

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky chemie

Studijní program: Vzdělávání v chemii



Disertační práce

**Počítačem podporované experimenty ve výuce
chemie na střední škole**

**Microcomputer-Based Laboratory in Secondary School
Chemistry Education**

RNDr. Eva Stratilová Urválková

Vedoucí závěrečné práce: RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.

Praha 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 29. 7. 2013

Podpis

Ráda bych poděkovala lidem, bez kterých by tato práce mohla stěží vzniknout. Na prvním místě RNDr. Petru Šmejkalovi, Ph.D. za trpělivé vedení práce a prof. RNDr. Haně Čtrnáctové CSc. za cenné rady při uspořádání výsledné podoby práce. Dále děkuji všem pedagožkám středních škol, se kterými jsem v průběhu dlouhodobého výzkumu na školách spolupracovala, za jejich trpělivost a chuť dělat něco nového, a také zúčastněným žákům, kteří se ochotně zapojovali do laboratorních cvičení.

Děkuji všem odborníkům, vědcům, pedagogům, se kterými jsem měla možnost práci konzultovat a kteří mě v kritických okamžicích povzbudili k další práci.

Můj dík dále patří rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu doktorského studia podporovali, ochotně naslouchali i diskutovali výzkumné problémy. A největší dík patří mému milovanému Petrovi... za to, že je.

Abstrakt

Název: Počítačem podporované experimenty ve výuce chemie na střední škole

Školní experimentální praxe žáků by měla reflektovat stav reálné laboratoře, aby přírodní vědy nebyly pro žáky odtržené od reality. V tom případě je potřeba do výuky zařadit instrumentální techniku, bez které se žádná současná laboratoř neobejde. Pro školní podmínky jsou v tomto ohledu vhodné školní experimentální systémy, které spojují moderní technologie s možností uplatnění metod orientovaných na žáka (např. badatelsky orientovanou výuku), které připravují žáky na celoživotní učení. V České republice dochází v posledních letech k postupnému průniku počítačem podporovaných experimentů do přírodovědného vzdělávání, avšak není mnoho výzkumů, které by zjišťovaly, zda jsou na jejich použití žáci i učitelé připraveni a jakým způsobem začleňují čeští učitelé počítačem podporované experimenty do výuky.

Realizovaný výzkum se zjišťoval pomocí dotazníkového šetření postoje učitelů chemie (N = 65) a studentů učitelství chemie (N = 38) k měřicím přístrojům. Zároveň se prostřednictvím akčního výzkumu na dvou školách (3 učitelky chemie, 50 žáků celkem) pokoušel popsat, jak dochází k začleňování počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie. Zapojení žáci vyplňovali pre- a post-dotazník zjišťující změnu postojů k přístrojům ve výuce. Výsledky kvantitativní části výzkumu ukazují, že všechny cílové skupiny mají k přístrojům kladný vztah, bez ohledu na pohlaví, považují experimentování v chemii za důležité a měřicí přístroje za užitečné. Na základě pozorování a rozhovorů se spolupracujícími pedagožkami byly popsány čtyři případové studie začleňování počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie. Během spolupráce bylo ověřeno devět pracovních listů optimalizovaných s ohledem na POE (predict-observe-explain) přístup. Žáci ani učitelé případových studií nejsou zatím zvyklí používat badatelskou metodu, přesto jim práce s experimentálními systémy byla přínosem. Žáci se naučili především organizovat práci ve skupině, řešit problémy, vyhodnocovat data. Všechny učitelky oceňovaly možnost ukázat žákům moderní způsob experimentování. Zároveň se shodly, že bez pomoci s přípravou laboratoře a pracovních listů by nebyly samy schopny cvičení realizovat a naučit se s přístroji pracovat. Výsledky všech částí výzkumu ukazují, že úspěšné začlenění počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie vyžaduje dlouhodobou přípravu učitele, ideálně během pregraduálního studia.

Klíčová slova: školní experimentální systém, počítačem podporovaný experiment, střední škola, výuka chemie, akční výzkum, dotazník, případová studie, postoje, žáci, učitelé

Summary

Title: Microcomputer-Based Laboratory in Secondary School Chemistry Education

School experimental practice should reflect the real laboratory practice so that school science keeps in touch with reality. Today's laboratories are fully equipped with instrumental devices that are often presented in media, so it is necessary that students have experience also with this way of experiments. For school purposes seem suitable probeware (school experimental systems), that combine modern technology with concept of student-centered learning (eg inquiry based science education) that should successfully prepare students for lifelong learning. During recent years probeware has been slowly penetrating into Czech science education, but there has been a lack of research examining whether both teachers and pupils are prepared to accept and implement probeware into school chemistry curriculum in a proper way. Almost no research has been done in field search describing the way of using the probeware and microcomputer-based laboratory within Czech secondary school chemistry curriculum.

Presented mixed method research focuses on attitudes of chemistry teachers (N = 65), pre-service chemistry teachers (N = 38) and students (N = 50) regarding attitudes to general devices and measuring devices (or probeware) to find out the obstacles when innovating school curriculum. The quantitative data from questionnaire survey were analyzed and the results show that all focus groups assess devices in life and in education very high, they also consider experimenting in chemistry as important and probeware in education as useful, with no gender differences. The qualitative research that was performed in two schools (3 chemistry teachers, 50 students), was based on observations and interviews with cooperating teachers who implemented nine POE (Predict-Observe-Explain) worksheets and probeware in chemistry education. Based on the observations four case studies were described. Students involved in qualitative study filled in the pre- and post-questionnaire that had similar items as teachers' questionnaires. The results showed that neither teachers nor pupils from case studies are used to POE (predict-observe-explain) approach, but to scholarly methods. Nevertheless, the microcomputer based laboratories were appreciated by teachers who had the opportunity to show students a modern way of experimentation. All three teachers agreed that without the help of assistant (researcher, author of the thesis) who helped with preparing the laboratory and worksheets, they would not be able to guide the laboratory and learn how to work with probeware. The results of all parts of the research show that successful integration of microcomputer-based laboratories in chemistry education requires long-term preparation of teachers, ideally during pre-service studies.

Keywords: school experimental system, probeware, microcomputer-based laboratory, secondary school, chemistry education, action research, questionnaire, case study, attitudes, students, teachers

Obsah

1	Úvod a cíle práce	7
2	Teoretická východiska.....	9
2.1	Současné cíle vzdělávání.....	9
2.2	Počítačové technologie ve výuce.....	13
2.3	Počítačové technologie ve výuce chemie	14
2.4	Počítače v přírodovědném experimentování.....	15
2.5	Co je to počítačem podporovaný experiment?	19
2.5.1	Požadavky na školní experimentální měřicí systém	19
2.5.2	Výhody školních měřicích systémů.....	20
2.5.3	Možnosti uspořádání pracovního místa	21
2.5.4	Školní experimentální systémy dostupné na českém trhu	23
2.6	Počítačem podporované experimenty očima zahraničních výzkumů	30
2.6.1	Terminologie.....	30
2.6.2	Počátky počítačové technologie ve vzdělávání	32
2.6.3	Robert Tinker se představuje.....	33
2.6.4	Zlatá 80. léta 20. století	36
2.6.5	Instrumentální měření a fyzika.....	39
2.6.6	Instrumentální měření a chemie	43
2.6.7	Shrnutí.....	46
2.7	Badatelsky orientovaná výuka	48
2.8	Kvantitativní a kvalitativní výzkum.....	54
2.8.1	Kvantitativní nebo kvalitativní výzkum?	54
2.8.2	Smíšený výzkum	57
3	Tvorba výukových materiálů.....	60
3.1	Pilotáž stávajících úloh.....	60
3.2	Optimalizace úloh	62
3.2.1	Očekávané výstupy žáků u jednotlivých úloh.....	63
3.3	Úlohy využívající badatelskou metodu	69
	COMBLAB (Competency – MBL – Laboratory)	69
4	Výzkumný design a nástroje	72
4.1	Učitelé a školní experimentální systémy.....	73
4.1.1	Dílčí výzkumné otázky	73
4.1.2	Výzkumná metoda.....	74
4.1.3	Výzkumný vzorek.....	76

4.2	Žáci a školní experimentální systémy	76
4.2.1	Výzkumné otázky	76
4.2.2	Výzkumná metoda	77
4.2.3	Výzkumný vzorek – žáci.....	78
4.3	Školní experimentální systémy ve výuce chemie – akční výzkum.....	79
4.3.1	Výzkumné otázky	79
4.3.2	Výzkumná metoda	79
4.3.3	Výzkumný vzorek.....	80
4.3.4	Použité přístrojové vybavení.....	83
5	Výsledky a diskuse.....	84
5.1	Učitelé a školní experimentální systémy	84
5.1.1	Výsledky dotazníku pro učitele chemie	84
5.1.2	Výsledky dotazníku studentů učitelství chemie.....	95
5.2	Žáci a školní experimentální systémy	100
5.2.1	Výsledky vstupního dotazníku žáků	101
5.2.2	Výsledky post-dotazníku zúčastněných žáků	107
5.3	Počítačem podporované experimenty ve výuce chemie – případové studie	112
5.3.1	Účastníci se školy a vyučující.....	112
5.3.2	Případová studie 1: Škola A – sexta	118
5.3.3	Případová studie 2: Škola A – kvinta	133
5.3.4	Případová studie 3: Škola A – septima.....	134
5.3.5	Případová studie 4: Škola B – kvinta	136
5.3.6	Zúčastnění učitelé - shrnutí.....	140
6	Závěr.....	142
7	Bibliografie	145
8	Přílohy	154

Seznam použitých zkratek

CC	<i>Concord Consortium</i>
ČR	Česká republika
EU	European Union, Evropská unie
ICT	informační a komunikační technologie
KUDCH	Katedra učitelství a didaktiky chemie
MBL	<i>microcomputer based laboratory</i> , počítačem podporovaný experiment
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
NSF	<i>National Science Foundation</i> , Národní přírodovědná nadace
PC	<i>personal computer</i> , osobní počítač
PPE	počítačem podporovaný experiment
PřF UK	Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
RVP	Rámcový vzdělávací program
SŠ	střední škola
TEEMSS	<i>Technology Enhanced Elementary and Middle School Science</i> , projekt
ÚIV	Ústav pro informace ve vzdělávání
USB	<i>Universal Serial Bus</i> , typ připojení
USD	americký dolar
UV-VIS	<i>ultraviolet-visible</i> , ultrafialové-viditelné
VŠ	vysoká škola
VŠCHT	Vysoká škola chemicko-technologická
ZŠ	základní škola

1 Úvod a cíle práce

Reálný experiment je v přírodních vědách klíčovým prvkem výuky, neboť skrze něj žáci poznávají okolní svět a snaží se mu porozumět. V souladu s výukovými cíli je proto vhodné jej zařazovat do výuky v maximální možné míře. Provedení mohou být různá: jednoduché zkumavkové reakce, preparace, dlouhodobé experimenty, videopokusy apod. Výběr experimentu je ovlivněn mnoha aspekty, zásadní je však vybavenost konkrétní školy. Z důvodu finanční náročnosti jsou mnohde školní chemické laboratoře vybaveny pomůckami, které jsou v omezené míře inovovány, dokonce některé školy provoz chemické laboratoře omezují. Učitelé tedy používají dostupné, nejčastěji klasické metody využívající stávající vybavení. Chemická laboratoř současnosti však vypadá o poznání jinak: kromě laboratorního skla a pomůcek, u nichž nenastala velká proměna, lze v laboratoři nalézt velké množství přístrojů, které slouží k usnadnění práce i k analýze. Žáci se s obrazem současné laboratoře setkávají prostřednictvím médií, která poměrně často informují o kvalitě potravin, novinkách ve vývoji léků, technologických inovacích, ale také ve zprávách o policejním vyšetřování¹. Zprávy jsou často doprovázeny ilustračními záběry z laboratoře, ve kterých výzkumníci či laboranti zpracovávají vzorky, a obvykle pracují na blíže neurčených přístrojích, jež zajišťují analýzu. Obraz této reálné laboratoře však neodpovídá školním laboratořím, ve kterých žáci sami pracují, ani experimentům, se kterými se žáci setkávají. Klasické, zkumavkové reakce mají ve výuce chemie nesporný význam, avšak jsou vzdálené pojetí, jakým jsou chemické vědní obory prezentovány veřejnosti. Tento rozpor může být jedním z důvodů malé oblíbenosti chemie u žáků středních škol a může se podepsat i na motivaci a postojích žáků k přírodním vědám obecně. Mezi širší cíle výuky chemie by tedy určitě měla patřit snaha přiblížit žákům reálnou laboratoř současnosti.

Jednou z možností, jak žáky blíže seznámit s prací v běžné laboratoři, je zařadit do výuky chemie takové experimenty, které v provedení využívají podobné vybavení jako reálné laboratoře, tzn. nějaký z měřicích přístrojů. Školní experimentální systémy jsou součástí přírodovědného vzdělávání již několik desítek let, avšak v českém základním a středním školství se začínají významněji prosazovat teprve v posledních letech. Potenciál experimentů s využitím měřicích přístrojů je široký; kromě naplnění didaktických cílů může právě jejich využití zmenšit propast mezi jakýmsi skleníkovým školním prostředím a prostředím reálných vědeckých laboratoří. Samočelné implementace didaktických prostředků nebo metod však nemají valný smysl bez pedagogického a didaktického výzkumu zjišťujícího dopady inovace na výuku. V zahraničí byla provedena řada výzkumů věnujících se počítačem podporovaným experimentům, pozornost se však velmi často upírala a upírá na prezentaci jednotlivých měřicích systémů, popis navržených úloh, nebo výzkum věnovaný zvláště fyzikálním úlohám, neboť školní experimentální systémy jsou oblíbené spíše u učitelů fyziky než chemie či biologie. Ovšem i zde lze vysledovat větší množství výzkumů věnovaných poměrně malému počtu úloh, dalo by se říci prověřených sázek na jistotu². Máloukterý výzkum má však dlouhodobý charakter zjišťující, jakým způsobem přijímají a používají žáci a jejich učitelé školní experimentální systém a jakým způsobem ovlivní měřicí přístroje výuku přírodních věd. Právě tento absentující výzkum v českém prostředí se stal podnětem k realizaci předkládané disertační práce.

Tématu školních experimentálních systémů jsem se věnovala již v diplomové práci z roku 2006, vypracované na Katedře učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy

¹ Svěbytnou skupinou by rovněž byly současné televizní seriály, zvláště kriminální, které na jednu stranu naivně zobrazují vědeckou činnost, na druhou stranu k objasnění případu velkou měrou přispívají právě technologické vymoženosti.

² V různých kontextech tak byla již mnohokrát zkoumána úloha na pohyb, rychlost a zrychlení, využívající pohybové čidlo, viz kap.2.6.5 V chemii by touto ukázkovou, efektní úlohou zřejmě mohla být titrace indikovaná pH elektrodou.

v Praze (KUDCH PŘF UK). Práce byla zaměřena na popis v té době dostupného měřicího systému firmy Pierron a vytvoření sady chemických úloh využívajících tento experimentální systém. Tvorba úloh a problematika využití měřicích přístrojů ve výuce chemie mne zaujaly natolik, že jsem se rozhodla v tématu pokračovat a rozvinout jej v rámci doktorského studia. Nadto, stále častěji se vynořovaly otázky spojené s realizací úloh ve vyučování, které také přirozeně vedly k formulaci výzkumných otázek a cílů disertační práce.

Cíle práce

Disertační práce sledovala několik cílů:

- Nastínit možnosti využití technologických pomůcek ve středoškolské výuce přírodních věd, zvláště chemie, a provést rešerši zahraniční a české literatury stran měřicích přístrojů v přírodovědných předmětech.
- Sestavit soupis a stručně zhodnotit školní experimentální systémy dostupné na českém trhu; popsat možnosti zapojení a z nich plynoucí výhody a nevýhody.
- Ověřit v rámci předvýzkumu již vytvořené úlohy, provést případné úpravy výukových materiálů a zpracovat další náměty na počítačem podporované experimenty v chemii.
- Provést dotazníkové šetření mezi středoškolskými učiteli chemie a budoucími učiteli chemie zjišťující jejich postoje k přístrojům obecně a k počítačem podporovaným experimentům.
- Navázat spolupráci s několika učiteli chemie pražských gymnázií a vypracovat individuální plán dlouhodobé spolupráce během školního roku 2008/2009, během níž budou do výuky chemie začleněny počítačem podporované experimenty. Zajistit spolupracujícím učitelům přístrojové vybavení a výukové materiály k plánovaným úlohám.
- Před a po realizaci výzkumu provést dotazníkové šetření s účastníky se žáky zjišťující jejich postoje k přístrojům obecně i k přístrojům ve výuce.
- Během přímého nezúčastněného pozorování pořídit videonahrávky realizovaných laboratorních cvičení, které budou sloužit jako podklad pro analýzu čtyř případových studií při začleňování počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie
- Prostřednictvím rozhovorů se spolupracujícími učiteli zjistit jejich názory na začlenění počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie.

Struktura práce

Práce je rozdělena do šesti kapitol: v první kapitole jsou nastíněny motivace vzniku práce a cíle práce; druhá kapitola se věnuje teoretickým východiskům, a to současným cílům vzdělávání, popisu školních experimentálních systémů, rešerši věnovanou počítačem podporovaným experimentům a stručnému představení designu smíšeného výzkumu; třetí kapitola zahrnuje popis vytvořených optimalizovaných experimentů a pracovních listů; čtvrtá kapitola popisuje design experimentální části, tedy realizovaného výzkumu; pátá kapitola prezentuje a diskutuje výsledky výzkumné části a šestá kapitola shrnuje výsledky smíšeného výzkumu a přináší některá doporučení pro praxi. Přílohy disertační práce obsahují vlastní vytvořené pracovní listy, dotazníky, popis realizovaných laboratorních cvičení jedné případové studie a další materiály související s realizací výzkumu.

2 Teoretická východiska

2.1 Současné cíle vzdělávání

Umět se učit

Současná západní společnost je dynamická, vysoce diferencovaná a zároveň rychle se měnící. Proměňují se důležité technologie, struktura organizací, způsoby řízení, organizace informací, proměňují se také společenské role lidí, životní vzorce i základní lidské instituce, jako je rodina. V posledních dvaceti letech naprosto radikálně stoupla rychlost toku informací, což umožnilo těsné propojení celého světa do jediné globální vesnice. Jestliže budeme chápat ekonomiku jakožto motor současné společnosti, pak ekonomika již delší dobu není záležitostí jednotlivých států. Je to momentálně spíše vše prostupující entita, která zasahuje do dříve nemyslitelných oblastí lidského života, ovlivňuje je a proměňuje. Jak je tomu ale s konkrétním člověkem? Je momentálně „jednotkou“ na celosvětovém trhu, na němž nabízí své znalosti a dovednosti. Aby byl jedinec úspěšný, musí především „mít co nabídnout“, aby byl *konkurenceschopný*. Toto zaklínací slovo chťe nechťe začíná nabývat na významu s onou probíhající proměnou společnosti. Vzhledem k tomu, že lidský život je s ohledem na tempo proměny dnešní společnosti dosti dlouhý, vynořuje se nám otázka: jak by měl být člověk na život připravený, co by měl znát a umět, aby jeho hodnota v tvrdě konkurenčním prostředí neupadala. Můžeme říci, že tou pravděpodobně nejdůležitější hodnotou, kterou si každý může odnést do života, je schopnost učit se a přizpůsobit se. Jestliže ještě před několika desetiletími platilo, že škola připraví člověka na život tak, že mu předá sumu znalostí a dovedností, které následně v životě využije, pak v současnosti je situace dosti odlišná. Ne nadarmo tak mezi základní cíle Evropské unie (EU) patří **umět se učit**. Oproti dřívějším generacím však dnešní lidé nevystačí s jedinou dovedností, kterou se, byť výborně, naučili během dospívání. V dynamické době, která často a ráda využívá krátkodobé smluvní svazky, není zaručeno, že expertní znalosti jednoho oboru budou zdrojem příjmu po celý život.³

Do popředí se tak dostává koncept **celoživotního učení** (*life-long learning*), který má zajistit právě onu konkurenceschopnost. Tento cíl byl jedním z hlavních pilířů tzv. Lisabonské strategie z roku 2000 (Zpráva ze zasedání EU 2001, Lopéz Alvarez 2006). Učení v rámci školní výuky je aktivní proces, na kterém se podílejí vyučující a učící se žák/student. Jestliže se očekává od žáků, že se budou po celý zbytek života chtít vzdělávat, je potřeba naučit je tomu nejlépe tak, že je *aktivně* učitel zahrne do procesu výuky. Pro některé učitele to znamená změnit styl, metody a formu výuky tím, že upozadí svou osobu, nebudou žákům předkládat hotové informace, ale využijí takové metody, které jsou orientovány na žáka (**student-centred methods**). Sebereflexe učitele „Jak mohu pomoci žákům, aby se učili?“ se pak bude zásadně lišit od otázky „Jak mohu lépe učit?“.

Podpora matematiky a přírodovědných oborů

Zmiňovaná konkurenceschopnost neplatí pouze v případě jednotlivců, ale také v mezinárodním měřítku. Zvýšení konkurenceschopnosti zemí EU je totiž jedním z hlavních cílů Lisabonské strategie. Pokud chtějí tyto země zůstat konkurenceschopné v porovnání s dalšími rozvinutými státy, jako jsou např. USA nebo Japonsko, ale i mezi tzv. ekonomickými a lze říci i technickými, tygry jako jsou Čína a Indie, je potřeba podporovat vzdělanost v oblasti přírodovědných a technických oborů. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR (MŠMT)

³Tento trend je také jedním z hlavních důvodů rostoucí nejistoty v životech lidí, což se odráží ve frustraci a zvyšujícím se sociálním napětí. Hlubší zkoumání o společenských dopadech globalizace přinášejí práce Zygmunta Baumana *Globalizace. Důsledky pro člověka* (1999) nebo *Tekutá modernita* (2002), popř. publikace Ulricha Becka, např. *Riziková společnost* (česky 2004).

nechalo vypracovat studie, jejichž výsledky se staly základem projektu podpory zájmu o technické a přírodovědné obory se slovy: „Všechny studie nepřímo potvrdily trend k alarmujícímu nedostatku vysokoškolsky vzdělaných odborníků v technických a přírodovědných oborech“ (MŠMTa), ale konkrétní výsledky studií se zatím tak alarmující nejeví. Žáci totiž pokládají technické a přírodovědné obory za perspektivní, kreativní, což se projevuje v tom, že již na základní škole vidí chlapci svou budoucnost nejčastěji v technických vědách (35 %), informatice (22 %) nebo ekonomických vědách (11 %) (MŠMTb, 2008). Také statistiky Ústavu pro informace ve vzdělávání zatím udávají stále rostoucí počet absolventů technických oborů, kteří jsou těsně po absolventech ekonomických oborů druhou nejpočetnější skupinou (ÚIV 2010). Problém však spočívá v tom, že demograficky je v populaci mírně více žen a ty svou budoucnost v technických oborech nevidí. Dlouhodobý trend tedy skutečně naznačuje stagnaci počtu studentů technických a přírodovědných oborů. Svůj podíl na tom mají mimo jiné genderové stereotypy, které si žáci nesou z domova, ale i ze školy. Dívky ze středních škol v uváděné studii (MŠMTb, 2008) při hodnocení budoucího oboru zvažovaly budoucí rodinnou situaci a slučitelnost rodičovských povinností s náročností daného oboru a na rozdíl od chlapců očekávaly přerušení pracovní kariéry kvůli péči o dítě. Dívky také častěji vnímaly odrazování od těchto předmětů nebo nedostatek pozornosti ze strany učitele; může se tedy snadno stát, že k chlapcům se přistupuje jako k někomu, kdo je těmto předmětům předurčen. Dlouhodobě sledovaná data Ústavu pro informace ve vzdělávání však hovoří o narůstajícím počtu žen absolvujících vysokoškolské vzdělávání, a to i v přírodovědných a technických oborech (ÚIV 2009).

Názornost ve výuce

Odpovědi žáků v uváděné studii MŠMT jsou do jisté míry rozporuplné (MŠMTb, 2008). Přírodní a technické vědy jsou sice zajímavé a užitečné, zároveň jsou odpovídající předměty na základních a středních školách (fyzika, chemie, matematika) hodnoceny jako obtížné a žáci je ve srovnání s jinými předměty nemají příliš rádi. Pro žáky středních škol jsou tyto předměty navíc ještě méně oblíbené než pro žáky škol základních. Kritika technických a přírodovědných předmětů ze strany žáků je obvykle směřována na nepřístupnost běžné praxi a náročnost na logické uvažování, k němuž nemají všichni žáci stejné předpoklady. Pedagogové v této souvislosti zdůrazňují neochotu žáků věnovat se náročnějším předmětům a někteří přiznávají, že učivo přírodovědných předmětů vyžaduje od žáků více času a důkladnou přípravu. Podle učitelů pramení tento přístup z neschopnosti studentů věnovat se systematické práci, kterou si žáci přinášejí už ze základních škol (MŠMTb). Lze souhlasit s tím, že přírodovědné a technické poznatky závisejí na pochopení často složitých logických souvislostí mezi jednotlivými jevy i obory. To u žáků vyžaduje nemalou míru soustředění během výuky a dále přípravu, neboť danou znalost nelze jednoduše interpretovat pouze faktograficky. Že žáci mají s přírodovědnými předměty problémy, ukazuje také pokles úrovně vzdělání v těchto oborech, který je dlouhodobě sledován v rámci mezinárodních výzkumů (Mandíková, Palečková 2007, Palečková a kol. 2009, Vodáková 2010). Nespokojenost žáků s výukou přírodovědných předmětů může být také způsobena i dalšími faktory, jako jsou (Osborne, Dillon 2008 cit. podle Kekule 2009):

- Nedostatečně vnímaná relevance: žáci a studenti postrádají aplikace z běžného současného života; například parní stroj se jednoduše nevztahuje k době počítačů.
- Nedostatečná motivace žáků a studentů: na začátku výuky chybí překlenující otázky typu: Proč vypadáte jako rodiče? Z čeho se skládá vesmír? Výuka často připomíná jízdu ve vlaku se zatemněnými okny: Víte, že někam jedete, ale pouze strojvedoucí ví, kam.
- Obsah: učivo příliš odpovídá zájmům typickým pro chlapce.
- Nevhodný hodnotící systém: hodnocení podporuje spíše výkonnostně zaměřené učení a učení, které je založeno na opakování poznatků a postupů, než učení pro porozumění.

Jednou z možností, jak komplikovanost sledovaného a vyučovaného tématu přiblížit, je názorný způsob výuky. V přírodovědných předmětech v tomto ohledu nezastupitelnou roli sehrává experiment, který je odrazem skutečnosti a světa okolo nás. Problémem je, že experiment nebývá na českých školách do výuky (konkrétně chemie) zařazován, což je způsobeno mnoha faktory (např. finance, náročnost na přípravu, zdánlivý nedostatek krátkých experimentů a jejich zařazení do školního kurikula). Mimo jeho zařazení je také nezbytné přicházet s novými přístupy k jeho realizaci tak, aby výuka byla více motivující, názornější a nebyla odtržena od každodenního života.

Technologie kolem nás

Fenoménem dnešní doby jsou pro obyvatele nejen tzv. západního světa technologie. Denně je využíváme ke komunikaci, práci i zábavě. Děti, které se narodily do doby prostoupené technologiemi, tyto výdobytky považují za naprosto přirozenou součást svého života a některé si bez nich možná ani nedovedou život představit. Jsou od útlého věku obklopeny světem informačních a komunikačních technologií (ICT), které svou interaktivitou nutí uživatele k častému a rychlému rozhodování. Následně však nastoupí do školy, kde většinu času pasivně přijímají výklad (souvisí s *teacher-centered learning*) a jen občas se jim naskytne možnost aktivního zásahu do průběhu hodiny. Může tak dojít ke ztrátě kontaktu mezi učitelem a žáky. Mnozí učitelé se snaží využívat ICT ve výuce, ale pokud je tato technologie využita pouze k podpoře výkladu (např. prezentace), žáci stále zůstanou pasivní. Naopak někteří autoři nadhodnocují možnosti a účinky počítačových technologií, jsou to např. američtí Ellmore, Olson a Smith (1995). Ti ve své publikaci *Reinventing Schools: The Technology is Now!* představují futuristické vize připisující technologiím neomezené výukové možnosti. Školy by podle nich měly reflektovat společnost, ve které se nacházejí. Argumentují proměnami rozložení práce v určitých oblastech, např. v USA klesá počet pracovních míst v zemědělství na úkor informatiky. Informační věk požaduje lidi, kteří mohou samostatně přemýšlet, umí pracovat v týmu, jsou inovativní, flexibilní a rychle se učící novým věcem. Absolventi středních škol během života vystřídají 6-8 zaměstnání, z nichž mnohá budou požadovat dovednosti, které jsou momentálně nepředvídatelné. A protože každý bude muset být schopen se během života učit mnoha novým dovednostem, tato postindustriální forma společnosti volá po nové postindustriální formě vzdělávání⁴. Technologie má být klíčovým prvkem při vytváření nového modelu školy; jestliže byla schopna technologie pozměnit jiné instituce, má potenciál pozměnit i vzdělávání. Cílem je, aby počítače byly dostupné všem žákům, a výukové programy pouze neprocvičovaly a drilovaly, ale byly interaktivní a inspirovaly žáky ke kladení dotazů. Centrem pozornosti ve výuce se dle autorů stane učící se žák a učitelé budou spíše průvodci ve vzdělávání a jeho facilitátory (*student-centred learning*).

Vize Ellmore, Olsona a Smithe se (zatím) nenaplnily z finančních důvodů, ale autoři také nikdy nezkoumali skutečné postoje žáků. Opravdu by všichni vítali výuku založenou pouze na vzdělávacích programech? Opravdu by technologie měla takovou moc, že by se z pasivních žáků stali aktivní žáci, kteří automaticky prahnou po poznání?

Výzkumy na toto téma zatím nebyly realizovány, ale v něčem mají autoři pravdu. Škola je někdy odtržena od reálného světa obsahem vzdělávání i pomůckami, které používá k jeho zprostředkování. V přírodních vědách, konkrétně chemii, je to např. dosavadní způsob provádění experimentu ve školách. V prvních ročnících střední školy je obsahem učiva obecná chemie, kterou málokdy učitelé doprovázejí odpovídajícími experimenty (někdy to navíc je obtížné, např. v tématu stavba atomu). Následuje anorganická chemie, která je často vykládána systematickým

⁴ Teze Ellmore, Olsona a Smithe korespondují s tezemi Lisabonské strategie vydané o pět let později a zároveň se zdrženlivými postoji některých sociologů obávajících se dopadů těchto změn na společnost (pozn. 3).

způsobem a pokud má učitel možnost uskutečnit laboratorní cvičení, pak bývají většinou založeny na tzv. zkumavkových reakcích, tzn. reprodukují známé reakce (žáci pozorují, jak spolu reagují dvě látky a porovnají výsledek s poznatky z teoretických hodin; nebo připravují plyn, který pak dokazují). V organické chemii je pak výběr experimentů ještě více zúžen díky toxicitě mnohých chemikálií, oblast přírodních látek však poskytuje mnoho atraktivních experimentů, které učitelé s žáky rádi realizují (Šulcová, Zákostelná 2009). Často se ale jedná o experimenty, které sice ilustrují dané téma, ale v praxi se málokdy používají. Současná chemická laboratoř je závislá na analytických metodách, které vědcům odpovídají na otázku, co během svého experimentu připravili, nebo kolik je analytu v daném vzorku. Tyto analytické metody jsou z velké části prováděny za pomoci instrumentální techniky, která ulehčuje práci v laboratoři, navíc je přesnější, protože je objektivní.⁵ Využití instrumentální techniky k analýze, charakterizaci či popisu látek nebo dějů má ve vědě, průmyslu, ale i v běžném životě, nesmírný význam, ať už se jedná o průmyslové aplikace, nebo o využití v domácnosti a běžné praxi (např. domácí termostatické systémy nebo měření krevního tlaku). Do kontaktu s instrumentální technikou se opravdu dostává prakticky každý člověk, bez ohledu na vzdělání, věk nebo zaměstnání.

Technologie v přírodovědném experimentování

Využití instrumentální techniky v přírodovědných předmětech je jedním ze způsobů, jak žákům umožnit kontakt s metodami, které jsou běžně používány v přírodovědných laboratořích, z atraktivnit výuku použitím počítačových technologií, ale také realizovat množství experimentů, které by bez přístrojů nezpřístupňovaly dostatečně názorně výukový cíl. Instrumentální technikou mohou být samostatné přístroje na měření určité veličiny (napětí, pH, vodivost,...), nebo je možné využít experimentálních systémů, které jsou cíleně vyvíjeny pro uplatnění ve vzdělávání. Výuka s využitím školních měřicích experimentálních systémů přináší řadu výhod a lze ji realizovat několika způsoby. Podrobněji je koncept školních experimentálních systémů představen v kapitole 2.5.

Technologie v závazných dokumentech

Ačkoli jsou technologie neoddelitelnou součástí našeho života a měly by tedy být odpovídajícím způsobem zastoupeny i ve vyučování, ve školách stále nejsou samozřejmostí. Je zřejmé, že hlavní praktickou překážkou jsou finanční nároky spojené s nákupem těchto pomůcek. Zároveň neexistuje žádná konkrétní opora v závazných dokumentech, která by školy do koupě přístrojů nutila. Lisabonská strategie má cíle vyšší vzdělanosti obyvatel EU dosáhnout mimo jiné právě vybavením škol informační a komunikační technologií (ICT)⁶ a připojením k internetu jako hlavnímu zdroji informací. Počítačově vybavená škola připojená k internetu se tak stává centrem učení a současně neztrácí kontakt s reálnou praxí (Zpráva ze zasedání EU 2001, s. 9):

Here, Lisbon set a target that Member States should ensure all schools have access to Internet and multimedia resources by the end of 2001. With considerable national effort, supported in some cases by the EU Structural Funds, this target will be achieved. The challenge for the future is to ensure that schools as well as learning centres, have enough equipment, multimedia resources and high quality educational and training software and high speed connections for learners to be able to get a real advantage from available resources and interactive possibilities on Internet.

⁵ Přesnost je samozřejmě podmíněna správnou laboratorní praxí. V případě chybných přípravných kroků popř. špatnou manipulací s přístroji nelze ani objektivní metodou získat přesné výsledky.

⁶ Zkratka pochází z anglického *information and communication technologies*, a je v různých kontextech chápána různě.

Naneštěstí jsou požadavky formulovány natolik obecně, že ani není jasné, jaké konkrétní vybavení a pro jaké vyučované předměty je ICT myšleno.

České závazné vzdělávací dokumenty, jimiž jsou rámcové vzdělávací programy, také nedávají učitelům konkrétní představy o využití technologií v přírodních vědách. Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia (RVP-G) se v charakteristice vzdělávací oblasti *Člověk a příroda*, do které spadají fyzika, chemie, biologie, geografie a geologie, staví k využití technologií ve vzdělávání pozitivně (RVP 2007, s. 26):

Tento zájem (zájem o přírodní vědy, pozn. aut.) je možno podporovat i prostřednictvím exkurzí v různých vědeckých, technologických či kulturních institucích a bezesporu i co nejintenzivnějším využíváním moderních technologií v procesu žákovy přírodovědného vzdělávání.

Jenže nikde není specifikováno, co je oněmi moderními technologiemi myšleno. Je to prezentační technika, interaktivní program nebo třeba videokamera připojená k dataprojektoru, která zprostředkovává demonstrační experiment všem žákům ve třídě?

Na straně 27 RVP-G je jedním z bodů, které mají rozvíjet žákovy klíčové kompetence, zopakováno *využívání prostředků moderních technologií v průběhu přírodovědné poznávací činnosti*, čímž veškeré informace k podobě technologie pro výuku přírodovědných předmětů končí. Pro učitele je sice výhodné vybrat si, jaký typ technologie budou sami ve výuce používat, na druhou stranu je pak často jedinou „moderní“ technologií zapojenou do výuky myšleno využití dataprojektoru a promítání prezentací jakožto inovace křídly a tabule. To navíc někdy může vést ke strnulé formě výuky, kdy díky pevně danému obsahu prezentace učitel nemůže (hůře: nebude se mu chtít) měnit náplň konkrétní vyučovací hodiny v závislosti na podnětech, které mohou přicházet ze stran žáků.

Zavádění školních experimentálních systémů do výuky na SŠ je nezřídka brzděno řadou faktorů, z nichž za ty nejvýznamnější nelze považovat jen finanční náročnost vybavení, ale také nedostatek výukových a metodických materiálů, profesních kurzů a vzdělávání a někdy i nesprávné pochopení významu využití podobných systémů ve výuce. Dalším významným faktorem ovlivňujícím využití školních experimentálních systémů ve výuce je postoj studentů k práci s těmito systémy a jejich schopnost se na využití těchto systémů adaptovat a porozumět jim. Je nasnadě, že v případě využití školních experimentálních systémů ve výuce u žáků a studentů, kteří nejsou stran přírodních věd příliš motivovaní, či přistupují k těmto systémům dokonce s obavou nebo fobií, by mohlo docházet i k opačnému efektu, tedy k dalšímu prohloubení nezájmu o přírodní a technické vědy.

2.2 Počítačové technologie ve výuce

Integrace informačních a komunikačních technologií (ICT) ve školním prostředí probíhá poměrně snadno, ale pomalu. Učitelé ve své praxi technologie používají, ať chtějí nebo ne; staly se jejich běžnou pomůckou. Považujeme-li za tyto technologie ty, které slouží pro komunikaci a práci s informacemi, pak mezi stálíce patří počítač, kopírka, scanner, fotoaparát atd. Pro učitele je však z vyjmenovaných zásadní především počítač s potřebným programovým vybavením, a tak bude v tomto textu ICT souviset nejvíce právě s počítačem. Proces začleňování počítačových technologií do škol podléhá podle Černochové (2006) faktorům jako jsou politická rozhodnutí⁷, ekonomické možnosti, tlak trhu a počítačových firem, přání rodičů, výsledků pedagogických výzkumů, odvaha a nadšení učitelů atd. Asi je zbytečné podotýkat, že úspěšné

⁷ V ČR např. projekt MŠMT pro vzdělávání pedagogických pracovníků v počítačové gramotnosti: SIPVZ - Státní informační politika ve vzdělávání, vládní program informatizace vzdělávání, nebo INDOŠ – Internet do škol.

začlenění a funkční používání ICT ve výuce závisí v rozhodující míře i na postojích učitelů. Pomineme-li, že samotní učitelé používají počítač z velké části pro přípravu materiálů pro výuku, rozeznává Černochová čtyři hlavní oblasti uplatnění počítačových technologií ve vzdělávání (2006, s. 319-322):

- **Počítače jako inteligentní nástroj v procesu vzdělávání:** počítače jsou pomůckou při rozvíjení rozumových schopností člověka, jednak zprostředkováním názorné ukázky, ale také tím, že vytvářejí prostředí, ve kterém se problém zkoumá, nebo se modeluje objekt, který je předmětem studia. *Vizualizace procesů* je pak názornější nežli čtení textů, matematické rovnice nebo statické obrázky. Vizualizace může nabývat podoby *virtuální reality*, kdy žák komunikuje s uměle vytvořenými prostředními, jako by byla reálná (např. biologie – cestování lidským tělem).
- **Počítače jako podpora výuky:** od 60. let jsou vyvíjeny programy, které tvoří vzdělávací prostředí pro výuku konkrétního předmětu či tématu.⁸ Počítačové tutorie prošly mnohaletým vývojem a v dnešní době poskytují učitelům nástroje pro vývoj a distribuci vzdělávacích obsahů, komunikaci, zpětnou vazbu, monitorování a hodnocení práce žáků a studentů, organizaci práce žáků; žákům naopak poskytují nástroje pro podporu procesu učení a spolupráci s účastníky vyučovacího procesu.
- **Počítačové technologie jako neoddělitelná součást pracovního prostředí:** tento aspekt počítačových technologií je vlastně vyústěním předchozích dvou oblastí. Počítačové technologie umožňují vzájemné propojení technických prostředků a sdílení aplikací, slouží k běžným činnostem, ke kterým byla dříve potřeba tužka, papír a pravítko, proměňují tak vzdělávací prostředí i klima a dynamiku vzdělávacího časoprostoru.
- **Propojování informačních zdrojů a zpřístupnění výsledků lidského poznání:** ve školním prostředí lze využít možnosti vyhledávání informací a práce s informačními zdroji, ale také je možné pomocí počítačů rozvíjet u žáků dovednosti definovat souvislosti, vytvářet nelineární vazby mezi informacemi a aktivně je využít při tvorbě myšlenkových nebo pojmových dat.

Slibné účinky počítačových technologií však Černochová na jiném místě doplňuje postesknutím nad tím, že mnohé školy zatím usilují převážně o dosažení základní počítačové gramotnosti žáků nezbytné pro práci a obsluhu počítače, než aby rozvíjely dovednosti žáků využívat ICT k řešení problémů, ke zkoumání vybraných jevů a vlastností pomocí počítačových modelů, simulací či počítačem podporovaných měření. Od doby napsání této publikace uplynulo sedm let, a tak na základě celospolečenského trendu vedoucímu ke stále většímu rozšíření ICT, můžeme předpokládat, že základní počítačovou gramotností již vládne většina žáků (i učitelů) českých základních a středních škol. Tím by se otvírala cesta k plnému rozvoji využití počítačových technologií ve vzdělávání.

2.3 Počítačové technologie ve výuce chemie

Počítače lze využít ve výše uvedeném smyslu ve všech předmětech školní výuky, přesto mají jednotlivé předměty specifika, která se promítají do konkrétních využití počítačové techniky. Můžeme použít rozdělení podle Bílka (Bílek 2005, cit. podle Bílek 2010a):

- **Kancelářský software:** klasický kancelářský software obsahující textový editor, tabulkový procesor, prezentační program a další součásti nebyl sice primárně určen pro výuku, přesto může výuku úspěšně podporovat. Učitelé vytvářejí vlastní materiály

⁸ Pro počítačem podporovanou výuku se používá několik zkratk, CAL – computer assisted learning, CAI – computer assisted instruction, CBE – computer based education, CBI – computer based instruction a další variace.

do výuky chemie, které poté mohou poskytnout svým žákům. Tyto materiály, vytvořené nejčastěji v textovém nebo prezentačním software, často obsahují ilustrující nákresy, schémata, obrázky zvyšující názornost daného tématu. Materiály navíc mají tu výhodu, že mohou být opravovány, aktualizovány a formátovány, a tak jsou hojně využívány při tvorbě učebních materiálů, seminárních prací, posterů nebo testů. Pro učitele chemie je užitečný navíc chemický software, který umožňuje kreslení chemických vzorců, struktur, aparatur, jako je např. freeware ACD/Chemsketch.

- **Internet a jeho služby:** internet se se svým neustále narůstajícím množstvím informací stává studnicí vědění pro zájemce o informace nejen z chemie. Dostupnost textů z chemické literatury, chemického software, sbírky experimentů či databáze chemických sloučenin tak přináší rychlé řešení nejrůznějších otázek a problémů. Důležitou součástí je rovněž možnost přímé komunikace na různých zájmových fórech či sociálních sítích, ale také možnost e-mailové komunikace s kompetentními osobami z odborné veřejnosti.
- **Výukové programy:** výukové programy prošly vývojem od drilovacích programů po programy založené na konstruktivistickém přístupu k učení. V chemii jsou v současné době dostupné programy využívající zmíněné přístupy, časté jsou také programy mající podobu jakési elektronické učebnice obsahující kromě výkladových textů ilustrace, videa experimentů, interaktivní úlohy a testy.⁹
- **Počítačové animace a simulace:** animace nebo simulace jsou využívány pro lepší pochopení podstaty fungování reálného systému, simulace dále mohou sloužit ke zjišťování vlivu podmínek na zkoumaný reálný systém nebo mohou nahrazovat reálný experiment, který z určitých důvodů nelze provést ve školních podmínkách (nebezpečné, zdouhavé, náročné na chemikálie nebo vybavení). Jedná se o modely znázorňující modelovaný objekt, jehož algoritmus je přeložen do programovacího jazyka, který pak tvoří simulační program.
- **Počítačem podporované experimenty:** představují spojení reálného chemického experimentu s počítačem, kdy je počítač řídicím místem provedení experimentu, snímání a vyhodnocení naměřených dat.

Podrobnějším popisem počítačem podporovaných experimentů, včetně možnosti zapojení, historickým vývojem a výzkumy vztahujícími se k tomuto typu experimentování se budeme zabývat v kapitole 0 a 0. Počítače lze však při experimentování využít několika způsoby, a tak si je v následující kapitole stručně připomeneme.

2.4 Počítače v přírodovědném experimentování

Zastoupení a funkce počítačů při experimentování v přírodních vědách se liší podle toho, jakým způsobem jsou experimenty prováděny a nakolik je zásadní role počítačů při provedení experimentu. Počítač může být pomocníkem při zpracování videomateriálu a popř. při distribuci konečného produktu, při vlastním provedení jen snímá obraz. Jedná se o tzv. **digitalizované experimenty**, obecně nazývané jako videopokusy. Slovní spojení **počítačem podporované experimenty** naznačuje, že provedení experimentu s počítačem souvisí úžeji, i když je možné daný pokus provádět v propojení s určitým typem mikroprocesoru obecně, nejčastěji však s počítačem. Těmto typům experimentů se věnuje disertační práce. **Platforma pro virtuální**

⁹ Na českém trhu je momentálně dostupná např. Chemie 1 a 2 od LANGMaster a Anorganická chemie od Zebra systems. Na akademické půdě vznikají také výukové interaktivní texty či programy, příkladem jsou hypermediální výukové programy z oblasti anorganická chemie vypracované na Katedře učitelství a didaktiky chemie PřF UK v Praze, např. *Halogeny* zpracované Pavlem Teplým (2010).

experiment představuje konkrétní typ počítačem podporovaného experimentu, jenž se neobejde bez počítačového prostředí, které slouží k vytvoření prostředí pro sběr reálných dat. **Virtuální laboratoř** pracuje zcela v počítačovém prostředí, používá uložená data, která uživatel může „zaznamenávat“ a vyhodnocovat. **Vzdálená laboratoř** zase naopak pracuje v reálném, fyzicky však vzdáleném prostředí.

1. Digitalizované experimenty

V současnosti zřejmě nejrozšířenější podobou spojení počítače a experimentu jsou tzv. digitalizované experimenty, kdy jsou „klasické“ reálné experimenty snímány videokamerou, upraveny v počítači do podoby, ve které jsou poté prostřednictvím počítačové sítě dostupné ostatním uživatelům. Již v minulosti bylo natáčení experimentů využíváno pro tvorbu vzdělávacích pořadů, které jsou dodnes součástí mnohých školních videoték. S rozšířením a zlevňováním nahrávací techniky i počítačového vybavení se však možnost zachytit experimenty, zvláště efektní chemické, stává rozšířeným jevem. Setkáváme se tak s více či méně profesionálně upravovanými (střih, podkreslení hudbou, filmové efekty) experimenty v závislosti na zručnosti „režiséra“ těchto klipů a na účelu experimentů. S rozšířením internetu po celém světě vzniká mnoho amatérských nahrávek chemických experimentů, běžně dostupných na příklad na serveru www.youtube.com, ovšem existují rovněž webové stránky sdružující ať už amatérské či (polo)profesionální nahrávky chemických experimentů se vzdělávacím účelem. Tyto experimenty pak mohou být doplněny přímo ve videu mluveným či psaným komentářem osvětlujícím podstatu sledovaného děje, nebo mohou být právě ze vzdělávacího důvodu ponechány bez jakéhokoli vysvětlení, přičemž teoretické pozadí může být součástí jiného souboru uloženého na stejné webové stránce. V České republice vznikají databáze digitalizovaných experimentů na pracovištích oborových didaktik, např. na Katedře chemie Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích¹⁰, kde materiál vzniká většinou v rámci diplomových prací. Ivan Bartoš se užití digitalizovaných experimentů jako vzdělávací pomůcky věnoval ve své disertační práci (2010). Podobná databáze pokusů vzniká také při Přírodovědecké fakultě UK v Praze s tím rozdílem, že kromě vlastních natočených experimentů sdružuje odkazy na webové stránky, kde jsou dostupné kvalitní digitalizované experimenty.¹¹ Digitalizované experimenty však tvoří na příklad i žáci gymnázia v Liberci¹² a velké množství těchto experimentů lze nalézt na zahraničních serverech.¹³

2. Počítačem podporovaný experiment

Jedná se o reálný experiment využívající k zachycování a zobrazování dat mikroprocesor nebo počítač. Více se tomuto experimentování bude věnovat následující kapitola.

3. Virtuální platforma pro reálný experiment

Uspořádáním je virtuální platforma pro reálný experiment značně podobná předcházejícímu typu, avšak měření je uskutečnitelné po sestavení virtuální laboratoře v rámci určitého počítačového programu. Virtuální laboratoř obsahuje takové měřicí a kontrolní prvky, jaké jí během sestavování zadá uživatel. Nejznámějším příkladem je program LabVIEW,

¹⁰ Zde jsou k nalezení efektní pokusy, vysvětlení experimentu je odděleno od videonahrávky <http://home.zf.jcu.cz/public/departments/kch/>

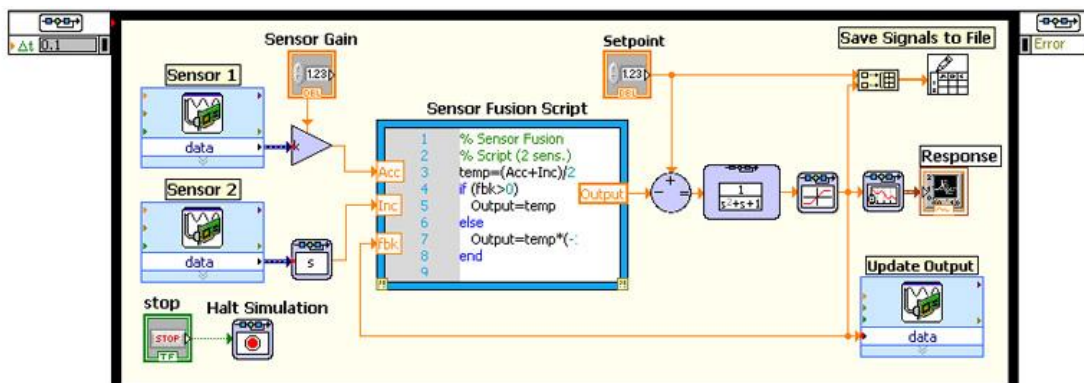
¹¹ Databáze je produktem bakalářské práce Evy Vrzáčkové (2011) a je vystavena na stránkách spravovaných Katedrou učitelství a didaktiky chemie PřF UK v Praze <http://www.studiumchemie.cz/pokusy.php> Více než 50 experimentů je seřazeno podle abecedy a také seskupeno podle tradičního členění chemie.

¹² <http://chemie.gfxs.cz/index.php?pg=videa>

¹³ Pouze jako příklad uvádím německé stránky <http://www.experimentalchemie.de/01-d.htm>, <http://netexperimente.de/chemie/index.html>

Z anglických stránek např. <http://www.kentchemistry.com/KentsDemos.htm>

umožňující široké využití při fyzikálních, fyzikálně chemických i chemických měřeních (Obrázek 1).



