřejmě i počítačovou učebnou, avšak provádění experimentů v počítačové učebně je téměř nemožné, jak z bezpečnostních, tak i prostorových důvodů.

Dalším cílem bylo pomoci na škole zavést přírodovědný kroužek s názvem Učíme se ze života pro život. Společně s vedoucí vyučující kroužku jsme připravili náplň jednotlivých hodin. Vyučující v hodinách z důvodu nefunkčnosti propojení s tablety používala svůj osobní notebook, kde měla nainstalovaný program Logger Lite. Z důvodu přerušování výuky nebylo možné provést na konci roku šetření mezi studenty na změnu výuky v přírodovědných předmětech s podporou nového měřicího systému Vernier.

Z rozhovoru se zavádějící vyučující bylo jasné, že měřicí systém je využíván nejen v hodinách kroužku, ale i v běžné výuce. Kroužek Učíme se ze života pro život se bude otvírat i v dalším školním roce, ve kterém vyučující, jak doufá, konečně projde se studenty všechny připravené experimenty, jelikož na provedení několika z nich se sama těší.

Zavedení měřicího systému na VOŠ, OA a SOUT Chotěboř mohu tak považovat za úspěšný. Škola má do budoucna v plánu přikoupit ke každé soupravě malý notebook, aby mohlo pracovat s přístroji více studentů najednou.

8 Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo seznámit se se sadami senzorů připojitelných k počítači, zhodnotit zveřejněné měřicí systémy a připravit jejich zavedení do výuky budoucích učitelů chemie.

Díličními cíli této diplomové práce bylo ověření pokusů se senzory Vernier, které jsou připojitelné k počítači, a zavedení měřicího systému Vernier na jedné střední škole. Ověřování experimentů i uvedení nové soustavy pro experimentování bylo vedeno s ohledem na jejich uplatnění v rámci výuky budoucích učitelů chemie, kteří mohou předvedené pokusy použít sami během své vlastní budoucí výuky.

V teoretické části je předložen stručný přehled reforem českého školství, které vedli až k dnešní podobě výuky chemie včetně badatelsky orientované výuky chemie. Další součástí je popis a rozdíl několika měřicích systémů od společností NeuLog, PASCO, CONATEX, EdLaB a Vernier. Více pozornosti jsem zaměřila na systém pro experimenty od firmy Vernier, protože jsem jej používala pro ověřovací pokusy a pomáhala jsem ho zavést do výuky na škole VOŠ, OA a SOUT Chotěboř v praktické části diplomové práce. Rovněž je v teoretické části popsán projekt Implementace krajského akčního plánu.

V praktické části jsem používala k ověření pokusů měřicí senzory GO!Temp teploměr, siloměr DFS-BTA a teploměr TMP-BTA, které byly připojeny k notebooku. Jednalo se o experimenty: tepelné změny chladicí směsi, stav bez tíže a endotermický a exotermický děj.

Používání USB teploměru GO!Temp byla jednoduchá a velmi názorná, jelikož jsem s ním pracovala již dříve. Při práci s tímto teploměrem bylo potřeba hlídat správné nastavení času pro měření, četnost frekvence zápisu měřených hodnot programem Logger Lite a také dávat pozor na ovlivnění měření například dotykem ruky na měřicí místo teploměru.

Práce s teploměrem TMP-BTA byla srovnatelná s předchozím. Jediný rozdíl mezi nimi bylo rozdílné připojení senzorů přes minilaboratoř LabQuest Mini.

Siloměr DFS-BTA má stejné připojení jako předchozí teploměr. Jeho používání bylo také jednoduché. Při práci se siloměrem bylo nutné dávat pozor na správné nastavení senzoru a rovněž na ovlivnění měření například třesem ruky.

Každý z ověřených pokusů bych doporučila k zařazení do výuky budoucích učitelů chemie. Tyto experimenty může sám učitel předvádět ve výuce pro podporu probíraného učiva se žáky nebo je mohou studenti provádět i samostatně, protože jsou zařízení jednoduše ovladatelná. Postup experimentu může učitel promítat pro celou i třídu pomocí čtecího a promítacího zařízení. Pokusy realizované tímto způsobem může zvýšit atraktivitu výuky učitele chemie a u žáků a studentů mohou zvýšit jejich zájem o učení se přírodovědným předmětům. I mnoho dalších pokusů z volně dostupných kuchařek jednotlivých měřících souprav je vhodným prostředkem k inovaci přípravy budoucích učitelů chemie.