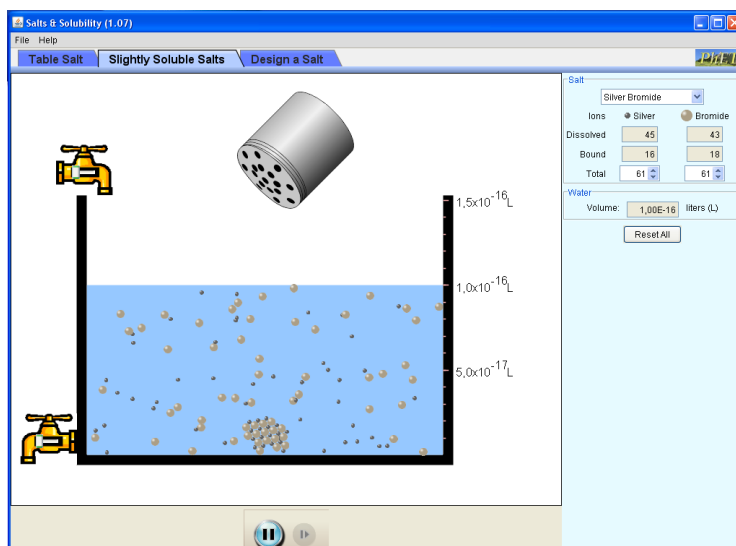
Obrázek 1 - Příklad možného sestavení virtuální platformy pro měření (<http://www.ni.com/labview/whatis/>)

Tento typ laboratoří je zvláště vhodný v případě, kdy je k měření potřebné používat několik přístrojů a pro automatizaci měření je výhodné přístroje nějakým způsobem propojit a centralizovat jejich řízení. Centrální počítač s navrhnutou virtuální laboratoří tak může ovládat funkce několika přístrojů současně (Růžička 2010). LabVIEW se využívá v průmyslu, na vysokých školách v rámci výzkumných měření (Opekar 1995) či v úvodních chemických laboratořích (Allerhand a Dobie-Galuska 2000), nebo i ve středoškolské laboratoři (Bailey a kol. 1997).

4. Virtuální laboratoř

Jedná se o laboratoř, která je v celé šíři uskutečňována v počítačovém prostředí na základě počítačové simulace, u které může uživatel měnit parametry pozorovaných fyzikálních nebo chemických jevů a získávat data, která sám nemůže měřit. Dle Bílka a kol. (2010b)¹⁴ je virtuální laboratoř prostředím podporující modelování objektů a jevů a práci s modely, obsahuje vzorky datových souborů z experimentů provedených na různých místech za různých podmínek nebo může obsahovat data z výzkumných center či monitorovacích stanic. Díky těmto aspektům lze virtuální laboratoře ve výuce chemie použít např. při modelování molekul, simulaci laboratorních technik (např. acidobazická titrace), při simulaci práce s laboratorními přístroji a aparaturami (virtuální pH metr, tepelný stroj) nebo při simulaci nebezpečných experimentů či úkonů (činnost jaderného reaktoru). Velká část virtuálních laboratoří je vytvořena na základě apletů napsaných v jazyce Java nebo Flash, které umožňují kromě výše zmíněné možnosti měnit parametry měření či sledovaného jevu také např. zpomalování či zastavení časového průběhu, možnost natáčení nebo přiblížení pohledu. Jako příklad virtuálních laboratoří uvedme stránky PhET University of Colorado, kde lze nalézt desítky Java apletů ze všech oblastí přírodních věd (Obrázek 2).

¹⁴ Součástí publikace byl pilotní výzkum provedený na základní škole, kde žáci absolvovali laboratorní cvičení zaměřené na měření pH vzorků pomocí virtuálního pH metru a skutečného pH metru, problémové otázky týkající se konceptu pH a následné ověřování odpovědí pomocí měření. Výsledky měření sice prokázaly srovnatelné výsledky nabytých vědomostí obou skupin, ale pozorování a dotazníky ukázaly, že reálné měření pomocí reálného pH metru žáci více spojovali s látkami okolo sebe a žáci obecně preferovali skutečné měření před virtuálním.



Obrázek 2 - Ukázka simulace málo rozpustných solí
(<http://phet.colorado.edu/en/simulation/soluble-salts>)

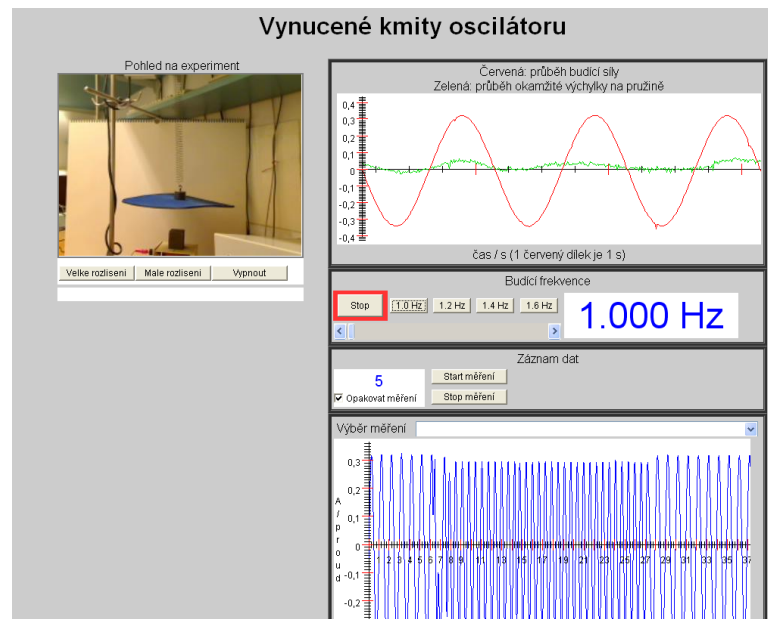
5. Vzdálená laboratoř

Vzdálená laboratoř je typem reálné laboratoře fyzicky umístěné mimo náš dosah, avšak s možností provádět prostřednictvím internetu měření se skutečnými objekty. Pro chemii je oblast vzdálených laboratoří i po letech stále nedostupná a to z důvodu použití chemikálií, proto se dosud její největší uplatnění jeví ve fyzikálních měřeních, kde lze měření poměrně snadno opakovat bez nutnosti výměny chemikálií. V ČR se vzdálenými laboratořemi od roku 2002 zabývá František Lustig z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze, a protože je tato vzdálená laboratoř také v anglické jazykové mutaci, jsou zaznamenávány desítky přístupů denně z různých koutů světa.¹⁵

Laboratoř *iSES* (*internet School Experimental System*) je tvořena měřicími přístroji ISES (Intelligent School Experimental System), které jsou připojeny k počítači, jehož ovládání se uskutečňuje skrze otevřený internetový přístup. Uživatelé mohou spustit několik úloh, z nichž některé jsou monitorovacího typu (meteorologická stanice), většina však umožňuje skutečné fyzikální měření (Obrázek 3). Díky vzdáleným laboratořím je tedy možné provádět skutečné měření na přístrojích v Praze, ale odevzdávat protokoly ze cvičení v Trnavě (Lustig 2008). Blíže ke vzdáleným laboratořím např. v Lustig 2008, Lustig 2009.¹⁶

¹⁵ Laboratoř se nachází na adrese <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>

¹⁶ Fr. Lustig díky svému entusiasmu dokázal pro vzdálené laboratoře nadchnout také středoškolské učitele, kteří nejen že využívají služeb této možnosti experimentování (během školních dní si učitelé rezervují termíny měření), ale např. v Klatovech zřídili také svou vlastní vzdálenou laboratoř. <http://remote-lab.fyzika.net/index.php?lng=cz>



Obrázek 3 - Ukázka vzdáleného experimentu vynucené oscilace (<http://kdt-17.karlov.mff.cuni.cz/pruzina.html>)

Mimo první skupinu digitalizovaných experimentů jsou další tři možnosti využití počítače při přírodovědném experimentování do jisté míry virtualizované, ne-li zcela virtuální. Uvedené rozdělení experimentů podle způsobu využití počítačové technologie neodpovídá rozdělení M. Bílka (2011, aktualizováno podle dřívějšího rozdělení Bílek a Turčáni 2006), jenž podle typu virtualizace měření dělí metody přírodovědného poznávání do sedmi skupin.

2.5 Co je to počítačem podporovaný experiment?

2.5.1 Požadavky na školní experimentální měřicí systém

Přijmeme-li fakt, že technologie jsou v současné profesionální laboratoři nezbytností a že vyučování přírodním vědám na ZŠ a SŠ by nemělo být odtrženo od reality, pak by mělo být cílem učitelů začlenit měřicí systémy do školního kurikula. V tom případě však nastane fáze rozhodování, jaké přístroje nakoupit. V případě, že učitel bude chtít pořídit více měřicích přístrojů, buď stejný přístroj v několika sadách, nebo několik přístrojů určených pro různá měření, je potřeba uvážit prostorové nároky těchto přístrojů nejen v případě laboratorních prací, ale počítat i s jejich uskladněním. Pokud by se učitel rozhodl pro profesionální přístroje, s největší pravděpodobností by tyto přístroje měly větší rozměry a vysokou cenu. Z toho vyplývá, že školní experimentální systém by měl být (1) dostatečně **malý**, aby v laboratoři nezabíral při uskladnění příliš místa, ale také aby při vlastních měřeních nezabíral místo pro laboratorní aparaturu, laboratorní sklo atd. Některé profesionální přístroje tomuto požadavku vyhovují (např. pH metr), ale v případě, že bude chtít učitel pořídit další měřicí přístroj, znamená to další nároky na místo v laboratoři. Současný školní experimentální systém by měl být tedy navíc (2) **modulární**, tzn. obsahovat centrální měřicí jednotku, ke které je možno připojit různá čidla. Pro žáky a učitele je modulární systém výhodný, protože není nutné si osvojovat ovládání hned několika různých přístrojů. V okamžiku, kdy žáci zvládnou používat jeden systém, mohou se při měřeních soustředit na otázky spojené s obsahem měření a konceptem dané úlohy, nikoli na úkony spojené s ovládáním přístroje. V případě, že systém umožňuje připojení čidel využitelných v různých přírodovědných předmětech, je pak měřicí systém univerzální a pro školu nakonec

i levnější než nákup různých zařízení do několika předmětů. Z důvodu časové vytíženosti učitelů v době vyučování by měl mít dále školní experimentální systém (3) **jednoduchou obsluhu** (např. sestavení, rozložení, manipulace), (čidla, počítačový program) a (4) **snadnou údržbu** (Šmejkal a kol. 2006). Pro snadné a názorné vyhodnocení dat je také důležitý grafický výstup.

2.5.2 Výhody školních měřicích systémů

Všechny výše uvedené požadavky nemůže v žádném případě splnit plně profesionální přístroj, proto jsou vyvíjeny již několik desítek let takové měřicí přístroje, které by vyhovovaly školním podmínkám. Výhody těchto systémů by se daly rozdělit do dvou oblastí: jsou to praktické aspekty, které mimo jiné splňují výše uvedené požadavky:

- ❑ **malá velikost:** v laboratoři nezabírají příliš místa
- ❑ **mobilita:** měřicí systémy lze použít pro terénní měření, ale také svou mobilitou usnadňují využití v různých přírodovědných předmětech
- ❑ **modularita:** možnost připojení různých čidel otevírá možnost užití v chemii, fyzice, biologii, případně také matematice (praktická ukázka průběhu matematických funkcí) nebo třeba i v hudební výchově (ilustrace zvuku)
- ❑ **propojení s počítačem:** měření lze řídit také přímo z počítače – v tomto případě je měřicí přístroj připojen k počítači, v němž je spuštěn příslušný program, ze kterého lze měření ovládat. Měření se tak sice stává statické (neplatí však v případě připojení na přenosný počítač), na druhou stranu větší obrazovka počítače umožňuje pohodlnější ovládání měření, možnost přenést naměřená data do jiného programu (např. tabulkového procesoru), ve kterém může probíhat další vyhodnocení, které např. neumožňuje vlastní měřicí program.
- ❑ **jednoduchá obsluha:** přístroj i počítačový program mají obvykle intuitivní ovládání vycházející z logiky užívání běžných technologických doplňků (mobilní telefon, počítačový program)
- ❑ **údržba:** přístroj obvykle nevyžaduje žádnou speciální údržbu a bývá sestaven tak, aby byl dostatečně robustní pro každodenní práci uživatelů více či méně zdatných v užívání technologických pomůcek. Čidla jsou rovněž robustní, některá bezúdržbová, některá vyžadující údržbu (např. pH elektroda)
- ❑ **detekce čidel:** přístroj popř. počítačový program automaticky detekuje připojená čidla, což usnadňuje a zkracuje práci při sestavování pracovního místa
- ❑ **okamžitá odezva:** měřené hodnoty se ukazují v reálném čase jako hodnoty, popř. přímo jsou zakreslovány do grafu. Odpadá tak čas strávený přepisováním hodnot do počítače a konstrukce grafů.

Mimo tyto praktické výhody přinášejí experimentální systémy také pedagogické a didaktické výhody:

- ❑ **podpora mezipředmětových vztahů:** modularita přístroje nabízí možnost využití experimentálních systémů pro projektové vyučování, které často využívá mezipředmětových vztahů. Ale i užití přístrojů v jednotlivých předmětech se neobejde bez dovednosti práce s informačními technologiemi (obsluha přístroje) nebo znalosti matematických funkcí (porozumění výsledkům z grafu).
- ❑ **podpora badatelské metody:** experimentální systémy dovolují rychle a snadno měnit podmínky měření nebo proměnné, což lze dobře využít při badatelsky orientované výukové metodě. Žáci mohou dle svých vědomostí předkládat hypotézy, ověřovat je

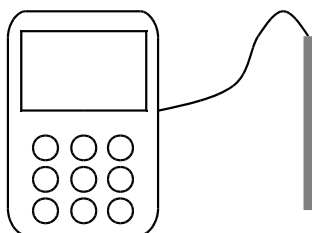
pomocí měření, tato měření podle potřeb proměňovat a zkoumat důsledky svých rozhodnutí, což podporuje postupy známé z vědecké sféry.

- **rychlá odezva:** tvorba grafu „online“ během měření má kromě praktické výhody (kdy žáci nemusejí hodnoty přepisovat do počítače a tvořit z nich graf) výhodu právě v bezprostředním zobrazování získávaných dat v podobě grafu. Žáci již během měření korigují své hypotézy, popřípadě mohou přemýšlet nad tím, co zobrazovaná data znamenají.
- **provádění jiných typů měření:** možnosti nastavení měření umožňují provádět dlouhodobá měření ilustrující změny, které nastávají v časově delším úseku nebo naopak měření, u nichž dochází ke změnám příliš rychle a které tak nejsou klasickými měřeními zaznamenané. Díky měřicím přístrojům, které dovolují téměř časově neomezené měření (v případě připojení ke zdroji a dostatečně velké paměti), tak mohou žáci např. měřit změny teploty za oknem v průběhu několika dnů a z výsledků odvozovat meteorologické jevy, to samé platí pro měření atmosférického tlaku. V místnosti lze zase sledovat změny koncentrace kyslíku nebo oxidu uhličitého; stejné veličiny lze sledovat v nádobě s uzavřenou rostlinou atd. Tato dlouhodobá měření, která jsou často vhodná pro uplatnění badatelských postupů, by bez měřicích systémů nebyla uskutečnitelná.

2.5.3 Možnosti uspořádání pracovního místa

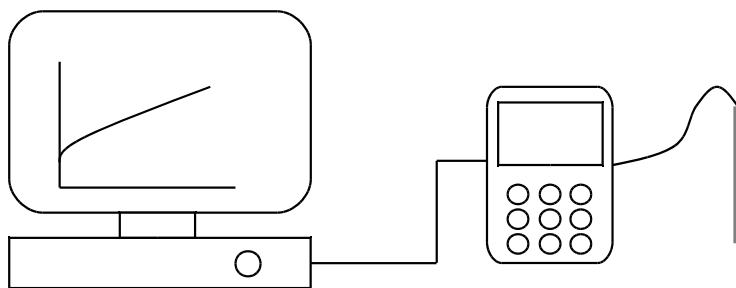
Instrumentální měření může mít několik podob reálného uspořádání, které popíšeme vzápětí. Vždy však obsahuje dvě nutné součásti: čidlo, které zajišťuje měření sledované veličiny, a rozhraní, ke kterému je čidlo připojeno. Toto rozhraní může nebo nemusí zobrazovat měřená data.

Nejjednodušší uspořádání je tvořeno pouze čidlem a rozhraním, které slouží jako zařízení k záznamu dat, současně však měřená data zobrazuje ve formě grafu nebo tabulky hodnot (Obrázek 4). Rozhraní také umožňuje měnit parametry měření, ukládat měření a vyhodnocovat je. Popsané uspořádání se může jevit jako nejvýhodnější, většinou je však limitováno velikostí obrazovky rozhraní a omezenými možnostmi práce s naměřenými daty.



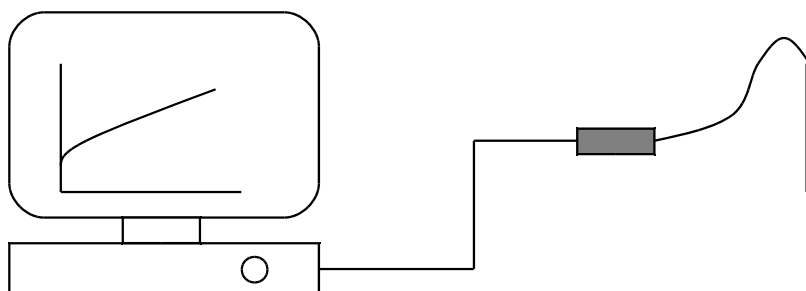
Obrázek 4 – Senzor připojený k rozhraní, které zaznamenává, zobrazuje i vyhodnocuje data

V případě, že je nutné naměřená data zpracovat v některém z kooperujících programů na počítači, je možné rozhraní připojit (obvykle pomocí USB kabelu) k počítači a data do počítače přenést. Počítač může být k rozhraní a čidlu připojený i během měření, které lze pak sledovat přímo obrazovce počítače (Obrázek 5). V tom případě je ale potřeba mít v počítači nainstalovaný a spuštěný program, který je schopen zaznamenávat měření. Firmy zabývající se vývojem školních měřicích systémů obvykle vyvíjejí pro tento účel svůj vlastní software.



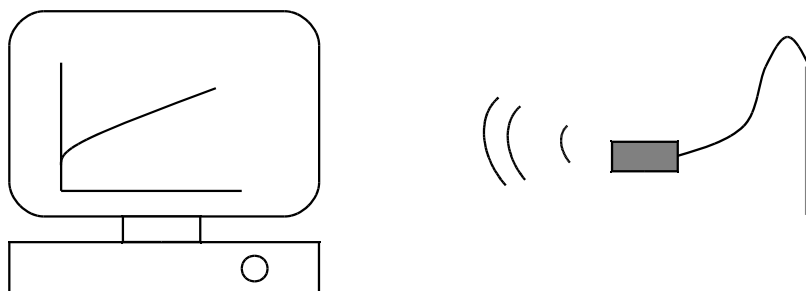
Obrázek 5 – Ovládání a zobrazování průběhu měření v programu PC se zapojeným rozhraním

Čidla lze připojit k počítači i pomocí jednoduchého rozhraní, které slouží pouze jako převodník z analogového signálu na digitální, nebo zajišťuje USB spojení čidla s počítačem (Obrázek 6). Ovládat měření je možné jen z programu v počítači.



Obrázek 6 – Čidlo připojené a ovládané přes převodník (USB kabel) z programu v PC

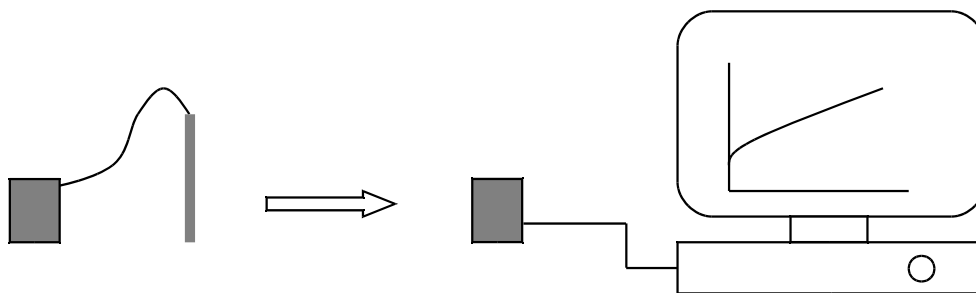
Většina firem v poslední době nabízí také bezdrátové připojení čidel k počítači, např. pomocí bluetooth, což zajistí větší pohyblivost uživatele. Čidlo je pak připojeno k rozhraní, které je bezdrátově spojeno s počítačem, kde jsou nastavovány měřicí parametry, ukládána a zpracovávána data (Obrázek 7).



Obrázek 7 – Bezdrátové připojení senzoru k počítači, kde probíhá měření

Poslední možností připojení čidel, která je momentálně nabízena, je připojení přes rozhraní, sloužící pouze k zachycení dat, ale není pomocí něj možné měřená data sledovat v reálném čase, ani je vyhodnocovat. Jedná se tedy pouze o záchytné zařízení (data-logger; Obrázek 8). Po naměření dat v terénu je nutné data-logger připojit k počítači, na který se přenesou naměřená data k dalšímu zpracování. K data-loggerům lze obvykle připojit několik čidel současně a je také možné připojit jej pomocí USB kabelu k počítači, na kterém lze měřená data sledovat. Jeho původní účel je však terénní měření s následným vyhodnocením dat. Pro školní měření však toto uspořádání nedoporučujeme, poněvadž terénní měření lze bez problémů zvládnout také s rozhraním zobrazujícím měřená data nebo i s notebookem.¹⁷

¹⁷ Výsledky studie Brasellové (1987) navíc dokazují, že v případě, že žáci získají grafické výstupy měření



Obrázek 8 – Senzor připojený k data-loggeru, který neumožňuje zobrazení dat během měření

2.5.4 Školní experimentální systémy dostupné na českém trhu

Měřicí přístroje vhodné pro školní chemickou laboratoř nejsou v českých školách novinkou a v dnešní době je u nás dostupných zhruba pět komplexních systémů. V roce 2009 byl publikován přehled tehdejších dostupných systémů (Stratilová Urválková, Šmejkal 2009), který se však od té doby mírně proměnil. Následuje proto přehled nejpoužívanějších nebo přelomových systémů, které byly a dosud jsou na českých školách k vidění. Nejprve jsou představeny systémy vyvinuté v České republice, poté následují zahraniční systémy od méně významných ke dvěma nejvýznamnějším, Pasco a Vernier, a jako poslední je opět český systém, vyvinutý v posledních letech, ovšem využívající čidla jiného experimentálního systému.

ISES

Systém *ISES (Intelligent School Experimental System)* vyvinul na počátku 90. let minulého století František Lustig, docent Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze. *ISES* byl zamýšlen jako učební pomůcka pro učitele fyziky. Svými možnostmi a dostupnými čidly se však ukázal využitelný i v hodinách chemie a biologie, přesto nikdy do těchto předmětů nepronikl tak jako do výuky fyziky. Lustig (2009) uvádí, že systém využívá asi 450 škol (!) ve středoškolských i vysokoškolských laboratořích. *ISES* je založen na stavebnicovém principu: ADDA převodník, měřicí panel a moduly pro rozličná měření jsou propojeny s počítačem, v němž lze řídit měření pomocí kooperujícího programu (Obrázek 9). Moduly, které je možno k *ISES* pořídit jsou např. voltmetr, ampérmetr, siloměr, teploměr, snímač polohy, tlakoměr, mikrofon, manometr, relé, reproduktor, ohmmetr, měřič kapacit, sonar, pH metr, konduktometr, snímač EKG, snímač srdečního tepu, aj.



Obrázek 9 - Ovládací panel soupravy ISES; zdroj: <http://www.ises.info/index1.html>

V minulosti patřil *ISES* k jednomu z mála podobných školních měřicích přístrojů, které bylo možné v ČR sehnat. Software doznal během let změn k modernějšímu vzhledu, hardware však za léta

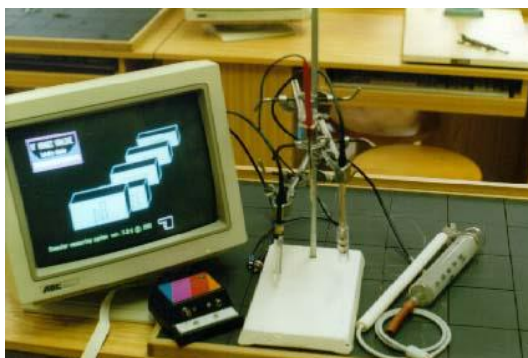
až 20 min po měření, tedy ne v reálném čase měření, je učební efekt stejný, jako kdyby měřené hodnoty museli vyhodnocovat ručně na papír.

svou podobu výrazně nezměnil. Jeho funkčnost je bezchybná, ale můžeme spekulovat, že se může zdát současným žákům vzhledově neatraktivní. Na druhou stranu neustále přibývají školy, které instalují *ISES* do svých učeben.¹⁸ Nevýhodou *ISES* je (i)mobilita; v roce 2010 byl představen *ISES Blue*, mobilní ovládací panel, který však nefunguje jako data-logger, nýbrž je bezdrátově (bluetooth) připojen k počítači vzdálenému až 10 metrů od vlastního měření. Tím je tedy zajištěna větší volnost při měření, stále však bez možnosti úplného terénního měření. Naopak velkou výhodou je rychlý a domácí servis, který František Lustig poskytuje školám používající *ISES*, a také pravidelná školení pro učitele.

V současné době je *ISES* známý i díky vzdálené laboratoři *iSES (internet School Experimental System)*, která umožňuje online uživatelům vzdáleně ovládat z jejich počítače fyzikální měření v laboratoři Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze.

CMS v. 2.0

V devadesátých letech 20. století byl na Katedře chemie Univerzity Hradec Králové vyvinut měřicí systém *CMS*, u jehož zrodu stál Martin Bílek (Bílek a kol. 1997), profesor Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové. Systém se nerozšířil jako *ISES*, na rozdíl od něj byl však využíván v chemických laboratořích a při výuce budoucích učitelů chemie (Obrázek 10).



Obrázek 10 - Příklad uspořádání experimentu se systémem CMS; zdroj: <http://pdf.uhk.cz/kch/CMS/exp7.html>

DOMINOPUTER

DOMINOPUTER je rovněž menšinový výukový měřicí systém českého původu z 90. let 20. století, nejčastěji je využíván při fyzikálních experimentech. Dnes již není dostupný, ale stále je používán na některých školách.

Ip-Coach a Cobra3

K uživatelsky atraktivnějším systémům lze zařadit školní měřicí, modelovací a řídicí systém nizozemské firmy CMA, který je dosud nazýván starším názvem *IP-Coach*. Systém umožňuje několik variant měření (Obrázek 11). Systém *IP-Coach* lze použít ve spojení s počítačem, do kterého je nutné nainstalovat převodník (podobně jako *ISES*), nebo je možné přenosný přístroj využít jako data-logger s možností přímo na přístroji provést jednoduché vyhodnocení dat. V České republice je systém, alespoň co se týká chemických měření, omezeně rozšířen, informace o jeho využití se objevují v souvislosti s fyzikálními měřeními. Na Slovensku - na Univerzitě Konštantína Filozofa v Nitře, se však začal *IP-Coach* zavádět do výuky budoucích učitelů chemie (Jenistová 2010).

¹⁸ Na příklad Gymnázium J. A. Komenského Uherský Brod zřídilo díky nadaci ČEZ učebnu pro měření pomocí *ISES* <http://www.gjak.cz/oranzova-ucebna-ises.aspx>



Obrázek 11 - Převodník CoachLab a ULAB datalogger firmy CMA

Německá firma Phywe¹⁹, která se zaměřuje na vývoj učebních pomůcek pro přírodní vědy, nabízí systém *Cobra3*. Jedná se o nepřenosný měřicí systém, který umožňuje měření teploty, napětí, pH nebo vodivosti. V České republice není příliš rozšířen.



Obrázek 12 - Měřicí systém Cobra3 s příslušenství; zdroj: <http://www.phywe.com/460/apg/52/Cobra3.htm>

Infraline Graphic a NOVA

Francouzská firma Pierron Education nabízela asi do roku 2008 měřicí systém *Infraline Graphic*, jehož výhodou je přenosnost – na malém displeji jsou vidět měřená data a mohou tak být okamžitě orientačně analyzována (Obrázek 13a). Přístroj umožňuje připojení řady chemických, fyzikálních a biologických čidel a lze jej propojit s počítačem, z něhož pomocí software DidexPro lze řídit měření a podrobněji analyzovat získaná data, popřípadě je přenést do jiného kooperujícího programu (Urválková a kol. 2005).

Na začátku tisíciletí byl systém *Infraline Graphic* jediným přenosným školním systémem s oficiální českou distribucí. Systém se jevil jako potenciální učební pomůcka, pro kterou však v té době nebyly dostupné případné materiály pro učitele. Z toho důvodu vznikla v roce 2006 na Katedře učitelství a didaktiky chemie diplomová práce autorky (Stratilová Urválková 2006), která popisovala práci s přístrojem i programem a zároveň představila na dvacet chemických úloh s přístrojem ve formě laboratorních pracovních listů. Firma však nevyužila této pozice k expanzi na české školy, a tak je/byl měřicí systém u nás téměř neznámý. Asi v roce 2008 přišla firma Pierron Education s modernějším systémem *NOVA 5000* (Obrázek 13b), který dovoluje připojit všechna stávající čidla kompatibilní s *Infraline Graphic*. Výhodou *NOVA 5000* je vnitřní měřicí software, který zobrazuje průběh měření na relativně velkém dotykovém displeji, takže umožňuje pohodlnější analýzu naměřených dat. Tento systém funguje samostatně jako

¹⁹<http://www.phywe.cz/index.php>

jednoduchý počítač s měřicím software. Ovšem opět díky nulové podpoře ze strany distributora neměl systém šanci uchytit se ve školním prostředí.



Obrázek 13 – a) Infraline Graphic, b) NOVA5000

LogIT

LogIT je systém, který zaznamenává data několika způsoby (Obrázek 14). *Voyager* je malý data-logger, poskytuje možnost připojení až tří čidel, nelze však na něm data vyhodnocovat (zobrazuje pouze aktuálně měřené hodnoty). *LogIT DataVision* je systém podobný *NOVA 5000*, čili autonomní měřicí i vyhodnocovací systém. Je možné také použít pouze *LogIT Live*, což je propojovací jednotka k měřením ovládaným z počítače. Ve všech variantách lze k měřicímu systému připojit některé z velkého výběru čidel: chemických, fyzikálních nebo biologických. Distribuci multifunkčního přístroje LogIT v České republice zajišťuje distributor výukových materiálů Eduxe.



Obrázek 14 - Záznamníky dat LogIT: PC interface, Voyager a DataVision; zdroj:
<http://www.eduxe.cz/logitworld/live.php>

PASCO – Xplorer GLX

Americká firma Pasco se zaměřuje na školní experimentální systémy a odpovídající materiály. Záznam dat je pořizován několika způsoby (Obrázek 15): přenosný *Xplorer GLX* umožňuje připojení mnoha chemických, fyzikálních a biologických čidel (až čtyři současně) a zároveň slouží jako vyhodnocovací zařízení. Lze jej tedy autonomně používat pro přírodovědná měření. Přístroj má poměrně široké možnosti nastavení, což se však promítá do nároků na ovládání, které je řešeno skrze klávesnici podobné mobilním telefonům. *Xplorer datalogger* je

pouze sběrná jednotka, malá, lehká a tedy využitelná převážně při měření mimo laboratoř. Násbíraná data je pak nutné zkopírovat a vyhodnotit na počítači. *SPARK* je samostatné měřicí zařízení s dotykovým displejem, umožňující připojení několika čidel současně, *SPARK* je záznamníkem dat i vyhodnocovacím zařízením současně, obsahuje pracovní listy k 60 úlohám a jim odpovídající nastavení přístroje. Měření lze také uspořádat tak, že čidlo se pomocí USB kabelu nebo bezdrátového *AirLink* připojí k počítači, odkud je měření ovládáno v kooperujícím programu *DataStudio*. V případě, že je čidlo připojeno k přenosnému PC pomocí *USB link PASPort*, jedná se o další přenosnou variantu měření.



Obrázek 15 - Varianty měření s přístroji Pasco (zleva): a) Xplorer GLX – přenosný datalogger i vyhodnocovací zařízení, b) Xplorer datalogger – přenosný záznamník dat, c) Spark, d) USB link PASPort; zdroj: <http://www.pasco.com/products/probeware/pasport/Index.cfm>

Mateřská společnost Pasco věnuje pozornost nejen rozšiřování sortimentu čidel, ale také výukovým materiálům pro učitele. Stránky www.pasco.com nabízejí široký výběr z hardwarového a softwarového vybavení, ale také mnoho příruček pro výuku přírodních věd s podporou měřicího systému a pracovní listy pro jednotlivé úlohy. Firma Profimedia spolupracuje s českými učiteli na vytvoření obdobné publikace v češtině, učitelé tak mají k dispozici soubor úloh, které mohou použít při vyučování.²⁰

Vernier – LabQuest

To, co platí pro systém PASCO, z velké části platí i pro experimentální systém firmy Vernier. Vernier je americká firma s více jak 25letou tradicí, jejíž zakladatel, David Vernier - učitel fyziky na střední škole, naprogramoval měřicí systém. Od té doby Vernier neustále rozšiřuje svou nabídku pro školní přírodovědné vzdělávání (např. o malý plynový chromatograf). Měření lze provádět opět více způsoby (Obrázek 16). *LabQuest* je centrální jednotka umožňující připojení až čtyř čidel dle vlastního výběru současně a zároveň následné vyhodnocení dat. *LabQuest* má dotykovou obrazovku, tudíž není třeba mít k ovládní velkou klávesnici. Oproti *Xplorer GLX* je možné k *LabQuest* připojit flash disk a data tak snadno přenést na jiné místo. Firma Vernier také nabízí k použití datalogger *LabPro*, ze kterého je možné data stáhnout a vyhodnocení provést na jiném místě, nebo USB kabel *Go Link*, který propojuje čidlo s počítačem, odkud lze měření ovládat pomocí programu *LoggerLite* (freeware) nebo *LoggerPro* (širší možnosti než *LoggerLite*).

²⁰ Experimentální systém PASCO od roku asi 2008 v České republice distribuuje firma Profimedia, která nabízí služby v oblasti projekční a prezentační techniky a jednou z jejich cílových skupin jsou rovněž školy. Po roce navázala spolupráci s konkurenční firmou AV MEDIA, která jako druhá firma do škol dodává experimentální systém PASCO. AV MEDIA se také zaměřuje na prezentační techniku a mnozí učitelé ji znají díky interaktivní tabuli SmartBoard. Obě firmy poskytují školení pro práci se systémem PASCO.



Obrázek 16 – Možnosti měření se systémy Vernier: a) LabQuest; b) data-logger LabPro; c) USB link Go!Link

Vernier má v České republice své zastoupení od roku 2009 při firmě EDUFOR s.r.o. Firma také dodává odbornou literaturu k experimentování se systémy Vernier a pořádá školení na práci s přístrojem.

EdLaB

Nejmladším experimentálním systémem dostupným na českém trhu je systém *EdLaB* (*Educational Laboratory Board*), který vznikl na půdě Ostravské univerzity a na veřejnost byl uveden v roce 2010²¹. Vizualně je systém podobný *ISES*, jedná se o měřicí panel (Obrázek 17), který se přes USB rozhraní připojuje k počítači, ze kterého je ovládáno měření pomocí programu eProLab. K měřicímu panelu lze připojit až šest čidel současně. Nutno poznamenat, že tvůrci na stránkách přiznávají, že systém je ozkoušen s čidly firmy Vernier, ale je možné k panelu připojit i jiná profesionální čidla.



Obrázek 17 - Měřicí panel EdLaB, zdroj: http://www.edlab.cz/?stranka=foto_edlab

Porovnání dostupných systémů

Ze zmíněného výčtu nelze pro školy uvažovat o CMS v.2.0 a DOMINOPUTER, poněvadž ty již nejsou dostupné na trhu, ani Infraline Graphic či NOVA5000 firmy Pierron, která také nemá v ČR již několik let zastoupení.

Pro školní laboratoř jsou výhodné systémy zajišťující **komplexní měření**, tedy ty, které mají univerzální rozhraní, k němuž lze připojit co největší množství čidel. Z tohoto pohledu se jeví nejvýhodněji systémy od Vernier, Pasco, IpCoach nebo EdLaB, které zajišťují propojení přes rozšířený typ konektoru.

Dalším rozhodujícím momentem je **mobilita** měření. Kvůli terénnímu měření nebo možnosti přenášet systémy z jedné místnosti do druhé je možné uvažovat o přístrojích Vernier, Pasco,

²¹ Domovské stránky <http://www.edlab.cz/>

IpCoach, EdLaB nebo LogIT. Přenosnost lze zajistit dvěma způsoby: použitím rozhraní, které funguje jako měřicí i vyhodnocovací jednotka zároveň (tento případ splňují *LabQuest* od Vernier, *Xplorer GLX* nebo *SPARK* od Pasco a *DataVision* od LogIT), nebo propojením čidel prostřednictvím USB s počítačem (pro žádoucí mobilitu ideálně s notebookem). Jestliže je jako počítač použit mini notebook, který váží do dvou kilogramů (ale i 1 kg), je celý systém přenosný podobně jako *Xplorer* nebo *LabQuest*. Tento způsob zapojení navíc poskytuje jednu zásadní výhodu: notebook lze použít ve většině školních předmětů jako pracovní nástroj, *Xplorer* a *LabQuest* jsou vhodné především pro přírodovědné předměty, k dalším činnostem je není možné využít. Elegantní varianta využívající notebook uživatelům nabízí pohodlné ovládání měření pomocí kooperujícího programu, a k dobru můžeme přičíst i nezanedbatelnou výhodu větší obrazovky, která usnadňuje sledování průběhu experimentu. Možnost propojení čidla s počítačem pomocí USB kabelu nabízejí Vernier (*Go!Link*), PASCO (*PASPort Link*) a EdLaB, který je sám o sobě takovou propojovací jednotkou.

V případě, že je možné čidla připojit k počítači (můžeme dodat, že se tato vlastnost týká všech popsaných systémů), přibude dále možnost promítání průběhu **demonstračních experimentů** pomocí dataprojektoru.

Nepostradatelným je pro ovládání měření prostřednictvím počítače kooperující **software**. Firmy vyvíjejí své vlastní programy, se kterými spolupracuje měřicí systém, a tyto programy ovlivňují rozpočet pořizovaného systému. PASCO a Vernier nabízejí software ve dvou variantách: firma PASCO má na svých stránkách volně stažitelný software, který funguje po dobu 90 dní v plné verzi a poté se mění na odlehčenou verzi (*DataStudio Lite*). Verze se od sebe podstatně liší, ale můžeme říci, že i jednoduchá verze je dostatečná pro základní měření a vyhodnocování dat. Vernier dodává spolu s *Go!Link* jednoduchou verzi software *LoggerLite*, plnou verzi je možno dokoupit. Plné verze software od obou firem (*DataStudio*, *Logger Pro*) se běžně prodávají za cenu cca 10 000 Kč. U systému PASCO je výhodou, že si učitel po dobu tří měsíců může zdarma vyzkoušet plnou verzi, srovnat ji s jednoduchou verzí a rozhodnout se, zda je nutné plnou verzi kupovat. ISES nabízí software ve stejné cenové hladině, LogIT za cenu cca 1800,- Kč a EdLaB poskytuje volně dostupnou verzi na svých stránkách.

Učitelé jistě docení také podporu a **servis**, který jednotlivé firmy poskytují. Z tohoto pohledu se jeví jako nejvýhodnější systémy ISES (servis po celou dobu zajišťuje František Lustig), Vernier (distribuci zajišťuje Edufor s.r.o., která patří dvěma nadšeným středoškolským učitelům a didaktikům fyziky) a EdLaB (tvůrci jsou z Ostravské univerzity).

Pro větší rozšíření měřících přístrojů do výuky jsou dále zásadní **školení učitelů**, která umožňují naučit se pracovat s měřicími systémy, případně prodiskutovat problémy, se kterými se mohou učitelé setkat. Školení pedagogů zajišťují pro ISES František Lustig, pro PASCO systémy firma AV MEDIA, pro Vernier systémy Edufor, a tvůrci EdLaB pro EdLaB.

Ač zmíněná na posledním místě, důležitá je rovněž **cena** školních experimentálních systémů. Ať se jedná o moderní systém či český starší systém ISES, ceny hardware jsou v podstatě srovnatelné (jak pro čidla, tak pro rozhraní), obdobně je na tom software. Jediný systém, který přece jen konkuruje ostatním cenou, je nejnovější EdLaB, jehož software je zdarma a rozhraní je téměř o polovinu levnější než ostatní systémy; to však neplatí pro čidla.

Nakonec může hrát pro někoho roli to, zda je daný systém na českých školách rozšířen. Možnost sdílet s kolegy zkušenosti bývá pro učitele stejně důležité jako možnost dalšího vzdělávání např. v rámci školení. Každý učitel by tedy měl sám zvážit, jaké aspekty jsou podle něj a jeho kolegů nejdůležitější.

Pro autorku disertační práce je např. zásadní možnost ovládání měření pomocí notebooku. Prvním důvodem je přesvědčení, že univerzálnost počítače je nepřekonatelná. Nakoupením např. deseti mini notebooků škola získá pomůcku použitelnou ve všech dalších předmětech

i na školních akcích, od přírodovědných terénních měření až po dějepisné výjezdy po historických památkách. Měření pomocí počítače a jednoduché verze software, tedy freeware, navíc snižuje náklady na pořízení experimentálního systému. Dalším důvodem jsou také zkušenosti z mnoha laboratorních cvičení s měřicími systémy, kdy žáci spontánně vybírají možnost ovládat měření počítačem než pomocí mobilního rozhraní. Z tohoto důvodu se jeví výhodnější systémy PASCO, Vernier a EdLaB. Pro úspěšné začlenění učební pomůcky do výuky a také v případě nenadálých problémů je dobré, aby distributor poskytoval dobrý a rychlý servis, proto je dobré zjistit, kdo podporu u distributora zajišťuje a případně se od kolegů učitelů, kteří měřicí systémy na školách mají, zjistit reference na vybrané dodavatele.²²

2.6 Počítačem podporované experimenty očima zahraničních výzkumů

2.6.1 Terminologie

Než přistoupíme k historickému vývoji, možnému využití, efektům a výzkumům týkajícím se počítačem podporovaných experimentů, bude vhodné ujasnit si termíny, které jsou v této oblasti používány a které již v průběhu práce zazněly.

Podívejme se nejprve na označení v původním jazyce, v angličtině. Krátkou poznámku k terminologickému vývoji podává Robert Tinker v přehledu historie vývoje školních měřících zařízení (2000), jeho osobě bude dále věnována samostatná kapitola. Školním experimentálním systémům a jejich použití se věnuje přibližně 40 let, a tak snad můžeme věřit jeho slovům, že stál u zrodu dosud asi nejrozšířenějšího termínu, který se v odborné literatuře vyskytuje - *microcomputer-based laboratory* (hojně užívané pouze jako *MBL*). Tinker píše, že na začátku 80. let, poté co byly vyvinuty a s úspěchem otestovány první měřicí systémy, bylo zřejmé, že tento typ výuky, kdy se získávají, zaznamenávají a zobrazují měřená data (*real-time data*), bude vhodné přiléhavě pojmenovat. Tinker se rozhodl pojmenovat tento přístup jako ***microcomputer-based laboratory***, česky laboratoř (laboratorní cvičení) založená na práci s mikropočítačem, což v sobě mělo zahrnovat nejen myšlenku zachycování a zobrazování měřených dat pomocí přístroje řízeného mikroprocesorem, tedy ve skutečnosti malým počítačem, ale také jeho konstruktivistický potenciál umožňující zkoumání a objevování (laboratoř). Termín *MBL* se s narůstajícím počtem výzkumů věnujících se vývoji a zkoumání účinku měřících přístrojů ve vyučování dobře ujal a dosud je hojně používán. Sám Tinker přesto považoval termín *MBL* v době publikace svého článku v roce 2000 za zastaralý, neboť i stolní počítače jsou dnes založeny na mikroprocesorech, a tedy předpona mikro již nemá valný význam. Přiklání se tedy k novému označení a tím je termín zavedený poprvé Marciou Linn²³, ***probeware***, v překladu tedy „zařízení ke zkoumání“, a sám důsledně tento termín ve svých následujících publikacích používá. V akademickém prostředí jsou stále užívány oba termíny, ačkoli se skutečně postupně přechází k termínu *probeware*, označující spíše fyzické vybavení, které je potřebné k uskutečnění počítačem podporovaných experimentů. Ostatně tento termín užívají na svých webových stránkách dva zřejmě nejvýznamnější výrobci těchto zařízení, o kterých byla řeč v předcházející kapitole, Pasco a Vernier. Mimo *MBL* a *probeware* se ale užívá také označení ***data-logging, data-***

²² EDUFOR, distributor systémů Vernier, založili mladí učitelé fyziky a informatiky s cílem umět dobře použít experimentální systém ve vyučování a pomoci kolegům učitelům v začátcích užití této pomůcky. EDUFOR ihned řeší dotazy a problémy svých zákazníků, z vlastní zkušenosti mohou také poradit, při jakých tématech se dá přístroj ve výuce použít a mohou tak být pro kolegy z praxe důvěryhodným partnerem do budoucnosti.

²³Tinker zde naneštěstí necituje, kdy Linn termín *probeware* použila poprvé, ale jeho používání lze vystopovat již na konci 80. let např. u Charlese Price (*Introduction to probeware*. Příspěvek prezentovaný na konferenci Indiana Computer Educators. 10. října 1987)

logger, neboli záznamník dat, které je z uvedených třech termínů nejobecnější a nejširší. Všimněme si, že ani jeden název neimplikuje apriori školní použití, ačkoli MBL se většinou používá v kontextu školního vzdělávání; primárního, sekundárního nebo terciárního. Naproti tomu termín probeware nebo data-logging se vcelku hojně používá i v odborné praxi.

Jestliže však chceme tento fenomén pojmenovat v češtině, nastane dilema, k jakému pojmu se přiklonit. *Laboratoř založená na mikroprocesoru* je poměrně dlouhý název s vágním významem a dá se souhlasit s Tinkerem, že termín mikroprocesor je již „za zenitem“, neboť mikroprocesory dnes najdeme už i v žárovkách. *Probeware* má totiž již se samotným překladem, poněvadž se jedná o dvouslovné spojení, které nemá vlastní překlad. *Probe* znamená vyšetřovat, hledat, zkoumat, ptát se za účelem zjištění tajných nebo skrytých informací o určité věci nebo člověku; *ware* (sg.) je vždy ve slovním spojení a může vyjadřovat buď předmět, který je vyroben z daného materiálu (glassware, silverware) nebo určitým způsobem (flatware), nebo předměty používané za určitým účelem (kitchenware, tableware). V přírodovědném kontextu by tedy překlad s největší pravděpodobností zněl *předměty ke zkoumání, vybavení ke zkoumání*. Tento překlad však v sobě nezahrnuje koncept technologického vybavení, ani koncept sledování určité veličiny²⁴. Zkoumat lze přece i pomocí skalpelu, tyčinky nebo tužky a papíru. Vhodnější by proto byl překlad *zařízení* nebo *přístroje ke zkoumání*, jež naznačuje užití technologie. Přesto není ani jeden výraz v češtině používán, zřejmě i kvůli nečeskému znění.

Neplatí to však u termínu *dala-logger*, který je navzdory cizojazyčné podobě používán v akademickém i aplikovaném prostředí. V překladu *záznamník dat (zaznamenávání dat, data-logging)* totiž postihuje stěžejní prvek způsobu experimentování a to, že v zásadě tradiční uspořádání experimentu je pomocí čidla (senzoru) napojeno na registrační a ovládací zařízení, které zaznamenává sledovanou veličinu. Je tedy zřejmé, že je využit technologický prvek (mikroprocesor) a že dochází ke zkoumání určitého jevu tím, že jsou o něm získávána data.

Kromě data-loggerů se v českém jazyce používá v souvislosti s přírodovědným měřením další označení, která se již vyskytla v předchozích kapitolách práce. Shrňme si je nyní a vysvětleme, v jakém kontextu jsou použita v předložené práci.

V České republice se přírodovědnými experimenty s podporou počítače z řad oborových didaktiků zabývali zvláště doc. František Lustig z Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze a prof. Martin Bílek z Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové. První je tvůrcem systému ISES vyvinutého primárně pro fyzikální laboratoře, druhý stál u zrodu systému CMS. Oba systémy samozřejmě fungují na stejném principu přenosu dat, oba mohou být použity pro fyzikální či chemická měření, záleží na čidle, které je připojeno k rozhraní.

Měli bychom rozlišovat, zda hovoříme o technickém *vybavení* nutném pro uskutečnění měření nebo o samotném *provedení* experimentu. Martin Bílek způsob sledování experimentu nazývá ve své publikaci (1997) jako **počítačem podporovaný školní chemický experiment**, ke kterému je třeba mít **školní počítačový měřicí systém**. František Lustig (2009; web ISES) nazývá proces provádění experimentu jako **počítačem podporovanou laboratoř** a vybavení nejčastěji označuje jako **školní experimentální systém** nebo **měřicí systém**.

²⁴ Anglický výraz zjevně tuto absenci technologie v názvu neřeší, popř. ji automaticky předpokládá ve slově *probe*.

A ještě jedna poznámka k Tinkerovu odmítání *microcomputer*: za jeho zdůvodněním, že na mikroprocesoru jsou přece dnes založeny i stolní počítače, lze tušit, že Tinker pod pojmem probeware a i starším MBL rozumí experimentování pomocí autonomního zařízení, které je schopno i vyhodnocovat data, než když je čidlo připojeno k počítači. Důvody upřednostňování samostatných měřicích systémů se mi nepodařilo nikde zjistit, ale domnívám se, že je to velikostí – menší data-loggery s vlastním vyhodnocováním jsou fyzicky použitelnější/uchopitelnější i pro malé děti.

Pro vlastní experimentování se zdá být nejpřiléhavější označení **počítačem podporovaný školní** (chemický, fyzikální) **experiment**, neboť je zde zahrnut význam užití technologie, koncept provádění měření i didaktická stránka věci.²⁵ Tento výraz je však dosti dlouhý, a proto se v předložené práci nejčastěji vyskytují termíny:

- **počítačem podporovaný experiment (PPE)**, který v kontextu práce znamená, že k měření bylo použito *školního experimentálního systému*, nejčastěji připojeného k počítači, který indikuje změny odehrávající se v průběhu chemického experimentu. V označení tak chybí atributy *školní a chemický*, které jsou brány jako danost.
- **Instrumentální měření** je synonymem pro počítačem podporované experimenty a jedná se tedy o školní chemický experiment, který je řízen a zaznamenáván pomocí mikroprocesoru ve formě počítače nebo autonomního zařízení.

K realizování těchto měření je zapotřebí zmíněné vybavení, které je v práci pojmenováváno jako:

- **školní experimentální systém**, který může označovat měřicí rozhraní spojené s čidlem, které indikuje měřenou veličinu, nebo čidlo připojené na počítač, díky němuž je měření ovládáno a zaznamenáváno. Vždy je však počítáno s grafickým výstupem měření (zobrazování *real-time data*).
- Stejný význam nese také **školní měřicí systém**, který výraz *experimentování* nahrazuje pravdivějším *měření*, neboť experimenty, které byly realizovány v rámci disertační práce, byly ve své povaze spíše sledováním určité veličiny než experimentováním ve smyslu vědeckého hledání souvislostí.
- V práci je také používán zkrácený výraz **měřicí přístroj** nebo **měřicí systém**, jež má ale opět skrytý atribut *školní*.
- Jestliže se v textu vyskytuje výraz **data-logger**, myslí se jím samotné rozhraní umožňující nastavení měření, záznam a vyhodnocení dat nebo rozhraní s připojeným čidlem.
- **Čidlem** se rozumí senzor, který je fyzicky nejblíže prováděnému experimentu (chemickému pokusu) a snímá sledovanou fyzikálně-chemickou veličinu. Čidlo samo o sobě však není schopno záznamu nebo zobrazení získávaných dat.

2.6.2 Počátky počítačové technologie ve vzdělávání

Role a vliv počítačů ve výuce obecně je v hledáčku oborových didaktiků, pedagogů i psychologů již více než 40 let. V průběhu této doby došlo ke značnému pokroku v oblasti hardware i software a také bylo publikováno mnoho studií zaměřujících se na jednotlivé aspekty použití počítačů ve výuce. S narůstajícím počtem publikací se začaly objevovat také souhrnné studie snažící se utřídit dosavadní výsledky případně vývoj v tomto oboru. Příkladem může být stručný historický vývoj počítačových programů ve vzdělávání obecně Miroslavy Černochové (2006), nebo Hermana Wellera (1996), jenž uvedl stručný souhrn publikované literatury zabývající se využitím počítačů v přírodovědných předmětech. Závěry odpovídají výčtu uvedenému v této práci v kapitole 2.3: počítače mohou být ve vyučování pomocníkem např. při modelování nebo simulování některých jevů, poskytovat instrukce k práci, být prostředím pro výukové programy, sloužit jako jednotka k zachycování měřených dat při počítačem podporovaných experimentech. Jiné souhrny byly ještě konkrétnější, zaměřovaly na konkrétní podobu a využití počítačových technologií, např. instrumentální měření ve fyzice (Trumper a Gelbman 2001, Trumper 2003) nebo instrumentální měření v chemii (Tinker 2002).

²⁵Jak již bylo řečeno, v odborné laboratoři se hojně používá označení *měření s podporou počítače*, ale pro školní podmínky je třeba zohledňovat určitá specifika uspořádání měření a potřeby učitele.

Zajímavý exkurz do historie počítačů v chemickém vzdělávání přinesl v roce 1994 James Hood, který uvádí, že chemici byli vůbec první, kteří se snažili začlenit počítače do procesu vzdělávání a to již v roce 1959 v Chicagu na institutu technologie (Illinois Institute of Technology). Peter Lykos tehdy své studenty nechal nejprve pomocí počítače manuálně procházet chemická abstrakta a současně hodnotit výhody a problémy spojené s vyhledáváním. To později využil při výuce programování²⁶. Hood dále zmiňuje výzkum J. J. Lagowskiho, jehož tým v roce 1969 na University of Texas v Austinu sledoval účinek laboratorní simulace na vybudování rozhodovacích dovedností: experimentální skupina pracující s počítačovými simulacemi dosáhla významně vyšších výsledků než skupina s jinými chemickými výukovými pomůckami. Dalším milníkem byl dle Hooda projekt z roku 1983 SERAPHIM (Systems Engineering Respecting Acquisition and Propagation of Heuristic Instructional Materials), jehož řešitelé se vznikem malých počítačů vyvíjeli a distribuovali výukový software pro chemiky a pořádali letní kurzy programování pro chemiky, kteří se zajímali o navrhování výukových programů. S příchodem 80. let sice došlo k výrazné proměně podoby počítačů, ale jejich poměrně malá rychlost a výpočetní síla (computational power) brzdily využití ve výuce. Tyto počítače byly vhodné k zobrazování informací a jako kontrolní nástroj, ale zatím je nebylo možné použít interaktivním způsobem. Nejčastěji tak byly využívány drilovací a procvičovací programy, jednoduché hry a několik simulací. Výjimkou byl vývojový projekt na University of Illinois v Urbana-Champaign. Na univerzitě již delší dobu fungoval systém PLATO, který umožňoval studentům kontrolovat jejich známky, psát testy a přijímat zprávy.²⁷ Stanley Smith a Loretta Jonesová rozšířili počítačové služby pro studenty o počítačem ovládané interaktivní chemické laboratorní experimenty. Jejich počítačem simulované titrace, které zobrazovaly různé grafy v závislosti na akci uživatele, posunuly hranice tehdejších počítačových vzdělávacích programů. Smith a Jonesová v průběhu 80. let vyvíjeli další vzdělávací programy, které si pamatovaly kroky uživatele a podle toho přizpůsobovaly další fáze učení. (PLATO 1982-1983), měly být formou umělé inteligence, která se snaží, aby se počítač choval/reagoval jako člověk. Přes překotný vývoj v oblasti počítačů obecně i jejich postupné zapojování jako výukového nástroje je nezbytné položit si otázku, jestli vůbec mají počítače kladný vliv na výuku a jak to lze poznat. Hood tedy zdůrazňuje důležitost dalšího výzkumu ve vývoji výukových programů, ale také naléhá na to, aby učitelé zkoumali učební charakteristiky svých žáků. Žádný program není tak dobrý, aby vyhovoval všem žákům stejnou měrou, pokud však učitel dobře zná své žáky, pomůže mu to ve výběru správných vzdělávacích programů odpovídajících potřebám žáka.

2.6.3 Robert Tinker se představuje

Jednou z osob, která se nesmazatelně zapsala do historie počítačem podporovaných experimentů, je Robert Tinker, který byl zmíněn v kapitole věnované terminologii. Původně byla jeho oborem experimentální fyzika, ale pod vlivem událostí odehrávajících se v americké společnosti na začátku 60. let 20. století se rozhodl přerušit doktorandská studia a přijal místo učitele na Stillman College, historicky černošské college v Alabamě (Tinker 2002). Podle jeho slov v něm dva roky učení na této škole vzbudily doživotní zájem o výuku, daly mu mnoho zkušeností a také nahlédnutí, jak by se dalo zlepšit přírodovědné vzdělávání. I nejlepší výukové materiály 60. let se v praxi mýjely s potřebami studentů, a tak se Tinker uchýlil k vlastnímu pozorování a experimentování. Nejdůležitější, co se během své učitelské praxe sám naučil, bylo, že praktická

²⁶Počátky svého působení popisuje Peter Lykos v krátké sebereflexi na stránkách Chemical Heritage Foundation <http://www.chemheritage.org/discover/magazine/articles/25-4-a-life-in-chemistry-computing.aspx>

²⁷A. R. Molnar považuje za počátek počítačových technologií ve vyučování rok 1959, kdy byl PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations) spuštěn. Projekt PLATO byl vlastně předchůdcem dnes všeobecně rozšířených aplikací jako on-line forum, nástěnka, on-line testování, e-mail, chat a dalších. (Molnar 1997 cit. podle Černochovej 2006)

výuka doprovázená dobrým vybavením urychlovala intuitivní pochopení konkrétního jevu. Jakmile studenti získali o problematice praktické povědomí, stávaly se mnohé abstraktní fyzikální pojmy a rovnice snáze uchopitelné. Své pionýrské začátky, úspěchy i neúspěchy, projekty, současné aktivity a výhledy popsal ve svém článku z roku 2002. Esej je jakousi zkrácenou biografií jeho odborného života, proto se ji oproti jiným odborným publikacím rozhodl psát v první osobě a subjektivně, ale během vyprávění nezapomíná zmínit kolegy, se kterými během let spolupracoval. Čtenářům to přináší neobvyklý a poutavý pohled do života vědce, učitele, který hledá, jak co nejlépe pomocí technologie zprostředkovat žákům a studentům přírodovědné poznání. Již od počátku se podařilo Tinkerovi spojit svou práci s národní nadací National Science Foundation (NSF), kde narazil na podobně smýšlející kolegy. Společně se pak snažili o vývoj převodníku (z analogového signálu na signál digitální), který by umožnil propojení čidel s jednoduchým počítačem. V 70. letech se tedy Tinker zabýval především technickými parametry propojení, a vzhledem k úspěšnosti jeho počínání se na trh dostal poměrně levný počítač schopný zaznamenávat a zobrazovat data, KIM-1. Prvním experimentem testovaným na zařízení KIM-1 bylo zkoumání teplotních křivek. Studentům se tak během pár minut zobrazovaly jevy, které by při klasickém provedení mohli vidět až při následném vynesení dat na papír. Tento experiment mnohem zrychlil zpětnou vazbu důležitou při poznávání. Na konci 70. let zaujal příkladem s teplotními křivkami asociaci učitelů fyziky, což vedlo skupinu vývojářů k vytvoření několika aplikací pro učitele fyziky ve formě programu EPROM a následnému vzniku kurzů pro učitele. Tinker píše, že zásadní vliv na přijetí počítačem podporovaných experimentů mělo nadšení samotných učitelů. Nadšení uživatelů a další finanční podpora ze strany NSF ukazovaly na budoucnost výuky, kdy se získávají, zaznamenávají a zobrazují měřená data (*real-time data*).

Na začátku 80. let tedy bylo nutné přiléhavě pojmenovat daný typ výuky. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, Tinker jej nazval *microcomputer-based laboratory*.²⁸ Další systémy GRASIC (jako Graphical BASIC) a následný NOS (Network Operating System) vyvíjela Tinkerova pracovní skupina i za účelem výtěžku, ale vývoj byl natolik náročný, že prodej nemohl vrátit zpět vložené peníze. Prodělečné byly i pořádané workshopy, které přežily jen díky finanční a morální podpoře předsedy Technických výzkumných center (Technical Education Research Centers). Nebyl způsob, jak zjistit dopad těchto seminářů, jen příležitostně se skupina dozvěděla o úspěchu instrumentálních měření (MBL). Jedním z příkladů je příběh Davida Verniera, učitele fyziky, který absolvoval jeden takový seminář v pedagogickém centru v Beavertonu. Byl natolik zaujatý vzdělávacím potenciálem MBL, že založil Vernier Software, dnes přední firmu dodávající na trh školní experimentální systémy s veškerou podporou pro učitele. Pracovní skupina kolem Tinkera se nezaměřovala pouze na fyziku. Tušili, že pro učitele chemie by mohla být zajímavá možnost měření pH, a tak začali spolupracovat s Dianou Malonovou, chemikem, která v týmu strávila svou pracovní vědeckou dovolenou. Vznikl tak další výukový balíček, tentokrát pro chemická měření, který kromě měření pH obsahoval navržené experimenty na reakční kinetiku, chemiluminiscenci a termochemii. Tinker nezakrývá své nadšení z titrací, ač jsou jeho formulace uším chemika neobratné až chybné:

The most impressive experiment was titration. When acid or base was steadily added to a solution, a graph of its pH against time goes through one or more sudden drops, depending on the valence of the anion. The phosphate ion, which can bind with three hydrogen ions, exhibits an impressive three steps. (Tinker 2002, s. 6)²⁹

²⁸Ačkoli Tinker zmiňuje sebe jako autora názvu, již na konci 70. let jej lze nalézt např. v publikaci Fitzpatricka a Howarda (1977), kteří hovoří o ekonomické a přenosné laboratoři.

²⁹Nejpůsobivějším experimentem byla titrace. Když se do roztoku plynule přidávala kyselina nebo zásada, vznikající graf závislosti pH na čase ukazoval jeden nebo více náhlých skoků podle náboje aniontu. Fosforečnanový iont, který se může spojit se třemi vodíkovými ionty, se projevoval třemi skoky.

V roce 1982 podnikl Tinker s Timem Barcleym první výzkum ve školní třídě zaměřený na hardware systému (teplotní čidlo). Žáci pochopili, jakým způsobem systém funguje tak rychle, že výzkumníci ani nestačili zaznamenat jejich myšlenkový postup. Také je překvapilo, jak jsou žáci schopni intuitivně číst grafy. Tato zkušenost výzkumný tým přesvědčila, že počítačem podporované experimenty dokáží naučit přírodovědným konceptům stejně jako práci s grafem a zpracování získaných hodnot. Během 80. let se tým soustředil na vývoj nových čidel, jako bylo např. čidlo pohybu (založené na principu ultrazvuku) a čidlo síly, ale také na vývoj lepšího software. Současně prováděli výzkumy zaměřené právě na experimenty s čidlem pohybu. Výsledky těchto výzkumů, kdy žáci s lehkostí interpretovali polohové grafy, opět překvapily i samotné výzkumníky (Mokros a Tinker 1987).

Tinker se však nesetkával pouze s úspěšnými výsledky MBL. Zmiňuje výzkum, který byl prováděn jiným týmem v Centru pro technologie ve vzdělávání (Educational Technology Center, ETC), kde v té době pracoval. Porovnáním výsledků experimentální a srovnávací skupiny bylo cílem zjistit efektivitu MBL. Výzkum byl svěřen do rukou výhradně učitelům, kteří prováděli stejné experimenty v experimentální i srovnávací skupině, s počítačem a bez něj. Experimentální skupina byla dle učitelů „nespravedlivě“ zvýhodněna, protože provedení bylo jednodušší a rychlejší, a tak se učitelé snažili skupiny udělat srovnatelné tím, že provedli ty samé experimenty, ale ve skupině s počítači, pro kterou byly experimenty méně časově náročné, byl zbytek hodiny vyplněn detailním popisem, jak se pracuje se zařízením. Výsledky obou skupin pak byly srovnatelné, což Tinker, jakožto příznivce a obhájce vzdělávací hodnoty instrumentálních měření považuje za nesprávný výsledek, neboť kdyby byl čas u experimentální skupiny plně využit k výuce tématu teplota a teplo, jak zněl úkol, dosáhla by experimentální skupina lepších výsledků. Tinker tímto neúspěchem poukazuje na to, že přístroje musí být v hodinách využity odpovídajícím způsobem, jinak konají stejnou službu jako tradiční provedení experimentu. Robert Tinker se ve své eseji také podivuje nad tím, že školní měřicí přístroje ani po delší době své existence na trhu stále nejsou příliš rozšířené. Důvodem jsou podle něj jednak finance, ale také čas, který učitelé musí investovat do seznámení se s jejich ovládáním a možnostmi a nezakotvenost v kurikulárních dokumentech. Učitelům i žákům by podle Tinkera mohl být pomoci výukový program, ale z vlastní zkušenosti ví, jak nesnadné je vytvořit dobrý výukový program. Cestu vidí v *hypermodelu* navrženém Paulem Horwitzem (Horwitz 2000, cit. podle Tinker 2002), který by pro chemické vzdělávání byl koncipován tak, že by v sobě obsahoval několik výukových témat s naměřenými daty a výukovou částí, která by byla naprogramována tak, že na základě interakce uživatele s počítačem by vedla jeho učební postupy. Uživatel by se mohl ptát na otázky, jejichž vyhodnocením by program navrhl odpovídající experiment. Největším problémem pro vstup MBL do škol však podle Tinkera stále zůstává cena zařízení. Zde má však Tinker jednoduchou odpověď: ať si žáci udělají sami vlastní čidla, vždyť práce na jejich sestavení plně odpovídá badatelské metodě. O několik let později autor skutečně vydal příručku popisující, jak lze vyrobit některá z čidel (Tinker 2007).³⁰

Robert Tinker dodnes aktivně působí na poli didaktiky a již několik let je emeritním profesorem organizace The Concord Consortium (CC), kterou v roce 1994 založil společně se Stephenem Bannaschem. Oba tehdy měli vizi, že promění slibnou vzdělávací technologii ve skutečnost. Vzdělání je podle CC ta nejdůležitější investice, kterou může společnost vynaložit, a kvalita vzdělání je zásadní pro realizaci potenciálu lidí kdekoli na světě. S proměnou společnosti je však podle CC třeba změnit i formu vzdělávání. Informační technologie mají sílu vzdělávání proměnit, protože vytvářejí nové možnosti ve výuce a učení, a tak je posláním CC podněcovat vylepšování

³⁰ Pozn. ESU: Osobně však nesdílím Tinkerův názor, že žáci si mohou nebo dokonce budou chtít vyrobit čidla sami. Domnívám se, že tento přístup je možný zvolit pouze výběrově u zručných a motivovaných žáků; ve třídě s 28 žáky, z nichž by více jak polovina o vymýšlení elektronických zařízení nestála, by byla motivace těchto žáků pro učitele patrně nespílitelným úkolem.

vzdělávacích technologií (The Concord Consortium, 2011). The Concord Consortium je řešitelem několika projektů přírodovědného vzdělávání a na svých stránkách kromě výzkumných zpráv a publikací pro odbornou veřejnost uveřejňuje také tipy na experimenty, applety a soustu jiných výukových materiálů využitelných v předmětech biologie, chemie, matematiky, fyziky.

2.6.4 Zlatá 80. léta 20. století

Pionýrské počátky MBL v 70. letech 20. století vystřídala rušná 80. léta, kdy se naplno rozběhl vývoj a výzkum školních měřicích systémů, software a výukových programů pro přírodovědné vzdělávání pomocí instrumentálních měření. Měřicí systémy a jejich vliv na učení žáků se staly výzkumným tématem mnoha odborných skupin.

Testování a hodnocení měřicích systémů a programů

V prvních publikacích věnovaných školním experimentálním systémům byly nejprve diskutovány obecné otázky způsobů využití, koncept výukové pomůcky (Woodard a kol. 1981, Haney 1982) nebo převod analogového signálu na digitální (Lam 1983). Ovšem jakmile se objevily první softwarové balíčky pro počítačem podporované experimenty (PPE), začaly být konkrétní programy navržené pro zachycování a vyhodnocování dat popisovány, případně hodnoceny.

Ray Johnson v roce 1982 popisuje měřicí systém pro počítač typu Commodore PET 2001 zahrnující tři aplikace pro analytickou chemii: záznam UV-VIS absorpčních spekter, záznam a analýza kalibračních křivek a záznam potenciometrických dat. O rok později Tom Lam shrnuje dostupné hardwarové vybavení nutné pro realizaci instrumentálních měření a zanedlouho recenzuje softwarový balíček Smorgasbord (Lam 1984).

Tinker byl v 80. letech zřejmě natolik okouzlen možnostmi, které poskytovaly počítače v přírodovědných měřeních, že dokonce předpovídal, že klasických instruktážních laboratoří bude na SŠ ubývat a budou je nahrazovat MBL (Tinker 1984). Jak víme, to se téměř po dalších třicet let nestalo, alespoň ne na českých středních školách. V polovině 80. let bylo na americkém trhu již poměrně velké množství dostupných systémů pro realizaci počítačem podporovaných experimentů, takže Tinker kromě diskuse o užitečnosti MBL uvedl také seznam komerčně dostupných systémů, včetně cen i dalších užitečných informací (Tinker 1985a). Ve stejné době publikoval autorský kolektiv v čele s Cary Sneiderem (1986) jiný seznam, jež také popisoval tehdy komerčně dostupné systémy, jejich ceny a požadavky na počítač. V roce 1986 představuje (opět) Tinker tři přírodovědné sady³¹, které představují jednak hardware nazvaný *The Bank Street Laboratory* umožňující měření světla, zvuku a teploty, dále softwarovou jednotku *Exploring Heat* (Zkoumání tepla) zaměřenou na fyziku základních škol a *Experiments in Chemistry*, sadu SŠ, popřípadě VŠ experimentů umožňující zaznamenávání, zobrazení a analýzu dat z teplotních, pH a elektromagnetických měření. Testování této trojdílné sady ukázalo, že pro úspěšné použití ve vyučování musí MBL splňovat několik požadavků, jako jsou snadnost použití, rychlá odezva, možnost výpočetních operací, grafický výstup měření. Edwards a Weller (1986) se zaměřili na program *Compulab*, další z dostupných programů vhodných pro školní měření dat, Powers (1989) pro změnu testoval software vhodný pro Apple II, *Experiments in chemistry* od HRM Software a *Voltage Plotter III* od Vernier.

Snahy o vylepšení vlastního měřicího zařízení i o spolupracující software nebo přímo výukové programy sestavené pro PPE pokračovaly také v 90. letech 20. století i v novém tisíciletí. Postupně se objevovaly publikace prezentující také názor uživatelů, nebo tyto názory byly

³¹ V originále je používán termín package – balíček, u něhož není vždy zřejmé, zda se jedná o hardware či software, většinou je tím míněna výuková sada obsahující hardware, doprovázející software a často také učební materiály.

východiskem pro vývoj nových experimentálních systémů a PPE. Příkladem je program *Empirica2000*, který byl novou verzí původního programu pro Windows 4.0; při tvorbě programu se tvůrčí tým zaměřil na faktory jako všestrannost, uživatelské rozhraní, prezentace dat, získávání dat, nastavení a užitečnost, které vycházely z výsledků dotazníků pro učitele (Lavonen a kol. 2003). V Irsku zase bylo vedlejším produktem rozsáhlé studie zkoumající efektivitu začlenění MBL do výuky fyziky a chemie na středních školách hodnocení použitých systémů učiteli. Jako nejpřijatelnější zvolili z pěti systémů učitelé systém Pasco (Kennedy a Finn, 2000). Metcalf a Tinker (2004) testovali se 30 učiteli dvě nově vytvořené výukové jednotky pro výuku přírodních věd, šest nízkonákladových čidel připojitelných k Palm počítačům a software pro Palm. Výsledky ukázaly, že učitelé dokázali vést cvičení s Palm počítači a danými úlohami, žáci neměli potíže s užitím Palm a celková koncepce cvičení zprostředkovala žákům souvislosti mezi pozorovaným jevem a jeho teoretickým modelem. V roce 2006 referoval Mike Brown o nových možnostech připojení čidel k měřicímu rozhraní, hlavní novinkou bylo především bezdrátové připojení čidel od třech různých výrobců, Easylink od Vernier, AirLink od Pasco a Trilink od Furier Systems. Brownova publikace byla spíše popisná nežli hodnotící, ale i tak můžeme z výběru odvodit, že firmy Pasco a Vernier jsou nyní patrně největšími výrobci (a vzájemnými konkurenty) na poli školních měřicích systémů, což vede k jejich snaze vyvíjet stále dokonalejší a přitažlivější formy měřicích zařízení. O pár let později Vannatta a kol. (2010) uvedli srovnání technických parametrů (velikost obrazovky, paměti; možnosti vzorkování; hmotnost) a cen zařízení LabQuest a LabPro od firmy Vernier a SPARK Science a Xplorer GLX firmy Pasco. Autoři ale nepřišli se závěrem, který z uvedených systémů je nejlepší³², nýbrž doporučují uživatelům rozhodovat se na základě vlastních priorit.

Přehled sedmi měřicích systémů dostupných na českém trhu, včetně několikrát zmiňovaných systémů od Pasco a Vernier, a zhodnocení jejich předností přinesli v roce 2006 Stratilová Urválková a Šmejkal. Aktuální dostupné systémy v ČR obsahuje předkládaná disertační práce (kap. 2.5.4), a stejně jako Vannatta a kol. (2010) doporučuje zájemcům vybírat systémy podle vlastních priorit.

Mohlo by se zdát, že jako cenově nejpřijatelnější se jeví možnost sestavit jednoduché sběrné zařízení svépomocí v duchu Tinkera, jenž chápe proces vytváření sběrné jednotky jako činnost vhodnou k rozvíjení konstruktivistického myšlení. Kromě jeho nového popisu, jak jednoduchý data-logger sestavit (Tinker 2007), se návody na sestavení objevovaly již v 80. letech. Price (1987) ve svém příspěvku, který není primárně zaměřen na vlastní sestavování měřicí jednotky, uvádí sedm zdrojů, kde je možné získat návod na sestavení přístroje. Uplatnit lze podle něj tento přístup zvláště u těch žákovských projektů, které jsou zaměřené na programování a konstruování. Nevýhodou je však podle něj nemožnost konzultace problémů v případě, že zařízení nebude fungovat, někdy je také obtížné sehnat některé součástky, naprogramování jednoduchého softwaru může trvat poměrně dlouho (navíc jednoduchý program obvykle nezvládá analyzovat data a někdy ani grafy). Rhys a Kuo na sklonku 80. let publikovali vlastní návod na sestavení zařízení pro získávání dat v kurzu instrumentální analýzy (Rhys a Kuo 1989). Cena vybavení k jednomu PC bez čidel, tehdy činila méně než 200 USD. Autoři uvádějí, že komerční měřicí systémy stojí až několik tisíc USD a některé A/D převodníky lze sehnat za 400 USD. Přepočteno dnešním, pro nás příznivějším kurzem, vyšly tehdejší měřicí systémy na desítky tisíc korun, v případě vlastního sestavení řádově do pěti tisíc.

Měřicí systém jako jediný vhodný způsob vizualizace výsledků měření

Jak bylo uvedeno výše, výhodou školních experimentálních systémů je, že se dají využít u experimentů, které by bylo možné klasickými metodami realizovat pouze omezeně.

³² Nejméně výhodný je dle autorů jednoznačně LabPro od Vernier, což je data-logger bez obrazovky a tedy neposkytující okamžitou zpětnou vazbu z měření.

Např. dlouhodobé nebo naopak velmi krátké/rychlé experimenty, experimenty, u nichž je možné indikovat určitou veličinu jen instrumentálně. Publikace popisující takové experimenty pak mohou být inspirací učitelům přírodovědných předmětů, jak využít měřicí přístroje ve výuce.

Počítačem podporovaný experiment se osvědčil např. při sestavování fázového diagramu cínu-bismutu, kdy bylo použito šest teplotních čidel současně; experiment v tomto provedení trval pouhých 45 minut (Bailey a kol, 1997). Grafický výstup je vhodnou ilustrací např. při zkoumání rychlosti reakce. Daly (2002) popisuje dva úspěšné experimenty, které žáci byli schopni interpretovat lépe než při dřívějším tradičním uspořádání: rychlost rozkladu peroxidu vodíku indikovali tlakovým čidlem, rychlost reakce disíranu s kyselinou chlorovodíkovou zase pomocí světelného čidla zaznamenávajícího intenzitu světla (vznik suspenze snižuje intenzitu světla). Experiment rozkladu peroxidu lze stejným způsobem (tlakové čidlo) využít při demonstraci vlivu různých podmínek na rychlost reakce (Lewis a kol. 2009). Choi a Pui (2004) využili tlakové čidlo k určení rychlosti a řádu reakce rozkladu skořápky, CaCO_3 , a při rozšíření úlohy lze zjistit množství uhlíčitanu ve skořápce. Při termodynamických měřeních prováděných v kalorimetru lze pomocí data-loggeru např. během pár minut zjistit kapacitu kalorimetru (Barlag a kol. 2010). V chemii a fyzice lze využít experiment zjišťující hodnotu absolutní nuly, která se odvozuje z trendu při měření teplotních křivek (Amrani 2007) a ve fyzice lze pomocí měřicích systémů naměřit graf tahu motoru (Penn a Slaton 2010).

Zjišťování didaktického potenciálu počítačem podporovaných experimentů

V 80. letech docházelo nejen k vývoji a testování samotných měřicích přístrojů, ale řada výzkumů se zaměřovala i na vliv PPE na učení žáků. Během let tak bylo prováděno velké množství experimentů na sekundárním, terciárním i primárním stupni studia, v hodinách přírodovědy³³ i konkrétních předmětech.

Marianne Wiserová (1987) na základě rozhovorů a didaktických testů zjistila, že žáci snáze porozumějí rozdílu mezi teplem a teplotou s pomocí PPE než při tradičním výkladu. Výzkumy byly často orientovány na schopnosti žáků porozumět grafům (*graphing skills*)³⁴, tedy symbolickému vyjádření určitých výsledků. Grafický výstup real-time měření se totiž ukázal jako jeden ze zásadních prvků, které PPE přinesly ve srovnání s jinými vzdělávacími pomůckami. Vědecký tým Ronalda Thorntona patřil kromě Tinkera a kol. k prvním vědeckým skupinám zabývajícím se systematicky touto výhodou MBL. Thornton cíleně zařazoval MBL do výuky fyziky na střední škole i nižším stupni vysoké školy a potenciál měřicích přístrojů spatřoval právě v možnosti zlepšit orientaci žáků v grafech (Thornton 1986). O rok později se Thornton pokoušel identifikovat problémy, které mají žáci ve fyzice, a následně vysvětloval, jak mohou PPE pomoci při učení. Grafický výstup z měření pak vyzdvihl jako hlavní přednost práce s MBL (Thornton 1987).

Výzkumů zabývajících se vlivem MBL na schopnost čtení grafu se uskutečnilo několik, nejvíce však právě ve fyzice, neboť mnoho výzkumníků bylo zaujato širokými možnostmi využití pohybového čidla. Už bylo řečeno, že i Tinker a jeho tým byl zaskočen tím, jak přirozeně dokázali žáci z naměřených z grafů odvodit vzdálenost, rychlost a zrychlení (Mokros a Tinker 1987). Shodné výsledky ohledně pohybového čidla přinesla také Brasellová (1987b, c) a příznivý dopad počítačem podporovaných experimentů na čtení grafů potvrdili u žáků a studentů Linnová

³³ Syntetický předmět *science na* základních a některých stupních středních škol Velké Británie, USA i jiných států.

³⁴ Anglický termín popisující schopnost porozumět informacím znázorněným v grafu pomocí křivek se nazývá *graphing skills*, někdy také *graphical skills*. Čeština pro tento termín nemá ustálený výraz, nejčastěji se ale používá *porozumění grafu* a *čtení grafu*. Disertační práce bude používat druhého výrazu, čtení grafu, i v případě, že nejde o odvození určitých závislostí z naměřených křivek, ale také schopnost předpovědět tvar křivky.

a Nachmias (Linnová a kol. 1987, Nachmias a Linnová 1987). Stuessy a Rowland (1989), kteří vyhodnocovali o dva roky později zlepšení čtení grafů žáků při realizaci teplotních měření, došli ke stejnému závěru. MBL lze využít i v biologických měřeních; studie Adamse a Shruma (1988) srovnávající laboratorní měření s měřicími přístroji a tradiční laboratorní cvičení odhalila, že studenti, kteří kreslili grafy ručně, dopadli lépe v úkolech, kde se měly vytvářet grafy, zatímco studenti absolvující MBL měli lepší skóre v úkolech grafy interpretujících.

Výzkumy didaktické hodnoty počítačem podporovaných experimentů přetrvávají až do současnosti, nutno však poznamenat, že zvláště v 90. l. 20. st. našlo instrumentální měření odezvu hlavně u učitelů fyziky, proto je pochopitelné, že i většina výzkumů je orientovaná na využití MBL ve fyzice. Některé z nich přiblížíme v následující kapitole.

2.6.5 Instrumentální měření a fyzika

Čidlo pohybu na mnoho způsobů

Jedním z nejvíce sledovaných čidel, přesněji experimentů prováděných pomocí tohoto čidla, je senzor pohybu. V odborné literatuře bylo od 80. l. 20. st. publikováno mnoho studií dokazujících, že s MBL žáci a studenti lépe chápou souvislosti mezi významem pojmu vzdálenost, rychlost a zrychlení. Pohybové čidlo je, zdá se, výborným příkladem demonstrace kladného vlivu PPE na učení žáků a studentů. Učební aktivity s pohybovým čidlem vyžadují skutečnou akci, pohyb, a tak je tato úloha doslova aktivizující a díky okamžité zpětné vazbě v podobě simultánně vznikajících grafů často vede k správnému pochopení fyzikálních jevů.

Ronald Thornton (1986) začlenil experiment s pohybovým čidlem v pěti šestých třídách ZŠ na předměstí Bostonu a v prvním ročníku vysoké školy (college) při kurzech fyziky pro studenty humanitních oborů. Žáci šesté třídy se do té doby nesetkali s tématem pohyb či rychlost a ani neměli mnoho zkušeností s grafy. Po dvoudenním workshopu velká část z nich byla schopna interpretovat graf, případně s pomocí pohybového čidla vykreslit křivku určitého tvaru. Žáci druhý den dobrovolně odpovídali na otázky spojené s grafy a většina odpovědí byla správná. Thornton se tedy domníval, že učební jednotka *pohyb* vyučovaná pomocí MBL by mohla být efektivním způsobem výuky tohoto tématu a zároveň tvorby a interpretace grafů. Ještě lépe dopadla skupina 58 vysokoškolských studentů, jež měli samostatným zkoumáním pomocí pohybového čidla řešit několik úkolů. Během cvičení nastalo mnoho situací, kdy studenti za pomoci praktických měření řešili další otázky, na které během práce přicházeli a někteří chtěli zůstat i po oficiálním konci cvičení. Domácí úkoly, které měli vyplnit na druhý den práce, byly průměrně z 90 % správně vyřešené. Z pozorování se navíc zdálo, že pro studenty je cvičení stejně zábavné jako pro žáky základní školy. Oficiální vyučující předmětu, který byl při cvičení přítomný, byl také spokojený s prací studentů i koncepcí úlohy a vyjádřil přání, aby podobných výukových jednotek bylo příští rok více.

V 90. letech zkoumal vliv MBL na pochopení fyzikálního konceptu „pohyb“ a tedy současně schopnosti porozumění grafům také Michael Svec (1995). Experimentální skupina složená ze studentů učitelství pro základní školy absolvovala laboratoře s využitím měřicích přístrojů. Srovnávací skupinu, která absolvovala tradiční laboratorní cvičení, tvořili studenti úvodního kurzu obecná fyzika. Závěrečný didaktický test experimentální a srovnávací skupiny byl vyhodnocen položkovou analýzou, ve které s vysokou spolehlivostí získali lepší hodnocení studenti experimentální skupiny.

Michael Svec se pohybovým čidlem a tedy úvodními fyzikálními tématy pohyb, pozice, rychlost a zrychlení zabýval i v následujících letech. Domníval se totiž, že jestli mají být grafy užitečnou pomůckou pro studenty, pak se musí prozkoumat, jakým způsobem studenti ke čtení a pochopení grafů přistupují. Dovednost čtení grafů lze dobře zjišťovat pomocí PPE, neboť měřicí

systemy umožňují grafický výstup, který lze považovat za jednu z největších předností systémů. Studie Svece z roku 1999 zjišťovala, zda grafické zobrazení měřených hodnot pomocí MBL:

- a) zlepšuje schopnost žáků interpretovat různé jednoduché čárové grafy
- b) zlepšuje schopnost žáků interpretovat graf závislosti vzdálenosti na čase, rychlosti na čase a zrychlení na čase;
- c) zlepšuje chápání žáků konceptu rychlost a zrychlení.

Cílem tedy bylo zdokumentovat, co a jak se žáci při MBL učí a zjistit konceptuální změny při interpretaci grafů žáky. Jako výzkumný nástroj byl použit test s jedenácti otázkami s výběrem odpovědi. Vzorek tvořili studenti ze dvou základních kurzů fyziky dvou univerzit: experimentální skupinu tvořili studenti učitelství pro základní školy (83 % ženy), kontrolní skupinu studenti kurzu obecné fyziky. Ve vstupním testu dosáhla lepších výsledků kontrolní skupina, ale po absolvování tradiční přednášky se skóre těchto studentů nezlepšilo. Naopak experimentální skupina své skóre po tématu zlepšila a předstihla kontrolní skupinu. Výsledky naznačují, že výklad nezlepšil schopnosti studentů porozumět grafům, na druhou stranu, pokud student v pre-testu ukázal, že se v grafech orientuje, PPE tuto dovednost již příliš nevylepší.

Redish, Saul a Steinberg (1997) porovnávali účinek výukových jednotek okamžitá rychlost a třetí Newtonův zákon provedených formou tradičního laboratorního cvičení a zároveň cvičení s využitím počítačem podporovaného experimentu. Výzkumným vzorkem byli studenti inženýrství úvodního kurzu mechaniky na Marylandské univerzitě. Po absolvování cvičení řešili studenti úlohy s výběrem odpovědí a také otevřené široce pojaté úlohy. Výsledky uzavřených úloh ukázaly významné zlepšení u studentů provádějících instrumentální měření oproti studentům absolvujícím klasické cvičení. Výsledky otevřených úloh však naznačují, že navzdory lepším výsledkům mají studenti MBL skupiny stále co zlepšovat.

Dan MacLissac (1995) vedl akční výzkum v rámci fyzikálních laboratoří Purdueské univerzity ve West Lafayette (Indiana, USA). Laboratorní cvičení byla inovována a do velké míry byla založena na počítačem podporovaných experimentech. Vyhodnocená data získaná z otevřených rozhovorů, komentářů, pozorovacích protokolů a analýzy dokumentů hovoří mj. o tom, že absolventi těchto cvičení získali nové technické dovednosti a laboratorní cvičení pomohla ilustrovat teoretické poznatky z přednášek. Absolventi sami ohodnotili cvičení jako užitečná pro zlepšení jejich poznatků z fyziky, ocenili nutnost řešit konceptuální problémy, které trýbily duševní aktivitu více než algoritmická cvičení.

Měřicí systémy jako vhodný nástroj pro sledování konceptuálního učení

Přínos měřicích systémů nespočívá pouze v jejich potenciálu zlepšit chápání studovaných jevů, ale také mohou být výzkumným prostředkem pro zkoumání obecnějších pedagogických jevů. Svým grafickým výstupem jsou zvláště využitelné při učivu, které lze dobře ilustrovat pomocí grafů; pro fyziku je vhodným příkladem téma pohyb zabývající se vzdáleností, rychlostí a časem. Výše byly zmíněny výzkumy z 80. let, které zkoumaly vliv MBL na míru porozumění a čtení grafu, a další z let 90., které si více všímaly fyzikálního konceptu. Již jednou citovaný Thornton se využitím pohybového čidla ke zkoumání žakovských pojetí zabýval dlouhodobě; kromě zlepšení ve výsledcích před a po absolvování laboratoře si však všiml i jiných aspektů výuky.

V roce 2004 Thornton publikoval studii, která sledovala chování studentů při konceptuálním učení během vstupního fyzikálního kurzu na Univerzitě Tufts v Medfordu, Massachusetts. Výzkum měl za cíl zjistit, zda

- se liší chování studentů, kteří se snaží o široké pochopení tématu (konceptuální učení) od těch, kteří se je nesnaží pochopit?

- určité vzorce studijního chování odpovídají konceptuálnímu učení
- lze nějak dokázat proces konceptuálního učení

Studenti navštěvující úvodní kurz fyziky jsou obvykle druhým semestrem na univerzitě, bývá jim 18-19 let a bývají nadanější, jedná se o budoucí inženýry a vědce. Výuka fyziky zahrnuje třikrát týdně přednášku, které jsou vždy na konci tematického celku doplněny o řešení souvisejících problémů. Jednou týdně je rozvrženo dvouhodinové laboratorní cvičení, které je koncipováno netradičně jako laboratoř zaměřená na konceptuální učení používající laboratorní kurikulum vytvořené Thorntonem a Sokoloffem s názvem *RealTime Physics Mechanics*. Studenti v laboratořích pracují po trojicích, používají loggery pro sběr a analýzu dat, mají pohybové a silové čidlo Vernier a software LoggerPro. Cvičení je založeno na řízeném objevování, které umožňuje 80-90 % studentů pochopit princip síly a pohybu.

V letech 1994 až 1998 byla sbírána data ve formě pozorování a výsledků z pre-testů a post-testů studentů daného kurzu. Pozorování bylo prováděno pomocí videokamery; tři ze šesti pracovišť měla videokameru namířenou na studenty a studenti měli klopový mikrofon; byla zaznamenávána také obrazovka počítače, se kterým pracovali. Během několika let bylo blíže pozorováno čtyřicet trojic, z nichž jedenáct bylo zahrnuto do detailního výzkumu.

Ze své zkušenosti výzkumný tým věděl, že známky nemusejí vždy odpovídat konceptuálním znalostem studentů, a tak ke zjištění pochopení kinematiky a Newtonových zákonů používají Thornton a kol. tzv. FCME testy (*Force Motion Conceptual Evaluation*), jež vyvinuli.

Výsledky pre a post testů vzorku studentů byly zaneseny do grafu, který ilustruje, o kolik se kdo zlepšil (Obrázek 18). Studenti, kteří měli nízké skóre na začátku cvičení i po skončení cvičení, jsou v levém dolním rohu, levý horní roh zase odkazuje na studenty, kteří na začátku měli špatné skóre, ale pak se výrazně zlepšili. Graf ukázal jakýsi prahový efekt – jakmile má student na začátku úspěšnost v testu nad 25 %, pak s největší pravděpodobností dosáhne vysokých výsledků na konci cvičení.

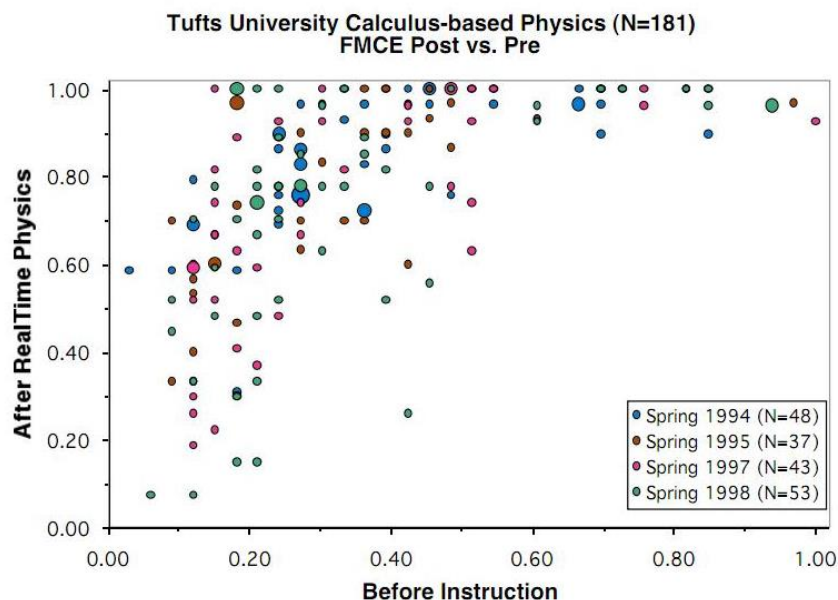


Fig. 1: Comparison of pre and post performance scores on the Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE) for 181 students in the course described in Section 3. Students who started low and finished low are in the lower left hand corner. Students who finish high are along the top edge of the figure.

Obrázek 18 - Srovnání výsledků studentů v pre a post-testech FMCE (převzato z Thornton 2004)

Thornton se v této studii zaměřil na tyto skupiny studentů: ti, kteří začínají s malým počtem bodů a končí podobně (L/L), začínají s nízkým počtem bodů – končí s vysokým (L/H), začínají na průměru - končí s vysokým skóre (M/H).

FCME testy jsou po dlouholetém vývoji dobrým nástrojem ke zjišťování pochopení konceptů studenty, dobře se distribuují i vyhodnocují (otázky s výběrem odpovědi). Pro validitu výsledků byly kromě testů použity také psané i mluvené komentáře studentů k jednotlivým odpovědím, které korelovaly s výsledky testů. Pro detailní zjišťování, jak se studenti učí, byly použity videonahrávky práce ve skupině i nahrávky dění na obrazovce počítače. Z let 1997-1998 bylo vybráno devět trojic, které odpovídaly požadavkům na výzkumné otázky. Trojice musela na laboratoře přijít minimálně osmkrát a minimálně pětkrát muselo být cvičení nahráno. Kvalitativní analýzou se studovalo jak individuální chování při učení, tak chování celé skupiny. Individuální analýza hledala určité modely chování při konceptuálním učení, což znamenalo určitým způsobem kategorizovat data a analyzovat proces učení. Skupinová analýza byla založena na mikroanalýze interakcí mezi členy skupiny a využívala jazykové a sociální interakce, konverzační analýzy a dalších metod.

Výsledky kvalitativní analýzy byly srovnávány s všeobecnými tvrzeními (stereotypy) o studentech: 1) úspěšní studenti se více ptají, 2) úspěšní studenti nepřicházejí s nesprávným nebo rozporuplným vysvětlením, 3) úspěšní studenti používají častěji několikanásobné vyjádření, 4) úspěšní studenti se více zapojují do učebních aktivit.

Analýza individuálního i skupinového chování studentů dospěla k následujícímu:

- ❑ Ptají se úspěšní i neúspěšní studenti, ale je třeba rozlišovat dva druhy otázek: uzavřené otázky lze zodpovědět jedním slovem nebo větou a nesměřují k dalšímu zkoumání či diskusi (*Jakou jednotku má zrychlení?*); otevřené otázky nebo tvrzení naopak zvou k diskusi či dalšímu objeování (*Jak to, že srážka způsobí změnu pohybu, když předměty na sebe působí stejnou silou s opačným směrem?*). Méně úspěšní studenti (L/L) ve skutečnosti pokládali celkově více otázek než ti úspěšní, ovšem tyto otázky byly většinou uzavřené.
- ❑ Úspěšní studenti (L/H, M/H) udávají špatná či rozporuplná vysvětlení mnohem více než ti neúspěšní. Neúspěšní studenti totiž obecně málo podávají vysvětlení.
- ❑ Úspěšní studenti (L/H, M/H) mnohem častěji, pětkrát více používali a propojovali mnoho znázornění.
- ❑ Pozorování ukázalo, že do učebních aktivit se zapojují i studenti, kteří nedosáhli dobrých výsledků v konceptuálním učení, čili podle aktivity nelze posuzovat schopnosti studenta. Na druhou stranu se potvrdilo, že ti, kteří se ani nezapojují, nedosáhnou zlepšení.

Na základě kvalitativní analýzy Thornton předkládá vývojový model konceptuálního učení:

- ❑ Fáze 1: student poznává nové prostředí, popisuje čidla atd., vzrůstá jeho pozornost.
- ❑ Fáze 2: díky poznávání tématu se začíná student orientovat v prostředí tématu, může se u něj objevit snaha používat tradiční vědecké termíny, ale vždy se objevuje snaha vysvětlit jev (*To teď nemůžeš najednou zastavit, protože...*).
- ❑ Fáze 3: pokračuje rozvoj chápání, čím dál běžnější je používání výroků s formálními termíny, student dokáže uvést vztahy mezi dvěma nebo více proměnnými.
- ❑ Fáze 4: rozvíjející se konceptuální porozumění se projeví tak, že student je schopen používat jediný myšlenkový model, který se dříve zdál být uchopitelný pouze na základě několika modelů, popř. student vysvětluje složitý jev pomocí jednoho nebo více modelů.

Neúspěšní studenti (L/L) se obvykle nedostanou za fázi 1, studenti, kteří dosáhnou fáze 3, se dobře naučí daným konceptům a dosahují velmi dobrých výsledků, aniž by museli dosáhnout fáze 4.

Thorntonova pozoruhodná studie studující více pedagogické aspekty učení než pouze účinek učební pomůcky by se neobešla bez měřicích přístrojů, ale byly pouze prostředkem, ne cílem výzkumu. Podle Thorntona je pro správné konceptuální učení důležité změnit samotnou výuku, tak aby byla orientovaná na aktivity studentů (*student-centered*) a využívala badatelských forem učení. Školní experimentální systémy doslova vybízejí k výuce, která do procesu učení aktivně zapojí žáky a studenty a dobře se pomocí nich uskutečňuje i badatelsky orientovaná výuka. Možnosti rozvíjet vědecké postupy žáků a studentů pomocí MBL si tak všímají další studie, nejen ty Thorntonovy.

2.6.6 Instrumentální měření a chemie

Jestliže výzkumů týkajících se použití počítačem podporovaných experimentů ve fyzice je dostatečné množství, nedá se to samé říci o chemii. Ostatně i kolektiv autorů (Hogarth a kol. 2006) snažící se zmapovat využití ICT ve výuce přírodních věd analýzou publikovaných výzkumů zjistil, že předmět chemie se vyskytuje minimálně (do analýzy dokumentů bylo zahrnuto 37 vědeckých článků týkajících se předmětu *science education*).

V kapitole věnující se podrobněji Robertu Tinkerovi, jednomu z prvních průkopníků PPE ve výuce přírodních věd, jsou zmíněny rovněž chemické experimenty. Tinker sám ve své sebereflexi z roku 2002 hovoří o nečekaném zaujetí žáků při pozorování grafu během titrace (kap. 2.6.3) a při vývoji školních experimentálních systémů a přírodovědných PPE v 80. letech 20. století byly součástí i chemické experimenty (Experiments in Chemistry) zaměřené na nahrávání, zobrazení a analýzu dat z teplotních, pH a elektromagnetických měření (Tinker 1985).

Měření pH

Jedním z nejvyužívanějších a zároveň nejsledovanějších čidel při chemických úlohách je čidlo pH, které lze v chemii použít při mnoha tématech. Může to být samotné téma pH v rámci obecné chemie, tedy kyselost a zásaditost různých látek: kyselin, zásad, solí, s tím spojené téma síly kyseliny (koncentrace vs. síla kyseliny či zásady). V analytické chemii se pak čidlo nejčastěji využívá při acidimetrických či alkalimetrických stanoveních, tedy při neutralizačních titracích. V rámci organické chemie lze zjišťovat pH organických látek, v biochemii zase např. pH aminokyselin.

V 90. letech se počítačem podporovaným měřením pH zabývala např. Marie Nakhlehová. Během výzkumu vlivu různých metod na pochopení konceptu kyselin, zásad a pH zjistili Nakhlehová a Krajcik (1991), že ve srovnání s použitím acidobazického indikátoru (roztok) nebo pH metru bez grafického výstupu právě MBL rozvinulo nejhlubší pochopení daných témat. Autoři použili metodu tvorby mentálních map, na nichž sledovali jednak množství pojmů ale také vytvořené vazby (1991a). Další výzkumná otázka stejné studie sledovala, jak žáci interagují jednak s přístroji a také s výzkumnými úkoly (1991b). Z laboratorního cvičení, během něhož měli žáci za úkol popisovat své myšlenky (tzv. myšlení nahlas, think aloud), byly pořízeny audio a videonahrávky, které byly následně analyzovány. Výroky ze strukturovaného pozorování byly rozříděny do několika kategorií a kódováním se zjistilo, že skupina používající pH metr a PPE mají téměř shodný počet výroků. Liší se ovšem významem: skupina u počítače se více zabývala samotným postupem, měla méně analytických výroků a převažovaly u ní výroky se špatným pochopením než se správným pochopením. Každopádně četnost všech výroků ukazuje, že studenti pracující s počítačem byli navzdory chybným myšlenkovým operacím zaujati prací s počítačem, takže byli přístupní učebnímu procesu.