Již několik let sama vyučuji na jedné základní škole, z toho dva roky učím i chemii. Víím tedy z vlastní zkušenosti, že podpora výuky prováděním experimentů, má na žáky až magnetický vliv. Jsem stále na začátku mé vlastní výuky žáků a samozřejmě se snažím svou výuku vylepšovat. Na základní škole, kde vyučuji, máme pouze jeden senzor připojitelný k počítači a to teploměr Vernier GO!Temp. Před dvěma roky jsem byla sama, kdo senzor používal. V současnosti se mi podařilo u nás na škole přesvědčit i další učitelku chemie k inovaci výuky používáním USB teploměru.

V další fázi praktické části diplomové práce jsem navázala kontakt se školou VOŠ, OA a SOUT Chotěboř, která je zapojená do projektu IKAP a která se rozhodla zavést nový měřící systém Vernier do hodin výuky. Na škole neměli žádnou zkušenost s jinými měřícími systémy, po řádném vysvětlení práce a rozdílů v zapojení jednotlivých zařízení pro vedení školy a zavádějící učitelku, se dokázali na vedení školy rozhodnout, jaký typ zařízení a jaký čtecí program si pořídí do školy. V úmyslu zavádějící vyučující původně bylo nakoupit za daný obnos peněz co možná nejvíce přístrojů. Jelikož další podmínkou projektu pro školu bylo zajistit otevření nového přírodovědného kroužku, tak se vedení

školy přiklonilo k pořízení šesti sad s podobnou výbavou měřícími čidly. Škola zadala práci českému distributorovi senzorů Vernier s připomínkou, že ke všem soupravám bude rovněž pořizovat tablet pro sběr naměřených dat.

Propojení senzorů s tablety nebylo funkční. Pro předvedení práce se senzory a se čtecím programem jsem použila svůj notebook. Všichni vyučující, kteří chtěli se senzory pracovat, museli také používat osobní notebooky nebo používat školní počítače. Po důkladném prohledání podrobných technických parametrů jsem našla důvod, proč propojení s tablety nefungovalo. Minilaboratoř LabQuest Mini je propojitelná s operačními systémy Windows, Mac, Chromebook a dalšími, ale není se systémem Android. Tento operační systém byl ale součástí tabletů. Proto se nemohli vzájemně připojit.

Současně se zaváděním měřícího systému do školy jsem podpořila zavedení přírodovědného kroužku Učíme se ze života pro život. Vyučující kroužku jsem na začátku poradila s prací se senzory a programem firmy Vernier. Společně s ní jsme připravily a následně odzkoušely pokusy pro kroužek. Některé pracovní listy jsou v příloze diplomové práce. Do této chvíle nebylo možné uskutečnit průběh kroužku během celého školního roku vlivem přerušení z několika důvodů v každém ze dvou let, ve kterém kroužek probíhal. Na škole se kroužek chystá již třetím rokem, proto jeho zavedení proběhlo úspěšně.

9 Seznam informačních zdrojů:

- [1] FELTL, T. Školní měřicí systémy a jejich další rozměr ve výuce. *e-Mole*. [online] 2019 [cit. 2020-07-22]. ISSN 2336-5714. Dostupné z: <https://www.e-mole.cz/clanek/skolni-merici-systemy-jejich-dalsi-rozmer-ve-vyuce>
- [2] FASNEROVÁ, M. Kurikulární změny a jejich odraz v klimatu školy z pohledu rodičů. *Theses.cz* [online]. Brno: Fakulta informatiky Masarykovy univerzity, [2006] [cit. 2020-07-22]. Dostupné z: https://theses.cz/id/xrlu0j/Rigorzn_prce_M_Fasnerov.pdf
- [3] PECINA, P. Moderní výukové metody s efekty. *Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova* [online]. Praha: AOW [cit. 2020-07-22]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/chemie/educhem/teply1/vyuka-1/Didaktika-anorganicke-chemie/soubory/metody%20a%20formy.pdf>
- [4] VESELÝ, J. 158. schůzka: *Podivné milostivé léto v Království českém Léta Páně 1393* [online]. [cit. 2020-07-02]. Dostupné z: <https://dvojka.rozhlas.cz/158-schuzka-podivne-milostive-leto-v-kralovstvi-ceskem-leta-pane-1393-7938678>
- [5] VESELÝ, J. 173. schůzka: *Viklef, Viklef, nejednomu ty hlavu zvikleš* [online]. [cit. 2020-07-03]. Dostupné z: <https://dvojka.rozhlas.cz/173-schuzka-viklef-viklef-nejednomu-ty-hlavu-zvikles-7943020>
- [6] CAHA, A. Mistr Jan Hus: Jeho život, dílo a význam. In: *Wikizdroje: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, c2001-2020 [cit. 2020-07-22]. Dostupné z: https://cs.wikisource.org/wiki/Mistr_Jan_Hus_:_Jeho_%C5%BEivot,_d%C3%ADlo_a_v%C3%BDznam