V centru pro pedagogický výzkum přírodních věd a matematiky (CRECIM) při Universitat Autònoma de Barcelona mají učitelé možnost navštívit se svými žáky laboratorní cvičení využívající školní experimentální systémy. Pracovníci centra tak mají možnost pracovat s různými skupinami žáků a navrhnout menší či větší studie. Montserrat Tortosová se dlouhodobě věnuje chemickým úlohám a v letech 2007-2008 publikovala některé závěry vztahující se k úlohám o pH. V prvním článku (2007) Tortosa informuje o obecnějších aspektech práce žáků, kteří poprvé provádějí PPE. Výzkumný vzorek čítal dvě třídy, 52 žáků, kteří absolvovali čtyřhodinové cvičení s pH elektrodou a teplotním čidlem. Úlohy byly koncipovány jako problémové ale využívající pracovní list jako pomůcku (inquiry-guided learning cycle). Obecně většina žáků, více než 70 %, byla schopna efektivně použít měřicí systém s malou nebo nulovou pomocí učitele. Přibližně 70 % žáků se podařilo nastavit měření tak, že byli schopni naměřit požadovanou hodnotu - polovina z nich pracovala pouze podle písemných instrukcí bez jakéhokoli zásahu učitele. Zhruba 60 % žáků (27,8 % bez vnější pomoci) nastavilo měření tak, že bylo možné sledovat dvě veličiny současně. V obou třídách bylo cca 20 % žáků, kteří nejevili o měření jakýkoli zájem, zatímco ostatní ve skupině pracovali. Měřicí přístroje jsou tedy na jedné straně poměrně snadné na manipulaci, avšak nejsou pomůckou, která zaujme všechny žáky.

V roce 2008 prezentovala Tortosová výsledky výzkumu sledujícího názory studentů na práci s měřicími systémy. Cílem bylo zjistit, jak vnímají SŠ žáci cvičení s počítačem a jaké přírodovědné koncepty si žáci po cvičení spojují s danou prací. Byly vyhodnoceny dotazníky 59 žáků ze čtyř škol v Katalánsku. Cvičení bylo orientováno na badatelskou metodu, přičemž do tématu byli žáci uvedeni úvodním motivačním textem. Podobně jako v předchozím případě, učební cyklus kladl důraz na tři hlavní fáze: předpovídat – pozorovat – vysvětlit (*predict – observe – explain*, POE). Téma se týkalo učiva, které žáci znali z hodin (pH, chemická rovnováha, síla kyselin a zásad), ale zde se věnovali novému tématu – pufrům. Na konci cvičení dostali žáci dotazník, ve kterém mj. odpovídali, co během cvičení dělali; dvě třídy dostaly navíc otázku na pufr. Cílem bylo zjistit, jaké činnosti (fyzické, myšlenkové) žáci zmíní. Většina žáků zmínila všechny tematické okruhy (např. „*Pracovali jsme s pH pufrů.*“ „*Přidali jsme kyselinu a zásadu do pufru a pozorovali jsme, co se děje s pH.*“), které během cvičení studovali, jen někteří odpovídali obecně („*dělali jsme pokusy okolo pH*“). Odpovědi obsahovaly většinu chemických konceptů, na které se cvičení zaměřovalo. Nejčastěji se mezi odpověďmi vyskytovalo pH a pufr, poté chemická rovnováha, kyseliny a zásady a krev jako pufr. Ačkoli studenti většinou nikdy nepracovali s měřicími přístroji, přístroje byly v jejich odpovědích integrovány do konkrétní činnosti spojené se studovaným tématem, nikdy nebyly vyzdvihovány jako samostatné téma.

Na Slovensku byl také proveden výzkum zaměřený na téma pH, s využitím systému Vernier. Branišaová a Reguli (2010) podali krátkou zprávu o predikcích 145 žáků ZŠ, jež se výzkumu zúčastnili. Jen dva žáci zakreslili správnou závislost pH během neutralizace, ostatní odhadovali závislost jako lineární (klesající, rostoucí, konstantní).

Vliv počítačem podporovaných experimentů na učební proces

Tak jako v případě fyzikálních experimentů byly prováděny výzkumy, které zjišťovaly, jaký vliv mají PPE na dosažené znalosti a dovednosti (např. oblíbené téma kinematiky), podobné výzkumy (ale v mnohem menším počtu) byly prováděny i v rámci chemických experimentů. Studie Doriové a Sassonové (2008) zjišťovala vliv PPE na schopnost žáků vyjádřit chemickou znalost pomocí popisu, interpretace, konstrukce, srovnání či analýzy grafů. U experimentální a kontrolní skupiny se dále sledovaly rozdíly v pochopení, zapamatování si a čtení grafu. Třetí zkoumanou oblastí bylo vlastní vnímání žáků – co je podle nich charakteristické při učení se pomocí PPE. Tříleté studie se zúčastnilo asi 800 žáků vyšších ročníků 15 středních škol, kontrolní skupina čítala 62 žáků (zčásti se jednalo o žáky, kteří absolvovali chemii vyučovanou badatelsky orientovanými metodami). Studie se zabývala pěti učebními jednotkami z celkem třinácti počítačem podporovanými úlohám; studovanými tématy byly kapaliny a roztoky, koligativní

vlastnosti, sraženiny solí, kyseliny a zásady, energie, difúze a osmóza. Výsledky didaktických testů ukázaly, že žáci experimentální skupiny významně zlepšili své dovednosti porozumění grafu ve všech kategoriích (průběh dat, vytvoření grafu, popis a interpretace, srovnání, zakreslení závěru), navíc zlepšení mělo trvalý charakter, neboť grafické dovednosti žáci prokázali i během testů v dalších dvou letech. Za povšimnutí stojí, že nejmenšího zlepšení dosáhli žáci kontrolní skupiny, kteří již měli zkušenost s badatelsky orientovanou výukou (často pracovali s odbornými texty). Největšího zlepšení dosáhli žáci experimentální skupiny s nízkým skóre v pre-testu.

Hakan Atar se ve své diplomové práci, případové studii, zaměřil na vnímání PPE žáky (2001, 2002). Rozhovory a pozorování se dvěma třídami a jedním učitelem, který již měl zkušenost s PPE, ukázaly, že účastníci jsou spíše příznivci instruktivního typu laboratorních úloh, kdy žáci poměrně dobře vědí, co budou během měření dělat a tudíž tomu i více rozumějí. Přínos PPE se však může u jednotlivých žáků lišit. Někteří žáci uvedli, že okamžitá zpětná vazba, kterou přístroj poskytuje, jim pomohla porozumět a vtáhnout je ještě více do problematiky prováděného experimentu. Jiní však tvrdili, že zobrazovaná měřená data je zneklidňovala, protože nechápali, co se během experimentu děje. Jedna žákyně prohlásila, že kdyby měření prováděla ručně, měla by větší prostor pro *zvnitřnění* toho, co dělá, a přemýšlení o experimentu; sběr dat pomocí přístroje byl pro její tempo učení příliš rychlé. Zdá se tedy, že PPE nemusí být vhodnou metodou pro pomaleji se učící žáky. Někteří žáci se také domnívají, že instrumentální měření je vhodné spíše pro starší žáky, kteří se dokáží lépe orientovat v grafu a tudíž rozumějí, co měřená data znamenají. Fáze sběru dat také u některých žáků způsobila ztrátu pozornosti a kontaktu s danou úlohou. Měli pocit, že nemají co na práci, dokonce pociťovali nudu. Jiní ale byli zaujati zvláště poslední fází úlohy, kdy měla být získaná data vyhodnocována.

Přijímání PPE studenty nepřímo sledovala i studie Stratilové Urválkové a kol (2008). Tři dny po sobě pracovalo 15 žáků gymnázia ve věku 17–18 let na chemických projektech, které využívaly měřicí systémy. Během laboratorní práce měli lektoři u sebe diktafon a celé cvičení bylo zachyceno jako audionahrávka. Cílem bylo shromáždit veškeré dotazy žáků, tedy těch, kteří mají první zkušenost s měřicími přístroji. První den žáci nepracovali samostatně, šlo o úvodní hodinu, ve které se vysvětlovalo, jak se pracuje s čidly a jak funguje software. Žáci zkoušeli jednoduchá měření teploty a pH. Během dalších dvou dnů bylo nashromážděno celkem 153 dotazů, které byly roztrženy do kategorií *organizační, výpočetní, technické, teoretické, konzultační a akutní*. Největší skupinu tvořily dotazy technické, týkající se způsobu a správnosti provedení experimentu, 26 %, a poté organizační nevztahující se přímo k experimentu, 16 %. Pouze 18 % dotazů směřovalo na vysvětlení teorie k prováděnému experimentu a jen 4 % dotazů mělo badatelský charakter, tedy šlo o konzultaci možnosti provedení experimentu, který si žáci sami vymysleli. Skoro třetina dotazů (30 %) vyžadovala jednoduchou odpověď ano-ne, většinou se jednalo o organizační dotazy. Celkově žáci neměli potíže s prací s přístrojem, tento způsob zjišťování dat přijali velmi rychle jako samozřejmý. Problémem se ukázaly být rezervy žáků v teoretické oblasti, což komplikovalo následné provedení složitějších úloh a souviselo i s nedokonalým pochopením principů jednotlivých měření.

Náměty pro počítačem podporované experimenty v chemii

Jak již bylo popsáno výše, odborných studií a výzkumů věnujících se PPE v chemii je řádově méně ve srovnání s oblastí fyziky, a tak je přínosné, objeví-li se v odborných časopisech alespoň náměty experimentů s využitím měřicích systémů v chemii. Mezi autory můžeme zmínit např. N. Hisima (2005), který ve svém článku popsal, jak měřit kapacitu baterie, třecí sílu, intenzitu procházejícího světla nebo měření mezimolekulárních sil. Bailey a kol (1997) nastínili, jak naměřit fázový diagram směsi cín-bismut. Dalyová (2002) navrhuje způsoby, jak indikovat rychlost reakce, jednak pomocí tlakového čidla v případě vývoje plynů nebo pomocí světelného čidla v případě vzniku suspenze.

Školní experimentální systémy se však dají úspěšně využít i při výuce žáků základních škol, jak dokládá např. Judith Willisová (1998) – žáci základní školy neměli problém využít čidla zvuku, světla a teploty při svých prvních badatelských pracích. Mnoho námětů, možnost diskuse s ostatními uživateli či populární články týkající se PPE jsou na stránkách americké společnosti *The Concord Consortium*, která byla zmíněna v souvislosti s Robertem Tinkerem (<http://concord.org/>). V České republice vznikla sada jednoduchých námětů na PPE např. již v roce 2006 v rámci projektu SIPVZ na Základní škole Kollárova v Jihlavě, kde použili experimentální systém LogIT (<http://www.zskol.ji.cz/dokumenty/projekt.pdf>).

S větším rozšířením nabídky školních experimentálních systémů v ČR začínají učitelům sami distributoři na svých stránkách poskytovat také materiální oporu a náměty na využití měřicích přístrojů. Vernier na svých českých stránkách neustále rozšiřuje nabídku návodů na experimenty, na jejichž tvorbě se podílejí některé spolupracující školy. Kromě návodů v češtině jsou zde uvedeny stručné charakteristiky mnoha dalších úloh, které jsou zatím dostupné pouze v originálním anglickém znění (<http://www.vernier.cz/experimenty/prehled/oblast/vyhledavani>). Podobně PASCO poskytuje učitelům na stránkách volně ke stažení dokonce podrobné pracovní listy v žákovské i učitelské variantě (<http://www.pasco.cz/>). Poskytování této podpory je nesmírně důležité při snaze začleňování školních experimentálních systémů do výuky přírodních věd.

2.6.7 Shrnutí

Počítačem podporované experimenty se staly výzkumným tématem od počátku jejich vývoje a používání ve výuce, tedy více jak třicet let. Zahraniční studie se shodují v několika aspektech použití PPE ve výuce. Následující závěry vycházejí z prací: Tinker 1986, Thornton 1986, Thornton 1987, Mokros a Tinker 1987, Adams a Shrum 1988, Thornton a Sokoloff 1990 cit. podle Redish a kol. 1997, Nakhlehová a Krajcik 1991a, b, Krajcik a kol. 1992, Maclsaac 1995, Kelly a Crawfordová 1996, Redish a kol. 1997, Kreugerová a Rawls 1998, Kennedy a Finn 2000, Trumper 2003, Krusbergová 2007.

Nejprve shrneme výhody využití školních experimentálních měřicích systémů:

- ❑ **Automatické zaznamenávání a zobrazování měřených dat** usnadňuje experimentální práci, neboť redukuje nadbytečné úkony, jako jsou zápis hodnot, vytváření grafu.
- ❑ Výsledky jsou během provádění experimentu simultánně zobrazovány na obrazovce, takže studenti mají **okamžitou zpětnou vazbu** o získaných hodnotách. Okamžitá zpětná vazba posiluje vztah příčina – důsledek.
- ❑ Výsledky jsou zobrazovány několikerým způsobem, ať už formě tabulky, **grafu** nebo i současně (samozřejmostí je i zobrazení aktuální hodnoty z čidla). Právě možnost zobrazení grafu nese pravděpodobně největší zpětnovazebný účinek.
- ❑ Měřicí systémy dovolují nastavovat sběr dat s různou frekvencí a umožňují tak sbírat informace o změnách, které probíhají buď **moc rychle** nebo **moc pomalu** (vysoká frekvence záznamu dat je nutná např. u sledování polohy skákajícího míče nebo tlaku při explozi, nízká frekvence je třeba např. u sledování změn teploty nebo obsahu kyslíku v místnosti během dne). Správným nastavením měřicích parametrů lze tedy bez problémů provádět **dlouhodobá měření**.
- ❑ Data mohou být **uložena**, takže se k nim dá vracet a měnit způsoby zobrazení či je analyzovat vícerým způsobem za účelem studování nového aspektu. Lze je využít při vytváření hypotéz a modelů.
- ❑ Automatický záznam a zobrazení dat pomocí software **usnadňuje měření**, takže je

použitelné i pro úplné **nováčky** nebo mladší žáky.

- ❑ Měřicí systémy lze použít na **všech stupních vzdělávání**, od základní školy po vysokou školu: hardware je použitelný na všech stupních, vyučovaná témata často také, pokud je tomu uzpůsoben kontext a vysvětlení.
- ❑ Možnost měnit podmínky měření a celkový experimentální charakter umožňuje realizovat **badatelsky orientovanou výuku (*inquiry-based learning*)**.
- ❑ Počítačové technologie zajišťující sběr a analýzu dat jsou v průmyslovém i vědeckém prostředí široce používané, v akademickém prostředí nyní již v podstatě nezbytné. Proto je důležité, aby se studenti seznámili s tím, jak vědci pracují, aby školní výuka **reflektovala reálnou praxi**.

Uvedené výhody vycházejí z konstrukce a možností samotné pomůcky. Vlastní experimentování, tedy použití měřicích systémů při počítačem podporovaných experimentech přináší další, pedagogické efekty, které však nemusejí bezpodmínečně platit pro všechny. Následující závěry tedy shrnují latentní aspekty měřicích přístrojů:

- ❑ Automatický záznam a zobrazení dat zkracuje fázi sběru dat, což dává větší **prostor pro analýzu, interpretaci a diskusi dat**. Čas ušetřený sběrem dat lze využít ke zkoumání vlivu proměnných nebo k hodnocení výsledků, návrhům nových experimentů atd.
- ❑ Měření provádějí studenti, takže jsou **aktivně zapojeni do práce**, do procesu svého učení, během kterého pozorují a soustředí se na okolní svět.
- ❑ **Učební autorita** se přesouvá od učebního textu a učitele na učební pomůcku. Pokud studenti provádějí své vlastní experimenty, učitel nemusí umět předpovědět nebo vysvětlit výsledek, pro učitele je tato situace někdy nepříjemná, ale měl by s ní počítat.
- ❑ **Od konkrétního k abstraktnímu**: studenti se nejdříve setkávají s konkrétním jevem nebo činností, získají s ním osobní zkušenost, poznají a pochopí ho. Poté se přesouvají k abstraktnímu vyjádření i obecným zákonitostem.
- ❑ Měřicí systémy **sníží propast mezi konkrétními a formálními činnostmi**: jsou dobrým prostředkem k učení se porozumění a používání vědeckého symbolického zobrazení, jako jsou grafy. Je to zřejmě způsobeno tím, že konkrétní činnost se simultánně promítá na obrazovce ve formě symbolické reprezentace.
- ❑ Grafický výstup experimentálních systémů zlepšuje schopnost **interpretovat grafy** a vyjadřovat se pomocí symbolického zobrazení – vytvářet grafy (*graphing skills*). Jestliže žáci získají tuto dovednost u konkrétního případu, lze předpokládat, že budou schopni interpretovat i grafy znázorňující něco jiného.
- ❑ V případě, že je měření založeno na badatelské metodě, studenti mají **možnost řídit zkoumání** a pracovat jako vědci: tvořit hypotézy, navrhovat a provádět experimenty, hypotézy následně ověřovat, případně zamítnat. Díky rychlému sběru dat je někdy možné zvládnout během vyučovací hodiny celý cyklus nebo dokonce několik takových cyklů předpověď – hypotéza – testování – vyhodnocení. Studenti jsou nuceni při měření řešit problémy, vědecky přemýšlet, být tvořiví.
- ❑ Možnosti měření dovolují studovat, jaké nastanou změny, když se změní podmínky prostředí, což podněcuje k „**co kdyby?**“ **otázkám**, které indikují, že studenti jsou aktivně zapojeni do promýšlení aktivity.
- ❑ Během práce je podporována **spolupráce**, která rozvíjí jednak sociální kompetence, ale zároveň podporuje učení se od vrstevníků, jež studentům zprostředkovává jiné názory a myšlenky.

- Informační technologie často u studentů vzbuzují zájem, měřicí přístroje tak podporují aktivní zapojení studentů a mohou napomoci **snížit tzv. strach z vědy** (*science anxiety*).

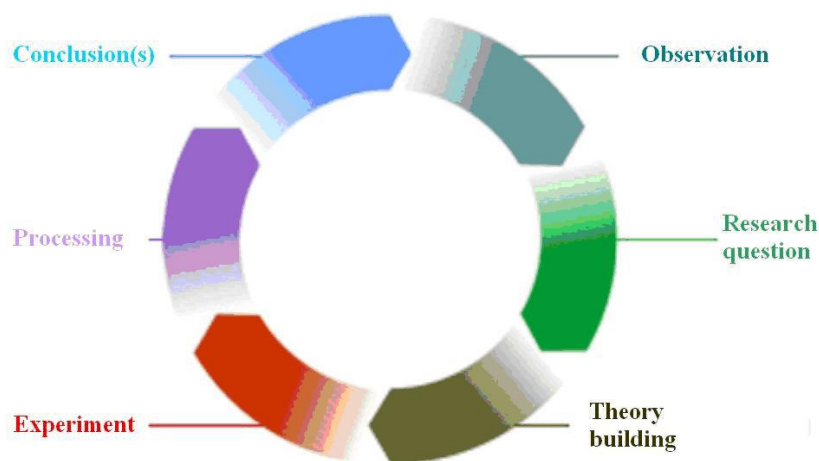
Dlouhý výčet předností a učebních výhod počítačem podporovaných experimentů se jeví jako jedinečná možnost naučit žáky a studenty vědecké práci a celkově zlepšit jejich vědomosti. Navzdory nespornému přínosu školních měřicích systémů je třeba mít na paměti zásadní věc, kterou neopomněl ani Robert Tinker (1986): **Měřicí systémy jsou pouze pomůckou. Nedá se říci, jestli dobrou nebo špatnou, záleží totiž na tom, jak je s ní naloženo.**

2.7 Badatelsky orientovaná výuka

Badatelsky orientovaná výuka je jedna z metod výuky, která využívá **konstruktivistického přístupu k učení**. Konstruktivismus klade žáka (a studenta) do centra učení a ten má tedy hlavní roli ve zprostředkovávání a řízení svého učení. Učitelé při tomto přístupu k výuce mají roli průvodců, instruktorů, facilitátorů a trenérů, kteří prostřednictvím aktivit a nabídnutých příležitostí, prostředků a prostředí k učení podporují vlastní analýzy, řízení a reflexe žáků. Mezi základní principy konstruktivismu patří důraz na konstrukce vědomostí, nikoli na reprodukce vědomostí. Učitel musí brát v úvahu předcházející vědomosti a pojetí žáků (*prekoncepce*, popř. *miskoncepce a alternativní pojetí*), které se mnohdy liší od vědeckého pojetí. Při výuce se klade důraz na řešení problémů, dovednosti vyšších myšlenkových operací a hluboké porozumění, přičemž jsou často využívány primární zdroje, které zajišťují autenticitu reálného světa. Takto koncipovaná výuka má vést ke zvýšení vnitřní motivace, neboť se předpokládá, že výzkum a bádání povzbudí žáky v získávání vědomostí nezávisle na učiteli a samotným cílům studia. Často je výuka organizovaná formou skupinové práce, která má naučit spolupráci a žákům umožňuje poznat jiné pohledy a názory. (National Research Council, 1996)

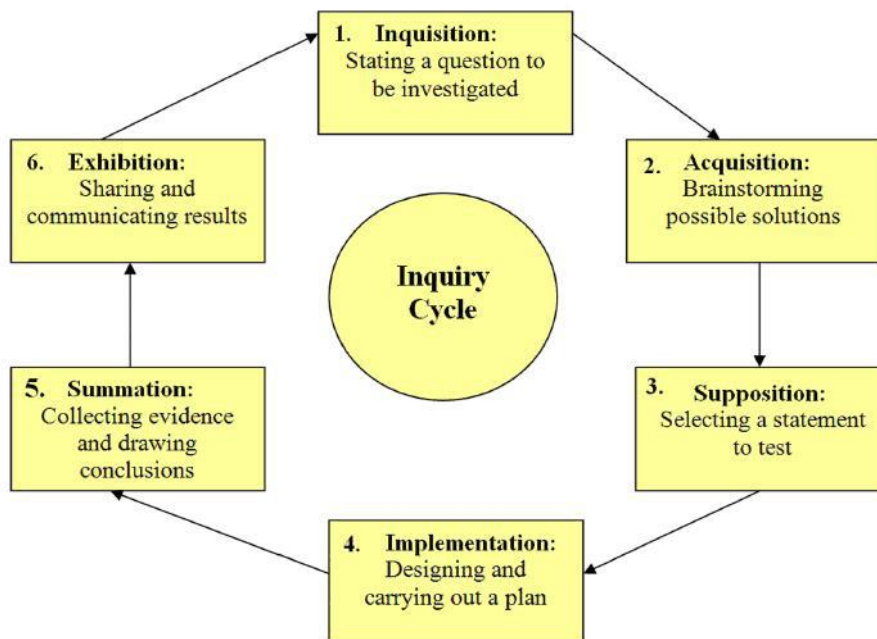
V přírodovědných předmětech lze konstruktivistické učení rozvíjet prostřednictvím **badatelsky orientované výuky**, jež využívá postupů z vědeckého odborného prostředí. Při poznávání a studiu přírody je třeba umět rozpoznat problém, vyhledávat informace, zkoumat domněnky, plánovat výzkum, vytvářet modely, navrhovat experimentální řešení a poté jej uskutečnit, diskutovat poznatky se spolužáky nebo formulovat logické argumenty.

Cyklus bádání může mít různé podoby. Obrázek 19 znázorňuje postup, při kterém žáci na základě *pozorování* určitého jevu zformulují *výzkumnou (badatelskou) otázku*. Žáci pak *tvoří teorie a hypotézy*, které se k výzkumné otázce vztahují a následně teorie ověřují *experimenty*. *Vyhodnocením* experimentů docházejí k *závěrům*, které jsou konzistentní s teorií (National Research Council 1996 cit. podle Amstel Institut 2010). Může se stát, že výsledky experimentů neodpovídají vytvořené hypotéze, pak se žáci musejí vrátit ke svým hypotézám, zhodnotit je na základě výsledků provedeného experimentu a případně je přehodnotit. Současně je potřeba zhodnotit adekvátnost použitého experimentu (dokazuje náš experiment to, co chceme dokázat?), případně jej nahradit jiným experimentem.



Obrázek 19 - Cyklus při badatelské výuce, National Research Council 1996, cit. podle ESTABLISH

Jiný cyklus, obecnější, představuje Douglas Llewellyn ve své knize *Inquire Within: Implementing Inquiry-Bases Science Standards* (2002), viz Obrázek 20. Podle něj je na začátku navržena výzkumná otázka (1. *inquisition*, vyšetřování), která je rozvíjena během diskuse (2. *brainstorming*) o možných řešeních. Z několika navržených řešení se vybere jedno (3. *supposition*, předpoklad), pro něž se rozpracuje a uskuteční detailní plán provedení (4. *implementation*, realizace). Poté se nashromáždí všechny získané informace a důkazy a vyvodí se závěry (5. *summation*, shrnutí). Výsledky bádání jsou na konec prezentovány a diskutovány s ostatními (6. *exhibition*, představení). (Llewellyn 2002, cit. podle Amstel Institut 2010)



Obrázek 20 - Cyklus badatelské výuky podle Llewellyna (cit. podle Amstel Institut 2010s)

Badatelsky orientovanou výuku lze provádět v různých obměnách, všechny postupy však zahrnují většinu následujících činností:

- kladení otázek
- formulování hypotéz

- ❑ práce s literaturou a dalšími informačními zdroji
- ❑ plánování výzkumu
- ❑ provedení výzkumu, pozorování
- ❑ diskuse výsledků a zvážení alternativních vysvětlení
- ❑ analýza a interpretace údajů

Badatelská forma výuky má několik úrovní, záleží, do jaké míry je vhodné nechat žáky (a studenty) samostatně pracovat. Branchiová a Bell (2008) rozlišují čtyři úrovně badatelské metody, zaměřené na přírodní vědy:

- ❑ Utvrzující bádání (*confirmation inquiry*): první stupeň bádání je spíše roven pozorování. Žáci vědí, co a jakou metodou se zkoumá a znají i výsledek. Provedení experimentu je tedy fyzickým potvrzením známé teorie. Pozorování je výhodné použít pro zdůraznění určité myšlenky, pro nácvik určité dovednosti (nejen manuální, ale např. jak zaznamenávat data).
- ❑ Strukturované bádání (*structured inquiry*): při tomto typu bádání jsou žáci seznámeni s úkolem, který mají vyřešit, a učitel provádí experimentální činnost. Žáci si zaznamenávají výsledek experimentu a jejich úkolem je vysvětlit podstatu experimentu.
- ❑ Vedené bádání (*guided inquiry*): žáci znají výzkumnou otázku a je na nich, aby navrhli postup, jakým by se dobrali odpovědi. Tato úroveň již vyžaduje velkou míru samostatnosti, takže je výhodné, když žáci před touto úrovní bádání vidí různé způsoby badatelské metody, aby byli schopni naplánovat postup práce, navrhnout experiment, zaznamenat data.
- ❑ Otevřené bádání (*open inquiry*): při nejvyšší úrovni badatelské metody žáci pracují téměř jako vědci, od stanovování výzkumných otázek po prezentování dosažených výsledků ostatním.

Učitel vybírá úroveň bádání podle věku žáků, ale také podle předcházejících zkušeností žáků s experimentováním i badatelským postupem. Žáci, kteří byli po celou dobu studia svědky pouze dokazování daných teorií, nebudou schopni úspěšně provést otevřené bádání, jelikož nebudou znát jednotlivé kroky potřebné k dosažení výsledku. Na druhou stranu vedené bádání je možné provádět i s žáky základní školy, jestliže mají mnohočetnou zkušenost s nižšími úrovněmi bádání. Proto je potřeba v přírodovědných předmětech často experimentovat, aby si žáci vypěstovali základní postupy vědecké práce a postupně zvyšovali míru samostatnosti při provádění vlastních bádání.

Článek Branchiové a Bella se vztahuje k americkým *Národním vzdělávacím standardům v přírodních vědách* (National Science Education Standards) vydaným Národní výzkumnou radou v roce 1996 (National Science Resource 1996). Tyto standardy byly vytvořeny s cílem vychovat přírodovědně vzdělané občany. Zásadním aspektem přírodovědného vzdělávání je podle kolektivu autorů to, že vzdělávání je aktivní proces, což platí ještě více pro přírodní vědy, jejichž produkty, které dennodenně používáme, jsou výsledkem výzkumného procesu. Standardy tedy kladou důraz na aktivní poznávání přírodních věd prostřednictvím procesu vlastního těmto vědám, tedy bádání. Na základě vydaných standardů se začalo několik výzkumných týmů touto otázkou zabývat v mnoha směrech. Prvky badatelské metody začleňovalo do výuky mnoho výzkumů, bez toho aby specifikovaly, do jaké míry bylo bádání vedené či otevřené.

Chatterjee a kol. (2009) však podotýkají, že zatím v literatuře nenašli zmínku o tom, jak studenti hodnotí způsob vedení laboratorního cvičení vzhledem k přínosu pro ně samotné. Chtěli tedy zjistit, zda studenti rozlišují vedené a otevřené laboratorní cvičení, jaké jsou postoje k těmto

cvičením a o kterém způsobu si studenti myslí, že se jeho prostřednictvím naučí víc. Výzkum probíhal na Texas A&M University (College Station, Texas) na jaře roku 2005. Laboratoře z obecné chemie absolvovalo 703 studentů (429 žen), z nichž dvě třetiny tvořili studenti prvního ročníku. Cvičení sestávalo z deseti laboratorních cvičení, ze kterých dvě byla koncipována jako otevřená (open inquiry), zbytek vedená (guided inquiry). Autoři pod pojmem laboratoř s vedeným bádáním chápou laboratoř, při které mají studenti instrukce (pracovní list), co a jak mají zjistit, k jakým proměnným mají naměřit data, a výsledky vyhodnotit. Laboratoř s otevřeným bádáním chápou jako cvičení, ve kterém si studenti sami navrhnou a provedou experimenty, které přinesou odpověď na stanovenou otázku. V otevřeném bádání studenti aplikují poznatky o vztazích, které rozvíjeli během vedených laboratoří, v novém uspořádání, nebo sledují nový aspekt těchto vztahů.³⁵ Na konci laboratorního cyklu studenti dostali pět popisů laboratorních cvičení (jiných než dělali) a jejich úkolem bylo rozpoznat, zda se jedná o vedené či otevřené bádání. Dále vyplňovali postojový dotazník ohledně vedených a otevřených cvičení (bádání). Zde bylo důležité, aby studenti chápali, jaký je rozdíl mezi těmito přístupy, a proto jednak dostali řešení předcházejícího úkolu a dále dostali popis dvou vedených a otevřených laboratorních cvičení, která během semestru absolvovali. Výsledky ukázaly, že pouze necelá polovina studentů dokázala bezchybně rozpoznat oba typy laboratoří, problém činilo určení cvičení s otevřeným bádáním. Celkově měli studenti lepší postoj k vedenému cvičení a také soudili, že tímto způsobem se naučí víc než během otevřeného bádání. Studenti oceňovali na vedené laboratoři to, že její součástí byl laboratorní manuál, vypracování protokolů bylo snazší a zabralo jim tedy méně času a cvičení byla zábavná. Zároveň však nemalý počet studentů hodnotil kladně i otevřené laboratorní cvičení. Autoři se domnívají, že důvodem kladného postoje k vedeným cvičením může být přirozená tendence studentů vybírat si snazší cestu, která vede ke stejnému cíli, např. zápočtu. Autory rovněž zajímalo, zda by se výsledky změnily, kdyby bylo více úloh koncipovaných jako otevřené. Další semestr tedy zvýšili počet úloh založených na otevřeném bádání, ale výsledky byly stejné. Ani větší zkušenost se tedy neodrazila v lepším hodnocení otevřeného bádání. Autoři to zdůvodňují tak, že při otevřeném bádání je potřeba využít víc mentálních procesů a je tím pádem náročnější.

Jinou studii zaměřenou na efekt vedení či nevedení cvičení vedli v roce 2002 Ardac a Sezen. Vyučované téma, teplota tání a varu, bylo zpracováno formou výukového počítačového programu obsahujícího simulace laboratorní práce a bylo rozvrženo do dvou vyučovacích hodin; úkolem bylo nalézt závislé a nezávislé proměnné. Cvičení, kterého se zúčastnily tři 9. třídy ZŠ s dobrou reputací (74 chlapců ve věku 14-15 let), bylo realizováno třemi způsoby: jedna skupina pracovala s výukovým programem až na úvodní vstup učitele zcela samostatně, druhá skupina pracovala s částečnou podporou učitele a třetí skupina pracovala pouze podle instrukcí učitele. Program žákům poskytoval okamžitou zpětnou vazbu, což mělo žákům sloužit správnému pochopení vlivů při dané simulaci v případě samostatné práce. Výsledky ukázaly, že nejefektivnější bylo cvičení s učitelovou podporou; nevedené cvičení bylo méně efektivní než totálně vedené cvičení. Žáci z nevedené skupiny si stěžovali na to, že nebyli na nic připraveni, ani teoreticky, takže z hodiny byli zmatení. I tak dosáhli v závěrečném testu zlepšení. Žáci z maximálně vedené hodiny také vyjadřovali přání poznat nejprve teorii a počítačem podporovanou výuku by upřednostnili jako zpestření hodiny.

Z uvedených výzkumů se zdá, že badatelský přístup k výuce někdy nemusí být učiteli a žákům tak přínosný, jak si původně učitel představoval. Učitel tedy musí promyslet, zda je na dané téma vhodné použít badatelskou metodu a zda dostupné pomůcky podporují žákovo bádání. Počítačem podporované experimenty se zdají být pro přírodovědné předměty dobrou

³⁵V otevřené laboratoři popisované Branchiovou a Bellem si studenti plánují i výzkumnou otázku vycházející ze svých učebních potřeb. Otevřená laboratoř Chatterjee a kol. je popisem shodná s vedenou laboratoří Branchiové a Bella. Vedená laboratoř Chatterjee a kol. odpovídá strukturovanému bádání popisovanému B&B s tím rozdílem, že činnosti provádějí studenti, nikoli učitel.

pomůckou, zvláště když učivo zhusta využívá grafických znázornění nebo pokud lze učivo ilustrovat příkladem, který není možné jinak realizovat ve třídě. Tehdy výzkumy přinášejí výsledky, ve kterých žáci dosahují výrazného zlepšení svých znalostí, jak ukazují níže uvedené studie Thorntona (2004) a Redishe (1997), nebo Willisové (1998).

Počítačem podporované experimenty jako nástroj bádání

Většina autorů se shodne na potenciálu jak badatelské metody tak měřících přístrojů, které lze při tomto přístupu s úspěchem využít na všech stupních vzdělávání. Judith Willisová (1998) popisuje, jak děti z prvního stupně základní školy pomocí MBL zkoumaly, co se stane, když sněhulákovi oblečou kabát, nebo jakými způsoby lze zchladit šálek čaje. Russell a kol. zase studovali s druhým ročníkem střední školy efekt konstruktivistické výuky termiky a kinetiky pomocí počítačem podporovaných laboratoří. Výuka se ukázala jako velice obohacující pro žáky, kteří dokázali maximálně využít grafického výstupu MBL (Russell a kol. 2003, 2004). V Izraeli, kde se po školské reformě klade na badatelskou metodu a užití MBL v přírodních vědách větší důraz, se dle Barnea a kol. zvedl počet zájemců o prohlubující kurzy chemie (Barnea a kol. 2010).

Ronalda Thorntona vedly k uplatňování a zkoumání účinku konstruktivistického přístupu k učení ve spojení s experimentálními systémy několikaleté zkušenosti z výuky fyziky. V roce 1999 se snažil malé úspěchy tradičních metod doložit výzkumem prováděným se studenty úvodních přednášek fyziky na Univerzitě v Tufts a na střední škole při studiu témat *rychlost, zrychlení a síla*. Na začátku chápalo zmiňované koncepty 43 % (rychlost), resp. 20 % (zrychlení), resp. 8 % (síla) studentů. Tradiční výukou se počet úspěšných studentů zvýšil o 7-15 %. Po absolvování výuky pomocí nových metod, mj. za použití počítačem podporovaných experimentů, 90 % studentů chápalo všechny tři pojmy v souvislostech. Neplatí to pouze pro Spojené státy; podobný výzkum provedený na univerzitě v Sydney ukázal, že sice na univerzitu přicházejí studenti s lepšími výsledky z pre-testu, ale po absolvování tradičních přednášek se počet studentů chápajících principy kinetiky zvýšil o pouhých 10 %. Jestliže byl stejný výzkum proveden na střední škole (USA), zjistilo se, že s použitím PPE chápe principy minimálně 80 % žáků, což naznačuje, že žáci na SŠ se novými metodami naučí víc než tradiční metodou studenti na VŠ. (Thornton 1999)

Redish a kol. (1997) přistupovali k výsledkům několika výzkumů vyzdvihujících měřící přístroje a jejich kladný vliv na učení fyziky, zvláště kinematiky a síly, s respektem, ale nebyli si jisti, zda nejsou dobré výsledky způsobeny věnovaným delším časem, který badatelská metoda vyžaduje. Srovnávali tedy výsledky 11 vyučovacích hodin vedených šesti učiteli, z nichž někteří měli výukové materiály a MBL a někteří ne. Výsledky testu s uzavřenými i otevřenými odpověďmi ukázaly výraznější zlepšení skupiny s MBL. Učitelé, kteří vedli oba typy vyučování, pozorovali až o 60 % lepší výsledky u experimentální skupiny. Autoři tedy nakonec konstatují, že počítačem podporované experimenty jsou užitečné pro úspěšné pochopení daných jevů, ale podotýkají, že ne všem žákům tato forma výuky poskytuje úplné řešení při vytváření trvalých konceptů.

Jednou z organizací, která se cíleně zaměřuje na výzkum a vývoj učebních materiálů a pomůcek pro úspěšné začlenění badatelské metody do výuky přírodních věd, je americká společnost The Concord Consortium, o níž byla řeč v souvislosti s Robertem Tinkerem. V rámci projektu TEEMSS II (Technology Enhanced Elementary and Middle School Science) vzniklo 15 badatelsky orientovaných výukových jednotek pro základní a střední školu (Zucker a kol. 2008). Zvolená témata jsou založena na využití počítačů a měřících přístrojů k podpoření žákovských vědeckých postupů při zkoumání jevů okolního světa. V jednom případě byla jednotka podpořena virtuálním prostředím založeném na matematickém modelu, v ostatních případech se používala čidla. Výsledky výzkumu, který sledoval míru zlepšení v chápání daných témat vyučovaných tradiční výukou nebo badatelskou výukou s data-loggery, dopadly ve prospěch badatelské výuky, ne však ve všech případech. Bylo testováno osm výukových témat, jmenovitě zvuk, elektřina, vnímání prostředí pomocí smyslů a čidel, voda a vzduch, páka a stroje, sledování živé rostliny,

tlak, pohyb. Výzkumu se zúčastnilo 66 učitelů, z nichž někteří ve školním roce 2004/2005 vyučovali daná témata s použitím vytvořených materiálů a měřicích přístrojů a jiní učili témata tradičním způsobem. Další školní rok učitelé, kteří předtím výukové materiály a data-loggery nepoužívali, učili stejná témata s využitím měřicích přístrojů. Studie se zaměřila na učitele, kteří v jednom roce nepoužívali při výuce badatelskou metodu a druhý rok učili stejné téma badatelskou metodou s využitím počítačem podporovaných experimentů. Srovnání výsledků pre a post-testů žáků těchto učitelů ukázalo, že žáci dosáhli zlepšení v chápání daného tématu pomocí obou výukových metod, ale u čtyř jednotek vyučovaných pomocí materiálů TEEMSS dosáhli žáci výrazně lepších výsledků než pomocí tradiční metody; jednalo se o témata zvuk, elektřina, teplota a pohyb. Jedním z vysvětlení může být to, že žáci dokáží využít potenciál měřicích přístrojů, když se věnují některým konkrétním tématům nebo dokonce jen určité části daného tématu. Typickým příkladem jsou témata nebo závěry, které mohou být nejlépe schematicky vyjádřena pomocí grafů.

Pro realizování výuky využívající badatelsky orientované metody je jistě nezbytné, aby učitel dokázal tuto metodu používat. Rozsáhlá studie ze Singapuru, které se zúčastnilo téměř 600 učitelů ZŠ a SŠ, uvádí, že 67 % učitelů během posledních dvou let využilo při výuce data-loggery, ale jen malá část je využila k samostatné žakovské badatelské činnosti. Zjistilo se, že důvodem je převážně nedostatečná kompetence učitelů vést badatelsky orientovanou výuku.³⁶ Učitelé by kromě školení uvítali i náměty, případně materiály, které by je mohli inspirovat, jak badatelsky orientovanou výuku realizovat (Tan a kol. 2005).

Jestliže je snaha zvýšit podíl badatelsky orientované výuky ve výuce přírodních věd, navíc s využitím PPE, učitelé musejí být dostatečně připraveni, jak při dobrém začlenění badatelské výuky (pedagogické hledisko), tak při použití školních experimentálních systémů a počítačem podporovaných experimentů (didaktické hledisko).

Shrnutí

Badatelská metoda (badatelsky orientovaná výuka) má několik předností, ale i úskalí. Je celkově zaměřená na stimulaci osobní aktivity žáka a přenáší na něj do jisté míry zodpovědnost za výsledky svého vzdělávání. Je vhodná pro skupinovou práci a využitelná na všech stupních škol (je samozřejmostí, že musí být pro různě staré žáky vhodně upravena). Pokud je správně uplatněna, směřuje žáky k nalézání dalších otázek a k osobní motivaci dozvědět se něco navíc. Umožňuje také žákům seznámit se s vědeckými postupy bádání. V průběhu jednotlivých úloh musí žáci formulovat otázky, vytvářet hypotézy, ověřovat je pomocí navržených experimentů, pracovat s informačními zdroji, analyzovat a interpretovat výsledky. Vzhledem k tomu, že v přírodních vědách je řada experimentů založena na využití patřičných přístrojů, je badatelská metoda na školách otevřeným polem pro začlenění PPE. Ukazuje se, že pro některá témata je obzvláště vhodná, neboť žáci, kteří určité jevy studovali prostřednictvím badatelské metody, následně vykazovali jejich mnohem vyšší pochopení daného tématu než žáci, kteří se učili tradičními metodami. Role učitele při využití badatelské metody je výrazně modifikována: učitel zde působí jako facilitátor, konzultant a často je jeho zásadním úkolem vybrat téma, které bude vhodné pro uplatnění badatelské metody. Jak naznačují výzkumy, ani badatelská metoda není „svatým grálem“ výuky přírodních věd a přestože pro vysvětlení některých jevů se ukazuje jako obzvláště vhodná, pro jiná témata nenabízí významné benefity. Je nutné zdůraznit i náležitou metodickou přípravu učitele, protože její absence a s ní spojené nepochopení cílů a správných postupů badatelské metody může zapříčinit, že je použita nevhodně, nebo jsou špatně

³⁶Učitelé Singapurského výzkumu (v pořadí až na několikátém místě) zmiňují také to, že by při výuce s přístroji uvítali asistenta, se kterým by mohli spíše zvládnout interakci se žáky, protože ve třídě se čtyřiceti (!!!) žáky se při laboratorním cvičení hůře uplatňuje facilitátorská úloha učitele. Ve světle těchto informací se pak jeví pochopitelné, že učitel měřicí přístroje využije spíše demonstračně, popř. v laboratoři ve vedeném cvičení.

interpretovány její výsledky. Proto pokud má využívání badatelské metody „nést ovoce“, musí být na ni připraveni nejen učitelé, ale i žáci (zjednodušeně: i žáci se musejí metodu postupně naučit od nejjednodušších provedení).

2.8 Kvantitativní a kvalitativní výzkum³⁷

Přírodní vědy jsou obvykle spojovány s činností, která více či méně pracuje s číselnými daty, ať už je to vážení, měření, počítání, modelování na základě dříve dosažených dat, výzkumníci tedy přirozeně tíhnou ke kvantitativním datům. Toto pozitivistické paradigma³⁸ je přirozeně typické pro exaktní vědy, které pracují s ověřitelnými fakty.

Pro oborové didaktiky, kteří mají rozsáhlou zkušenost s odbornými přírodovědnými předměty, bývá v rámci pedagogického výzkumu bližší pracovat s čísly než slovy, a tak jsou ve výzkumech přírodovědných didaktických oborů hojně využívány kvantitativní metody. Kvantitativní data mají své výhody, např. nelze jim upřít výhodu, která plyne z možnosti statistického zpracování, avšak vždy postihují jen určitý typ dat. Také studenti přírodovědných učitelských oborů absolvují mnoho odborných přírodovědných předmětů, kde se setkávají většinou s kvantitativním vyhodnocováním dat, takže následně inklinují především k práci s „tvrdými daty“.

V okamžiku, kdy se učitel dostane do praxe a vstoupí do třídy, může kvantitativní přístup zvolit např. v případě vyhodnocování úspěšnosti žáků při písemné práci, ne tak při práci se samotnými žáky. Pro učitele-výzkumníka se najednou samotná školní třída mění v laboratoř, ve které je však o poznání horší stanovit nezávisle proměnné a rozpoznat závislé proměnné.³⁹ Čistě pozitivistickým přístupem nelze uspokojivě zodpovědět otázku **jak**, tedy např. jakým způsobem dochází k předávání a přijímání poznatků žáky, jak žáci uvažují o novém přírodovědném konceptu, jaké představy mají žáci o abstraktních tématech jako je orbital, nebo jaké postupy volí žáci při samostatné laboratorní činnosti. Výzkumník při hledání odpovědi na ono **jak** často studuje interakce mezi žáky nebo mezi učitelem a žáky, a místo čísel jsou sledovanými daty **slova, situace, kontext**. V takovém případě bývá výhodnější zvolit kvalitativně orientovaný výzkum, vycházející z post-pozitivistického paradigmatu a fenomenologie.

2.8.1 Kvantitativní nebo kvalitativní výzkum?

Ve společenských vědách se rozlišují dva základní zmíněné typy výzkumu: kvantitativní a kvalitativní. Zjednodušeně lze výzkumy charakterizovat jako číslo versus slovo.

³⁷ Kapitola věnovaná stručné charakteristice kvalitativního a kvantitativního výzkumu je zpracována na základě přehledových monografií Gavory (2000) *Úvod do pedagogického výzkumu*, Hendla (2005) *Kvalitativní výzkum*, Švaříčka a Šedřové (2007) *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*, Prokš a Heřda (2008) *Metodologie pedagogického výzkumu a* Chráska (2007) *Metody pedagogického výzkumu. Základy kvantitativního výzkumu*.

³⁸ Pozitivismus je filosofický směr či způsob myšlení odmítající spekulace a vycházející z daných ověřitelných faktů. Historicky navazuje na starověký skepticismus, francouzské osvícenství a britský utilitarismus.

³⁹ Třída je „živý organismus“ propojený mnoha (složitými) vztahy, který je ovlivňován různými vlivy počínaje denní dobou, kdy probíhá daná hodina, jaká hodina bude následovat, zda žáky v té či následující hodině čeká písemná práce či zkoušení, jaká fáze školního roku právě nastala, jaké události žáci očekávají v příštích dnech (výlet, volno), apod. Tyto vlivy učitel-výzkumník stále může mít na paměti. Vyskytuje se však velké množství událostí a vlivů, které *outsider* (sociologický význam) není s to postihnout, např. kdo ve třídě má respekt, kdo ovlivňuje pozitivně či negativně klima třídy, a proto je zásadní, jestli v dané hodině je či není, nebo jaké postoje zaujímá vůči nějaké události; co třída právě řeší za vnitřní konflikty; jaké xenofobní či rasistické projevy se odehrávají a jak na to jednotliví žáci reagují apod. Všechny drobnosti se mohou odrazit na výsledcích výzkumu plánovaného jako jednorázový vstup do školního prostředí (dotazník, rozhovor) a nikdy nedojde k odhalení, v čem byly výsledky zkrácené.

Číslo proti slovu

Kvantitativní výzkumy pracují s čísly, která lze matematicky a statisticky zpracovat. Množství, rozsah či četnost určitých jevů lze sčítat, vypočítat u nich průměry, směrodatné odchylky, vyjádřit jako procenta a podobně. Výzkumné údaje lze z povahy výsledků vyjádřit jednoznačně a poměrně precizně.

Výzkumník se během výzkumu snaží zachovat nestrannost tím, že si od předmětu výzkumu udržuje odstup. Toho lze dosáhnout tak, že při realizaci výzkumu výzkumník nemusí přijít do kontaktu se zkoumanými osobami. Je snaha, aby byl výzkumný vzorek reprezentativní, tedy aby co nejlépe vystihoval zkoumanou skupinu osob. Z hlediska teorie pravděpodobnosti je tedy nejlepší provést náhodný výběr, aby bylo možné výsledky zevšeobecnit na celou populaci.

Kvantitativní výzkum se zaměřuje spíše na tradiční výzkumné problémy; výzkumník vychází z existující teorie, na jejímž základě stanoví hypotézy, kvantitativní data třídí a poté vysvětluje příčiny existence nebo změny jevů. Výzkum pak verifikuje stávající pedagogickou teorii a známé poznatky potvrzuje nebo vyvrací.

Slovo proti číslu

Kvalitativní výzkumy ve srovnání s kvantitativními prezentují své výsledky ve slovní podobě. Zastánci kvalitativních pedagogických výzkumů tvrdí, že k pedagogickým jevům nelze přistupovat mechanicky, sčítat je a zevšeobecňovat závěry. Cílem kvalitativního výzkumu je naopak podat plastický, podrobný a výstižný popis, který vyzdvihuje **význam** komunikovaný účastníky výzkumu.

Cílem není co nejširší zevšeobecnění údajů, ale proniknout do hloubky konkrétního případu a odhalit souvislosti, které kvantitativní výzkum nemůže postihnout. Proto se výzkumníci soustředí spíše na konkrétní případy (žák, třída, škola, učitelé dané školy) než na velké skupiny.

Výzkumník se snaží se zkoumanými osobami navázat bližší kontakt, aby pronikl do situací, porozuměl jim a dokázal je pak popsat. Proměna vztahu výzkumník – zkoumaná osoba se promítá i do terminologie. Sledovaným osobám, které se v kvantitativním výzkumu označují jako *respondenti*, se v kvalitativním výzkumu říká *účastníci (participants)*. Zásadní je *emické* hledisko, tedy jak účastník (*insider*, ten kdo je součástí zkoumané reality) chápe a posuzuje dané skutečnosti.

Pro **porozumění** účastníkům je navíc stěžejní proniknout do jazyka používaného aktéry situace. Bez porozumění jazyku dané skupiny nelze porozumět ani její kultuře, protože jazyk je odrazem způsobu myšlení. Proto antropologické výzkumy, které jsou převážně kvalitativní, ve svých počátcích hledaly inspiraci a teoretická východiska v lingvistických teoriích.⁴⁰ Zvláštní důraz se klade na pochopení významu, jaký přikládá účastník danému slovu v konkrétních situacích.⁴¹

⁴⁰ Stěžejní byla práce švýcarského jazykovědce Ferdinanda de Saussura (1857 – 1913), který zavedl termíny *langue a parole*. *Langue* označuje *jazyk*, systém znaků a slov, charakteristický pro určitou skupinu, zatímco *parole* je konkrétní *promluva* jedince. Je to užití jazyka přijímaného celou skupinou, ačkoli promluvy jednotlivců se liší. Více v Saussure (1986), *Course in general linguistics*, francouzský originál vydaný 1916.

Termíny *langue a parole* mohou mít několik úrovní, od nejobecnější po zcela konkrétního jedince. Toto pojetí se později přeneslo i do terminologie jiných oborů, samozřejmě nejprve do antropologie a sociologie. Uveďme příklad stolování: pro Středoevropana je typické používat vidličku a nůž, určitým způsobem u jídla sedět a jíst – *langue*; různé skupiny obyvatelstva (případně konkrétní jedinci v těchto skupinách) však vidličku a nůž používají charakteristickým způsobem a zaujímají u jídla posed, který může být pro danou skupinu typický – *parole*. V porovnání se středoevropským stolováním se pak nabízí např. stolování ve východní Asii; antropologický výzkum by zde odhalil několik úrovní *langue a parole*.

⁴¹ Při pedagogických výzkumech, v nichž figurují jako účastníci učitelé, je důležité zjistit, zda učitel chápe odborné termíny či slovní spojení stejně jako výzkumník.

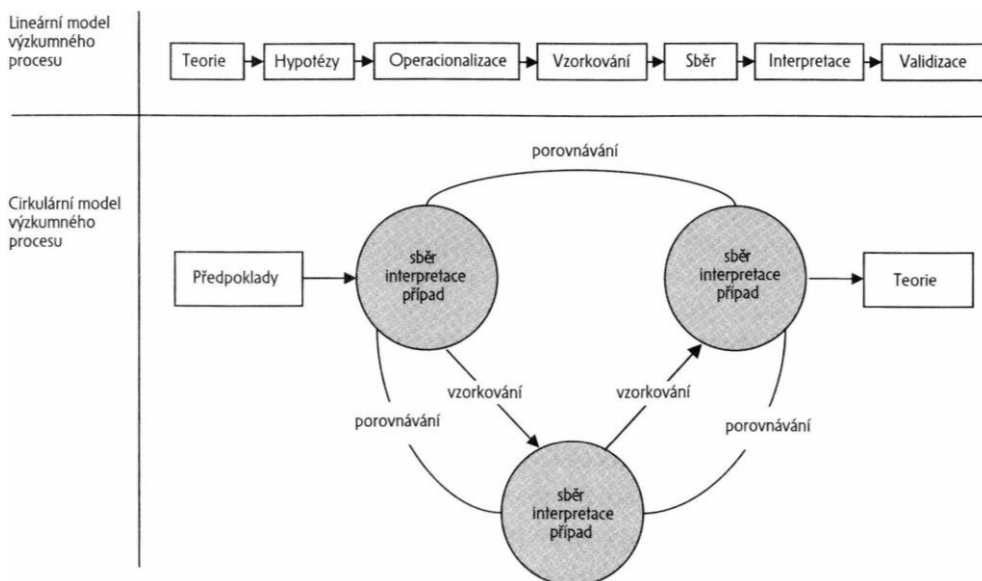
Odhalování nových skutečností v kvalitativním výzkumu bývá často také dáno netradičními výzkumnými problémy, které je možné stanovit; zjištěné souvislosti poté vedou k vytváření nových hypotéz a teorií.

Problematika dělení metod

Uvedené dělení nelze považovat za vyčerpávající a přesné, poněvadž povaha výzkumu záleží vždy na konkrétním příkladu. Striktně chápaným pojetím kvalitativního výzkumu jako nenumerického může dojít k mylnému názoru, že kvalitativním výzkumem jsou výzkumy používající metody rozhovoru. Rozhovory přinášejí kvalitativní data, ale záleží na tom, za jakým účelem a jakým způsobem byla získána.

Často se kvalitativní a kvantitativní metody rozlišují podle metody sběru dat, což však může být zavádějící, neboť např. rozhovor/interview je sice vždy součástí kvalitativního výzkumu, stejně tak ale může být vhodnou metodou i v kvantitativním výzkumu. Oba směry se ale také liší výzkumnou strategií. Kvantitativní výzkumy vycházejí z již dané teorie, jež je zdrojem předkládaných hypotéz, které jsou na základě interpretace získaných dat ověřovány, postup je chronologický. Kvalitativní výzkum zase vychází z blíže nepopsaných předpokladů, k nimž shromažďuje data, která třídí, analyzuje, kóduje, reinterpretuje, až je možné získat nový teoretický model.

Rozdíl v přístupu k výzkumné strategii názorně vystihuje Flickův lineární a kruhový model uvedený Švaříčkem (2007), Obrázek 21:



Obrázek 21 – Flickův model kvalitativního a kvantitativního výzkumu (cit. podle Švaříček 2007, s. 52)

Jednotlivé fáze kvalitativního výzkumu jsou ve vzájemných vztazích, neboť během sběru dat dochází k počáteční analýze dat, doplňování výzkumných otázek, které vyvstanou právě na základě terénních dat. Doplněné výzkumné otázky tak mohou dále poptávat nová data, která jsou opět analyzována. Tento neustálý sběr dat trvá teoreticky do té doby, než je výzkumný problém plně saturován.

Kruhový model je typický pro kvalitativní výzkumy, avšak i kvantitativní výzkumy mohou podobný model používat, např. při nutnosti úpravy testů či dotazníků z důvodu zjištěných nedostatků v průběhu předvýzkumu. Tento předvýzkum někdy mívá charakter kvalitativního výzkumu a dokonce se kvalitativní předvýzkum pro kvantitativní výzkum přímo doporučuje.

Minuly doby, kdy byl kvalitativní výzkum špatně přijímaný odborným publikem z řad přírodovědců, takže lze souhlasit s Phelpsem (1994), že kvalitativní výzkum je i v přírodovědném vzdělávání plnohodnotným výzkumem a přináší nová zjištění, zvláště tím, že nechává skutečně zaznít hlas žáků a učitelů. Přesto se v českém prostředí v pedagogickém výzkumu přírodovědných předmětů čistě kvalitativní výzkum příliš neobjevuje (výjimkou je např. výzkum dětských pojetí v přírodovědných předmětech Škody a Doulíka, 2009). Obvykle dochází v rámci výzkumného designu k využití obou přístupů; tomuto výzkumu se pak říká **smíšený**.

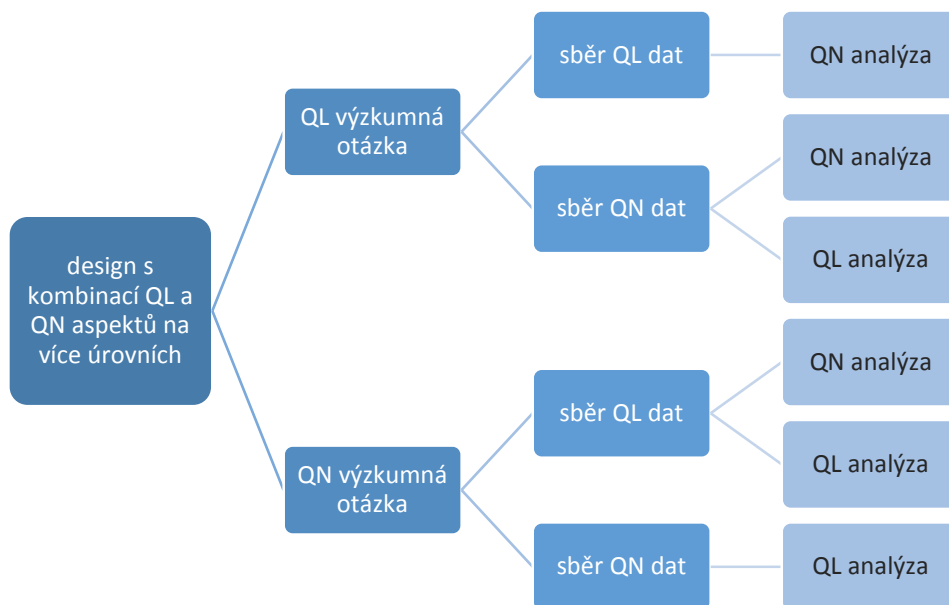
2.8.2 Smíšený výzkum

Kombinace obou metod není převratnou novinkou. Jak uvádí Vlčková v přehledovém článku (*Smíšený výzkum: jedná se o nové téma?*, 2011), do roku 1950 se běžně používaly obě metody bez toho, že by se speciálně terminologicky pojmenovávaly. Pak začal v sociálních vědách převládat vzor přírodních věd, který upřednostňoval měření více metodami (*triangulace*) konvergujícími do jediného závěru. Během 70. a pol. 80. let se proti hlavnímu kvantitativnímu proudu začal rozvíjet konstruktivismus a z něj vycházející kvalitativní metody, což během 90. let vyvrcholilo k rozdělení výzkumníků na tzv. kvalitativní a kvantitativní. Dodnes se odborníci dělí na empiriky a teoretiky, ale opět narůstá počet prací se smíšeným výzkumem. Podle Vlčkové však smíšený výzkum často není v pracích terminologicky označován, ačkoli design odpovídá výzkumným problémům v pedagogických vědách, zvláště evaluačním výzkumům.

V posledních desetiletích se smíšenému výzkumu dostává stále více pozornosti. Čím dál častěji se používá v sociovědním výzkumu, reflektuje se v učebnicích a skriptech i vysokoškolských seminářích. Pořádají se metodologické workshopy zaměřené na design smíšeného výzkumu, na konferencích se objevují samostatné sekce, nebo se pořádají konference zaměřené čistě na smíšený výzkum (Velká Británie, Německo, USA). U nás byla monotematická konference pořádána Českou asociací pedagogického výzkumu v září 2011, v Brně. Jedním z příspěvků byl citovaný článek Kateřiny Vlčkové. A konečně, narůstá i počet monografií věnovaných smíšenému výzkumu, navíc v roce 2007 byl založen časopis *Journal of Mixed Method Research*. Koncept prolínání kvantitativního a kvalitativního výzkumu se měnil hlavně v závislosti na pojetí triangulace. Dnes je podle Vlčkové (2009, s. 3) **smíšený výzkum** chápán

„jako design výzkumu, kde je alespoň jeden kvantitativní aspekt kombinovaný s alespoň jedním kvalitativním východiskem (přístupem), sběrem dat a/nebo analýzou dat.“

Smíšený výzkum však nelze použít u všech výzkumů, není „lepší“ než čistě kvantitativní nebo kvalitativní design, ale má význam, pokud umožňuje lepší pochopení problému než pouze jeden z nich. Na základě uvedené definice se ukazuje jedna z výhod smíšeného designu: je potřeba rozlišovat jednotlivé roviny výzkumu – teoretické přístupy, sběr dat a analýzu dat. Schematicky si lze model smíšeného výzkumu (*mixed model design*) představit tak, že kombinace kvalitativních (QL) a kvantitativních (QN) prvků může být na všech úrovních současně nebo napříč těmito rovinami (Obrázek 22).



Obrázek 22 - Mixed model design (Vlčková 2009 podle Creswell 1995)

Přítomnost kvalitativního prvku ve výzkumném designu znesnadňuje lineární chronologický model smíšených metod, a tak přirozeně bývá preferován kontextuální, vzájemně podmíněný (cirkulační) model, kdy změna jedné části designu vyvolá změnu v jiné části designu.

Jaké designy se používají ve výzkumech přírodovědného vzdělávání?

V roce 2010 vyšla studie Devetaka, Glažara a Vogrinca, která měla za cíl zjistit, jak často se ve výzkumech přírodovědného vzdělávání používají kvalitativní metody. Autoři zvolili analýzu dokumentů, časopisů věnujících se přírodovědnému vzdělávání, které jsou zařazeny v citačním indexu a mají impakt faktor. Zkoumanými časopisy byly *International Journal of Science Education* (IJSE), *Journal of Research in Science Teaching* (JRST) a *Science Education* (SE), konkrétně tři ročníky 2006, 2007 a 2008. Autoři hledali odpovědi na tyto otázky: (1) jaké výzkumné metody převládají, (2) jaké metody sběru dat se nejčastěji používají a (3) jak často byla v případě kvalitativního a smíšeného výzkumu použita triangulace metod. Počáteční hypotéza předpokládala, že kvalitativní výzkum se používá v daných letech stejně často jako kvantitativní. Kvalitativním výzkumem rozumějí autoři takový, který analýzou pozorování a rozhovorů buduje komplexní rámec zkoumané reality. Při výzkumu není věnována pozornost frekvenci výskytů, nýbrž je důležité nahlédnout na svět očima účastníků. K tomu je zapotřebí induktivní, konstruktivistický a interpretativní přístup. K analýze dat se nepoužívají statistické metody, ale systém kódování.

V JRST vyšlo během tří let 146 článků, v IJSE 188 a v SE 127. Ve všech časopisech a ročnících převládaly články týkající se obecných problémů vzdělávání přírodních věd (více jak 50 %). Analýza dat ukázala, že téměř v polovině případů byl použit kvalitativní výzkum (45 %), kvantitativní (26,5 %) a smíšený (21,5 %) byly zastoupeny podobně. Z metod se nejvíce používaly rozhovory (47,5 %), pozorování (33 %) a analýza dokumentu (21,7 %). Triangulace byla použita u 39 % kvalitativního nebo smíšeného výzkumu. Autoři se domnívají, že kvalitativní výzkum (např. případová studie, zakotvená teorie) je pro výzkumy vzdělávání důležitý, poněvadž přináší detailní náhled na danou skutečnost, přesto má tu nevýhodu, že závěry nelze zobecňovat na celou populaci. Podle Devetaka a kol. by však tento nedostatek mohl být umenšen použitím obou metod v rámci smíšeného výzkumu.

V České republice používají výzkumníci v oblasti přírodovědného vzdělávání v posledních letech nejčastěji smíšený a kvantitativní výzkum. Příkladem kombinovaných metod může být

analýza pracovních listů žáků, kterou se Šimik (2011) snažil odhalit způsoby přemýšlení žáků, nebo videostudie Janíka a kol. (2008) zabývající se výukou fyziky na 2. stupni ZŠ, konkrétně např. organizačními formami, fázemi výuky, didaktickými prostředky nebo příležitostmi k verbálnímu projevu. Mezi kvantitativní výzkumy patřilo např. dotazníkové zjišťování názorů učitelů chemie na způsoby využití powerpointových prezentací (Veřmiřovský, Bílek 2010), pedagogický experiment zkoumající efektivitu prezentací ve výuce chemie (Urbanová, Čtrnáctová 2010) nebo třídění otázky učitele vůči žákům při výuce chemie (Rychtera a kol. 2010). Ve fyzice Žák (2008) na základě vyhodnocení pozorovacích protokolů zjišťoval parametry kvality výuky fyziky. Jedním z mála kvalitativních výzkumů je již zmiňované zkoumání dětských pojetí určitých přírodovědných fenoménů fyziky a chemie pomocí analýzy pojmových map (Škoda, Doulík 2006, 2009).

3 Tvorba výukových materiálů

Jedním z několika typů podpory spolupracujících učitelů měly být výukové materiály, které by usnadnily přípravu učitelů na cvičení. Sada úloh pro školní experimentální systémy vznikla při zpracování diplomové práce (Stratilová Urválková 2006) a v roce 2008 byly pracovní listy doplněny o další úlohy a vydány spolu se spektroskopickými úlohami v publikaci zaměřené na instrumentální metody ve výuce chemie (Stratilová Urválková a kol. 2008).

3.1 Pilotáž stávajících úloh

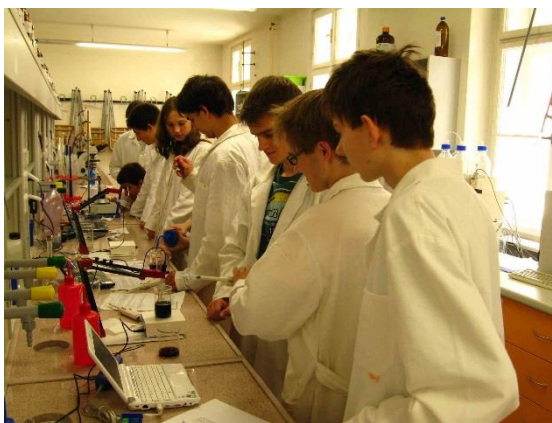
Vytvořené pracovní listy jsme plánovali ověřovat na vzorku středoškolských žáků a studentů učitelství chemie na PŘF UK. Studenti učitelství vypracovávali tři počítačem podporované experimenty v rámci předmětu *Experimenty ve výuce chemie I*. Studenti po absolvování předmětu vyplňovali dotazník týkající se jejich postojů k experimentálnímu systému, výsledky jsou uvedeny v kapitole 5.1.2. Úlohy vypracovali bez větších problémů a neměli ani potíže při práci s pracovními listy.

Laboratorní cvičení pro středoškolské žáky na KUDCH PŘF UK

Další skupinou, se kterou jsme prováděli pilotáž úloh, byli středoškolští žáci. Se souhlasem KUDCH PŘF UK jsme nabídli učitelům, kteří na kurzech dalšího vzdělávání pedagogů (např. v rámci kurzů pořádaných KUDCH PŘF UK, nebo projektu Otevřená věda a Otevřená věda regionům) projevili zájem pracovat se školními experimentálními systémy, možnost navštívit se svými žáky laboratorní cvičení s počítačem podporovanými experimenty na KUDCH PŘF UK.

Laboratorní cvičení jsme s dr. Petrem Šmejkalem začali vést od jara roku 2007. V tu dobu byl k dispozici na KUDCH experimentální systém Infraline Graphic od firmy Pierron. Vzhledem k nedostatku přístrojového vybavení byla cvičení koncipována tak, že žáci byli rozděleni na tři skupiny a každá postupně vypracovala úlohy na třech stanovištích: první pracovní místo s počítačem podporovanými experimenty se systémem Infraline Graphic (vedené E. Stratilovou Urválkovou), druhé pracovní místo s počítačem podporovanými experimenty věnované spektroskopii (vedené dr. Šmejkalem) a využívající malý přenosný spektrometr of firmy OceanOptics, a třetí místo věnované jednoduchým zkumavkovým reakcím z oblasti analytické chemie či chemie přírodních látek (vedla Mgr. Dana Pisková nebo Mgr. Hana Böhmová). Při takto organizovaném laboratorním cvičení vypracovávali žáci pomocí experimentálního systému pouze krátké, časově nepříliš náročné úlohy, jako měření pH či měření vodivosti.

Na konci roku 2007 bylo na KUDCH PŘF UK pořízeno další vybavení pro počítačem podporované experimenty, experimentální systém of firmy PASCO, a to jak logger Xplorer GXL, tak počítačový program DataStudio pro možnost připojení senzorů k počítači a ovládání měření přímo z počítače. (Na konci roku 2009 byl dále zakoupen experimentální systém od firmy Vernier, který je nyní také využíván při laboratorních cvičeních.) Díky širšímu přístrojovému vybavení jsme mohli změnit koncepci cvičení tak, že bylo rozděleno na dvě části: počítačem podporované experimenty se školním experimentálním systémem a počítačem podporované experimenty na téma spektroskopie. Žáci měli více prostoru k samostatné práci, kdy pracovali podle pracovních listů. Zde se ukázalo, že příliš mnoho textu žáky odrazuje: téměř nikdo nečetl teoretický úvod, který obsahoval informace nutné k pochopení principu měření, žáci se přímo soustředili na postup a vlastní provedení. Spoléhali na lektora, který jim v průběhu cvičení radil jak pracovat s experimentálním systémem, ale hlavně je teoreticky vedl, pokládal otázky a vysvětloval souvislosti uvedené v úvodu.



Obrázek 23 – Stanovení celkové kyselosti vína, žáci SPŠ sdělovací techniky v laboratoři KUDCH

Po opakované zkušenosti, kdy žáci jen omezeně používali pracovní list (převážně pouze k zápisu změřených výsledků), jsme se rozhodli pracovní listy přepracovat do podoby, která zapojovala žáky do činností nejen během měření. Optimalizaci úloh se věnuje následující kapitola 3.2.

Celkem od roku 2007 do současnosti využilo možnosti absolvovat PPE na Přírodovědecké fakultě UK na 20 učitelů asi 15 pražských škol a učitelé po první zkušenosti obvykle navštěvují tato cvičení opakovaně každý rok s novou skupinou žáků. Dohromady za pět let provozování cvičení v laboratoři KUDCH PŘF UK absolvovalo počítačem podporované experimenty více než 900 žáků (v roce 2009 jich bylo asi 250).

Laboratorní cvičení pro žáky středních škol - regiony

O experimenty projeví zájem rovněž učitelé chemie z regionů, kteří se s experimentálním systémem seznámili např. na letním kurzu chemie pro učitele v rámci projektu Otevřená věda (<http://data.otevrenaveda.projekty.avcr.cz/kurzy-pro-pedagogy/>). Společně s dr. Šmejkallem jsme tedy koncipovali „výjezdní laboratoř“, ve které jsme přivezli školní experimentální systémy, nezbytné chemikálie a pracovní listy přímo na školy k učitelům do regionů. Cílem bylo rozšířit povědomí o počítačem podporovaných experimentech i v místech, která nemají možnost navštívit nabízené laboratorní cvičení v Praze na KUDCH. Možnost uspořádat výjezd s laboratoří je omezená, přesto jsme takto navštívili např. Gymnázium v Novém Město na Moravě, Gymnázium v Lounech, Gymnázium v Humpolci, Gymnázium Pierra de Coubertina Tábor nebo SPŠ stavební v Jihlavě (opakovaná návštěva). Cvičení na tamních školách byla většinou organizována tak, aby se v laboratoři vystříдалo více tříd, neboť pro učitele to byla jediná příležitost, jak s experimentálními systémy žáky seznámit, celkově se jich tak zúčastnilo více než 300 žáků.



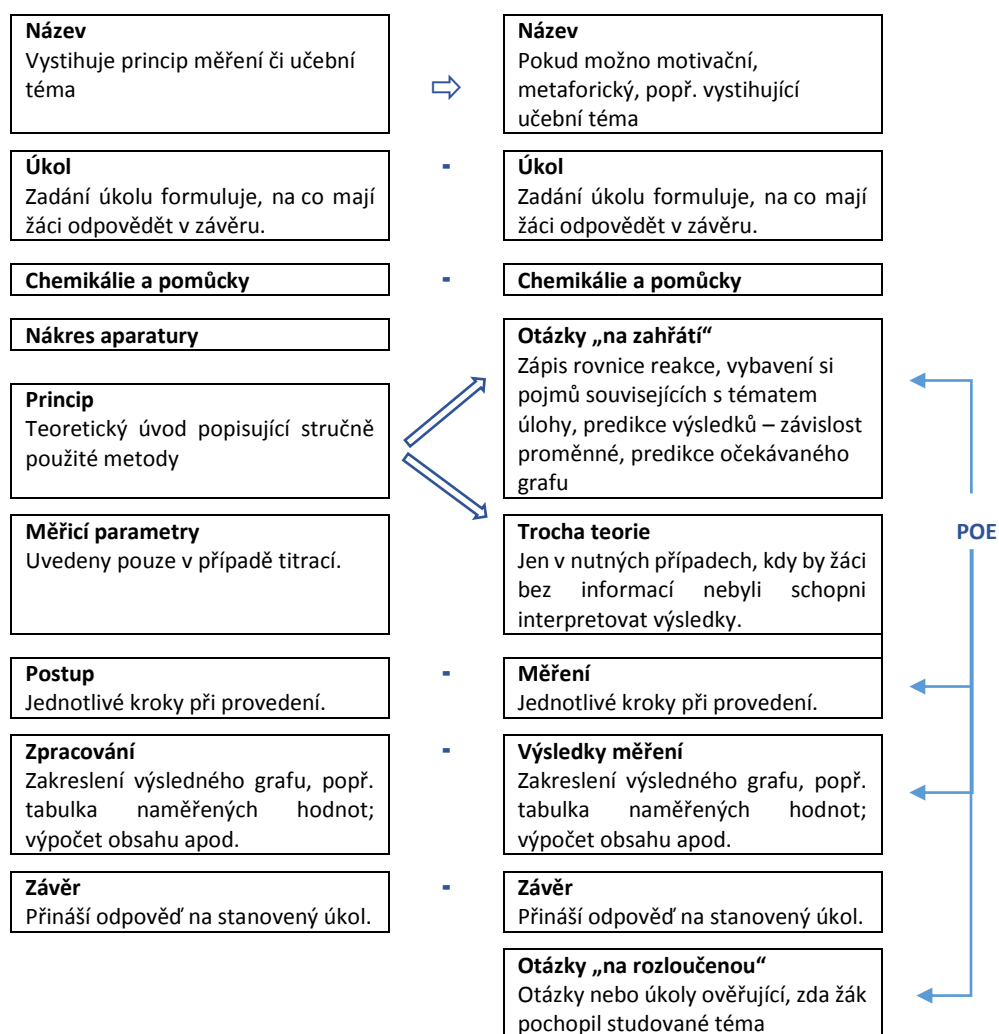
Obrázek 24 - Pracoviště s měřením pH, Gymnázium Pierra de Coubertina Tábor

3.2 Optimalizace úloh

Úlohy zpracované ve formě pracovních listů (Stratilová Urválková a kol. 2008) se při ověřování na poměrně velkém vzorku žáků během laboratorních cvičení na KUDCH PŘF UK ukázaly pro žáky střední školy jako nepříliš vhodné. Pracovní listy zapojovaly žáky v úvodu pouze pasivně (čtení teorie a principů daného cvičení), poté aktivně během vlastního měření, což žáky nejvíce zaujalo, v některých úlohách následovala část s výpočty (např. titrace octa, vína), která sice žáky nutila k vlastní aktivitě, ale příliš je nebavila, a na konci žáci formulovali závěr zjištěným měřením.

Rozhodli jsme se proto úlohy přepracovat tak, aby byli žáci aktivně zapojeni do více činností, ne jen praktických experimentálních. Při revizi jsme se přiklonili k metodě *předpověď – pozorování – vysvětlení*, **POE** (*predict – observe – explain*), v některých případech **PEOE** (*predict – explain – observe – explain*). Teoretický úvod byl vynechán, jen v případech, kdy to úloha vyžadovala, byla v úvodu stručně vysvětlena teorie nebo obecný úvod potřebný pro vyhodnocení výsledků. Na závěr úlohy byl zařazen úkol nebo otázka zaměřená na poznatky, které se měli žáci dozvědět prostřednictvím experimentu, nebo na jejich aplikaci na jiný příklad.

Úkoly mohou být vypracovány přímo během laboratorního cvičení nebo mohou být součástí domácího úkolu po laboratorním cvičení. Změnu v pojetí pracovních listů zachycuje následující schéma (Obrázek 25 - Optimalizace pracovních listů) zobrazující stav před a po změně.



Obrázek 25 - Optimalizace pracovních listů

Pro účely laboratorních cvičení na KUDCH a plánovaný výzkum byly vytvořeny pracovní listy uvedené v seznamu níže. Znění pracovních listů s řešením pro učitele vyznačeným zelenou barvou, je uvedeno v přílohách 1-9. Pracovní listy *Hydrolýza, Vodivost a disociace a Hessův zákon* vznikly na základě společné dohody s vyučujícími v rámci dlouhodobého výzkumu (více v kap. 4.3).

Pracovní listy (plné znění viz přílohy 1-9): řazeny podle použitého čidla

pH elektroda:	1. Měření pH
	2. Hydrolýza
	3. Stanovení kyseliny octové
	4. Stanovení kyseliny vinné
Vodivostní elektroda:	5. Měření vodivosti
	6. Vodivost a disociace
	7. Stanovení chloridů
Teplotní čidlo:	8. Hessův zákon
Tlakové čidlo:	9. Faktory ovlivňující rychlost reakce

3.2.1 Očekávané výstupy žáků u jednotlivých úloh

Každý z pracovních listů vytvořený pro zmíněné počítačem podporované experimenty sledoval několik výukových cílů. Níže je všech devět experimentů stručně charakterizováno prostřednictvím cílů a očekávaných výstupů žáků. Některé experimenty jsou obecně známé, tudíž u nich není uveden zdroj; jiné pracovní listy byly vytvořeny podle dostupného zdroje – experimentů publikovaných firmou PASCO, zdroj je u úlohy uveden.

Počítá se s tím, že při laboratorním cvičení s PPE učitel žáky při úloze aktivně vede a komentuje pozorování během měření užitečnými radami a poznámkami, a proto některé uvedené výstupy žáka nevyplývají přímo z provedení úlohy, nýbrž širšího kontextu úlohy.

Název úlohy 1: Proč je citron kyselý a ne sladký?

Součástí počítačem podporovaných experimentů na přímou potenciometrii může být vstupní část věnovaná kalibraci elektrody. V pracovním listu kalibrace zahrnuta není, neboť ve většině případů není vhodné, aby žáci prováděli kalibraci sami, pokud s experimentálním systémem nepracují běžně. Lehce se pak může stát, že samotná kalibrace (někdy časově náročnější) překryje koncept vlastní úlohy následující po kalibraci, tedy že žáci vyčerpají část energie a soustředění na moment, který je sice při měření pH zásadní, není však cílem úlohy, pouze součástí. Kalibraci je vhodné provádět s žáky zkušenějšími a v případě, že čas strávený kalibrací elektrody nezasáhne do času, který má být věnován vyhodnocení dat.

Cíl: Cílem úlohy je zjistit pH několika potravin a roztoku kyseliny a zásady použitím dvou metod, indikátorového papírku a pH elektrody.

Očekávané výstupy:

Žák: Předpovídá pH různých roztoků

Rozlišuje mezi kyselými, neutrálními a zásaditými roztoky

Zjistí pH pomocí univerzálního indikátorového papírku
Používá správně pH elektrodu
Změří hodnotu pH pomocí elektrody
Porovná použité metody z hlediska přesnosti a spolehlivosti
Vysvětlí, čím je dána kyselost roztoku obecně
Vysvětlí, čím je dána kyselost zkoumaného roztoku

Název úlohy 2: Máme tu dva živly – musíme proti nim zakročit a zneutralizovat je!

Úloha sestává ze tří úkolů, a to měření pH kyselin a zásad, měření pH roztoku po smíchání stejných objemových dílů kyseliny a zásady, měření pH solí.

Cíl: Cílem úlohy je zjistit pH silných a slabých kyselin a zásad o různých koncentracích za použití indikátorového papírku i pH elektrody. Dále smíchat stejné množství kyseliny a zásady dle svého výběru, změřit a vysvětlit pH výsledného roztoku. Změřit pH solí.

Očekávané výstupy:

Žák: Sestaví graf logaritmické funkce
Předpovídá pH roztoků kyselin a zásad
Spočítá pH silné kyseliny a zásady
Zjistí pH pomocí univerzálního indikátorového papírku
Používá správně pH elektrodu
Změří hodnotu pH pomocí elektrody
Porovnáním změřených hodnot pH kyselin a zásad odvodí, zda je roztok silným či slabým elektrolytem
Odhadne hodnotu pH po smíchání stejných objemů kyseliny a zásady
Vysvětlí případnou odchylku od očekávané hodnoty pH po (přibližné) neutralizaci
Odvodí, od jaké kyseliny a zásady je odvozena sůl
Zápisem hydrolyzačních rovnic zdůvodní pH povahu roztoku solí

Název úlohy 3: Posvíťme si na výrobce octa

Volumetrické stanovení kyseliny octové lze zařadit mezi laboratorní cvičení nejen v rámci témat analytické chemie, ale rovněž během tématu protolytických reakcí, neutralizace či výpočtu z rovnic.

Cíl: Cílem úlohy je zjistit hmotnostní zlomek kyseliny octové v komerčním výrobku. Neutralizace hydroxidem sodným je indikována pH elektrodou a z naměřené titrační křivky se odečte spotřeba odměrného činidla do bodu ekvivalence, jež se použije do výpočtu výsledku.

Očekávané výstupy:

Žák: Napíše rovnice reakce (neutralizace)
Předpovídá graf měření
Pracuje správně s mikropipetou (s byretou)

Odečte bod ekvivalence z naměřené titrační křivky
Vypočítá z rovnice a hustoty roztoku hmotnostní zlomek kyseliny octové
Navrhne výskyt kyseliny octové v běžném životě
Vlastními slovy vyjádří, co je titrace

Název úlohy 4: Červené nebo bílé?

Volumetrické stanovení kyseliny vinné ve víně je principiálně stejné jako stanovení octu, úloha je však atraktivní díky použitému vzorku. Opět lze úlohu provést nejen v rámci analytické chemie, ale rovněž v tématech obecné chemie. Vzhledem k tomu, že barviva ve víně mění svou barvu v závislosti na pH prostředí, chovají se jako acidobazické indikátory, je vhodné tuto vlastnost kvalitativně demonstrovat při tématech acidobazických indikátorů v části obecné chemie nebo v organické chemii.

Cíl: Cílem úlohy je zjistit hmotnostní koncentraci kyseliny vinné ve vzorku vína, bílém či červeném; červené víno je barevně efektnější a ve srovnání s bílým vínem je možné konec titrace indikovat potenciometricky, nikoli vizuálně pomocí acidobazického indikátoru.

Očekávané výstupy:

Žák: Napiše rovnice reakce (neutralizace)
Předpovídá graf měření
Pracuje správně s mikropipetou (s byretou)
Odečte bod ekvivalence z naměřené titrační křivky
Vypočítá z rovnice hmotnostní koncentraci kyseliny octové
Z vypočítaného výsledku zhodnotí, zda vzorek vína patří mezi kyselá vína
Vlastními slovy vyjádří, co je titrace
Vysvětlí, na čem je založen princip indikace acidobazického indikátoru

Název úlohy 5: Měření vodivosti

Konduktometrické cvičení sestává ze čtyř kratších úloh zaměřených na zkoumání elektrických vlastností elektrolytu – roztoku a na některé veličiny, které vodivost roztoku ovlivňují. První úloha (1) porovnává vodivost jednotlivých typů vod, druhá (2) zjišťuje vliv koncentrace na vodivost roztoku, třetí úloha (3) demonstruje rozdíl mezi rozpustností a disociací a čtvrtá úloha (4) porovnává vodivost kyselin a zásad ve srovnání s roztokem soli.

Cíl: Cílem první úlohy je, aby si žáci uvědomili, že vodičem elektrického proudu v roztocích jsou ionty. Druhá úloha demonstruje vliv koncentrace iontů na vodivost roztoku. Cílem třetí úlohy je pochopit rozdíl mezi rozpustností a disociací porovnáním změn vodivosti při ředění dvou roztoků o stejné počáteční koncentraci. Čtvrtá úloha má za cíl demonstrovat výrazně vyšší vodivost kyselin a zásad způsobenou jiným přenosem náboje.

Očekávané výstupy:

Žák: Identifikuje látky, které vedou elektrický proud (1)
Definuje, jaké částice způsobují vodivost roztoku (1)
Předpoví, jak se změní vodivost NaCl přidáním vody (2)

- Provede ředění roztoku a změří jeho vodivost (2, 3)
- Zhodnotí, jaká je závislost mezi koncentrací a vodivostí roztoku (2)
- Předpoví, jak se změní vodivost sacharózy přidáním vody (3)
- Uvedou typy vazeb obecně a typy vazeb v molekule sacharózy (3)
- Vysvětlí, proč roztok sacharózy nevede elektrický proud (3)
- Navrhne správnou formulaci týkající se vztahu koncentrace a vodivosti látky (3)
- Odhadne, co ovlivňuje vodivost různých iontů (4)
- Porovná vodivost stejně koncentrovaných roztoků kyseliny, zásady a soli (4)
- Používá správně konduktometrické čidlo (1, 2, 3, 4)
- Kriticky zhodnotí tvrzení o vodivosti roztoků
- Rozlišuje na molekulární úrovni rozdíl mezi rozpustností a disociací

Název úlohy 6: Vodivost a disociace: síla elektrolytů

Inspirační zdroj: Experimenty se systémem PASCO, aktivita: Síla elektrolytů

http://www.pasco.com/file_downloads/experiments/pdf-files/explorations/chemistry/07-Strength-of-Electrolytes.pdf

Cíl: Úloha má žákům ilustrovat pojem síla elektrolytů. Při nepřesném vyjadřování může docházet k záměně výrazu *koncentrovaná a silná* kyselina. Cílem této úlohy je změřit vodivost několika elektrolytů o stejné koncentraci a vyvodit ze získaných výsledků závěr, co způsobuje odlišnou vodivost. V případě kyseliny a zásady se žáci mohou dovědět důvod při úvodním měření vodivosti. Druhé měření má odhalit, že elektrolyty se liší stupněm disociace – napovídají tomu i úvodní otázky.

Očekávané výstupy:

- Žák:**
- Vysvětlí pojmy elektrolyt, disociace, rozpouštění
 - Vypočítá navážku různých látek pro přípravu $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ roztoku dané látky
 - Předpovídá rozpustnost látek a jejich vodivost
 - Připravuje roztoky
 - Pracuje správně s vodivostní elektrodou
 - Ze závěrů plynoucích z výsledků měření doplní neúplné výroky o elektrolytech
 - Ze závěrů plynoucích z výsledků měření přiřadí sloučeninu ke schematickému obrázku ilustrujícímu stupeň disociace látky v roztoku

Název úlohy 7: Chloridy ve vodě

Volumetrické stanovení chloridů ve vodovodní vodě je možné zařadit do výuky při výuce analytické chemie, ale také při vlastnostech látek (málo rozpustné sloučeniny, disociace) nebo jako aplikaci výpočtů z rovnice. Úlohu lze zařadit i při výuce průřezových témat či při environmentální výchově.

Cíl: Cílem úlohy je stanovit hmotnostní koncentraci chloridů ve vodě a porovnat změřenou hodnotu s hodnotou zjištěnou profesionální laboratoří. Dalším cílem je, aby žáci dokázali interpretovat titrační křivku, která se liší od potenciometrické křivky.

Očekávané výstupy:

- Žák: Napíše rovnici reakce (srážecí reakce)
- Předpoví graf měření
- Pracuje správně s mikropipetou (s byretou)
- Pracuje správně s vodivostní elektrodou
- Odečte bod ekvivalence z naměřené titrační křivky
- Vypočítá z rovnice hmotnostní koncentraci chloridů ve vzorku vody
- Vyhledá webové stránky organizace sledující pravidelně kvalitu pitné vody a porovná uvedenou hodnotu s vlastní stanovenou hodnotou
- Uvede, jakou sloučeninou se dokazují halogenidy
- Aplikuje získané znalosti a vysvětlí princip konduktometrické indikace bodu ekvivalence u neutralizační titrace

Název úlohy 8: Faktory ovlivňující rychlost reakce

Inspirační zdroj: Experimenty se systémem PASCO, aktivita: Rychlost reakce (<ftp://www.pasco.com/Support/Other/NSTA%20PTE/PDFs%20from%20current%20manuals/HS%20Rates%20of%20Reaction%20T.pdf>)

Úloha věnující se reakční kinetice je rozdělena do tří částí, které se postupně zabývají určitou proměnnou ovlivňující rychlost reakce: teplota (1), koncentrace (2), reakční povrch (3). Místo hořčíku by bylo možné použít i jiný neušlechtilý kov, ale kvůli zachování stejných podmínek musí mít vždy stejný tvar. Granule zinku tak nejsou použitelné, zatímco hořčíkovou pásku lze snadno ustříhnout na požadovanou délku.

Cíl: Cílem úlohy je provést reakci hořčíkové pásky s kyselinou chlorovodíkovou za různých podmínek, které ovlivňují rychlost reakce: při různé teplotě (1), koncentraci výchozí látky (2) a při různém reakčním povrchu (3) a z výsledků měření vyvodit závěry o možnostech zrychlení či zpomalení chemické reakce. Dalším cílem je schopnost porozumět a interpretovat graf: rychlost reakce se zde sleduje nepřímo pomocí tlakového čidla indikujícího množství vznikajícího plynu, vodíku.

Očekávané výstupy:

- Žák: Napíše rovnici reakce
- Vysvětlí, jak lze pomocí tlakového čidla indikovat rychlost reakce
- Diskutuje, proč je důležité sledovat a mít pod kontrolou rychlost reakce
- Odhaduje, jak teplota ovlivňuje rychlost reakce (1)
- Připraví a provede reakci hořčíku s HCl při třech různých teplotních podmínkách (1)
- Vysvětlí vlastními slovy, proč při vyšší teplotě probíhá reakce rychleji (1)
- Odhaduje, jaký vliv má koncentrace na rychlost reakce (2)
- Připraví a provede reakci hořčíku s HCl o čtyřech různých koncentracích (2)

Odhaduje, jaký vliv na rychlost reakce má reakční povrch (3)

Připraví a provede měření stejného množství hořčíku o různé velikosti povrchu s HCl (3)

Vysvětlí vlastními slovy, proč reakce s nastříhaným hořčíkem reaguje rychleji (3)

Správně pracuje s tlakovým čidlem (1, 2, 3)

Interpretuje případné chyby při měření (1, 2, 3)

Název úlohy 9: Hessův zákon aneb $3 + 1 + 1 = 5 = 3 + 3 + (-1)$

Inspirační zdroj: Experimenty se systémem PASCO, aktivita 11: Chemická syntéza (http://www.pasco.com/file_downloads/experiments/pdf-files/explorations/chemistry/11-Chemical-Synthesis.pdf)

Termochemické experimenty jsou ve výuce výhodné z toho důvodu, že teplotní čidlo patří k finančně nejméně nákladným čidlům. Úlohu lze provést také s pomocí běžného teploměru, ale odečítání teploty ze stupnice někdy nebývá přesné. Při termochemických stanoveních se provádějí reakce v kalorimetru. Není nezbytné používat profesionální kalorimetr, vhodnou nádobou může být polystyrenový kelímek nebo do sebe zasunuté kádinky proložené vatou – izolací. Nádoby se uzavrou polystyrenovým víčkem s otvorem pro teplotní čidlo (teploměr). Tímto improvizovaným kalorimetrem nedojde k zajištění izolované nádoby, ale pro výukové účely toto provedení stačí, rozdíl ve výsledcích je stále přijatelný pro účel a cíl, k jakému je experiment použit, tedy jako školní žákovský. Jestliže se úloha provádí s mladšími žáky, kteří mají malé znalosti termochemie, je lepší používat termín teplo nebo obecně energie, které není tak abstraktní jako *enthalpie*.

Cíl: Cílem úlohy je ověřit platnost Hessova zákona: zjistit reakční enthalpii dané reakce na základě výpočtu s použitím experimentálně zjištěných reakčních tepel jiných reakcí.

Očekávané výstupy:

Žák: Vypočítá látkové množství výchozí látky ze zadané hmotnosti

Vysvětlí, co je exotermní a endotermní reakce

Používá znaménkovou konvenci u reakčních enthalpie

Provede chemickou reakci za sledování změny teploty

Spočítá reakční teplo provedených reakcí a výsledek využije pro výpočet reakčního tepla třetí reakce

Zdůvodní, proč je reakční teplo výhodné počítat namísto experimentálně měřit

3.3 Úlohy využívající badatelskou metodu

Úlohy a pracovní listy uvedené v kap. 3.2 jsou nadále používány při laboratorních cvičných pro žáky SŠ pořádaných na KUDCH PŘF UK a byly ověřovány během dlouhodobého výzkumu uskutečněného v průběhu školního roku 2008/2009, jehož popis a výsledky jsou uvedeny v následujících kapitolách 4 a 5. Zpracované materiály mají za cíl přenést více učebních aktivit do rukou žáků, a proto byly optimalizovány podle učebního cyklu POE.

Od roku 2012 se Přírodovědecká fakulta UK podílí na řešení mezinárodního projektu COMBLAB, jehož řešitelé mají se školními experimentálními systémy zkušenost a souhlasí s nutností proměny učebního cyklu ve prospěch aktivního zapojení žáků do učebního procesu.

Následující kapitola stručně představí cíle projektu a naznačí některé plánované výstupy. Projekt však není součástí disertační práce, a proto podrobnější informace společně s výsledky projektu budou postupně prezentovány na vědeckých setkáních a konferencích.

COMBLAB (Competency – MBL – Laboratory)

Projekt *The acquisition of science competencies through real time experiments*, COMBLAB, vznikl na základě několika setkání dr. Montserrat Tortosové Morenové, dr. Petra Šmejkal a Evy Stratilové Urválkové během konferencí a vědeckých pobytů v Praze a v Barceloně. Jeho cílem bylo prohloubení spolupráce a společná tvorba materiálů, jejichž testováním bude možné porovnat situaci ohledně počítačem podporovaných experimentů v obou zemích. Při plánování projektu, byli osloveni další kolegové zabývající se PPE a nakonec v projektu spolupracuje šest partnerů.⁴²

Cílem mezinárodního Comenius projektu COMBLAB, je:

1. Vytvořit učební materiály, které zvýší pomocí PPE přírodovědné kompetence žáků.
2. Vytvořit výukové materiály pro další vzdělávání učitelů v použití PPE.
3. Poskytnout výsledky výzkumu, včetně materiálů volně k dispozici na webovou stránku projektu a prezentovat výstupy projektu na mezinárodních konferencích a v odborných časopisech.
4. Vytvořit mezinárodní skupinu učitelů, výzkumníků a dalších zájmových skupin, kteří mohou prostřednictvím webové stránky projektu diskutovat své zkušenosti se školními experimentálními systémy a PPE.
5. Navázat spolupráci s národními a místními vzdělávacími autoritami, které by pomohly propagovat výstupy z projektu a pomoci tak rozšířit povědomí o počítačem podporovaných experimentech, a zasadit se o kurzy věnované PPE v rámci dalšího vzdělávání pedagogů.

Změna didaktické sekvence

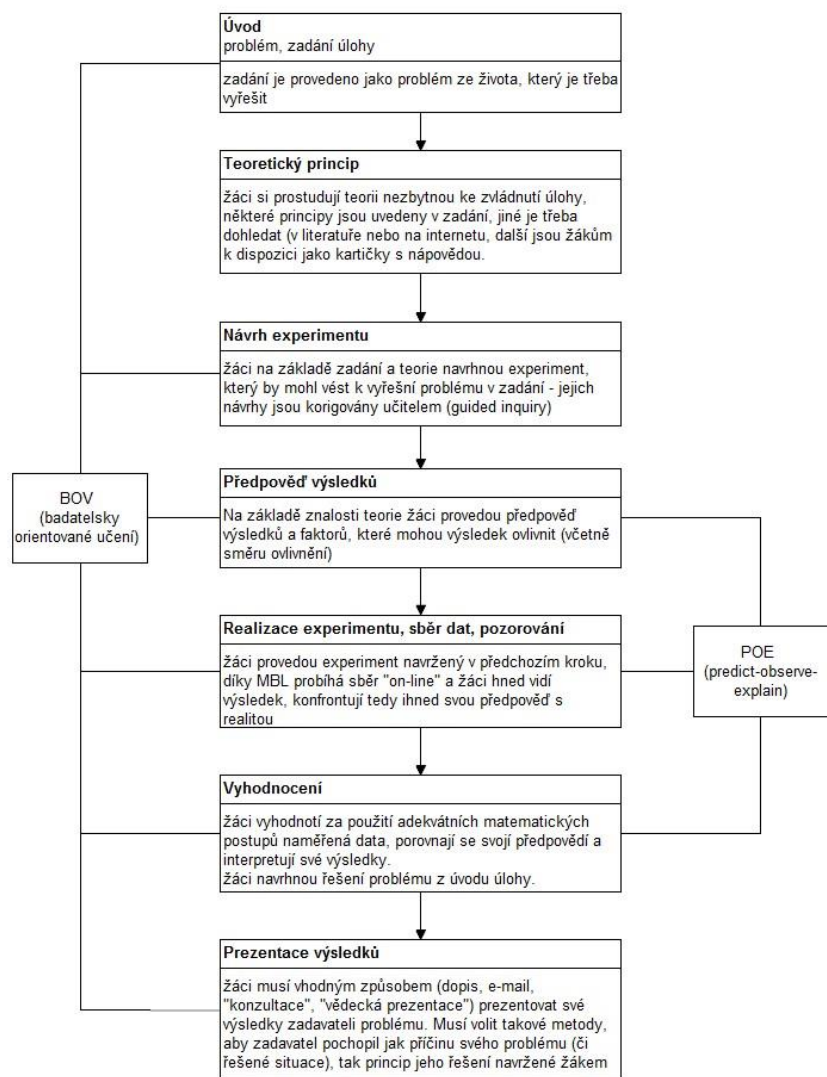
Při prvních setkáních se partneři shodli, že počítačem podporované experimenty by měly být založeny na učebním cyklu POE. Dalšími diskusemi se však dospělo k závěru, že pro rozvoj co největšího množství kompetencí bude vhodné přetvořit učební materiály tak, aby využívaly prvky badatelské výuky (*inquiry based science education*, IBSE). (Šmejkal a kol. 2013)

⁴² Comenius projekt s číslem 517587-LLP-1-2011-1-ES-COMENIUS-CMP, 2011-5028/001-001; partneři: Universitat Autònoma de Barcelona (řešitel, hlavní koordinátor M. Tortosa Moreno), Univerzita Karlova v Praze, Universitat Wien, Universitat de Barcelona, Univerzita Mateja Bela – Banská Bystrica, Helsingfors Universitet.

Většina materiálů zaměřených na praktickou laboratorní činnost bývá většinou koncipována v „tradičním duchu“ a sledují didaktickou sekvenci: *teoretický úvod - postup práce (aneb „přesně udělej, co je napsáno v postupu“)* - *vyhodnoť data (opět dle popsaného postupu)* - *závěr („jak to vyšlo...“)*. Tento přístup připomíná spíše „kuchařku“, během něhož se rozvíjejí nejvíce kompetence k učení a omezeně kompetence k řešení problémů. Změnou didaktické sekvence by bylo možné modifikovat materiály tak, aby rozvíjely i kompetence další. Za tímto účelem byly stávající verze materiálů jednotlivých partnerů sjednoceny podle nově sestavené didaktické sekvence, která obsahuje prvky cíleně rozvíjející další kompetence žáků.

Schéma didaktické sekvence je následující: *motivace, problém – teoretický princip – návrh experimentu – předpověď výsledků – realizace a pozorování experimentu, sběr dat a jejich vyhodnocení – prezentace výsledků*. Jak je patrné, uvedená didaktická sekvence svou podstatou zahrnuje prvky badatelsky orientovaného vyučování a POE (predict-observe-explain) metody (Obrázek 26).