[7] KOMENSKÝ, J. A. *ŠKOLA NA JEVIŠTI* [online]. Brno: KOMENIUM, 1947 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/phil/jaro2016/DVB005/Komensky-Skola_na_jevisti.pdf?lang=en

[8] Jan Amos Komenský citáty. *Citáty známých osobností* [online]. [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://citaty.net/autori/jan-amos-komensky/>

[9] *Didaktika chemie - její současnost a perspektivy: sborník materiálů z celostátního semináře didaktiků chemie konaného v Brně ve dnech 24. a 25. Června 1996*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 1997. 15 s. ISBN 8021014873

[10] Karel Slavomil Amerling. *Katedra filosofie* [online]. [cit. 2020-07-08]. Dostupné z: <https://www.phil.muni.cz/fil/scf/komplet/amerl.html>

[11] ČTRNÁCTOVÁ, H. a J. ZAJÍČEK. Současné školství a výuka chemie v České republice. *Chemické listy*. 2010, roč. 104, s. 811 - 818. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010_08_811-818.pdf. ISSN 1213-7103

[12] BENEŠ, P., M. RUSEK a T. KUDRNA. Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*. 2015, roč. 104, s. 159 - 162. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2015_02_159-162.pdf. ISSN 1213-7103

[13] O PASCO.cz. *PASCO.cz*. [online]. 2015 [cit. 2020-07-10]. Dostupné z: <http://www.pasco.cz/o-pasco-cz>

[14] Neulog. *Moderní škola* [online]. Moderní škola, c1996-2020 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.moderniskola.eu/produkty/neulog.html?start=0>

- [15] *CONATEX-DIDACTIC učební pomůcky* [online]. CONATEX-DIDACTIC [cit. 2020-07-10]. Dostupné z: <https://www.conatex.cz/>
- [16] *EdLaB* [online]. Connexia electric [cit. 2020-07-10]. Dostupné z: <http://edlab.cz/>
- [17] Hlavní strana. *Vernier CZ – Výbavení pro výuku přírodovědných oborů*. [online]. 2020 [cit. 2020-07-10]. Dostupné z: <http://www.vernier.cz/uvod/rozcestnik>
- [18] LabQuest 2. *Vernier* [online]. c2020 [cit. 2020-07-12]. Dostupné z: <https://www.vernier.com/product/labquest-2/>
- [19] VANĚČEK, D. *Virtuální a vzdálené laboratoře* [online]. [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <http://jaroslavbalvin.eu/wp-content/uploads/2014/10/Vanecek.pdf>
- [20] BÍLEK, M. a M. TURČÁNI. *Virtuální a vzdálené laboratoře ve výuce a v přípravě učitelů přírodovědných předmětů* [online]. 2006 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: file:///C:/Users/Uzivatel/Downloads/Pedag_2006_4_06_Vzdalene_361_372.pdf
- [21] *Výroční zpráva za školní rok 2013/2014* [online]. Praha: Česká školní inspekce, 2014 [cit. 2020-07-22]. ISBN 978-80-905632-7-8. Dostupné z: http://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el._publikace/V%3%bdro%4%8dn%3%ad%20zpr%3%a1vy/Vyrocní_zprava_CSI_2013_2014.pdf
- [22] GRECOVÁ, M. a A. MITTNEROVÁ. *Jak získat mladé talenty do vědy a výzkumu, aneb zvědavost žáků při výuce chemie, jde to vůbec?* [online]. 2014 [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: https://eupro.vscht.cz/files/uzel/0013268/IBSE+na+VS%CC%8CCHT_v3_s_odkazy.pdf?redirected