Základem motivace je obvykle úvod k úloze. Snaží se být takový, aby vycházel z praktického života, z problému, na který může narazit každý. Například ve skleníku paní Zelené, vybaveném krásnými zelenými skly, hynou rostliny, a žáci musí prostřednictvím spektroskopie, zkoumáním vlastností a zákonitostí procesů emise a absorpce světla zjistit, proč tomu tak je. Předpokládáme, že žáky zajímá, proč rostliny ve skleníku hynou, a tak se zapojí do hledání odpovědi. Oproti původnímu přístupu musí v dalším řešení úlohy žáci pracovat intenzivněji, neboť sami musí navrhnout experiment a předpovědět jeho výsledek. Musí být schopni identifikovat závislé i nezávislé proměnné a naopak být schopni experiment zjednodušit natolik, aby byl pochopitelný a interpretovatelný. To vše znamená, že musí hlouběji pochopit problém v zadání i způsob, jak jej experimentálně vyřešit, což by nebylo možné bez porozumění principům odpovídajících fyzikálních a chemických měření. Žáci musí nejen dojít ke správnému výsledku (koncentrace, množství obsažené látky apod.), ale také jej patřičně prezentovat, včetně řešení problému, např. formou dopisu či e-mailové zprávy. Změněný didaktický přístup se snaží u žáků rozvíjet nejen kompetence k učení, ale také kompetence k řešení problémů, kompetence k podnikavosti, kompetence komunikativní, či kompetence sociální a personální. (Šmejkal a kol. 2013)



Obrázek 26 - Schéma didaktické sekvence aplikované v pracovním listu pro laboratorní úlohu, cit. podle Šmejkal a kol. 2013

S ohledem na nové pojetí didaktické sekvence byla vytvořena sada 18 počítačem podporovaných experimentů z chemie, biologie a fyziky, které budou ověřovány v dalších fázích projektu. Příklad chemické aktivity zkoumající účinnost antacid je uveden v Příloze 11.

4 Výzkumný design a nástroje

Následující kapitola představuje výzkumné otázky disertační práce a způsob jejich řešení.

Práce je rámována třemi hlavními výzkumnými otázkami, které se posléze dělí na několik podotázek (kap. 4.1.1, 4.2.1 a 0). Pro začlenění počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie je klíčová role učitelů, jakožto zprostředkovatelů přírodovědného poznání, a proto je důležité zjistit, jaké postoje k nim zaujímá tato cílová skupina (1). Druhou skupinou jsou žáci, kteří jsou recipienty poznatků, tudíž i jejich postoje hrají velkou roli při efektivitě výuky chemie (2). Postoje, tedy potenciální jednání, však mohou být v rozporu se skutečným jednáním osob, a tak je účelné zaměřit se na dlouhodobé sledování začleňování počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie a zjistit, jakým způsobem probíhá implementace didaktického prostředku a jak je ve vyučovacím procesu přijímán oběma stranami, tedy žáky i učiteli (3).

Pro zodpovězení prvních dvou otázek byla zvolena metoda dotazníkového šetření. První skupina učitelů byla tvořena učiteli působícími na školách, dohromady jich bylo 65 (výběr a charakteristika vzorku bude popsána v kap. 4.1.3); druhou skupinou učitelů byli studenti učitelství chemie na KUDCH PŘF UK, dohromady 38 studentů. Respondenti žákovského dotazníku byli žáci, kteří byli zahrnuti do longitudinálního výzkumu, a vyplňovali dotazník před zahájením a po skončení výzkumu; celkem se zapojilo 47 žáků, ne u všech se však podařilo zajistit oba dotazníky. Ti samí žáci byli současně účastníky dlouhodobého výzkumu, který měl za cíl popsat, jakými způsoby dochází k začlenění školních experimentálních systémů a počítačem podporovaných experimentů do vyučování a jak žáci experimentální systémy přijímají. Dlouhodobý výzkum byl prováděn na dvou pražských gymnáziích, na jednom z nich se dvěma učitelkami, dohromady tedy se třemi učitelkami chemie. Charakteristika škol a učitelů bude podrobně popsána v kapitole 5.3.1.

Pro lepší orientaci v realizovaném výzkumu shrnuje Tabulka 1 metody využití k řešení výzkumných otázek.

Tabulka 1 - Výzkumné otázky disertační práce

Výzkumná otázka	Výzkumný vzorek	Výzkumná metoda
1. Jaké jsou postoje učitelů k použití školních experimentálních systémů ve výuce chemie?	Učitelé chemie	Dotazníkové šetření
	Studenti učitelství chemie (stávající studenti oboru učitelství na PŘF UK, Praha)	Dotazníkové šetření
2. Jaké jsou postoje žáků k použití školních experimentálních systémů ve výuce chemie?	Vybraní žáci všeobecné střední školy (gymnázia), Praha	Dotazníkové šetření:
		1. postojový dotazník 2. postojový dotazník
3. Jak dochází k začleňování počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie?	Vybraní žáci všeobecné střední školy (gymnázia), Praha	Případová studie, zúčastněné pozorování
	Spolupracující učitelé	Případová studie, zúčastněné pozorování, rozhovor

4.1 Učitelé a školní experimentální systémy

V předchozí úvodní kapitole byly představeny hlavní výzkumné otázky disertační práce. První z nich, *Jaké jsou postoje učitelů k použití školních experimentálních systémů ve výuce chemie*, má za úkol zjistit postoje učitelů k experimentům obecně, k využívání přístrojů ve vyučování, a k měřicím přístrojům ve vyučování. Názory učitelů lze považovat za velmi cenný materiál, neboť to budou vždy oni, kteří uvádějí kurikulum ve skutečný život. Učitelé jsou hybateli změn ve školství v kladném i záporném slova smyslu, neboť záleží na nich, jak realizují školní vzdělávací plán. Někteří učitelé obohacují výuku o metody či témata, která nejsou explicitně doporučena, jiní jsou rezistentní i vůči tématům stanoveným rámcovými a školními vzdělávacími programy. Neméně důležitou skupinou jsou budoucí učitelé chemie, kteří odcházejí do praxe často plni očekávání a nadšení pro práci. Jaké postoje zaujímají k počítačem podporovaným experimentům studenti učitelství chemie?

4.1.1 Dílčí výzkumné otázky

Utváření postojů je ovlivňováno mnoha aspekty a má několik fází.⁴³ Zodpovězení první výzkumné otázky tak vyžadovalo specifikovat dílčí otázky, které se soustředí na některé z možných aspektů ovlivňujících postoje učitele k experimentálním systémům. Níže jsou uvedeny ty, které jsme považovali za stěžejní u učitelů v praxi:

- 1.1 Jaké technické prostředky a jak často využívají učitelé ve výuce chemie?
- 1.2 Jaké postoje zaujímají učitelé k použití přístrojů (obecně) ve výuce chemie?
- 1.3 Do jaké míry je pro učitele důležitý experiment ve výuce chemie?
- 1.4 Upřednostňují učitelé jednoduché experimenty?
- 1.5 Začleňují učitelé nové experimenty do výuky?
- 1.6 Kolik času věnují učitelé experimentování ve svých hodinách?
- 1.7 Je experimentování běžnou součástí hodin chemie?
- 1.8 Jsou pravidelná laboratorní cvičení důvodem k minimálnímu provádění experimentů v běžné vyučovací hodině?
- 1.9 Co odrazuje učitele od použití měřicích přístrojů ve výuce chemie?
- 1.10 Jaké důvody vedou učitele k potenciálnímu použití měřicích přístrojů ve výuce chemie?
- 1.11 Jak učitelé hodnotí své schopnosti při úvaze o zařazení měřicích přístrojů do výuky chemie?
- 1.12 Jaké jsou motivace a okolnosti vedoucí učitele k učení se v práci s měřicími přístroji?

U vzorku studentů učitelství chemie nás pro porovnání zajímaly podobné otázky jako u učitelů z praxe:

- 1.13 Jaké postoje zaujímají studenti učitelství k použití přístrojů (obecně) ve výuce chemie?
- 1.14 Co odrazuje studenty učitelství od použití měřicích přístrojů ve výuce chemie?
- 1.15 Jaké důvody vedou budoucí učitele k potenciálnímu použití měřicích přístrojů ve výuce chemie?

⁴³ Více o postojích např. v Nakonečného Sociální psychologii (1999) nebo v Encyklopedii obecné psychologie (1997) téhož autora

1.16 Jak studenti učitelství hodnotí své schopnosti při úvaze o zařazení měřicích přístrojů do výuky chemie?

1.17 Při jakých tématech by studenti učitelství využili školní experimentální systémy?

4.1.2 Výzkumná metoda

Jako výzkumná metoda pro zjišťování postojů učitelů chemie a studentů učitelství chemie byla zvolena metoda dotazníkového šetření.

Položky vytvořeného dotazníku vycházely z mnoha nestrukturovaných rozhovorů⁴⁴, které proběhly v letech 2006 - 2009 při realizaci laboratorních cvičení se školními experimentálními systémy pořádanými pro učitele a jejich žáky na KUDCH PŘF (více viz kap. 3.1).

Struktura dotazníku pro učitele

Výzkumný nástroj, který je v plném znění uveden v Příloze 11, obsahuje čtyři tematické okruhy. Ty jsou formulovány různými typy položek (otázkami a výroky) zaměřenými především na postoje učitelů chemie. Nutno podotknout, že při tvorbě dotazníku se v některých případech vědomě přistoupilo ke zkratkovitým položkám, jinak by byl dotazník členěn do velkého množství samostatných otázek.

Okruhy, na které byl dotazník zaměřen, byly následující:

- jaké přístroje používají učitelé při výuce chemie a jak hodnotí jejich vliv na výuku,
- jaké postoje mají učitelé k provádění experimentů,
- co je pro učitele atraktivní, resp. odrazující na školních experimentálních systémech a zda jsou nakloněni jejich začlenění do výuky,
- jak učitelé hodnotí své schopnosti při případném použití nového učebního prostředku.

První otázka, zjišťující jak často učitelé v hodinách chemie využívají přístroje, měla za cíl odhalit, jestli a do jaké míry učitelé inklinují k využití technických didaktických prostředků, jako je počítač, dataprojektor, interaktivní tabule a další. Do uzavřených možností byl zařazen také *internet*, který jako nemateriální prostředek je s technickým vybavením nezbytně spojený; v hodinách může být použit při řešení aktuálního problému. Kromě časové intervalové škály se učitelé mohli vyjádřit, k jakému konkrétnímu účelu daný didaktický prostředek používají.

Druhá položka tvořená bipolárními škálami se zaměřila na postoje učitelů k přístrojům ve výuce chemie. Respondenti hodnotili přístroje z hlediska zábavnosti, užitečnosti, vlivu na pochopení učiva a složitosti.

Třetí položka zahrnovala několik výroků týkajících se experimentování v hodině chemie, ke kterým se respondenti vyjadřovali pomocí Likertovy škály, čtyřbodové stupnice bez neutrální odpovědi. První výrok, *Experimentování má ve vyučovací hodině chemie zabírat minimum času*, zjišťuje, kolik času by se podle respondentů mělo v hodinách věnovat reálnému experimentu. Postoj učitelů lze pak konfrontovat s pátým výrokem *Experimentování zabírá v mých vyučovacích hodinách minimum času*, který má odhalit, zda se přesvědčení učitelů shoduje s praktickou realizací experimentů v hodině chemie. Výrok č. 2 sleduje, zda učitelé inklinují k jednoduchým experimentům a výrok č. 3 zda jsou iniciativní při začleňování nových experimentů do výuky chemie. Šestý výrok se nepřímo ptal na frekvenci použití experimentu v hodinách chemie (*Pokusy provádím téměř v každé hodině.*). Do dotazníku byly také začleněny výroky 7. *Pokusy*

⁴⁴ Rozhovor je obsahově širší český termín ve srovnání s interview. (Chráška 2007, s. 182).

ve vyučovací hodině neprovádím, je na ně čas v laboratořích.⁴⁵, a 8. Mám pro žáky rozvrhovaná pravidelná laboratorní cvičení zaměřené na učitele, kteří mají na svých školách možnost realizovat laboratorní cvičení.

Ve čtvrté položce učitelé vyjadřovali postoj k měřicím přístrojům ve výuce; položka obsahuje dvě části sledující obavy a kladná očekávání. Polouzavřená výčtová položka byla kombinovaná se stupnicovou, kdy měli respondenti možnost určit pořadí odpovědí.

Po náročnějších postojových otázkách následovala otevřená pátá položka, ve které učitelé vyjadřovali svá neomezená přání na přístrojové vybavení pro výuku chemie. Záměrně zde nebyl použit termín měřicí přístroje, aby učitelé měli neomezené možnosti. Až dichotomická položka 8 zjišťovala ochotu učitelů potenciálně pořídit školní experimentální systémy do výuky chemie.

Šestá výčtová položka s možností určit pořadí zjišťovala, v jaké organizační formě výuky by učitelé měřicí přístroje využili, zda při frontální výuce (demonstrace) či skupinové výuce (laboratorní cvičení). Jako další možnost volby byl zařazen *seminář*, jenž může být z hlediska organizace veden frontálně i skupinově.

V sedmé položce respondenti hodnotili své schopnosti při případném výběru školního experimentálního systému, práci se systémem podle anglické či české uživatelské příručky, dovednost vyřešit samostatně softwarové obtíže a vytvořit či vyhledat náměty na úlohy. Dva výroky se týkají absolvování školení k používání měřicího přístroje, resp. počítačem podporovaných experimentů. Položka byla zadána Likertovou škálou se čtyřmi stupni vyjádření souhlasu či nesouhlasu.

Poslední devátá výčtová položka byla zaměřená na motivaci a okolnosti, za kterých by se učitelé byli ochotni učit práci se školními experimentálními systémy. Tato otázka opět umožňovala určit pořadí jednotlivých odpovědí.

Na závěr dotazníku následovaly faktografické údaje o respondentovi.

Struktura dotazníku pro studenty učitelství chemie

Studenti učitelství chemie obdrželi dotazník o deseti položkách (Příloha 13), z nichž některé byly shodné s výše popsaným učitelským dotazníkem.

První položka sestavená z šesti výroků, které respondenti hodnotí na sedmibodové bipolární škále, zjišťuje postoje studentů učitelství k přístrojům ve výuce.

Druhá otevřená otázka se ptá po důvodech, proč jsou podle respondentů přístroje ve výuce chemie užitečné či neužitečné.

Další položka je zaměřena ve dvou otázkách na obavy a očekávání studentů před zařazením experimentálních systémů do výuky. Studenti mohli označit více nabízených odpovědí.

Ve čtvrté otázce studenti vybírali z pěti možností, v jaké oblasti středoškolské chemie by měřicí přístroje využili a v páté otázce měli za úkol k těmto oblastem vymyslet konkrétní témata.

Jaké přístrojové vybavení by si studenti učitelství pořídili do školní chemické laboratoře, zjišťovala šestá otázka s otevřenou odpovědí.

Sedmá položka dotazníku obsahuje deset výroků orientovaných na vlastní hodnocení schopností respondentů při případném začlenění měřicích přístrojů do výuky a je shodná s učitelským dotazníkem.

⁴⁵ Z důvodu jednoduchosti formulace došlo k překrývání termínů: laboratorní cvičení je také vyučovací hodina, ale učitelé ji vnímají jinak od teoretické hodiny.

Osmá dichotomická otázka se ptá na ochotu studentů učitelství pořídit v případě neomezených prostředků měřicí přístroje do výuky chemie a další otázka zjišťovala potenciální zájemce o volitelný předmět zaměřený na počítačem podporované experimenty.

4.1.3 Výzkumný vzorek

Výzkumný vzorek spojený s první výzkumnou otázkou, *Jaké jsou postoje učitelů k použití školních experimentálních systémů ve výuce chemie?*, byl tvořen dvěma skupinami: učiteli chemie a studenty učitelství chemie.

Učitelé chemie

Dotazník nebyl z důvodu očekávané malé návratnosti distribuován poštou ani elektronicky, ale osobně v roce 2009 při kurzech dalšího vzdělávání pedagogů a konferenci pro učitele. Dva z kurzů se konaly v Praze na KUDCH a byly zaměřeny na forenzní chemii, takže se týkaly jiného tématu, než bylo zkoumáno v dotazníku; a třetí kurz, pořádaný v Českých Budějovicích (12 respondentů), byl zaměřen na počítačem podporované experimenty. Další respondenti byli osloveni během konference *Počítač ve škole 2009*, pořádané v Novém Městě na Moravě. Celkem bylo získáno 65 dotazníků, které znamenaly asi 90% návratnost. Výsledky dotazníku jsou uvedeny v kapitole 5.1.1.

Studenti učitelství chemie

Studenti navazujícího magisterského studia na Katedře učitelství a didaktiky chemie PŘF UK absolvují mezi povinnými předměty *Experimenty ve výuce chemie I* (kód předmětu MC280C04). Praktické semináře mají za cíl seznámit studenty se třiceti školními chemickými experimenty z anorganické chemie, které mohou být základní baterií pokusů při jejich dalším působení v praxi. Od akademického roku 2007/2008 byly mezi sadu úloh zařazeny tři počítačem podporované experimenty, aby se studenti seznámili s dalším způsobem provedení pokusu. Studentům, kteří absolvovali předmět, byl při závěrečném cvičení rozdán dotazník zaměřený na postoje ke školním experimentálním systémům. Dotazník byl administrován v akademickém roce 2008/2009, 2009/2010, 2011/2012 a 2012/2013 s celkovým počtem respondentů 38.

4.2 Žáci a školní experimentální systémy

Žákovské dotazníky vyplňovali respondenti účastníci se současně dlouhodobého výzkumu na vybraných školách (viz kap. 4.3). Žáci, kteří během školního roku 2008/2009 absolvovali několik cvičení s PPE, vyplňovali na začátku pre-dotazník a na konci školního roku post-dotazník.

4.2.1 Výzkumné otázky

Podobně jako v případě učitelů nás zajímaly rovněž postoje žáků k experimentálním systémům. Vzhledem k jejich zkušenostem s dalšími přístroji se navíc některé výzkumné otázky v **pre-dotazníku** orientovaly na vztah k přístrojům v běžném životě:

- 2.1 Jak často žáci v běžném životě používají vybrané typy přístrojů?
- 2.2 Jaké jsou postoje žáků k přístrojům a technice obecně?
- 2.3 Jsou přístroje běžnou součástí volného času žáků?
- 2.4 Jaké jsou postoje žáků k využití přístrojů ve výuce.
- 2.5 Upřednostňují žáci ve výuce chemie teoretické nebo praktické poznatky?

2.6 Jaké jsou představy žáků o možnostech a využití měřicích přístrojů?

2.7 Čeho se žáci obávají před prací s měřicím přístrojem?

2.8 Co je pro žáky na měřicích přístrojích lákavé?

Po uskutečnění dlouhodobé spolupráce, výzkumu na školách, byly žákům rozdány **post-dotazníky** zaměřené na tyto otázky:

2.9 Změní se postoje žáků k přístrojům ve výuce po absolvování několika počítačem podporovaných experimentů?

2.10 Změní se postoje žáků k měřicím přístrojům ve výuce chemie po absolvování několika počítačem podporovaných experimentů?

2.11 Čemu se žáci dle svého mínění nejvíce naučí při provádění počítačem podporovaných experimentů?

2.12 Co žáky baví na práci se školními experimentálními systémy?

2.13 Co žáky nebaví na práci se školními experimentálními systémy?

4.2.2 Výzkumná metoda

Ke zkoumání postojů žáků ke školním experimentálním systémům byla stejně jako ke zkoumání postojů učitelů zvolena dotazníková metoda. Respondenti – žáci byli zároveň účastníky dlouhodobého výzkumu, který bude představen v následující kapitole 4.3. Žáci vyplňovali dva dotazníky: před zahájením výzkumu, pre-dotazník, a po skončení výzkumu, post-dotazník.

Pre-dotazník

Sestrojený dotazník (Příloha 14) obsahoval tři části: první část se zabývala přístroji v životě žáků, druhá část se orientovala na postoje žáků k přístrojům ve výuce a očekáváním a obavám před prací s měřicími přístroji. Poslední část obsahovala kromě údajů o respondentovi navíc zhodnocení oblíbenosti jednotlivých předmětů ze strany žáků.

První položka dotazníku zjišťuje, do jaké míry žáci používají v běžném životě různé přístroje. Na časové intervalové škále se zaznačuje k jednotlivým přístrojům frekvence použití.

Druhá položka se zaměřuje na postoje žáků k přístrojům obecně. Sedmibodové bipolární škály postihují funkční složku (užitečnost, jednoduchost) a emotivní složku (poutavost, nadšení).

Také třetí položka byla zaměřena na přístroje v životech žáků. Výroky, které byly hodnoceny na pětibodové Likertově škále, zahrnovaly názory žáků na nutnost umět používat přístroje, negativní vliv přístrojů a postavení přístrojů ve volném čase žáků.

Další otázky se věnovaly postojům žáků k přístrojům ve výuce. Čtvrtá položka se shoduje s položkou v učitelském dotazníku, kdy na sedmibodové bipolární škále vyjadřují respondenti postoj k dvojicím výroků. Žákovská a učitelská verze se lišila v tom, že žáci vyjadřovali postoje k přístrojům ve výuce obecně, protože v chemii se s nimi zatím nesešli, a učitelé se vyjadřovali k přístrojům v chemii.

Pátá položka dotazníku obsahovala sedm výroků týkajících se měřicích přístrojů ve výuce, ke kterým respondenti na Likertově škále vyjadřovali svůj souhlas, či nesouhlas.

Poslední položka věnující se přístrojům obsahovala dvě otázky s výběrem odpovědí a shodovala se s učitelským dotazníkem: žáci se vyjadřovali, co je odrazuje na práci s měřicími přístroji a co je na přístrojích láká.

Žáci na závěr hodnotili jednotlivé školní předměty pětistupňovou pořadovou škálou, již vyjádřili své preference.

Post-dotazník

Dotazník, který žáci vyplňovali na konci výzkumu (Příloha 16), byl sestaven podobně jako pre-dotazník. Cíleně obsahoval některé položky shodné s položkami pre-dotazníku. U těchto položek bylo cílem zjistit, jestli došlo k posunu žákovských postojů. Nová otázka tři a čtyři byla částečně vytvořena na základě odpovědí orientačního dotazníku (Příloha 15), kteří žáci vyplňovali na konci května, tedy asi měsíc před ukončením výzkumu.

V první položce hodnotili žáci na sedmibodové stupnici bipolární škály přístroje ve výuce chemie. Druhá položka obsahovala osm výroků, ke kterým na Likertově škále vyjadřovali svůj souhlas, či nesouhlas.

Třetí položka s výběrem odpovědí a možností určit pořadí zjišťovala, co se žáci dle svého mínění při počítačem podporovaných experimentech naučili nejvíce.

Čtvrtá položka byla tvořena dvěma otázkami: co žáky při PPE baví a co nebaví. Respondenti měli na výběr ze sady čtrnácti odpovědí a mohli určit pořadí až pěti odpovědím vybraným z nabídky. Sada čtrnácti možných odpovědí byla společná jak pro část „baví“, tak pro „nebaví“.

4.2.3 Výzkumný vzorek – žáci

Vzorek respondentů žáků tvořilo 47 vybraných žáků dvou pražských gymnázií, kteří byli zároveň účastníci dlouhodobého výzkumu, popsaného v kapitole 4.3.

Zúčastnění žáci vyplňovali před prvním laboratorním cvičením s využitím experimentálního systému úvodní dotazník (Příloha 14) a na konci spolupráce další dotazník zjišťující případné změny postojů žáků (Příloha 16).

Cílem bylo zjistit postoje žáků ke školním experimentálním systémům, se kterými dosud neměli žádnou zkušenost, a jak se tyto postoje změní po absolvování laboratorních cvičení s počítačem podporovanými experimenty. Jako první se nabízela možnost sledovat postoje žáků, kteří s učiteli přicházejí na laboratorní cvičení na PŘF UK. Jednorázová laboratorní cvičení s instrumentální technikou se však jevila jako nevhodná, neboť výsledky by byly zkresleny díky několika faktorům. Základním problémem byl rozsah laboratorních cvičení s PPE; výzkum cílil na žáky, kteří opakovaně pracovali s měřicími přístroji, klíčové tedy bylo longitudinální měření. Navíc žáci, kteří absolvují jediné měření na fakultě, mohou být v závěrech unáhlení, v kladném i záporném smyslu (nadšení z práce s počítačem, přirozená zvědavost při poznávání nového prvku ve výuce, nelibost kvůli obecně negativnímu postoji k přístrojům, nervozita při práci ve skupině s neoblíbeným spolužákem, apod.). Na základě jediné úlohy rovněž nelze sledovat efekt komplexního učebního prostředku, protože konkrétní úloha může oslovit různý typ žáků (např. řešeným tématem, způsobem měření nebo způsobem vyhodnocení výsledků). Z těchto důvodů nebyly dotazníky distribuovány žákům jednorázových cvičení, ačkoli by tak bylo možno získat velké množství statisticky vyhodnotitelných dat.

Z důvodu plánovaného akčního výzkumu bylo důležité navázat dlouhodobou spoluprací se středoškolskými učiteli chemie. Výběr byl omezen dvěma kritérii: lokalitou Prahy a vzdělávacím oborem (Střední vzdělání s maturitní zkouškou, dříve Úplné střední všeobecné vzdělání). Praha byla vybrána z důvodu dostupnosti, neboť součástí spolupráce byly plánované časté návštěvy a asistence učitelům chemie při začleňování měřicích přístrojů do výuky. Spolupracující školy měly být srovnatelné svými vzdělávacími programy, a proto byl výběr omezen pouze na SŠ se všeobecným vzděláním zakončeným maturitní zkouškou, tedy na školy gymnaziálního typu. Více o výběru vzorku škol v kapitole 4.3.3.

4.3 Školní experimentální systémy ve výuce chemie – akční výzkum⁴⁶

Jednou z klíčových otázek výzkumné části bylo, jak může v praxi vypadat začleňování školních experimentálních systémů do výuky chemie a na co je případně potřeba studenty učitelství připravit před vstupem do praxe. Výzkum byl plánován jako přímé, ale nezúčastněné pozorování, což ztěžovalo stanovení konkrétních výzkumných otázek, jelikož nebylo předem známo, s kým bude spolupráce navázána a jak se bude přesně probíhat. Teprve vstupem do zkoumaného prostředí se začala rodit forma spolupráce mezi výzkumníkem - mnou osobně, a spolupracujícími učiteli.

Následující podkapitoly představí základní výzkumné otázky a výzkumnou metodu. V kapitole 4.3.3 je popsáno, jakým způsobem byly vybrány spolupracující školy, tedy i učitelé, a školy jsou stručně charakterizovány.

4.3.1 Výzkumné otázky

Unikátnost jednotlivých školních a třídních prostředí dovolila na počátku vymezit pouze poměrně široké výzkumné otázky zaměřené na tři oblasti: (1) měřicí přístroje v rukou žáků, (2) měřicí přístroje v rukou učitelů a (3) měřicí přístroje ve výuce.

V rámci třech základních okruhů byly formulovány následující výzkumné otázky:

- 3.1 Jakým způsobem se žáci dostávají do kontaktu se školními experimentálními systémy?
- 3.2 Jak dlouho žákům trvá, než samostatně používají školní experimentální systémy?
- 3.3 Jak se učitel připravuje na výuku s měřicími přístroji?
- 3.4 Jaká je role učitele při laboratorním cvičení s měřicími přístroji?
- 3.5 Jakým způsobem je organizována výuka, do které jsou začleněny počítačem podporované experimenty?
- 3.6 Jaké kompetence rozvíjejí žáci prostřednictvím počítačem podporovaných experimentů?

4.3.2 Výzkumná metoda

Případová studie

Pro získání zevrubného obrazu o začleňování počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie byla zvolena strategie případové studie. Cílem výzkumu bylo popsat, jak probíhá přijetí experimentálních systémů a počítačem podporovaných experimentů v reálném školním prostředí nikoli v izolované laboratoři (doslova), kde na žáky a učitele nepůsobí stereotyp známého prostředí a výjimečné podmínky mohou snadno změnit chování účastníků.

Za tímto účelem byla navázána spolupráce s několika učiteli (výběr vzorku viz dále), kteří byli ochotni během celého školního roku 2008/2009 participovat na výzkumu. Z případové studie se tak stala mnohonásobná případová studie.

Data byla během roku shromažďována metodami pozorování a rozhovoru. S učiteli byl při prvním setkání veden strukturovaný rozhovor (Příloha 17), který měl za cíl vymezit, jak bude

⁴⁶ Akční výzkum je forma aplikovaného výzkumu, který má za cíl propojovat teorii s praxí tím, že výsledky výzkumů přenáší do praxe a usiluje tak o změnu aktuálního stavu. Předpokládá se, že aktivní účastí cílové skupiny se zvýší dopad výzkumu. (Více např. v Hendl 2005, Walterová 1997 nebo Pavelková 2012)

výzkumná část probíhat. Pedagožky souhlasily, že výzkum bude založen na přímém, ale nezúčastněném pozorování. První pololetí jsem jedenkrát týdně docházela na školu, abych poznala atmosféru ve třídě a žáci si na mou přítomnost zvykli. Následující pololetí proběhla hlavní výzkumná část, během které žáci prováděli počítačem podporované experimenty. Vyučující souhlasily, že experimenty budou vést osobně, zatímco má role měla být pouze pozorovací (pokud možno bez zasahování do průběhu výuky), v případě potíží při práci s přístroji jsem měla být k dispozici k řešení problémů, nebo poskytnutí teoretické rady. Na základě domluvy s vyučujícími bylo naplánováno, že z hodin, ve kterých budou žáci používat měřicí přístroje, budou pořízeny videonahrávky, neboť vedení terénního deníku během laboratorního cvičení za současné asistence by nebylo možné. Navíc, při laboratorním cvičení, kdy jsou všichni aktivně zapojeni, je psaní deníku velmi náročné a fyzicky nelze pouze jediným pozorováním postihnout vše, co se ve třídě odehrává. Pro vykreslení plastického obrazu třídy byly videonahrávky, a tedy možnost opakovaného zhlédnutí cvičení, nejlepší metodou sběru dat pro jejich následnou interpretaci.

Žáci byli hned na začátku spolupráce informováni o plánovaném výzkumu a před realizací laboratorních cvičení i o záměru pořízení videonahrávek. S natáčením všichni souhlasili a svůj souhlas stvrdili podpisem do formuláře o informovaného souhlasu.

Nahrávky laboratorních cvičení byly po skončení výzkumu opakovaně zhlédnuty, byly z nich pořízeny terénní zápisky, jež tvoří část výsledků z této části výzkumu (kap. 5.3).

Z případových studií byla vybrána jedna reprezentativní, která je podrobněji rozebrána v kapitole 0. Za reprezentativní případ byla zvolena třída, u níž byly pořízené videonahrávky nejlépe vyhodnotitelné co do srozumitelnosti a ve které žáci používali při laboratorních cvičeních připravené pracovní listy (kap 3.2). U této případové studie jsou v přílohách 18-26 uvedeny etnografické popisy vyučovacích hodin s PPE a v kapitole výsledků jsou stručně charakterizována jednotlivá cvičení. Další dvě případové studie, jejichž účastníci používali rovněž připravené pracovní listy, jsou představeny stručně ve shrnutí jednotlivých případových studií, která zároveň přináší odpovědi na otázky kvalitativní části výzkumu. Čtvrtá případová studie kromě shrnutí obsahuje také stručnou charakteristiku realizovaných experimentů, neboť se lišily od předchozích studií.

4.3.3 Výzkumný vzorek

Výběr spolupracující školy mohl proběhnout dvěma základními způsoby: mohli jsme oslovit vyučující, se kterými jsme se setkali v rámci cvičení pořádaných na KUDCH PŘF UK a kteří by tak zároveň měli alespoň minimální zkušenost se školními experimentálními systémy. Druhá možnost byla oslovit maximum učitelů chemie s nabídkou dlouhodobé spolupráce s tím, že jim budu po dobu spolupráce k dispozici jako asistent při laboratorních cvičeních a přípravě výuky s počítačem podporovanými experimenty. Zvolila jsem druhou variantu, neboť tak byl výběr vzorku z mé strany minimálně ovlivněn a navíc jsem mohla získat představu, kolik učitelů je ochotno z vlastní iniciativy navázat dlouhodobou spoluprací.

Výběr vzorku

Navázání spolupráce vypadalo prakticky následovně: na začátku kalendářního roku 2008 jsem v *Rejstříku škol a školských zařízení MŠMT* (<http://rejskol.msmt.cz/>) vygenerovala seznam škol s úplným středním všeobecným vzděláním na území Hlavního města Prahy. V té době bylo podle zadaných kritérií v databázi registrováno 73 škol. K jednotlivým školám jsem vyhledala jejich webové stránky a kontakty na ředitele a učitele chemie s jakoukoli kombinací. Po identifikaci kontaktních údajů zůstalo na seznamu **42 škol**, jež jsem na konci školního roku 2007/2008 oslovila, celkem **127 učitelů chemie** (čtyřem adresátům nefungovaly emailové adresy,

nabídka došla 123 učitelům). Na dopis, ve kterém jsem učitelům chemie nabízela spolupráci, zapůjčení experimentálního systému a osobní asistenci, během pár dnů zareagovalo **devět** učitelů ochotných zapojit se do akčního výzkumu. Těmto jsem v průběhu srpna zaslala seznam experimentů, které by bylo možné začlenit do výuky. Na sklonku prázdnin, kdy učitelé nastupují zpět do škol během přípravného týdne, jsem potenciální partnery kontaktovala s dotazem, kdy by se mohla uskutečnit úvodní schůzka. Nyní zareagovaly **čtyři** učitelé, z nichž jeden oznámil, že se domluví s ostatními kolegy ve škole a ozve se – nestalo se tak. Brzkou schůzku jsme domluvili se **dvěma** kolegyněmi, shodou okolností obě učily na soukromých gymnáziích; pro zachování jejich anonymity je nazýváme gymnázium A a gymnázium B. Při návštěvě učitelky gymnázia A se ke spolupráci přihlásila také kolegyně, která v červnu projevila zájem o začlenění přístrojů do výuky, ale na konci srpna se neozvala z důvodu časové tísně. Po úvodních setkáních, kdy jsme s učiteli chemie domlouvali, jakou formou bude spolupráce probíhat, bylo zřejmé, že tyto dvě spolupracující školy (tři učitelé) mne vytíží natolik, že budu muset zrušit úvodní schůzku a tedy i spolupráci s třetí školou.

Z původního nestratifikovaného vzorku 123 učitelů, jež měli možnost po jeden školní rok zdarma využívat výhod zapůjčení školního experimentálního systému a osobního asistenta, došlo k přirozenému výběru, na jehož konci zůstali čtyři učitelé (3 %), kteří skutečně byli nachystáni na spolupráci, k realizaci došlo však pouze ve třech případech učitelů na dvou pražských gymnáziích.

Zapojené školy, učitelé a žáci

Během úvodního setkání na začátku září 2008 jsme s učiteli kromě formy spolupráce hovořili také o třídách, které se výzkumu zúčastní.

Na **gymnáziu A** jsem spolupracovala se dvěma učitelkami chemie, nazýváme je paní **Modrou** a paní **Malou**. S paní Modrou, jsem se již znala, neboť se třídou navštívila laboratorní cvičení pořádané na KUDCH PŘF UK a o další návštěvy či spolupráci měla zájem. Nepřekvapilo mne tedy, že byla mezi prvními, kteří odpověděli na nabídku trvalejší spolupráce. Pro výzkum jsme společně vybraly třídu septimu (přírodovědného zaměření), kterou navštěvovalo 16 žáků.

Druhá učitelka chemie na gymnáziu A, paní Malá, učila chemii ve skupinách přírodovědně i humanitně zaměřených. Do spolupráce jsme se ale rozhodly zapojit přírodovědné třídy kvinty a sexty, protože v těchto třídách byl menší počet žáků, což umožňovalo individuálnější přístup a menší počet žáků připadajících na jeden přístroj. V kvintě bylo 8 žáků, v sextě pak 9.

Gymnázium B, má vzhledem k velikosti školy pouze jednu vyučující chemie, paní **Tichou**, se kterou jsme pro výzkum zvolily kvintu (17 žáků).

Tabulka 2 - Přehled spolupracujících škol a tříd

Škola	Vyučující	Třída (označení)	Počet žáků
Gymnázium A	p. Malá	Kvinta (A-5)	8
		Sexta (A-6)	9
	p. Modrá	Septima (A-7)	16
Gymnázium B	p. Tichá	Kvinta (B-5)	17

Podrobnější informace o vyučujících přináší kapitola výsledků 5.3.1.

Charakteristika škol⁴⁷

Gymnázium A je sídlištní školou v komplexu, v jehož druhém křídle je současně základní škola. Ve školním roce 2008/2009 se na gymnáziu vzdělávalo téměř 500 žáků ve 26 třídách a pedagogický sbor tvořilo 46 členů, což řadí školu mezi středně velké pražské školy. Ačkoli škola sídlí v budově Hlavního města Prahy, jejím zřizovatelem je společnost s ručením omezeným. Škola funguje od roku 1996, takže v roce konání výzkumu, měla za sebou 14 let činnosti. Nabízí 4leté, 6leté a 8leté obory studia; mottem školy je poskytovat klasické vzdělání s využitím moderních metod a snahou pomoci žákům nalézt oblasti, v nichž budou úspěšní. Škola nabízí zvláštní péči o žáky se specifickými poruchami učení, kteří jsou začleňováni se zvláštním ohledem do běžných tříd nebo tvoří specializované třídy; tato skupina tvoří cca 15 % přijatých uchazečů. Poměrně vysoký podíl tvoří žáci-cizinci, kteří však absolvovali základní školu v České republice. Škola je solidně technicky vybavena a postupně inovuje další prostory. Do školy se vstupuje přes turnikety, čímž má být zajištěna evidence docházejících osob, ale i bezpečnost žáků a zaměstnanců.

Gymnázium B se nachází v širším centru Prahy, v klidné vilové čtvrti a sídlí v prvorepublikové školní budově. Školu v roce 2008/2009 navštěvovalo asi 180 žáků v osmi třídách a na škole působilo 21 pedagogů. Škola, jež byla založena roku 1996 a jejímž zřizovatelem je společnost s ručením omezeným, poskytuje všeobecné úplné vzdělání v osmiletém studijním programu. Budovu sdílí gymnázium stejně jako v předchozím případě se základní školou. Prezentace školy a výroční zpráva hovoří o zaměření na vzdělávání cizinců a příslušníků národnostních menšin (zhruba 15 % žáků), speciální výchovu a vzdělávání nadaných žáků. Gymnázium se snaží vycházet vstříc potřebám žáků: je bezbariérové a nabízí žákům nadstandardní konzultační hodiny ze strany vyučujících.

Shrnutí základních charakteristik škol je uvedeno v Tabulka 3.

Tabulka 3 - Obecné charakteristiky zúčastněných škol

	Gymnázium A	Gymnázium B
Lokalita	Okraj Prahy	Širší centrum Prahy
Charakter okolí	Sídliště	Vilová čtvrť
Zřizovatel	spol. r. o.	spol. r. o.
Zahájení činnosti	1996	1996
Počet učitelů	46	21
Počet žáků	Cca 500 (26 tříd)	Cca 180 (8 tříd)
Délka vzdělávání	4, 6, 8 let	8 let
Specifika studia	Žáci se specifickými poruchami učení; žáci-cizinci	Žáci-cizinci; žáci se specifickými poruchami učení

⁴⁷ Uvedená charakteristika vychází ze zpráv České školní inspekce, z důvodu zachování anonymity nejsou v bibliografii uváděny konkrétní dokumenty.

4.3.4 Použité přístrojové vybavení

Pro realizaci laboratorních cvičení bylo použito školní experimentální systém PASCO s příslušenstvím:

1x Xplorer GLX

3x USB Link (zařízení sloužící k připojení čidel do počítače)

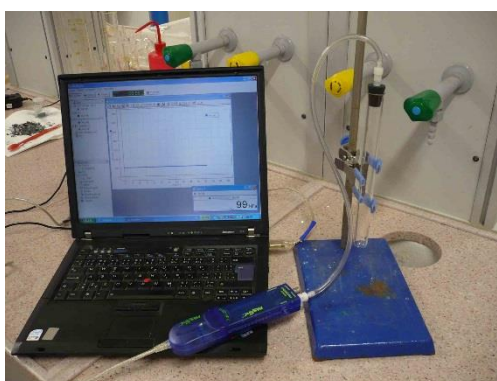
2x senzor obecná chemie (teplota, tlak, pH, napětí)

3x pH elektroda

3x vodivostní čidlo

Měření probíhalo nejčastěji v propojení s notebookem: Asus Eee (3x).

Žáci prováděli měření ve spolupracujícím programu DataStudio 1.9.8.



Obrázek 27 - Ukázka propojení tlakového čidla s počítačem

5 Výsledky a diskuse

Následující kapitoly popisují a zároveň diskutují výsledky uskutečněného výzkumu. V první části (5.1) jsou uvedeny výsledky dotazníkového šetření mezi učiteli a studenty učitelství chemie, v druhé části (5.2) výsledky žákovských dotazníků a třetí část (5.3) prezentuje výsledky kvalitativního výzkumu na spolupracujících školách.

5.1 Učitelé a školní experimentální systémy

Kvantitativní část výzkumu zjišťovala postoje a názory učitelů i studentů učitelství chemie na školní experimentální systémy a počítačem podporované experimenty. Obě skupiny respondentů vyplňovaly dotazníky, které lze najít v příloze 12 a 13. Nejprve představíme výsledky šetření provedeného mezi učiteli chemie (kap. 5.1.1), následně pak výsledky dotazníků studentů učitelství chemie (kap. 5.1.2).

5.1.1 Výsledky dotazníku pro učitele chemie

Dotazník, který měl za cíl zjistit postoje učitelů chemie k experimentálním systémům, byl distribuován učitelům během kurzů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků na jaře roku 2009 a některým účastníkům konference *Počítač ve škole 2009* v Novém Město na Moravě.

Dotazník byl získán od 65 respondentů, z toho 83 % (N = 54) tvořily ženy. Zastoupeny byly všechny věkové kategorie (Tabulka 4): ženy byly průměrně starší, převládala skupina učitelek ve věku 41 až 50 let (N = 24), muži byli spíše mladší – 82 % mužů bylo mladších 40 let.

Tabulka 4 - Věkové rozložení respondentů

Věk	Počet	Muži	Ženy
20-30	9	3	6
31-40	15	6	9
41-50	25	1	24
51-60	15	1	14
neuveдено	1	0	1
celkem	65	11	54

V tabulce níže (Tabulka 5) jsou shrnuty vyučované předměty respondentů. Nejčastější aprobací respondentů byla kombinace chemie – biologie (54 %) a poté jednooborová chemie (18 %). Aprobaci s fyzikou uvedli tři respondenti a výpočetní techniku učila mimo chemii jedna respondentka. Většina učitelů – mužů (55 %) měla stejně jako ženy za druhý předmět biologii.

Tabulka 5 - Aprobace respondentů

Aprobace	Počet	Muži	Ženy
Chemie-biologie	35	6	29
Chemie	12	1	11
Chemie – matematika	9	3	6
Chemie – fyzika	3	1	2
Chemie – německý jazyk	2	0	2
Chemie – tělocvik	2	0	2
Chemie – informatika	1	0	1
neuveдено	1	0	1
celkem	65	11	54

Mezi respondenty byli poměrně rovnoměrně zastoupeni učitelé s různou délkou praxe (Tabulka 6). Mírně převládali zkušení učitelé s praxí nad deset let (58 %). Mladí⁴⁸ učitelé tvořili 15 % respondentů.

Tabulka 6 - Délka praxe respondentů

Délka praxe (roky)	Počet
0-5	10
6-10	15
11-20	19
21 a více	19
neuvedeno	2

Většina respondentů, 66 %, byla z Prahy, neboť kurzy, na kterých byl dotazník distribuován, byly určeny pražským školám. Ostatní učitelé byli z různých měst celé republiky.

Více jak polovina respondentů (61 %) působila v době průzkumu na gymnáziích, část na základních školách (24 %) a středních odborných školách (9 %).

Následující výsledky jsou přiřazeny k číslům dílčím výzkumným otázkám, které byly již uvedeny v kapitole 4.1.1 na s. 73.

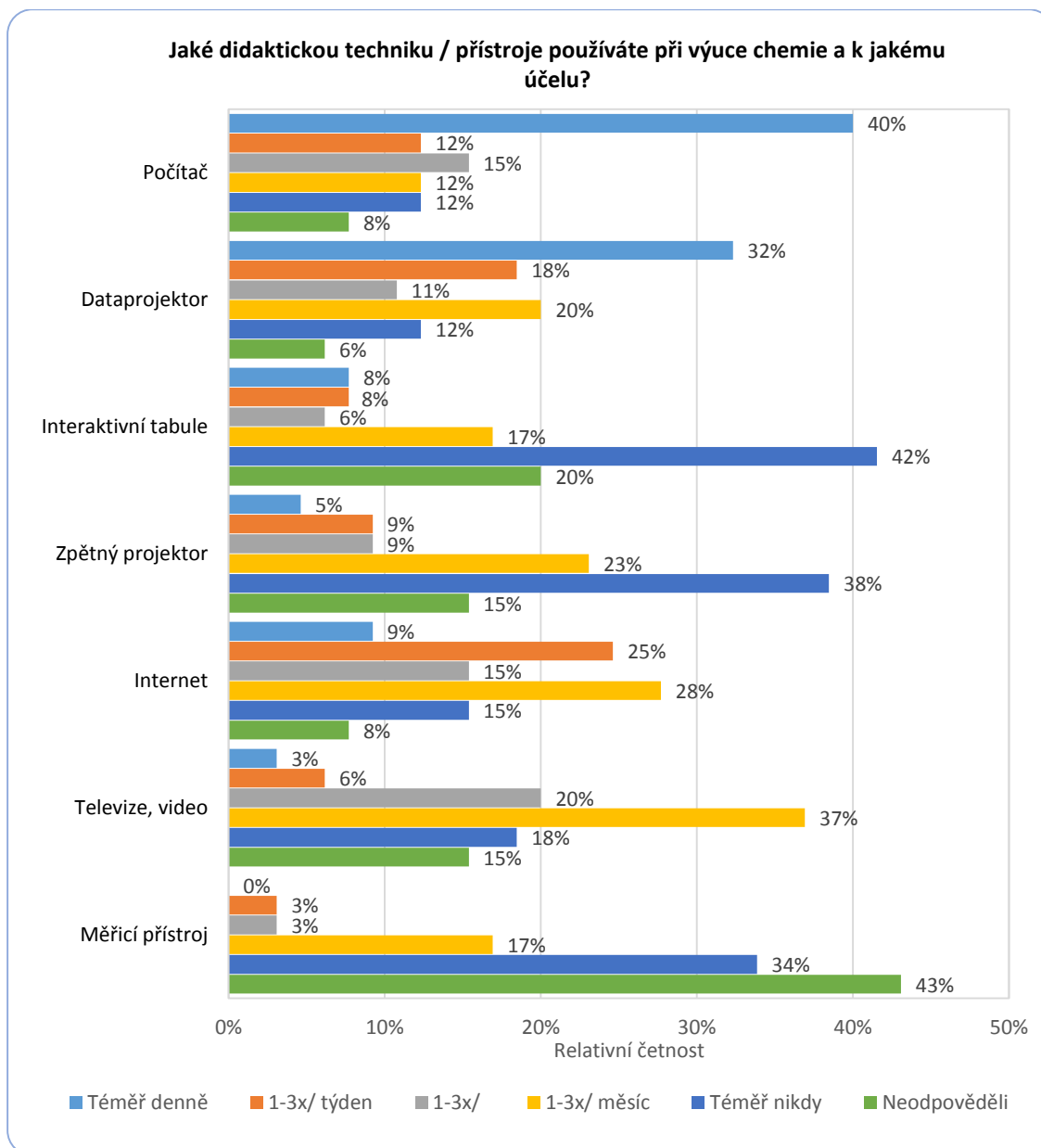
Ot. 1.1 Jaké technické prostředky a jak často využívají učitelé ve výuce chemie?

Úvodní otázka dotazníku zjišťovala, jak často učitelé v hodinách chemie používají techniku. Předpokládali jsme, že čím více budou mít učitelé osobní zkušenost s přístroji ve vyučování, tím pozitivněji budou hodnotit i případné použití experimentálních systémů. Obrázek 28 a Obrázek 29 ilustrují frekvenci užití různých technických pomůcek. Oba obrázky vycházejí ze stejných dat, ale znázorňují je z pohledu použité pomůcky (Obrázek 28) a z hlediska četnosti použití (Obrázek 29).⁴⁹

Nejpoužívanější didaktickou technikou při výuce chemie je počítač, pravidelně jej používá 40 % učitelů (resp. 52 %, kteří PC alespoň každý týden použijí). Relativně malé procento může být dáno tím, že ne každá škola má počítače ve všech třídách, takže nemohou být kdykoli použity ve výuce. Podobné procento učitelů, ale s mírně odlišným rozložením, odpovědělo, že často používají dataprojektor: téměř denně 32 %, minimálně jedenkrát týdně pak celkem 50 % učitelů. Postupně bude narůstat počet učitelů, kteří mají v hodině k dispozici počítač připojený k internetu, a mohou tak žákům promítat různé výukové animace, aktuálně vyhledat informace k diskutovanému tématu, promítnout videopokusy vytvářené na katedrách univerzit nebo i nahrávky pokusů sdílených přes známé internetové servery. V roce 2009 využívalo minimálně jednou za dva týdny internet (blíže neurčeným způsobem) ve výuce téměř 50 % učitelů, z toho 9 % téměř denně. Z dotazníku dále plyne, že zpětný projektor už pomalu ze škol mizí, přesto jej poměrně pravidelně (alespoň jednou za dva týdny) používá celkově 23 % učitelů. Podobně je na tom využití televizoru a výukových videokazet: za dva týdny ji využije alespoň 29 % a dalších 37 % alespoň jednou měsíčně. Interaktivní tabule patřila v roce 2009 stále k málo využívané technice, 42 % učitelů ji skoro nikdy nepoužívá, pouze 8 % má interaktivní tabuli pravidelně k dispozici, respektive 16 % celkem ji alespoň 1x týdně využije. Jakým způsobem je interaktivní tabule využita, tedy jestli je využita její *interaktivita*, nebo slouží víceméně jako promítací plátno, není z výsledků zřejmé.

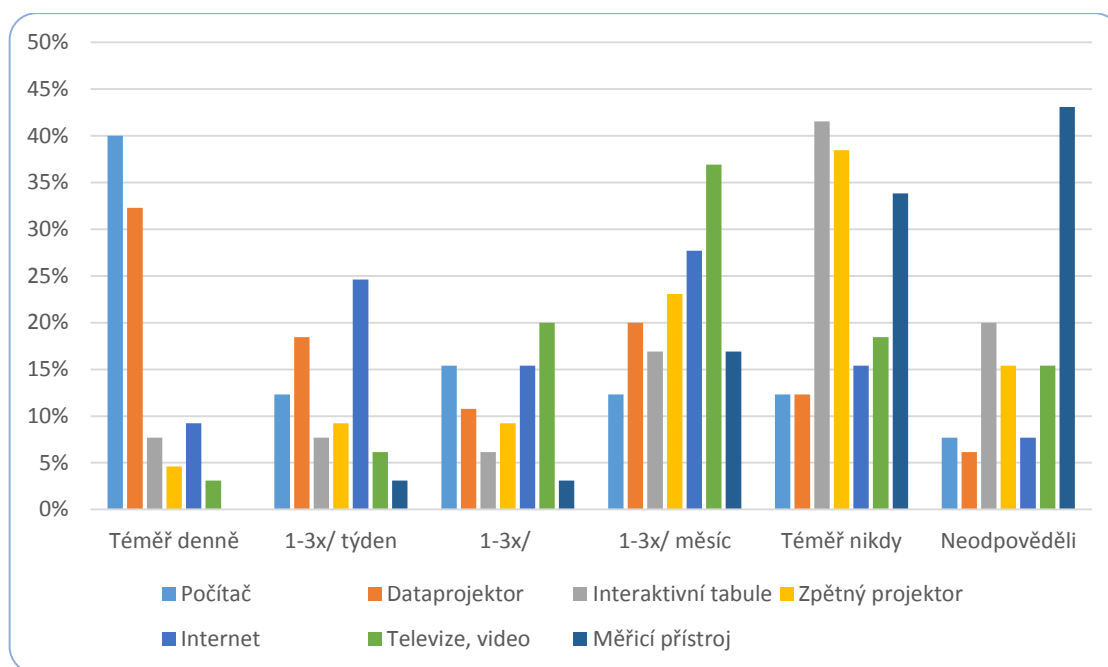
⁴⁸ Jedná se o učitele a učitelky s délkou praxe do pěti let včetně.