- [23] ŠKODA, J. a P. DOULÍK. Lesk a bída školního chemického experimentu. *DOCPLAYER* [online]. Docplayer, c2020 [cit. 2020-07-22]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/13513497-Lesk-a-bida-skolniho-chemickeho-experimentu.html>
- [24] TRNOVÁ, E. *Co to je IBSE? "Nic nového pod sluncem."* [online]. [cit. 2018-06-24]. Dostupné z: <http://files.chemicke-vzdelavani.webnode.cz/200000018-84d8a85dbb/Trnova.pdf>
- [25] BANCHI, H., BELL, R. *The Many Levels of Inquiry*. Science and Children, Vol. 46(2), 2008, pp. 26-29.
- [26] IBSE. *Profesní reflexně-orientované zaměření na badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání IBSE* [online]. [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: <https://profiles.ped.muni.cz/ibse.php>
- [27] Implementace Krajského akčního plánu Kraje Vysočina I - Učíme se ze života pro život. *Kraj Vysočina* [online]. Jihlava: Krajský úřad Kraje Vysočina, c2002-2017 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.kr-vysocina.cz/implementace-krajskeho-akcniho-planu-ucime-se-ze-zivota-pro-zivot/ds-304051>
- [28] Učíme se ze života pro život. *Kraj Vysočina* [online]. Jihlava: Krajský úřad Kraje Vysočina, c2002-2017, 9.7.2018 [cit. 2020-07-22]. Dostupné z: https://www.kr-vysocina.cz/assets/File.ashx?id_org=450008&id_dokumenty=4089240
- [29] Charakteristika školy. *Vyšší odborná škola, Obchodní akademie a Střední odborné učiliště technické Chotěboř* [online]. Chotěboř, c2020 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.oschot.cz/charakteristika-skoly/>
- [30] LabQuest Mini: compatible devices and software. *Vernier* [online]. Beaverton: Vernier, c2020 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.vernier.com/product/labquest-mini/>

10 Seznam obrázků

Obrázek 1 Grafický zobrazovací modul - NeuLog.....	16
Obrázek 2 Bezdrátový spektrometr - PASCO.....	16
Obrázek 3 Sada Základy elektrochemie - CONATEX.....	17
Obrázek 4 Teplměř - EdLaB.....	18
Obrázek 5 Teplotní čidlo GO!Temp - Vernier.....	19
Obrázek 6 Siloměr se 2 rozsahy - Vernier.....	19
Obrázek 7 Čidlo magnetického pole – teslametr - Vernier.....	20
Obrázek 8 Ampérmetr - Vernier.....	20
Obrázek 9 Luxmetr – čidlo intenzity světla - Vernier.....	21
Obrázek 10 Voltmetr - Vernier.....	21
Obrázek 11 Go!Link - Vernier.....	22
Obrázek 12 LabQuest 2 - Vernier.....	23
Obrázek 13 LabQuest Mini - Vernier.....	24
Obrázek 14 Tepelná změna chladicí směsi (3:1).....	38
Obrázek 15 Tepelná změna chladicí směsi (1:3).....	38
Obrázek 16 Stav bez tíže.....	40
Obrázek 17 Endotermický a exotermický děj.....	43
Obrázek 18 Ovlivnění teploměrem měřených hodnot.....	47
Obrázek 19 Mince suchou rukou 1.....	55
Obrázek 20 Mince suchou rukou 2.....	55
Obrázek 21 Tlak vody.....	56
Obrázek 22 Krystalizace.....	56

11 Seznam grafů

Graf 1 Třída 1TE	49
Graf 2 Třída 1SO	50
Graf 3 Třída 3SE	51
Graf 4 Třída 4ME+4OP	52

12 Seznam příloh

Příloha č. 1 Stav bez tíže – Pracovní list

Příloha č. 2 Endotermický a exotermický děj – pracovní list

Příloha č. 3. Seznam pokusů pro kroužek