⁴⁹ Učitelé, kteří se nevyjádřili k dané položce, zřejmě danou didaktickou techniku vůbec k dispozici nemají, po případně nerozuměli otázce.



Obrázek 28 - Frekvence využití vybrané didaktické techniky

Nejméně využívanou didaktickou technikou byly v roce 2009 měřicí přístroje: 34 % učitelů je nepoužívá téměř vůbec a k nim lze připojit dalších 43 %, kteří neodpověděli, z čehož můžeme odvodit, že je ani nemají k dispozici. Pouze dva učitelé (3 %), a to ze střední chemické školy, používají pravidelně přístroje ve výuce (instrumentální laboratoře jsou povinnou součástí školního vzdělávacího programu), a další dva učitelé používají přístroje přibližně jednou za dva týdny. Jednou měsíčně použije měřicí přístroje 17 % učitelů (N = 11).



Obrázek 29 - Frekvence využití vybrané didaktické techniky: řazení podle času

Jestliže data zobrazíme podle frekvence používání, snáze lze vidět, že denně se nejvíce používá zmíněný počítač s dataprojektorem, zatímco nejméně interaktivní tabule, zpětný projektor a měřicí přístroje.

Ačkoli muži tvořili pouze necelou pětinu respondentů (N = 11), téměř dvojnásobně více jich v hodinách aktivně používá didaktickou techniku, zvláště pak počítač, dataprojektor a interaktivní tabuli (Tabulka 7). Naopak, některé ženy stále často používají zpětný projektor: téměř denně 6 % a dalších 11 % alespoň jednou týdně. Ve využití internetu jsou pohlaví poměrně vyrovnaná, přesto z celkového pohledu využívají muži internet více. Jak jsme viděli v předchozích výsledcích, měřicí přístroj se ve výuce používá zřídka, ale s ohledem na pohlaví jej opět výrazně více používají muži.

Tabulka 7 - Porovnání používání různých technických prostředků podle pohlaví

	Téměř denně		1-3x/ týden		1-3x/ 2 týdny		1-3x/ měsíc		Téměř nikdy		Neodpověděli	
	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž	M	Ž
Počítač	55%	38%	27%	9%	9%	17%	0%	15%	0%	13%	9%	8%
Dataprojektor	55%	28%	18%	19%	18%	9%	9%	23%	0%	13%	0%	8%
Interaktivní tabule	18%	6%	0%	9%	0%	8%	27%	15%	45%	40%	9%	23%
Zpětný projektor	0%	6%	0%	11%	18%	8%	36%	21%	45%	36%	0%	19%
Internet	9%	9%	27%	25%	36%	11%	18%	28%	0%	19%	9%	8%
Televize, video	0%	4%	18%	4%	18%	21%	36%	36%	27%	17%	0%	19%
Měřicí přístroj	0%	0%	9%	2%	9%	2%	36%	13%	18%	38%	27%	45%

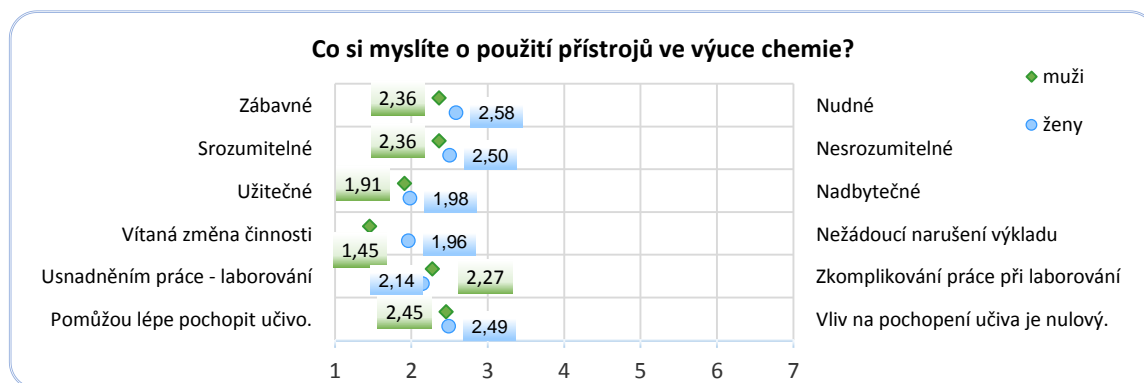
U každé didaktiky technické pomůcky byla možnost napsat, k jakému účelu ji učitel konkrétně využívá, málokdy však učitelé tuto informaci podali. Nejčastěji se učitelé vyjádřili k použití **počítače** (N = 28); ten převážně slouží k promítání připravených prezentací učiva (N = 14), ale také různých obrázků, schémat aparatur a animací (N = 9). Někteří učitelé používají výukové programy na CD či DVD (N = 4) a někteří s využitím počítače opakuji učivo (N = 4). Pouze pět učitelů uvedlo, že používá počítač k pouštění videa (zřejmě videopokusů), od roku 2009 se však nahrávání chemických pokusů značně rozšířilo, takže dnes by byly výsledky s největší

pravděpodobností vyšší. **Dataprojektor** okomentovalo 25 učitelů a převážně se informace kryjí s těmi uvedenými u počítače, protože se dataprojektor nejčastěji používá ve spojení s PC. **Internet** učitelé používají převážně k doplnění informací (N = 13), případně k promítnutí videa (N = 5). **Televize a video** slouží učitelům hlavně k promítání chemických pokusů (N = 17), občas k promítání dokumentů s chemickou tematikou (N = 2). Jsou učitelé, kteří k výuce stále používají **zpětný projektor**, zvláště pro promítání různých schémat a složitějších reakcí a vzorců (N = 6), tři z respondentů jej používají k zápisu poznámek z hodin či procvičování učiva a dva k promítání demonstračních experimentů. K využití **měřicího přístroje** dodalo komentář 18 respondentů, z nichž většina (N = 11) poznamenala, že používají pH metr. Pět uvedlo jako měřicí přístroj váhy, tři respondenti používají voltmetr při výuce elektrochemie a jeden spektrometr značky SPEKOL. Dva respondenti používají čidla připojená k počítači, jeden však pouze s „vybranými studenty“. Jedna respondentka uvedla, že nemá v laboratoři na přístroje dost místa, což potvrzuje požadavek na koncepci školního experimentálního systému jako malého přenosného přístroje.

Ot. 1.2 Jaké postoje zaujímají učitelé k použití přístrojů ve výuce chemie?

Druhá otázka zjišťovala pomocí sedmibodové bipolární škály postoje učitelů k obecnému použití didaktické techniky při výuce chemie. Neutrální stanovisko mělo hodnotu 4, kladné mělo hodnotu menší než 4. Průměrné hodnoty u všech výroků vyšly menší než čtyři, tedy byly vnímány kladně. Nejlépe hodnotí učitelé na přístrojích to, že jsou vítanou změnou činnosti (1,85) a navíc jsou při výuce užitečné (1,95), zároveň považují přístroje za zábavné (2,55) a srozumitelné (2,45), ale v tomto přesvědčení nejsou tolik rozhodní. Podobný výsledek poskytla i otázka zjišťující vliv přístrojů na pochopení učiva (2,48).

Postoje mužů a žen se přitom téměř vůbec nelišily (Obrázek 30). Jediný patrnější rozdíl byl v hodnocení přístrojů jako vítané změny činnosti: muži měli kladnější postoj (1,45) než ženy (1,96).



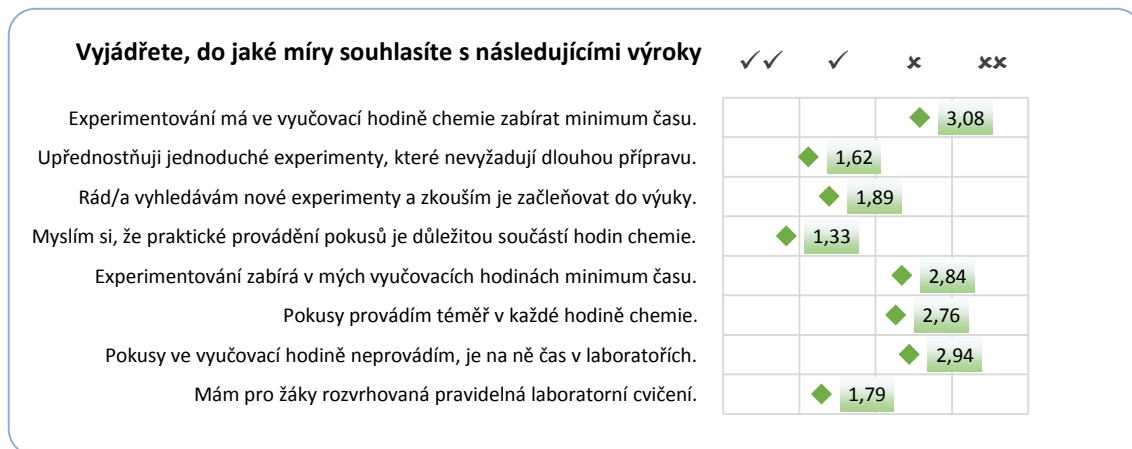
Obrázek 30 – Průměrné hodnoty postojů žen a mužů k výrokům o přístrojích

Ot. 1.3 Do jaké míry je pro učitele důležitý experiment ve výuce chemie?

Jestliže doufáme ve větší prosazení PPE do výuky chemie, je potřeba, aby učitelé chemie měli kladný vztah k experimentům. Postoje učitelů k experimentům zjišťovala další položka sestávající z osmi výroků, ke kterým respondenti vyjadřovali na Likertově škále svůj ne/souhlas. Obrázek 31 zachycuje průměrnou hodnotu na čtyřbodové škále a výsledky naznačují, že pro respondenty je experiment nedílnou součástí výuky (1,33), což potvrzuje také nesouhlas s prvním výrokem o minimálním časovém podílu experimentu v hodině (3,08).

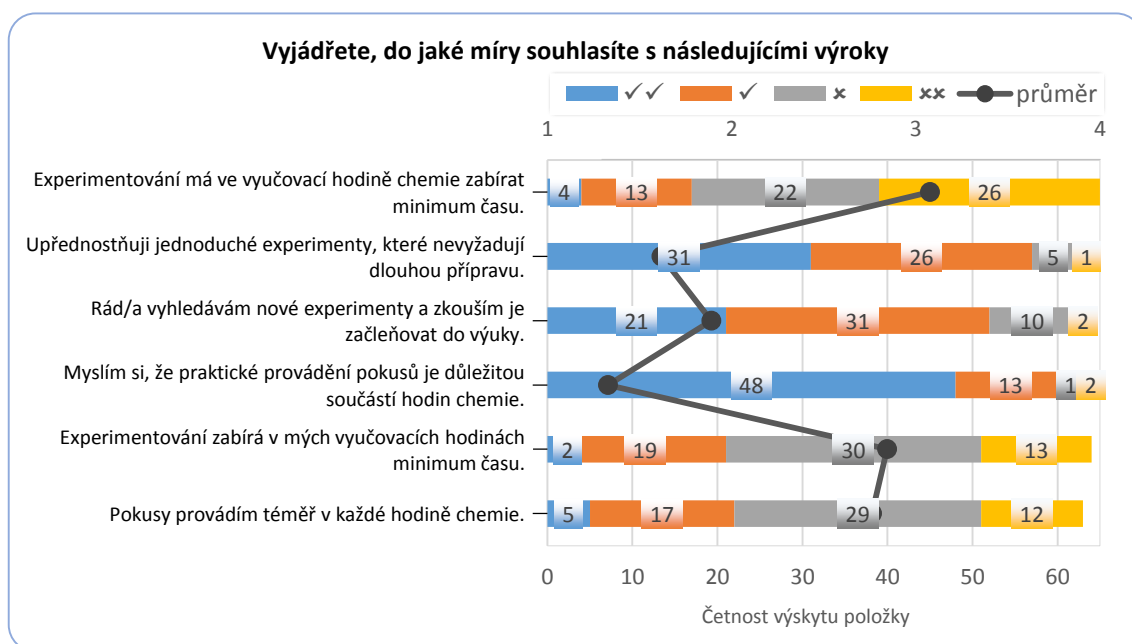
Výsledky výroků týkajících se provádění experimentů byly všechny až nezvykle příznivé. Příčinou může být povědomí učitelů, že experimenty **mají být** součástí hodin chemie, takže odpovědi se blížily tomu, co učí didaktika chemie bez toho, že by ve skutečnosti učitel pokusy prováděl. Druhou a asi pravděpodobnější možností je to, že vzorek respondentů nebyl

dostatečně reprezentativní. Učitelé navštěvující kurzy dalšího vzdělávání nebo učitelské konference jsou totiž většinou aktivní učitelé, tedy ti, kteří pravděpodobně provádějí experimenty v hodině chemie.



Obrázek 31 - Postoje učitelů k provádění chemických pokusů

Při bližším pohledu na výsledky třetí položky zjistíme (Obrázek 32), že pro učitele je většinou experiment naprostou samozřejmostí hodin chemie (N = 48) a celkem souhlas vyjádřilo 95 % respondentů. Rozložení odpovědí u prvního výroku už tak jednoznačné není. Podle 26 % učitelů má experiment v hodině zabírat málo času. S přihlédnutím k výsledku výroku o důležitosti experimentu lze usuzovat, že pro tyto učitele je experiment důležitý, ale nemá na sebe upínat veškerou pozornost, tedy experimenty ve výuce ano, ale krátké.



Obrázek 32 - Postoje učitelů k experimentování, hrubé skóre výroků a průměrná hodnota

Kdo by očekával rozdílné názory mužů a žen na provádění pokusů, bude zklamán. Výsledky dotazníku ukazují minimální a v některých otázkách přímo shodné průměrné hodnoty souhlasu s výroky; genderové hledisko proto nemá smysl diskutovat ani ve výzkumných otázkách 1.4 až 1.8.

Ot. 1.4 Upřednostňují učitelé jednoduché experimenty?

Obrázek 31 také potvrzuje předpoklad, že učitelé budou spíše inklinovat k jednoduchým experimentům (1,62), avšak 10 % respondentů nevádí ani složitějšími pokusy (Obrázek 32). Tato otázka je důležitá vzhledem k počítačem podporovaným experimentům, které vyžadují na začátku více času na pochopení principu práce s experimentálními systémy.

Ot. 1.5 Začleňují učitelé nové experimenty do výuky?

Respondenti výzkumu také povětšinou rádi vyhledávají nové experimenty, které pak používají při výuce (průměr 1,89; 81 %; N = 52), Obrázek 31 a Obrázek 32. Přesto je třeba připomenout, že respondenty můžeme považovat spíše za aktivní učitele, kteří svou výuku chemie rádi inovují.

Ot. 1.6 Kolik času věnují učitelé experimentování ve svých hodinách?

Pátý výrok v třetí položce dotazníku nezjišťoval přímo délku prováděných experimentů, nýbrž to, jestli prováděné experimenty zabírají v hodině minimum času (Obrázek 31 a Obrázek 32). Průměrná hodnota položky je 2,84, tedy respondenti s ním spíše nesouhlasí, 33 % (N = 21) však s výrokem souhlasí, což lze vysvětlit tím, že upřednostňují zmíněné krátké a jednoduché experimenty.

Ot. 1.7 Je experimentování běžnou součástí hodin chemie?

Další výrok zjišťoval, zda učitelé zařazují experimenty do většiny vyučovacích hodin (*Pokusy provádím téměř v každé hodině chemie.*). Přestože respondenti věnují experimentům v hodinách prostor, nezařazují je neustále. S výrokem nesouhlasilo celkem 64 % respondentů (Obrázek 32, N = 41, průměr 2,76). Lze z toho vyvodit, že experiment je vnímán jako důležitý, avšak je zařazován do výuky tehdy, pokud to učitelé považují za účelné.

Ot. 1.8 Jsou pravidelná laboratorní cvičení důvodem k minimálnímu provádění experimentů v běžné vyučovací hodině?

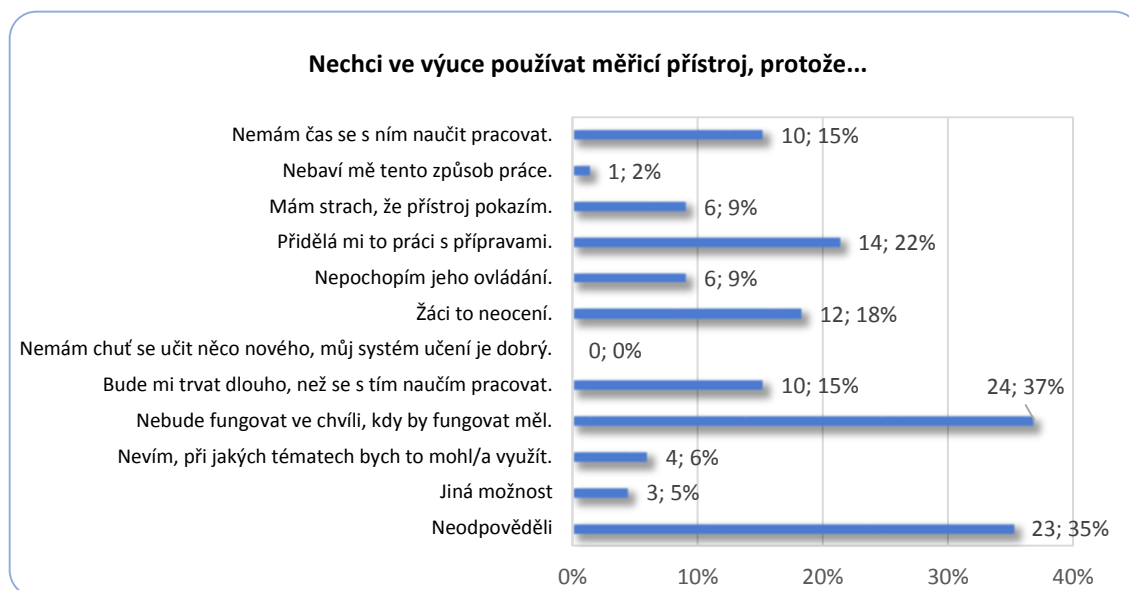
Důvody, proč učitelé neprovádějí v hodinách chemie experimenty, mohou být různé: chybějící vybavení a chemikálie, obsáhlý tematický plán vyžadující zaměření na kvantum předaných informací, nebo osobní nechuť učitele. Mohou zde být ale i pragmatické důvody. Jestliže má učitel pravidelná laboratorní cvičení, pak experimenty provádí právě během těchto hodin. Tuto souvislost se snažily postihnout poslední dva výroky, z nichž jeden zjišťuje zařazení laboratorních cvičení do tematického plánu chemie a druhý provádění experimentů v běžné hodině navzdory laboratorním cvičením (Obrázek 31, Obrázek 32). Většina respondentů má pravidelná laboratorní cvičení se žáky (80 %, průměrná hodnota souhlasu s výrokem 1,79), ale to neznamená, že v běžných hodinách experimenty neprovádějí. S výrokem „*Pokusy ve vyučovací hodině neprovádím, je na ně čas v laboratořích*“ nesouhlasilo 63 % respondentů s průměrným skóre 2,94. Na druhou stranu, 44 % respondentů, kteří mají pravidelná laboratorní cvičení se žáky, odpovědělo, že v hodinách proto tolik experimentů neprovádějí.

Výsledky otázek dotazníku sledujících postoje učitelů k provádění experimentů v hodinách chemie celkově dávají pozitivní výsledek (výzkumné otázky 1.3-1.8). Respondenti považují chemický experiment za důležitou součást hodin chemie a do teoretické výuky jej zařazují i v případě, že žáci mají laboratorní cvičení. Tato zjištění však příliš nekorrespondují s rozhovory vedenými s učiteli chemie, kteří navštívili se svými žáky laboratorní cvičení s instrumentální technikou na PŘF UK. Pro některé učitele je možnost návštěvy laboratorního cvičení jednou z mála příležitostí, zapojit žáky do laboratorní činnosti. Ve svých školách se totiž potýkají s nedostatkem chemikálií i omezeným provozem chemických laboratoří (někdy i s chybějící laboratoří). Pokud tedy provádějí experimenty, pak velmi jednoduché a demonstrační. Pozitivní

výsledek respondentů dotazníku je s velkou pravděpodobností zatížen chybou vzorku respondentů, mezi něž patří učitelé chemie navštěvující další vzdělávání, tedy ti, kteří mají zájem o tipy a náměty pro svou výuku chemie či o tipy na nové experimenty.

Ot. 1.9 Co odrazuje učitele od použití měřicích přístrojů ve výuce chemie?

Začlenění nové didaktické pomůcky s sebou nese několik úskalí, jedním z hlavních je postoj a rezistence učitele vůči inovacím. Čím mohou být obavy ze zařazení školních experimentálních systémů do výuky způsobeny, zjišťovala položka umožňující výběr z několika navržených odpovědí (Obrázek 33).



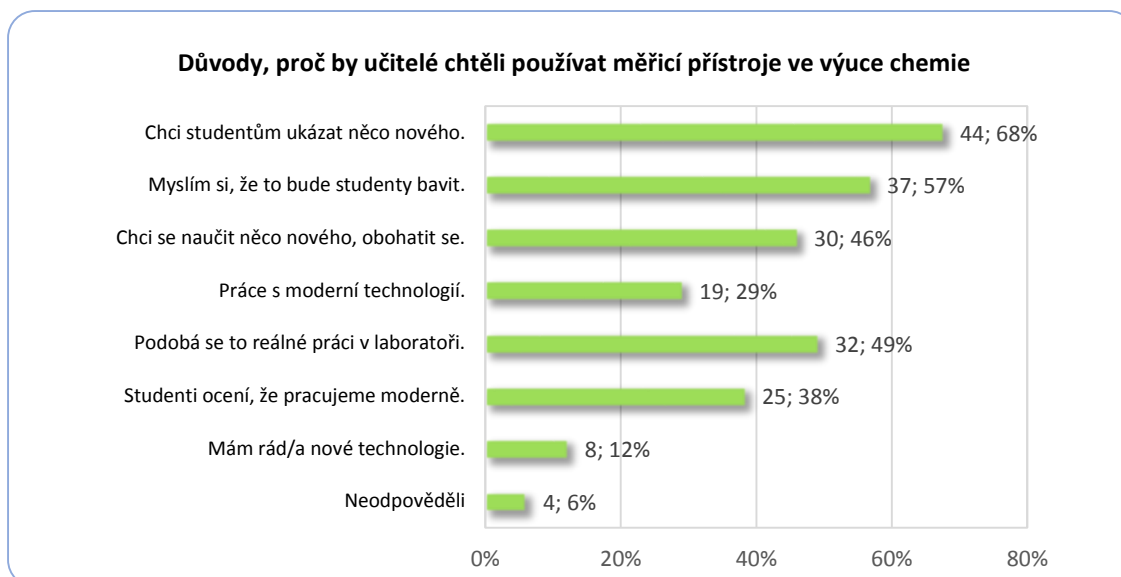
Obrázek 33 – Četnost a relativní četnost důvodů odrazující učitele od použití školních experimentálních systémů

Více jak polovina respondentů se obává technické stránky přístrojů, především náhlých a neznámých výpadků funkce (37 %), kdy přístroj učitele doslova zradí v důležitém momentu, a poté složitosti ovládání (9 %) a možného pokažení (9 %). Zhruba polovina respondentů ovšem uvádí i důvody, které jsou odvislé od nich samotných, a to dokládá, že učitel je skutečně tím klíčovým článkem, na němž záleží, jestli dojde k inovaci výuky. Pětina respondentů (22 %) vidí problém ve ztížení přípravy na hodinu, 15 % má obavy, že stráví dlouhou dobu při zaučování se v práci s přístrojem a 15 % uvedlo časové vyčerpání jinými povinnostmi. Některé respondenty (18 %) také odrazuje očekávaná malá odezva u žáků ve srovnání s vynaloženým úsilím. Až na jednoho respondenta nikdo nevyjádřil, že by mu měřicí přístroje byly cizí a jen čtyři (6 %) si nebyli jisti, při jakých tématech by přístroje začlenili. Třetina respondentů vůbec položku nevyplnila, zřejmě proto, že je na měřicích přístrojích nic neodrazuje – jedna respondentka doslova napsala: „*Nemám co zatrhout, ráda se učím nové věci, jsem ráda za každou inspiraci, kterou mohu žáky nadchnout.*“ Respondenti mezi jinými odpověďmi zmínili to, že poměr cena - výkon je nevýhodný a že nejsou dostupné metodické materiály s tipy, jak efektivně experimentální systémy ve výuce použít.

Obavy mužů a žen z použití experimentálních systémů se příliš neliší, s jediným rozdílem: ženy o poznání více mají strach z toho, že přístroj v nevhodnou chvíli přestane fungovat (42 %).

Ot. 1.10 Jaké důvody vedou učitele k potenciálnímu použití měřicích přístrojů ve výuce chemie?

Měřicí přístroje poskytují učitelům i mnohé důvody, proč je ve výuce použít (Obrázek 34). Nejčastěji respondenti považují měřicí přístroje za prostředek, jak ukázat žákům něco nového (68 %) a přiblížit školní laboratorní cvičení práci v běžné laboratoři (49 %). 57 % si myslí, že žáky bude práce s přístroji bavit (stejně jako samotní učitelé považují přístroje za zábavné), a také se domnívají, že žáci ocení moderní práci (38 %). Téměř polovina respondentů (46 %) se chce naučit něco nového a 12 % uvedlo, že mají v oblibě moderní technologie.



Obrázek 34 - Četnost a relativní četnost důvodů, které vedou k používání přístrojů

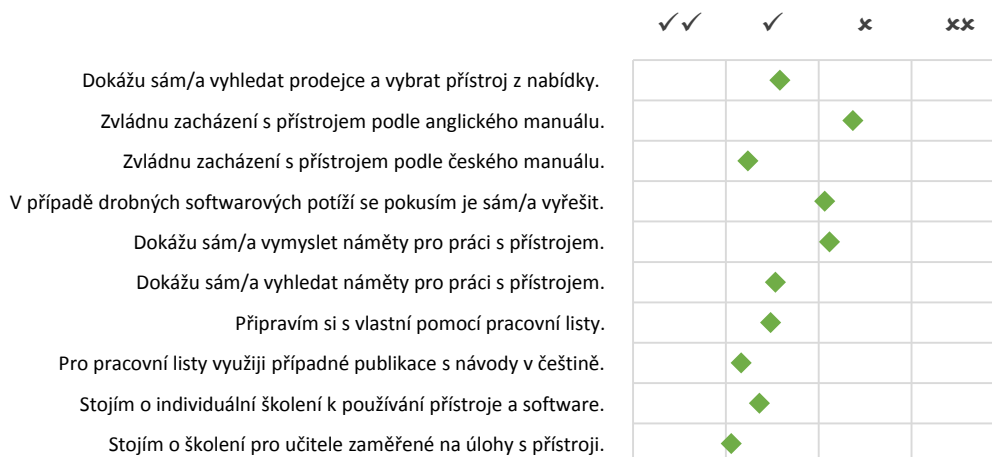
Na otázku v jakých formách výuky by učitelé použili měřicí přístroje, většina respondentů (86 %) odpověděla, že by to byly laboratorní cvičení, 55 % vidí využití měřicích přístrojů v rámci semináře a necelá polovina (40 %) by s pomocí přístroje demonstrovala chemické jevy.

Ot. 1.11 Jaké je sebehodnocení učitelů v případě potenciálního zařazení měřicích přístrojů do jejich výuky chemie?

Na jakoukoli úspěšnou inovaci výuky mají vliv nejen postoje učitele k didaktickému prostředku, ale také to, nakolik si učitelé věří, že dokážou nový prostředek do výuky zařadit. Několik aspektů souvisejících s hodnocením vlastních schopností v případě práce s měřicími přístroji zjišťovala další položka dotazníku o deseti výročí (Obrázek 35).

Učitelé se domnívají, že by sami z dostupné nabídky dokázali vybrat školní experimentální systém a podle českého návodu k použití by s ním dokázali pracovat. Anglický návod představuje pro respondenty překážku; stejně jako nejsou přesvědčeni o tom, že by dokázali vyřešit případné drobné potíže softwarové povahy a vymyslet náměty pro práci. V případě dostupných českých materiálů by je však využili ve výuce, nebo by respondenti byli schopni vyhledat náměty, pomocí nichž by si připravili vlastní pracovní listy. Většina respondentů (90 %) stojí o školení zaměřené na počítačem podporované experimenty a eventuálně i o individuální školení k používání školních experimentálních systémů.

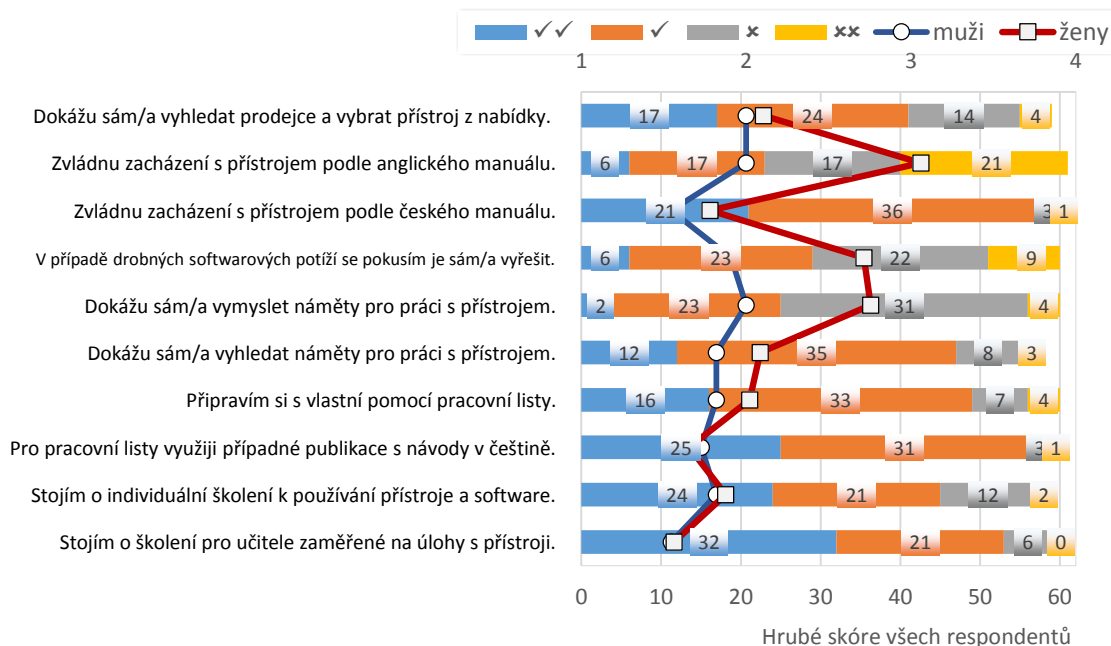
Vyjádřete, do jaké míry souhlasíte s následujícími výroky týkajícími se pořízení výukových měřicích přístrojů a jejich dobrého použití ve výuce.



Obrázek 35 - Souhlas učitelů s výroky, průměr

Obrázek 36 zachycuje rozdíly v odpovědích mužů a žen a zároveň celkovou četnost všech odpovědí. Podle anglického manuálu nezvládnou zacházet s přístrojem ženy, muži jsou přesvědčeni, že anglický návod k použití pro ně spíše nepředstavuje problém. Podobné výsledky byly zaznamenány u posouzení vlastních schopností vypořádat se s drobnými softwarovými potížemi. Zatímco muži se softwarových problémů neobávají, ženy se domnívají, že tyto problémy převážně nezvládnou vyřešit. Co se týká vymýšlení vlastních námětů pro práci s přístrojem, mají muži i v této oblasti větší sebedůvěru, zatímco ženy nejsou přesvědčeny, že by dokázaly náměty vymýšlet samy.

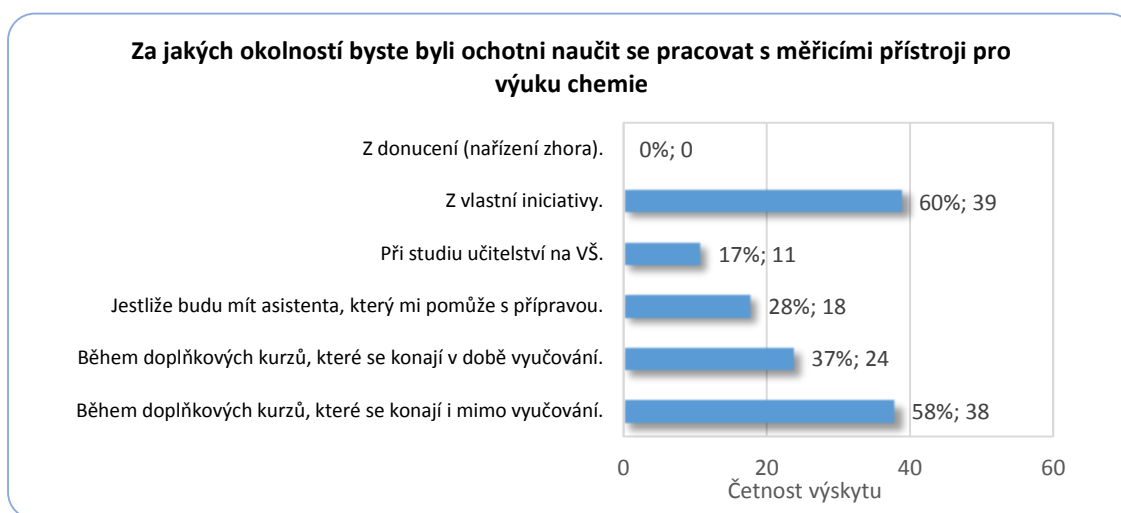
Vyjádřete, do jaké míry souhlasíte s následujícími výroky týkajícími se pořízení výukových měřicích přístrojů a jejich dobrého použití ve výuce.



Obrázek 36 – Průměrné skóre jednotlivých výroků mužů a žen v porovnání s celkovým hrubým skóre

Ot. 1.12 Jaké jsou motivace a okolnosti vedoucí učitele k učení se v práci s měřicími přístroji?

Devátá položka učitelského dotazníku zahrnuje několik tematicky příbuzných otázek týkajících se okolností a důvodů, kvůli nimž by respondenti byli ochotni naučit se pracovat se školními experimentálními systémy (Obrázek 37). Více jak polovina respondentů by chtěla s měřicími přístroji pracovat z vlastní iniciativy (60 %). Doplnkových kurzů ve volném čase by využilo 58 % respondentů, kurzy v rámci pracovní doby vítá 37 % respondentů (skupiny učitelů, kteří by rádi navštěvovali kurzy v době vyučování i mimo vyučování, se částečně překrývají, neboť bylo možné označit současně obě možnosti). O asistenta pomáhajícího s přípravou by stálo 37 % respondentů a 17 % by doporučilo práci s experimentálními systémy během studia budoucích učitelů.



Obrázek 37 - Okolnosti vedoucí učitele k naučení se s měřicími přístroji - četnost a procenta

Shrnutí výsledků dotazníků pro učitele

Celkový pohled na výsledky dotazníků učitelů naznačuje, že učitelé jsou k technice ve výuce, ale i obecně, spíše kladně nakloněni. Většina respondentů již v současné době pravidelně techniku používá, přestože v úvodní otázce dotazníku byly možnosti techniky pojaty dosti široce. Nejvíce zastoupenou didaktickou pomůckou respondentů byl počítač, potažmo dataprojektor sloužící hlavně jako výstupní periferie počítače. Ostatní technické prostředky (video, televizor, meotar) byly využívány méně a lze předpokládat, že jejich význam bude dále klesat s tím, jak poroste množství videonahrávek a obrázků, které lze najít online na internetu. Samotný internet byl sice rovněž zařazen mezi technické didaktické pomůcky, ačkoli je toto vymezení v případě celosvětové informační sítě dosti redukuje. S ohledem na odpovědi učitelů nelze přesně odvodit, jak konkrétně internet v hodinách používají, je však jisté, že jen minimum z nich (15 %) uvedlo, že jej při výuce nepoužívá vůbec. Přesto můžeme s jistotou prohlásit, že průnik internetu do českých škol byla jednou z nejvýznamnějších změn v českém školství v posledním desetiletí, která ale stále nedosáhla svého vrcholu a význam internetu ve výuce ještě vzroste. Jen okrajově používané jsou zatím dle výsledků dotazníků měřicí přístroje. Příčinou je zřejmě jejich malé zastoupení na školách, což může být způsobeno jejich finanční náročností, ale i jednoduše tím, že o jejich existenci a použití vědí pouze ti učitelé, kteří je aktivně vyhledávají, případně navštíví kurz zaměřený na práci s nimi. Základem úspěšného začlenění PPE do výuky je zájem učitelů doprovázet výuku experimenty. Prakticky všichni respondenti považují experimentování za důležitou součást chemie, která by se ve výuce měla pravidelně objevovat, a někteří preferují krátké a snadné experimenty. I když většina respondentů neuváděla měřicí přístroje jako svou běžnou pomůcku, můžeme předpokládat, že vzhledem k pozitivnímu vztahu

k experimentování vůbec i k přístrojům obecně by se v případě dostupnosti měřicích přístrojů mohlo zařadit do jejich učitelských kompetencí. Důvodů, proč využít měřicí přístroje ve výuce, uvádějí sami hned několik, přičemž na prvních místech je snaha ukázat žákům něco nového (to koresponduje s vysokým hodnocením výroku, že přístroje považují za vítanou změnu činnosti) a také přiblížit žákům práci v moderní laboratoři. Respondenti viděli v použití přístrojů i některá úskalí – jednalo se především o obavu z náhlé nefunkčnosti přístroje. Zmiňován byl i nedostatek materiálů (vhodně zpracovaných témat) pro práci s přístrojem, zde však můžeme dodat, že situace se v každém ohledu zlepšuje a materiálů rychle přibývá.⁵⁰ Překážkou, která by mohla znemožnit nasazení přístrojů na školách, se může stát i ryze praktická a opomenutá věc. Velmi významným faktorem se ukázala existence manuálu k přístroji v češtině. Přístroj by také měl být značně robustní a jednoduchý s bezproblémovým chodem. Na závěr je nutné zmínit rozdíly, kterými se liší odpovědi žen a mužů a které čtenář jistě očekává. Zdá se, že mezi respondenty si s technikou „rozumí“ více učitelé – muži. Techniku využívají častěji, ve vztahu k přístrojům se daleko méně bojí jejich poruchy a na rozdíl od žen je neodradí ani anglický manuál nebo drobné softwarové potíže. Není snadné vysvětlit, kde přesně pramení příčina těchto rozdílů, neboť otázky stran postojů k technice obecně vycházejí u mužů i u žen srovnatelně. Je možné dovozovat, že se u současných generací učitelů 30+ jedná o určité „genderové dědictví“ (tedy naučených rolí), které se může časem změnit. Na okraj můžeme připomenout větší zastoupení použití zpětného projektoru ze strany žen – učitelek. Mohlo by se snad jednat o příznak toho, že ženy často chápou techniku především jako prostředek.⁵¹ Ženy také mnohem častěji v dotaznících uváděly obavu z nefunkčnosti – je pravděpodobné, že se nebojí toho, že by přístroj přestal fungovat zcela, ale toho, že by ztratily čas řešením technického problému na úkor důležitějších činností. Počítačová technika byla dříve (nejen na školách) doménou odborníků, za posledních několik let ale došlo k radikálnímu posunutí přístrojů vůči běžným uživatelům, jsou více *user friendly*. Jestliže byly dříve počítače spíše mužskou zábavou, dnes to již přestává platit. To samé by se mohlo týkat i přístrojů a použití techniky ve výuce vůbec. Pokud budou také *user friendly*, nebudou své uživatele zatěžovat nutností sofistikované údržby (instalace nového firmwaru, ovladačů, složitého nastavení) a můžeme předpokládat, že v používání přístrojů nebude mezi muži a ženami výraznějších rozdílů.

Okamžitě se však nabízí otázka, jak to udělat, aby školní experimentální systémy byly přitažlivé i ženám učitelkám? Nemůžeme ovlivnit to, jak daný přístroj vypadá nebo jaké má možnosti, čili samotnou didaktickou pomůcku si můžeme nejvýše vybrat z dostupné nabídky. Jednou z mála dalších možností je seznámit učitelky (i učitele) s měřicími systémy tak, aby měli možnost je velmi dobře poznat a vytvořit si k nim vztah. To je možné při kurzech dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků nebo při studiu učitelského oboru na vysoké škole. Jaké názory mají studenti učitelství chemie na měřicí přístroje ve výuce, přináší následující kapitola.

5.1.2 Výsledky dotazníku studentů učitelství chemie

Při popisu designu výzkumu zaměřeného na postoje učitelů a studentů učitelství navazovaly dílčí výzkumné otázky týkající se studentů učitelství na otázky spojené s postoji učitelů chemie. Níže jsou prezentovány výsledky dotazníku studentů učitelství chemie, které číselně navazují na předchozí otázky.

⁵⁰ Jak již bylo řečeno, čeští distributoři systémů PASCO a Vernier mimo samotných systémů poskytují také náměty a pracovní listy k počítačem podporovaným experimentům.

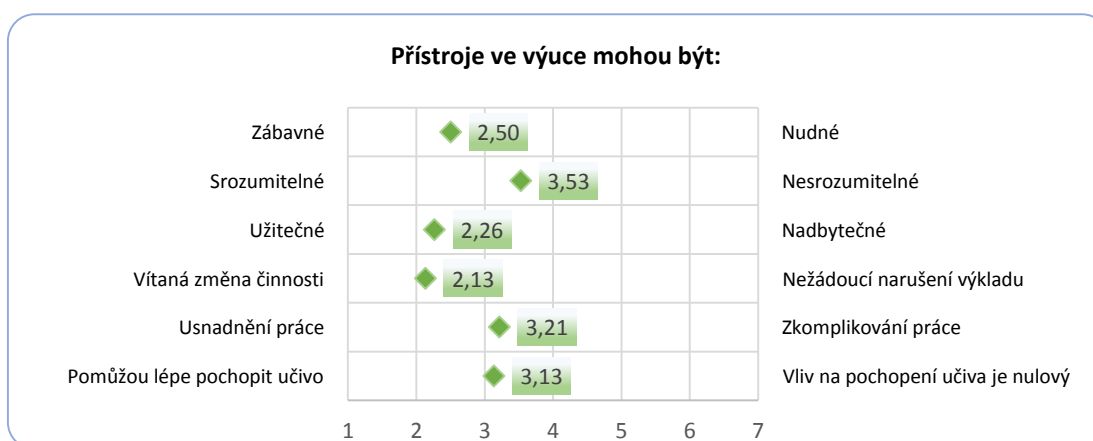
⁵¹ Úvaha by mohla vypadat následovně: Chci promítnout schéma, které mám na fólii. Mám použít zpětný projektor nebo dataprojektor? Zpětný projektor stačí pouze zapnout, ale s dataprojektorem musím fólii nejprve naskenovat, přenést do daného počítače, zapnout dataprojektor a doufat, že se mezitím nic nepokazí. Co je pro mě časově výhodnější?

Dotazníky byly administrovány během třech akademických let, dohromady 38 studentům. Většinu opět tvořily ženy – 66 % (N = 25), muži 34 % (N = 13).

Ot. 1.13 Jaké postoje zaujímají studenti učitelství k použití přístrojů (obecně) ve výuce chemie?

Studenti učitelství mají k použití přístrojů ve výuce celkově spíše pozitivní přístup – průměrné hodnocení jednotlivých výroků se nacházelo spíše v oblasti kladných hodnocení (Obrázek 38). Nejvíce respondenti oceňovali, že přístroje v hodinách představují vítanou změnu činností, naopak nejméně, ale stále kladně, hodnotili přístroje jako srozumitelné. Přesto právě v tomto aspektu se výsledky zřetelně liší od výsledků učitelů chemie, kteří hodnotí srozumitelnost přístrojů až o jeden bod lépe než studenti učitelství. Porovnáním výsledků obou skupin můžeme říci, že i v ostatních hodnoceních jsou učitelé o něco optimističtější než jejich budoucí mladší kolegové.

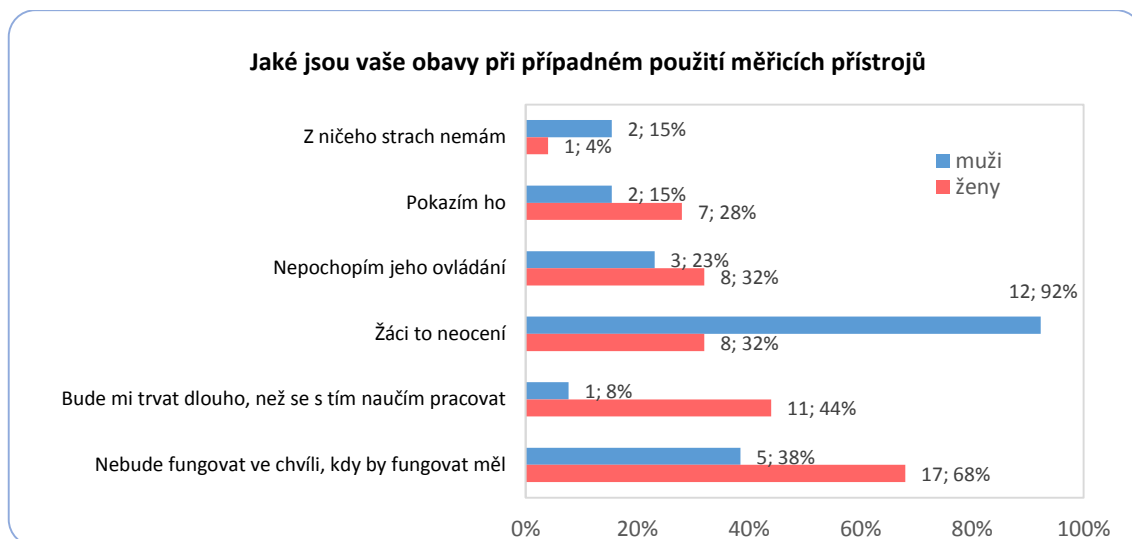
Studenti a studentky se v hodnocení výroků v podstatě neliší, a proto Obrázek 38 zobrazuje pouze průměrné hodnoty.



Obrázek 38 – Postoje studentů učitelství k přístrojům ve výuce

Ot. 1.14 Co odrazuje studenty učitelství od použití měřicích přístrojů ve výuce chemie?

Studenti učitelství se nejvíce obávají (53 %, N = 20), že jejich žáci neocení počítačem podporované experimenty (Obrázek 39). Zajímavé je, že tuto obavu sdílí téměř všichni respondenti – muži. U žen je tato obava až na třetím místě. Druhým důvodem, který nepřeje použití měřicích přístrojů v hodinách, jsou očekávané komplikace ohledně funkčnosti přístroje, který „nebude fungovat ve chvíli, kdy by fungovat měl“. Tuto obavu naopak sdílí skoro dvakrát častěji ženy (68 %) než muži (38 %). Třetím důvodem, který uvádí téměř polovina žen (44 %), je očekávání příliš časově náročného zaučování se s přístrojem. Naprostá většina mužů v tomto bodě žádný problém nevidí.

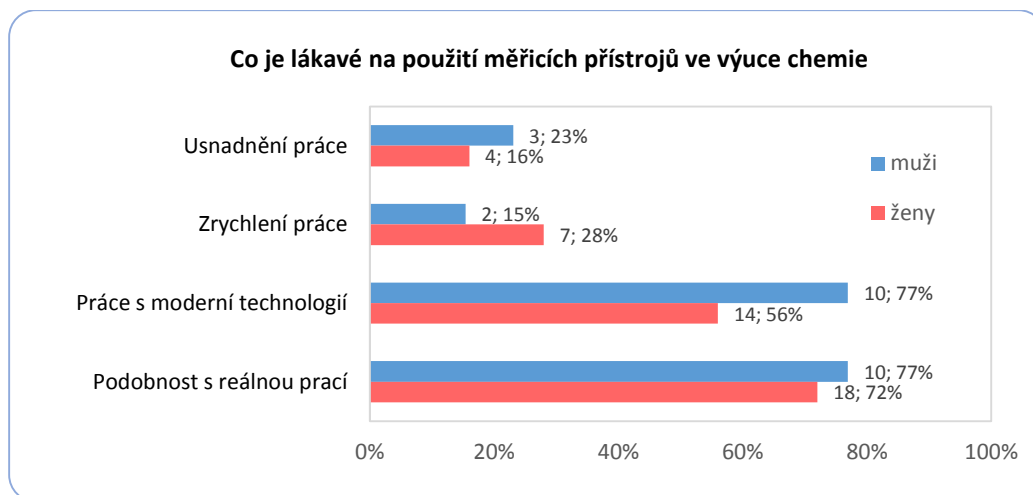


Obrázek 39 – Četnost a relativní četnost důvodů odrazující studenty učitelství (muži x ženy) od použití školních experimentálních systémů

V porovnání s výsledky zkušenějších učitelů (Obrázek 33, s. 91) působí očekávání studentů učitelství mnohem pesimističtější dojmem, zvláště co se týká odhadu, jak budou na přístroje reagovat žáci ale i ve vyšší nedůvěře ve funkčnost přístroje. Vzhledem k tomu, že respondenti – studenti byli během jednoho cvičení předmětu *Experimenty ve výuce chemie I* (viz kap. 4.1.3, s. 76) seznámeni se školním experimentálním systémem a absolvovali na něm tři počítačem podporované experimenty, musíme si položit otázku, čím je taková nedůvěra studentů způsobena. Z provedeného dotazníkového šetření nelze jednoznačně tuto otázku zodpovědět, můžeme však spekulovat, že v průběhu cvičení mohlo dojít ve více případech k technickým problémům. Je třeba připomenout, že se školním experimentálním systémem se budoucí učitelé setkají pouze během jediného cvičení, s tím souvisí i skutečnost, že nemají dostatečné množství času na důkladné seznámení se s možnostmi experimentálního systému. Navíc jejich motivace může být snížena vědomím, že po skončení cvičení se s konkrétním experimentálním systémem dlouho nebo vůbec neseťkají.

Ot. 1.15 Jaké důvody vedou budoucí učitele k potenciálnímu použití měřicích přístrojů ve výuce chemie?

Nejčastější důvod, proč ve výuce chemie použít měřicí přístroje, je podle studentů učitelství podobnost s reálnou prací (74 % respondentů), viz Obrázek 40. Dalším důvodem, který uvádějí více muži (77 %) než ženy (56 %), je „práce s moderní technologií“. Obě tyto možnosti učitelé zmiňují méně (viz Obrázek 34, s. 92). Mnohem méně často uvádějí studenti učitelství jako důvod, proč používat ve výuce měřicí přístroje, zrychlení a usnadnění práce. Nicméně, tyto odpovědi korespondují s výsledky předchozí otázky, kdy se více jak polovina respondentů vyjadřuje, že očekává při práci s přístroji problémy (Obrázek 39).

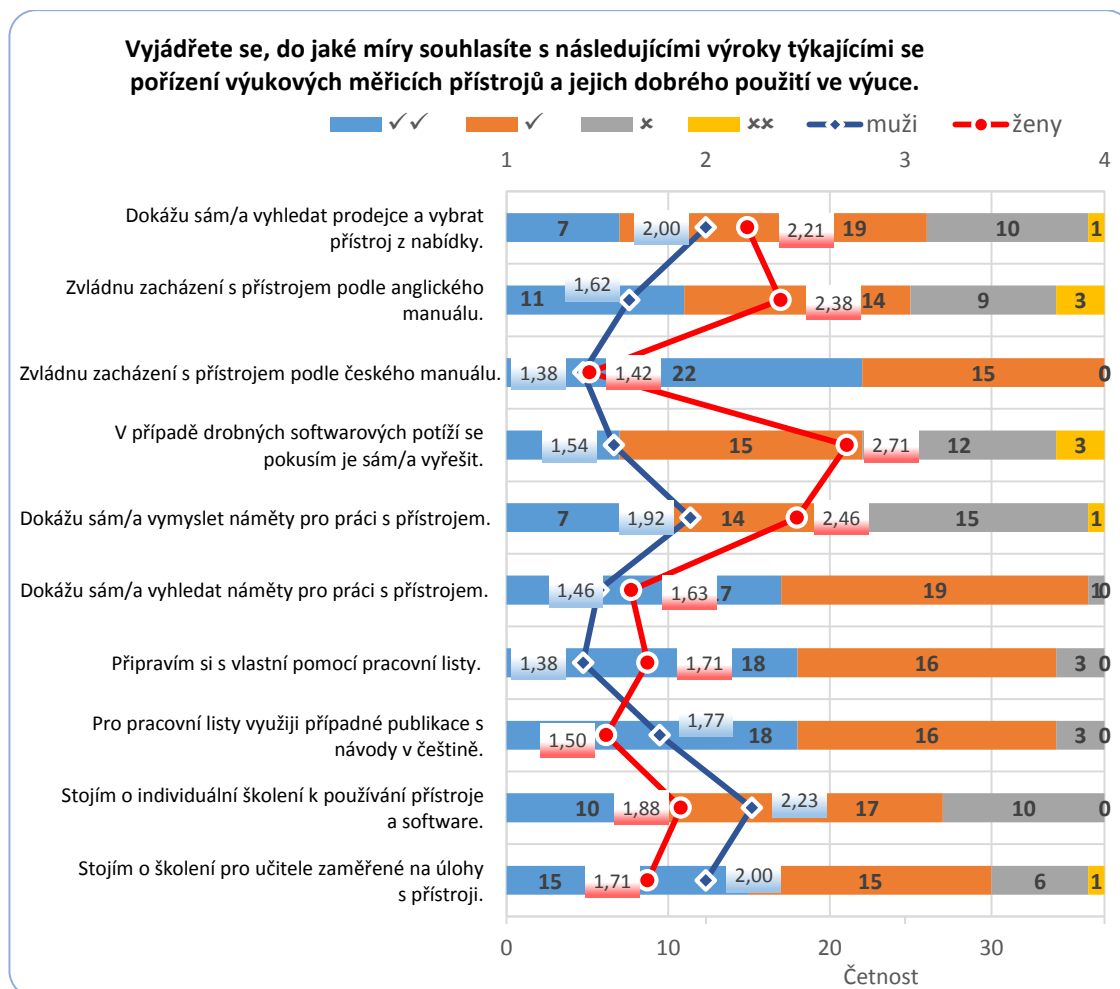


Obrázek 40 – Četnost a relativní četnost důvodů motivující studenty učitelství (muži x ženy) k použití školních experimentálních systémů

Ot. 1.16 Jaké je sebehodnocení studentů učitelství v případě potenciálního zařazení měřicích přístrojů do jejich výuky chemie?

Co se týká hodnocení vlastních schopností ohledně zařazení měřicích přístrojů do výuky chemie, dá se říci, že studenti učitelství se ve svém pohledu příliš neliší od učitelů chemie. Jsou spíše přesvědčeni, že dokáží vybrat z přístrojů na trhu, zvládnou zacházet s přístrojem podle českého manuálu, dokážou sami vyhledat náměty pro počítačem podporované experimenty, připraví si svépomocí vlastní pracovní listy, k čemuž využijí případné publikace s návody v češtině (Obrázek 41).

Zajímavé je, že část výsledků se shoduje i s ohledem na genderové rozdíly. Platí, že anglický manuál je pro studentky větší komplikací než pro studenty. Přesto je však nutné uvést, že studentky učitelství udávají (na rozdíl od učitelek), že si s přístrojem podle anglického manuálu spíše poradí (průměr ženy 2,38). Rozdíl mezi ženami a muži zůstal zachován také v položce týkající se řešení případných softwarových problémů, kde si opět mnohem více věří muži. Muži také častěji vyjadřovali přesvědčení, že dokáží sami vymyslet náměty pro počítačem podporované experimenty. Co se týká zájmu o případné školení zaměřené na používání školního experimentálního systému nebo počítačem podporovaných experimentů, studenti učitelství se v této oblasti vyjadřují kladně, ale za zmínku stojí, že zájem mužů je menší než zájem žen. Na základě předchozích odpovědí se lze domnívat, že muži si více věří, že se přístroj naučí ovládat sami.



Obrázek 41 – Četnost jednotlivých výroků mužů a žen v porovnání průměrnou hodnotou souhlasu

Ot. 1.17 Při jakých tématech by studenti učitelství využili školní experimentální systémy?

Studenti učitelství na položenou otázku, v jaké oblasti chemie by si dovedli představit využití školních experimentálních systémů, nejčastěji uváděli analytickou chemii (95 %), dále pak obecnou chemii (71 %), méně anorganickou chemii (26 %) a biochemii (26 %) a nejméně organickou chemii (18 %), Tabulka 8.

Tabulka 8 - Oblasti chemie, kdy by studenti využili měřicí přístroje

Kdy použít přístroj	Hrubé skóre	Relativní četnost
Obecná chemie	27	71%
Anorganická chemie	10	26%
Organická chemie	7	18%
Biochemie	10	26%
Analytická chemie	36	95%

V dotazníku byl také prostor k tomu, aby studenti navrhli konkrétní témata, ve kterých by bylo možné přístroje použít. Nejčastěji by studenti přístroje využili při výkladu pH, dále pak vodivosti a spektrometrii. Ve výběru studentů se patrně odráží, jaké úlohy studenti během cvičení absolvovali. Objevovalo se i množství jiných odpovědí, jako např. chromatografie, elektrolýza, HPLC.

Shrnutí výsledků dotazníků pro studenty učitelství chemie

Také studenti učitelství jsou vůči technice obecně pozitivně naladěni, ne však tolik jako respondenti učitelé. Použití přístrojů ve výuce studenti přiznávají několik výhod – oceňují na nich blízkost s reálnou prací v laboratoři a zároveň modernost, která by mohla být žákům blízká. Naopak, jen málo z nich chápe přístroje jako usnadnění, či zrychlení práce. Obávají se často technických problémů a náhlé nefunkčnosti přístroje, zároveň jsou mnozí z nich (a skoro všichni muži) přesvědčeni, že žáci práci s přístroji beztak neocení. Ženy se více bojí poruch a dlouhého zaučování s přístrojem. Také studenti učitelství by u nového přístroje ocenili spíš český manuál, nicméně anglický pro ně nepředstavuje zásadní překážku. Také mezi studenty učitelství chemie lze zaznamenat genderové rozdíly v jejich náhledu na přístroje. Muži a ženy se dále liší v přesvědčení, do jaké míry by zvládli práci s přístrojem. Ženy mnohem méně věří, že by zvládly obsluhu přístroje podle anglického manuálu a ještě více se obávají řešení drobných softwarových potíží. Postoje studentů učitelství k použití přístrojů ve výuce jsou o něco méně nadšené než postoje učitelů, přesto si naopak studenti učitelství více věří v tom, že dovedou vymyslet nebo vyhledat úlohy, nebo připravit pracovní listy. Využití školních experimentálních systémů vidí budoucí učitelé především v oblasti analytické a obecné chemie.

Celkovým porovnáním výsledků dotazníků učitelů a studentů učitelství vyvstává zajímavé zjištění, že studenti učitelství nezaujímají tak kladné postoje ke školním experimentálním systémům jako jejich starší kolegové, byť si studenti více věří v případném používání anglických návodů nebo schopnosti vytvářet vlastní materiály. Jak již bylo naznačeno výše, ne právě nadšená odezva k přístrojům může být zapříčiněna tím, jakým způsobem se momentálně studenti učitelství na PŘF UK poprvé (a možná i nadlouho naposled) se školními experimentálními systémy setkají. Tři počítačem podporované experimenty během jediného laboratorního cvičení je poměrně náročné zvládnout, a v pracovně nabitém cvičení nemají studenti šanci poznat možnosti experimentálního systému blíže, když napínají své síly především k tomu, aby cvičení zvládli ve vymezeném čase. Přesto respondenti uváděli pH metr a spektrofotometr (58 %) jako svou volbu v případě možného pořízení jakýchkoli přístrojů do výuky chemie; 21 % studentů uvádělo, že by chtělo přímo celou sadu čidel, to znamená, že školním experimentálním systémům „dávají šanci“. Jen zůstávají skryty příčiny rozdílného hodnocení přístrojů ve srovnání s učiteli z praxe. Vysvětlením může být, že způsob práce s experimentálními systémy, ale i diskuze nad možnostmi začlenění PPE do výuky vyžaduje delší čas, což jediné cvičení nemůže plně pokrýt. Pokud se navíc při cvičení vyskytnou nějaké obtíže technického rázu, snadno si studenti učitelství spojí experimentální systémy s problematickou didaktickou pomůckou. Cílem by mělo být, aby si budoucí učitelé byli vědomi, že občas menší problémy nastat mohou, ale oni budou schopni je hravě vyřešit – to se naučí jen systematickou prací s přístroji. Ideální se tak jeví, aby počítačem podporované experimenty byly součástí studijních plánů oborů učitelství přírodovědných předmětů, minimálně jako povinně volitelný předmět.

5.2 Žáci a školní experimentální systémy

Kapitola 5.2 přináší výsledky dvojího kvantitativního šetření provedeného mezi žáky středních škol. Jednalo se o vybraný vzorek, který se zúčastnil také dlouhodobého výzkumu (kvalitativní část), jehož výsledky jsou uvedeny v kapitole 5.3. Žáci na začátku a na konci výzkumu vyplňovali dotazník, který mimo jiné sledoval, zda se proměnili jejich postoje k přístrojům ve výuce na základě absolvování několika počítačem podporovaných experimentů.

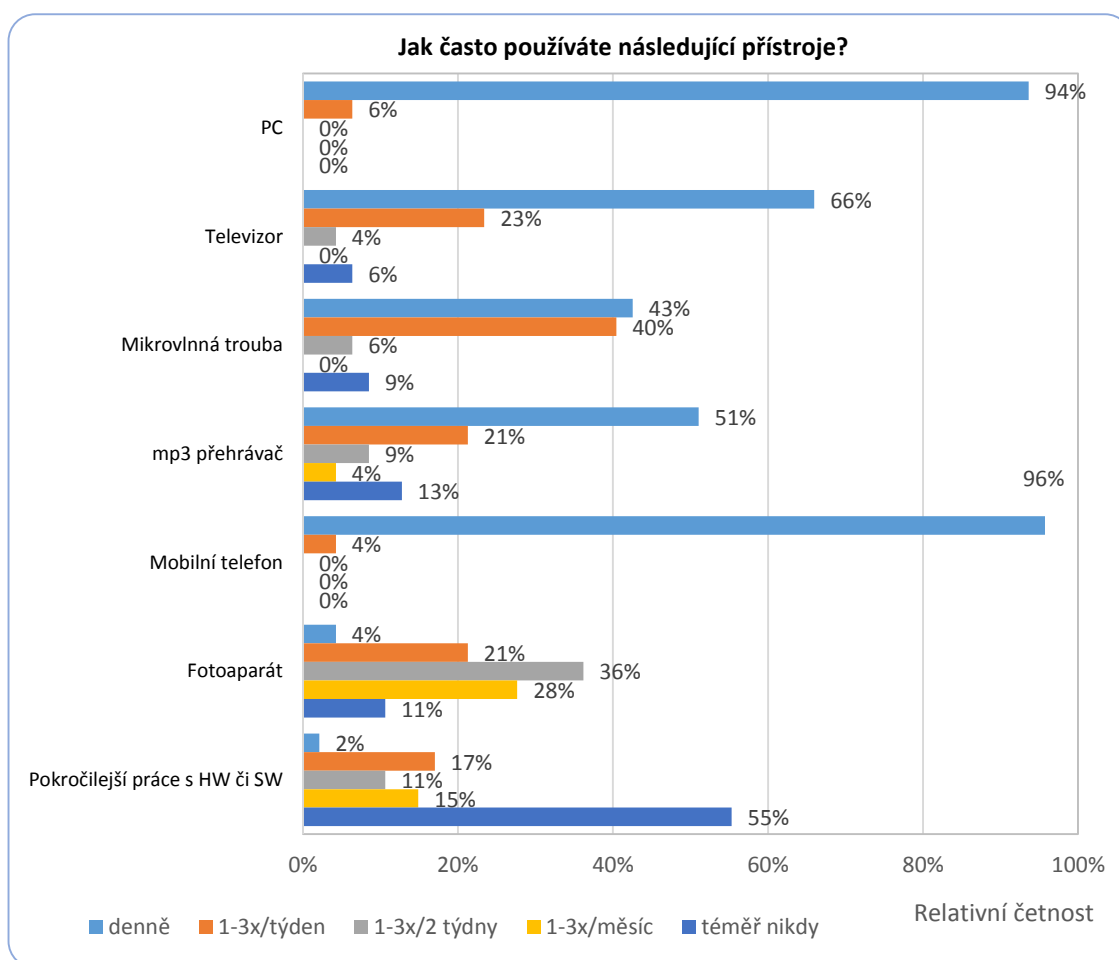
5.2.1 Výsledky vstupního dotazníku žáků

Do výzkumu byli zapojeni žáci čtyř tříd ze dvou škol, dohromady vzorek tvořilo 50 žáků. Vstupní dotazník se podařilo získat od 47 žáků, z toho dívek bylo 25 (53 %). Výsledky jsou uvedeny ve vztahu k dílčím výzkumným otázkám, které byly uvedeny v kap. 4.2.1.

Ot. 2.1 Jak často žáci v běžném životě používají vybrané typy přístrojů.

Úvodní otázka žákovského dotazníku zjišťovala, jak často se žáci setkávají s konkrétními typy techniky v běžném životě (Obrázek 42). Do výběru bylo zahrnuto několik různorodých přístrojů, které pokrývaly jak domácí spotřebiče, tak mobilní telefony nebo mp3 přehrávače. Z výběru se poněkud vymyká poslední možnost, *pokročilejší práce s hardwarem a softwarem*, která mířila k nepřímému zjištění nadprůměrné počítačové zdatnosti.

Zcela podle očekávání žáci uváděli každodenní užití mobilního telefonu i počítače. Podle průzkumu většina respondentů sleduje pravidelně televizi (66 % denně), dalších 23 % alespoň 1-3x za týden. Poměrně časté bylo podle žákovských dotazníků také využívání mp3 přehrávačů a mikrovlnné trouby, méně pak fotoaparátu. Jen 19 % žáků zmiňovalo pokročilou práci s hardwarem a softwarem alespoň jednou týdně.



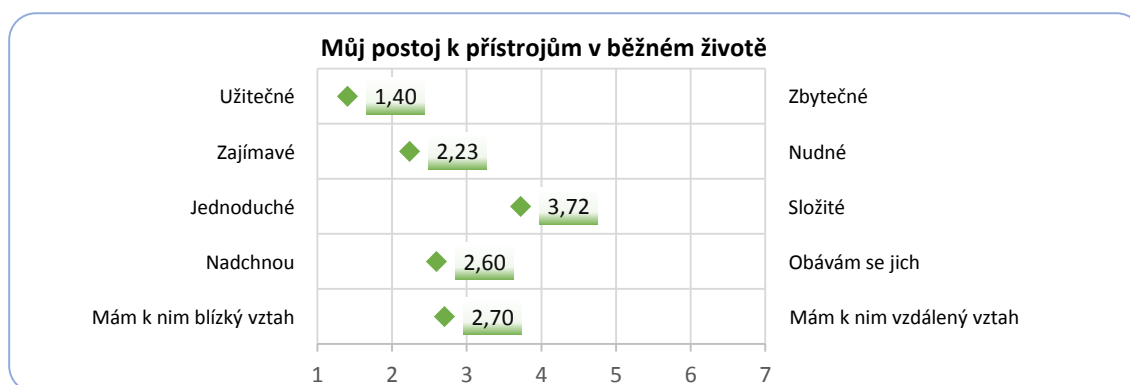
Obrázek 42 – Frekvence užívání různých přístrojů, relativní četnost respondentů - žáků

Do výsledků se nepochybně promítá doba uskutečnění výzkumu. To se týká především užití fotoaparátu a mp3 přehrávačů, které by v současné době vykazovaly nižší hodnoty, neboť tyto funkce převzaly současné mobilní telefony.

Ot. 2.2 Jak žáci vnímají obecně přístroje a techniku.

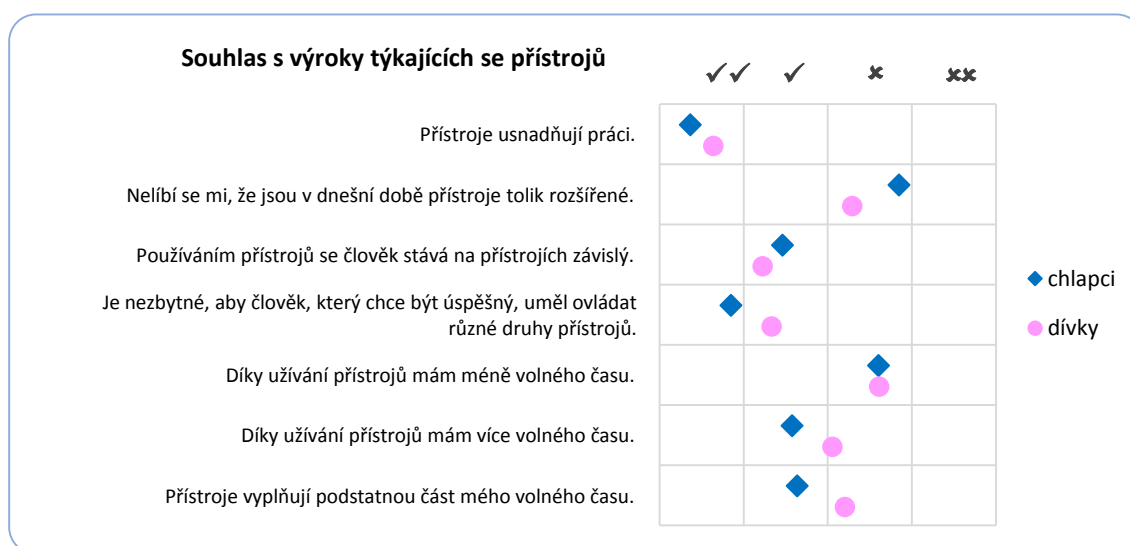
Postojům žáků k přístrojům obecně se věnovala druhá a třetí položka dotazníku, formulovaná pěti dvojicemi výroků na bipolární škále a výroky hodnocenými na Likertově škále.

Postoj žáků k přístrojům je vesměs pozitivní (Obrázek 43). Považují je rozhodně za užitečné (1,4) a zajímavé (2,23). Přístrojů se také spíše neobávají, ale nadchnou je a žáci uvádějí, že k nim mají poměrně blízký vztah. Ke složitosti přístrojů mají žáci ambivalentní postoj. Průměrná hodnota vykazuje, že žáci nepovažují přístroje ani za jednoduché, ani za složité; ke složitosti se více kloní dívky (4,2). Celkový postoj chlapců k přístrojům je pozitivnější.



Obrázek 43 – Postoje žáků k přístrojům, průměrné skóre na bipolární škále

Názory na konkrétní funkce přístrojů v lidském životě jsou veskrze pozitivní a dívky se v nich od chlapců liší jen málo (Obrázek 44). Podle respondentů přístroje rozhodně usnadňují práci a žáci odmítají, že by byli negativně naladěni vůči přílišné rozšířenosti přístrojů. V tomto bodě jsou rozhodnější chlapci. Žáci přiznávají, že se na přístrojích stává člověk postupně závislý, jak chlapci, tak i dívky udávají, že pokud chce člověk v současnosti dosáhnout úspěchu, musí umět ovládat různé přístroje. Také o tomto tvrzení jsou více přesvědčeni chlapci. Většina žáků nemá dojem, že by měla kvůli užívání přístrojů méně volného času, chlapci naopak uvádějí, že mají díky přístrojům více volného času. Dívky nejsou v tomto ohledu vyhraněné. Chlapci dále uvádějí, že přístroje vyplňují jejich volný čas, zatímco dívkám spíše ne. Jejich vyhraněnost je však malá – průměrné hodnoty odpovědí chlapců i dívek se blíží středu.

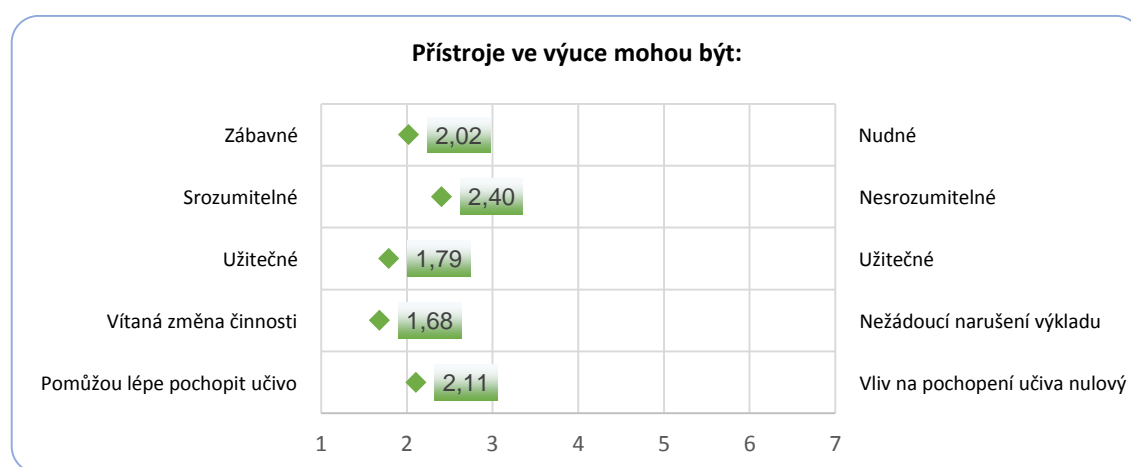


Obrázek 44 – Průměrná hodnota souhlasu dívek a chlapců s výroky týkajícími se přístrojů

V celé třetí položce dotazníku nalezneme několik zajímavých vztahů, které by si zasloužily další vysvětlení. Chlapci i dívky shodně uvádějí, že se člověk na přístrojích stává jejich užíváním závislý, zároveň jim ale nevadí, že jsou dnes přístroje tak rozšířené. Můžeme předpokládat, že se zde jedná o jakési vyvážení pozitiv a negativ, které s sebou přístroje přináší. Chlapci také častěji odpovídali, že mají díky přístrojům více času, a současně uváděli, že přístroje jim vyplňují volný čas. Jinými slovy řečeno, usnadnění práce, které jim přináší přístroje, umožňuje žákům uspořený čas věnovat opět přístrojům.

Ot. 2.3 Jak žáci vnímají použití přístrojů ve výuce.

Další položka dotazníku sledovala rovněž postoje žáků k přístrojům, tentokrát však ve školním kontextu. Respondenti jsou opět vůči přístrojům naladěni spíše pozitivně (Obrázek 45). Ve výuce jsou přístroje podle nich zábavné, srozumitelné, rozhodně užitečné a také je chápou jako vítanou změnu činnosti. Zároveň předpokládají, že jim přístroje mohou pomoci lépe pochopit učivo. Genderové rozdíly jsou v postojích žáků nevýznamné.

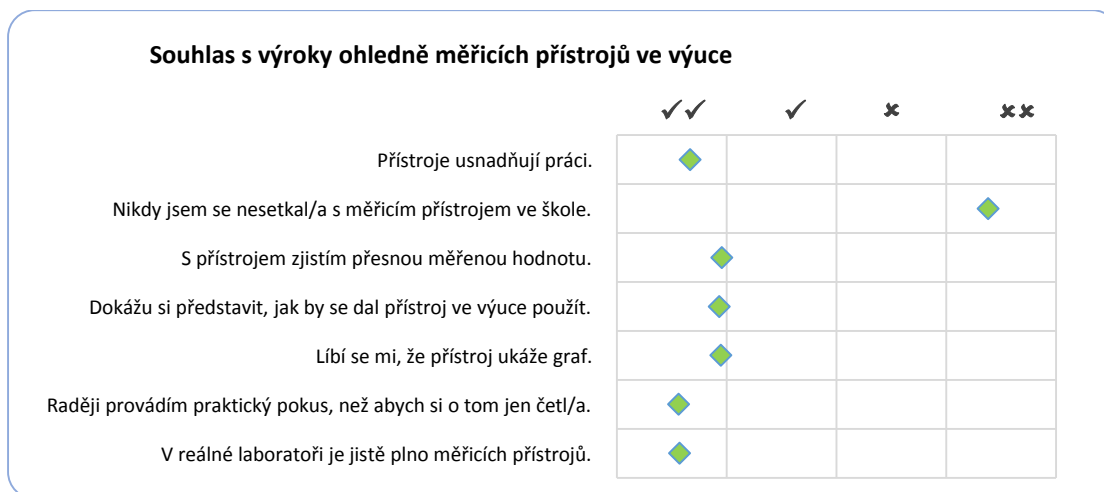


Obrázek 45 – Postoje žáků k přístrojům ve výuce, průměrné skóre na bipolární škále

Ot. 2.4 Jaké jsou představy žáků o možnostech měřicích přístrojů ve výuce chemie

V návaznosti na předchozí položky také v tomto případě žáci uvádějí, že použití měřicích přístrojů ve výuce rozhodně usnadňuje práci (Obrázek 46, 1.-5. výrok). Potěšující je, že prakticky všichni respondenti popírají, že by se ve výuce nikdy nesetkali s měřicím přístrojem, naopak si dovedou představit jeho využití. Respondenti se dále domnívají, že pomocí přístroje změří přesnou hodnotu a také kladně hodnotí, když jim přístroj ukáže graf⁵². Postoje chlapců a dívek k těmto výrokům jsou téměř shodné.

⁵² Přístroje se dosud nejčastěji používají v hodinách fyziky, tudíž žáci získávají zkušenosti s měřicími přístroji díky tomuto předmětu. Na školách však nikde nebyly dostupné školní experimentální systémy, a proto se domnívám, že měřicí přístroje ve fyzice, se kterými se respondenti setkali, neukazovaly měřené hodnoty v grafu, ale jen jako digitální hodnotu. Souhlas žáků s tím, že se jim líbí zobrazený graf lze tedy interpretovat tak, že se jedná o očekávání ze strany žáků.



Obrázek 46 – Průměrné hodnoty souhlasu respondentů ohledně měřicích přístrojů ve výuce

Ot. 2.5 *Upřednostňují žáci ve výuce chemie teoretické nebo praktické poznatky?*

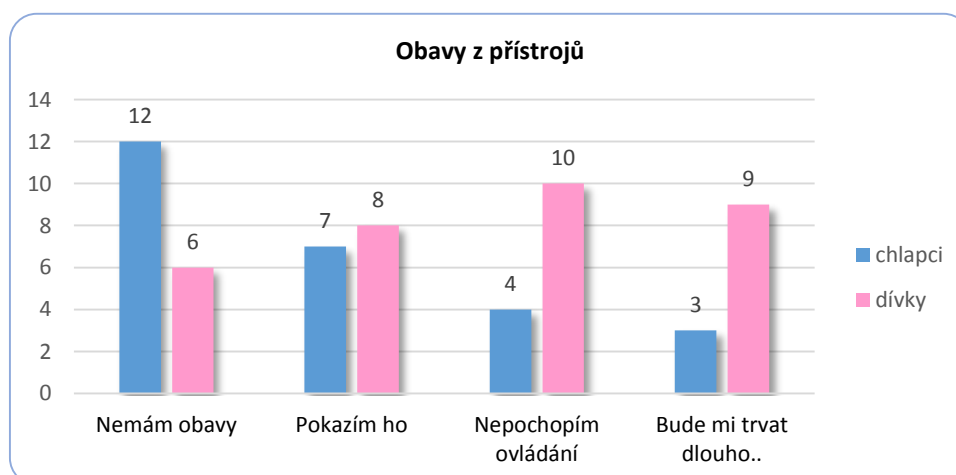
Výsledky odpovědí respondentů na tuto otázku se podle očekávání přesvědčeně kloní k experimentální činnosti (Obrázek 46). Průměrný souhlas dívek s výrokem (1,46) se od výsledku chlapců (1,38) téměř neliší.

Ot. 2.6 *Jak jsou žáci seznámeni s podobou reálné laboratoře z hlediska vybavení měřicími přístroji*

Žáci poměrně rozhodně předpokládají, že reálná laboratoř je vybavena velkým množstvím přístrojů (Obrázek 46). Jejich přesvědčení může pramenit z obrazu, jakým jsou laboratoře prezentovány v médiích a ve filmech.

Ot. 2.7 *Čeho se žáci obávají před prací s měřicím přístrojem*

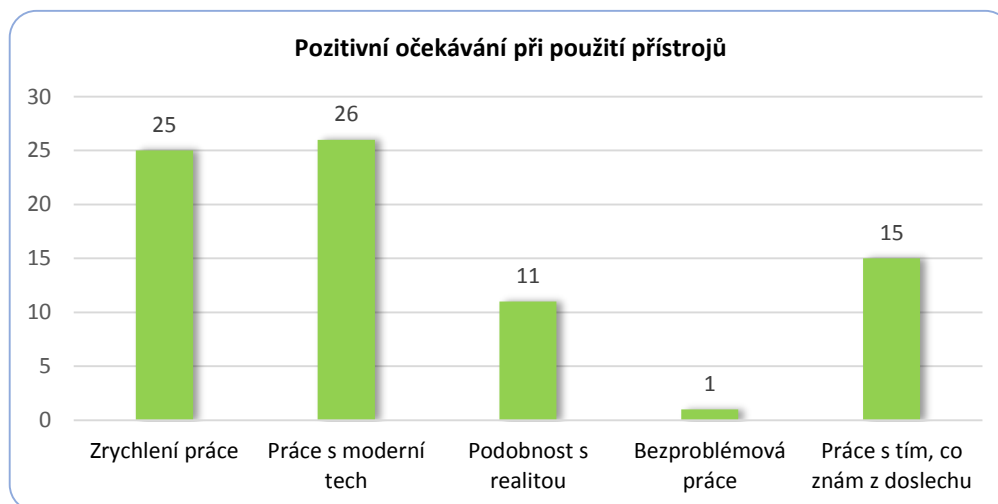
Obavy žáků z používání přístrojů se výrazně liší podle pohlaví respondentů (Obrázek 47). Chlapci nejčastěji uvádějí, že z používání přístrojů nemají žádné obavy (46 %). Pokud se něčeho bojí, pak toho, že přístroj pokazí a okrajově, že nepochopí ovládání, popř. jim zaučení bude trvat příliš dlouho. Dívky uvádějí jako nejčastější obavu nepochopení ovládání, dále pak dlouhý čas strávený učením se práci s měřicím přístrojem a také toho, že přístroj pokazí. Jen 18 % dívek uvádí, že nemá žádné obavy z používání přístroje.



Obrázek 47 – Četnost jednotlivých možností vyvolávajících u žáků obavy z práce s přístroji

Ot. 2.8 Co je pro žáky na měřicích přístrojích lákavé?

Pozitivní očekávání respondentů (Obrázek 48) zahrnují zrychlení práce (53 %), žáky také motivuje práce s moderní technologií (55 %). Méně zmiňují práci s tím, o čem dosud pouze slyšeli a to, že budou pracovat podobně jako v reálné laboratoři. Nejméně volenou možností byla bezproblémová práce. Relativní četnost odpovědí u hochů a dívek nevykazovala téměř žádné rozdíly, vliv pohlaví se u pozitivních očekávání tedy neprojevil.

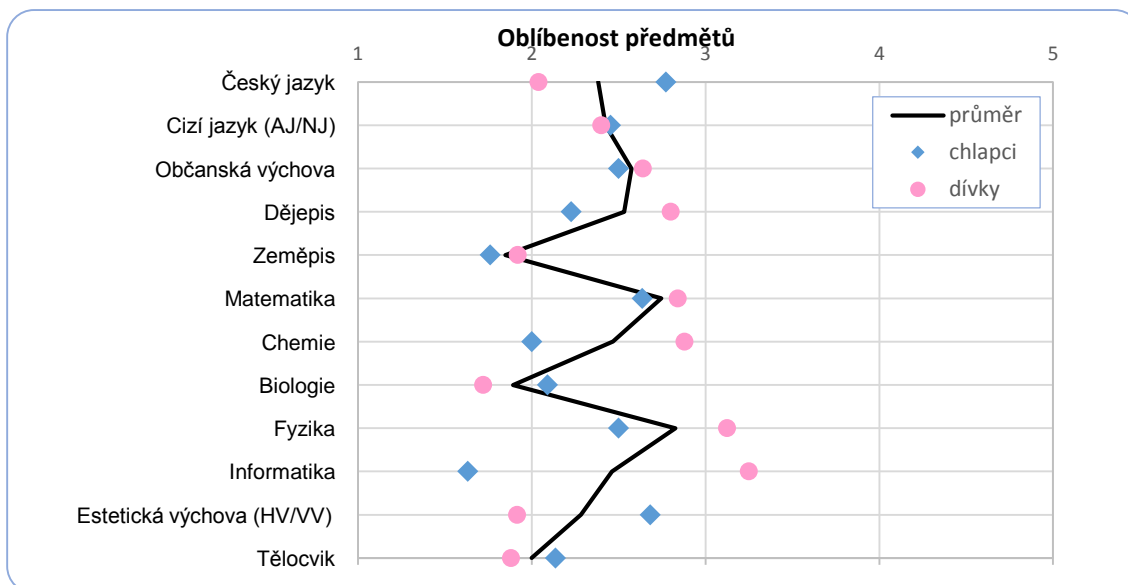


Obrázek 48 - Četnost jednotlivých pozitivních očekávání žáků před prací s přístroji

Oblíbenost předmětů mezi žáky

Primárním cílem výzkumu nebylo zjišťovat oblíbenost předmětů u zúčastněných žáků, přesto žákovský dotazník na závěr obsahoval soupis většiny obvyklých předmětů, které se na gymnáziích vyučují. Žáci měli tyto předměty ohodnotit podle svých preferencí na pětibodové stupnici, jako ve škole (1 = velmi oblíbený, 5 = velmi neoblíbený).

Výsledky hodnocení mohou dát orientační představu, jak žáci vnímají dané předměty na školách, kde probíhal výzkum. Můžeme zde vidět (Obrázek 49) předměty oblíbené více, jako zeměpis a biologie, méně oblíbené předměty (fyzika, matematika) a předměty hodnocené průměrně (cizí jazyk, občanská výchova). Za povšimnutí stojí, že některé předměty jsou chlapci a dívkami hodnoceny výrazně rozdílně. To se týká především informatiky, která, co se týče oblíbenosti, u chlapců vítězí, a naopak u dívek propadá. Podobně odlišné výsledky, ne však tak s markantním rozdílem, najdeme i u českého jazyka a estetické výchovy, které lépe hodnotí dívky, zatímco chemii, dějepis a fyziku výrazně lépe hodnotí chlapci.



Obrázek 49 - Hodnocení žáků jednotlivých předmětů, průměrné skóre a skóre podle pohlaví

To, jak dívky hodnotily chemii, fyziku a informatiku, by naznačovalo, že k přístrojům budou mít rezervovaný postoj. Z výsledků otázek 2.1, 2.2 a 2.3 (přístroje v běžném životě a ve výuce) však vyplývá, že přístroje hodnotí kladně (hodnotí je méně kladně než chlapci, ale ne s takovým rozdílem, jaký je u předmětů, viz Obrázek 49).

Další souvislosti postojů žáků k přístrojům

Výsledky hodnocení oblíbenosti předmětů jsou jistě zajímavé samy o sobě, v našem výzkumu však byly použity pro další zkoumání – zvláště s ohledem na vyjádření žáků v dalších položkách.

Neoblíbená chemie vs. didaktický přínos přístrojů

Vzhledem k tomu, že chemie obecně patří spíše k méně oblíbeným předmětům (Škoda, Doulík 2001), a potvrdilo se to i u žáků zúčastněných škol, zajímalo nás, jakým způsobem působí nebo nepůsobí použití přístrojů ve výuce na žáky, kteří chemii spíše **nemají** v oblíbenosti (v dotazníku dostala chemie známku 3 a horší).

Respondentů, kteří chemii ohodnotili známkou 3, 4 a 5, bylo 19, tedy 40 %; z nich 89 % (N = 17) si myslí, že přístroje dokáží pomoci pochopit učivo. Většina respondentů, které chemie příliš neoslovuje, spojují měřicí přístroje s funkcemi, které pomáhají učebnímu procesu.

Oblíbená informatika – srozumitelnost přístrojů ve výuce

Všechny přístroje jsou založeny na určitém výpočetním algoritmu, a proto nás zajímalo, jak jsou vnímány těmi, kteří přirozeně inklinují k výpočetní technice. Informatiku považuje za atraktivní předmět (hodnotí jej 1 a 2) 27 respondentů (57 %). Podle 85 % z nich (N = 23) jsou přístroje využívané ve výuce srozumitelné. Respondenti, kteří nemají příliš rádi informatiku (známky 3-5), tvoří 38 %, avšak také oni považují přístroje ve výuce celkově za srozumitelné, v porovnání s ostatními hodnotí výrok *srozumitelný x nesrozumitelný* jen o čtvrt bodu hůře. Souvislost mezi oblíbenou informatikou a chápáním srozumitelnosti přístrojů ve výuce se tedy neprojevila.

Žádné obavy z přístrojů ve výuce - postoj k přístrojům obecně

Není překvapivé, že respondenti, kteří uvedli, že nemají žádné obavy před použitím měřicích přístrojů ve výuce, mají kladnější postoj k přístrojům v běžném životě (položka 2 v pre-dotazníku průměrně vychází menší než 4) než ti, kteří nějaké obavy uvedli. Rozdíl na sedmibodové bipolární škále však činil pouze 0,5 bodu. Ani v tomto případě není sledovaný vztah příliš významný.

Přístroje nutné k úspěchu – hodnocení technických předmětů

Třicet sedm respondentů (79 %) se domnívá, že ovládnutí různorodých přístrojů je podmínkou toho, aby byl člověk úspěšný. Tito žáci mají mnohem více v oblíbenosti matematiku, chemii, fyziku a informatiku (2,21 na pětibodové škále oblíbenosti předmětů). Ostatní žáci hodnotí zmíněné technické předměty s průměrem 3,27, tedy o stupeň hůře.

Pokročilejší práce s počítačem – hodnocení přístrojů

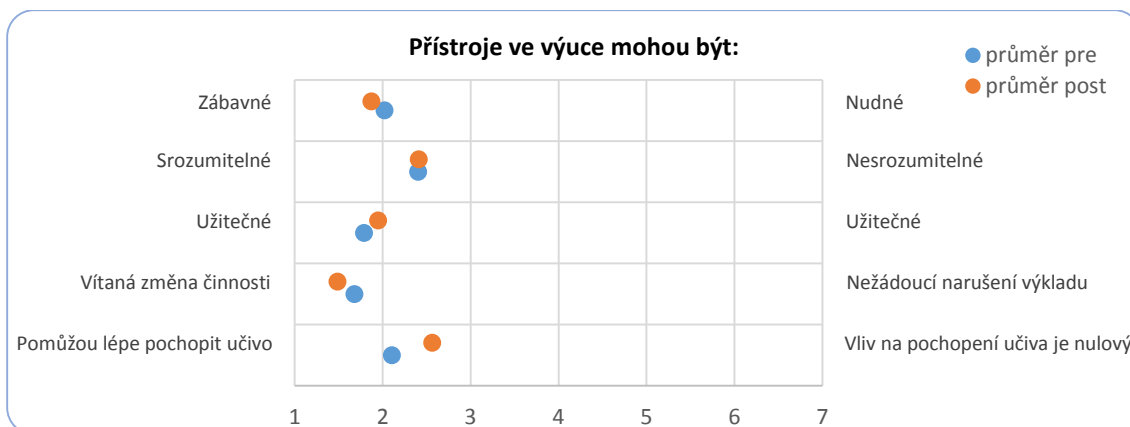
Zajímavý vztah můžeme nalézt v odpovědích žáků, kteří uvádějí, že alespoň jedenkrát týdně pracují na pokročilé úrovni s hardware či software (N = 9, 19 %). Není překvapením, že tito žáci (mezi nimi žádná dívka) mají obecně daleko bližší vztah k přístrojům, přijdou jim zajímavé a jednoduché a projevují více nadšení (položka 2 pre-dotazník). Ostatní žáci se s touto skupinou shodují na hodnocení celkové užitečnosti přístrojů, jiné aspekty přístrojů hodnotí méně kladně. Zaměříme-li se výhradně na přístroje ve výuce, hodnocení obou skupin žáků se svými odpověďmi přibližují. Žáci zabývající se pokročilou prací s hardware a software jsou k přístrojům ve výuce jen o málo více pozitivně naladěni, než ostatní žáci; lze to říci i tak, že žáci, kteří pracují na počítači jako běžní uživatelé, mají k přístrojům ve výuce stejně pozitivní postoj jako ti, co se počítačem zabývají více.

5.2.2 Výsledky post-dotazníku zúčastněných žáků

Žáci účastníci se výzkumu, vyplňovali na závěr spolupráce dotazník, který obsahoval některé otázky a položky shodné s úvodním dotazníkem. Dotazník byl distribuován v druhé půli června, kdy někteří žáci po uzavření známek měli vyšší absenci docházky. Post-dotazník vyplnilo 83 % účastníků výzkumu (N = 39), z nichž většina bylo dívek (N = 27, 69 %).

Ot. 2.9 Změní se postoje žáků k přístrojům ve výuce po absolvování několika počítačem podporovaných experimentů?

První položka post-dotazníku se vrací k hodnocení přístrojů ve výuce, jež žáci vyplňovali před absolvováním cvičení s měřicími přístroji. Respondenti odpovídali na stejně formulovanou otázku a hodnoty vzešlé z této položky byly porovnány s výsledky dotazníku distribuovaným před vlastním výzkumem (Obrázek 50). Na obrázku lze vidět, že výsledky z obou dotazníků se příliš neliší. Dalo by se říci, že jsou skoro totožné; menší změna (mírné zhoršení) nastala v hodnocení vlivu přístrojů na pochopení učiva (je ale otázka, jak se projevil nižší počet respondentů v post-dotazníku). Provedení počítačem podporovaných experimentů tedy v podstatě neovlivnilo postoje respondentů k měřicím přístrojům ve výuce.

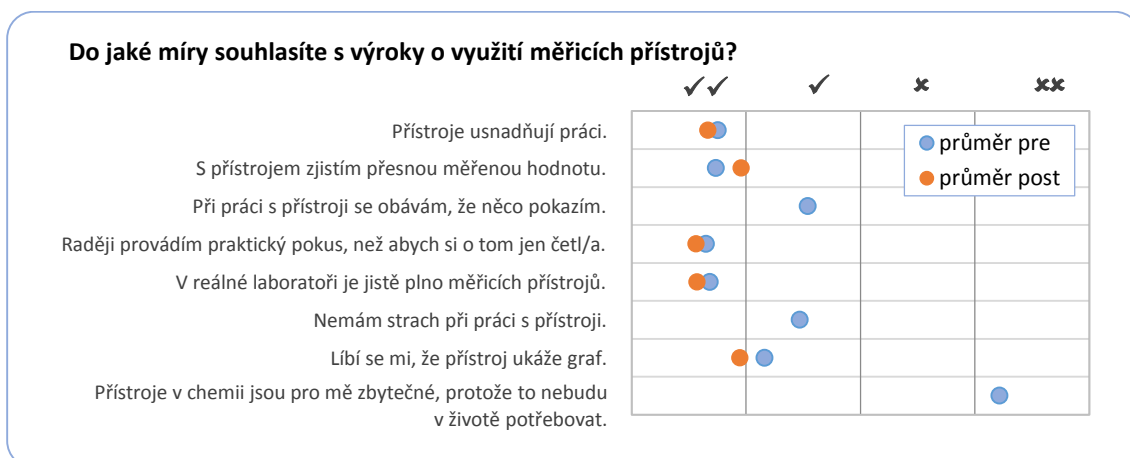


Obrázek 50 – Průměrná hodnota odpovědí respondentů v pre- a post-dotazníku (přístroje ve výuce)

Nutno dodat, že už před započítáním výzkumu bylo naladění žáků vůči přístrojům ve výuce pozitivní, takže můžeme výsledky chápat i tak, že přístroje ve výuce chemie zřejmě naplnily očekávání žáků.

Ot. 2.10 Změní se postoje žáků k měřicím přístrojům ve výuce chemie po absolvování několika počítačem podporovaných experimentů?

Druhá položka post-dotazníku byla sestavena z několika výroků týkajících se přístrojů, se kterými žáci respondenti vyjadřovali svůj souhlas (Obrázek 51). Pět z osmi výroků se shodovalo s výroky použitými v pre-dotazníku. U některých výroků lze očekávat, že se nezmění jejich hodnocení, např. povědomí o množství přístrojů v reálné laboratoři nebo upřednostňování praktické či teoretické výuky. Hodnocení těchto výroků respondenty se skutečně nezměnilo, což může svědčit o validitě dat. Názory žáků, že přístroje usnadňují práci, nebo že se díky nim zjistí přesná hodnota, nebo žákovské názory na grafické zobrazení však mohou být používáním experimentálních systémů ovlivněny. I zde však došlo k minimální změně: více žáků po realizaci výzkumu souhlasilo s tím, že přístroje práci usnadňují a že jim vyhovuje zobrazení dat pomocí grafu. Méně žáků rezolutně souhlasilo s tím, že přístroj změří přesnou hodnotu, přesto tento výrok stále získal všeobecný souhlas. Tři nové výroky zjišťovaly, zda si žáci myslí, že je pro ně práce s měřicími přístroji vzhledem k praktickému životu potřebná a zda mají stále obavy při práci s technikou. Výsledky dotazníku říkají, že respondenti na jednu stranu nemají strach pracovat s experimentálním systémem, ale přesto stále mají obavy, že by mohli přístroj pokazit. A nakonec, většina žáků si nemyslí, že by počítačem podporované experimenty byly zbytečné, i pokud se s nimi v budoucnosti nesetkají.

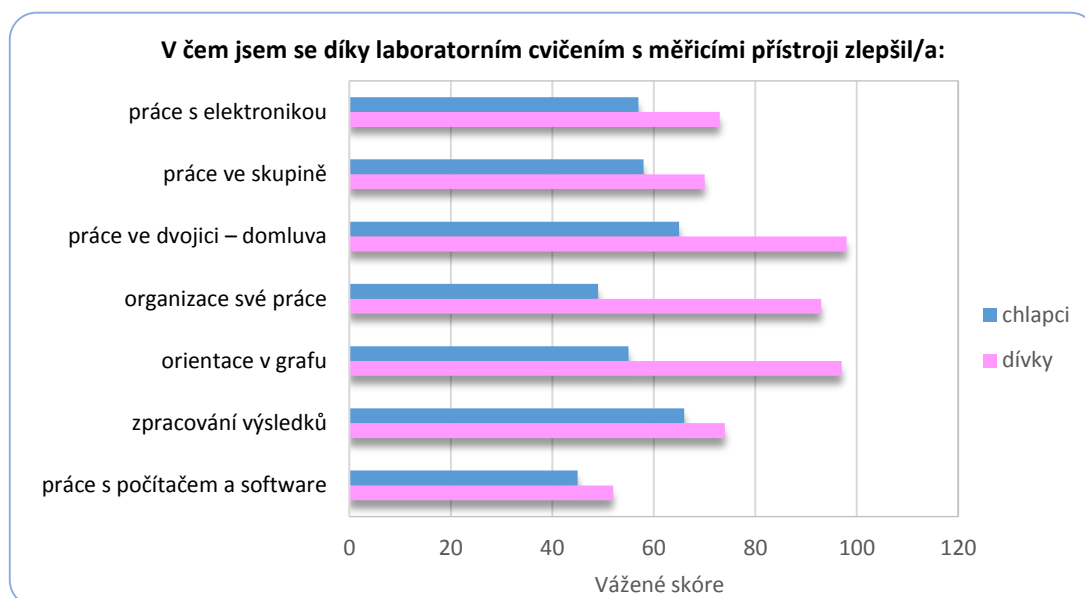


Obrázek 51 - Průměrná hodnota odpovědí respondentů v pre- a post-dotazníku (měřicí přístroje)

Ot. 2.11 Čemu se žáci dle svého mínění nejvíce naučí při provádění počítačem podporovaných experimentů?

V rámci výzkumu nás zajímalo, jaký přínos poskytly žákům PPE a práce s experimentálním systémem. Nabízené odpovědi obsahovaly dovednosti, které jsou široce využitelné nejen v oblasti chemie. Respondenti sestavovali z možností svůj žebříček preferencí a odpovědi pak byly vyhodnocovány jako vážené skóre, kdy jednotlivá místa dostala různou bodovou váhu (1. místo 8 bodů, 2. místo 6 bodů, 3. místo 4 body, 4. místo 2 body, zbylá po 1 bodu).

Výsledky ukazují (Obrázek 52), že respondenti volili většinu z odpovědí a nedá se říci, že by nějaká možnost byla výrazně více preferovaná před ostatními. Celkové vážené skóre dívek je vyšší, neboť jich mezi respondenty post-dotazníku bylo více. Jak dívky, tak chlapci vidí největší přínos pro sebe v nutnosti domlouvat se s partnerem ve dvojici. Dívky také uváděly, že se naučily orientovat se v grafu a organizovat si svou práci. Ostatní odpovědi měly podobné nižší skóre a nejméně se dívky zlepšily v práci s počítačem a software. Chlapci se dle svého mínění kromě práce ve dvojici nejvíce zlepšili ve zpracování výsledků. Nejmenší zlepšení vidí chlapci stejně jako dívky v práci s počítačem.



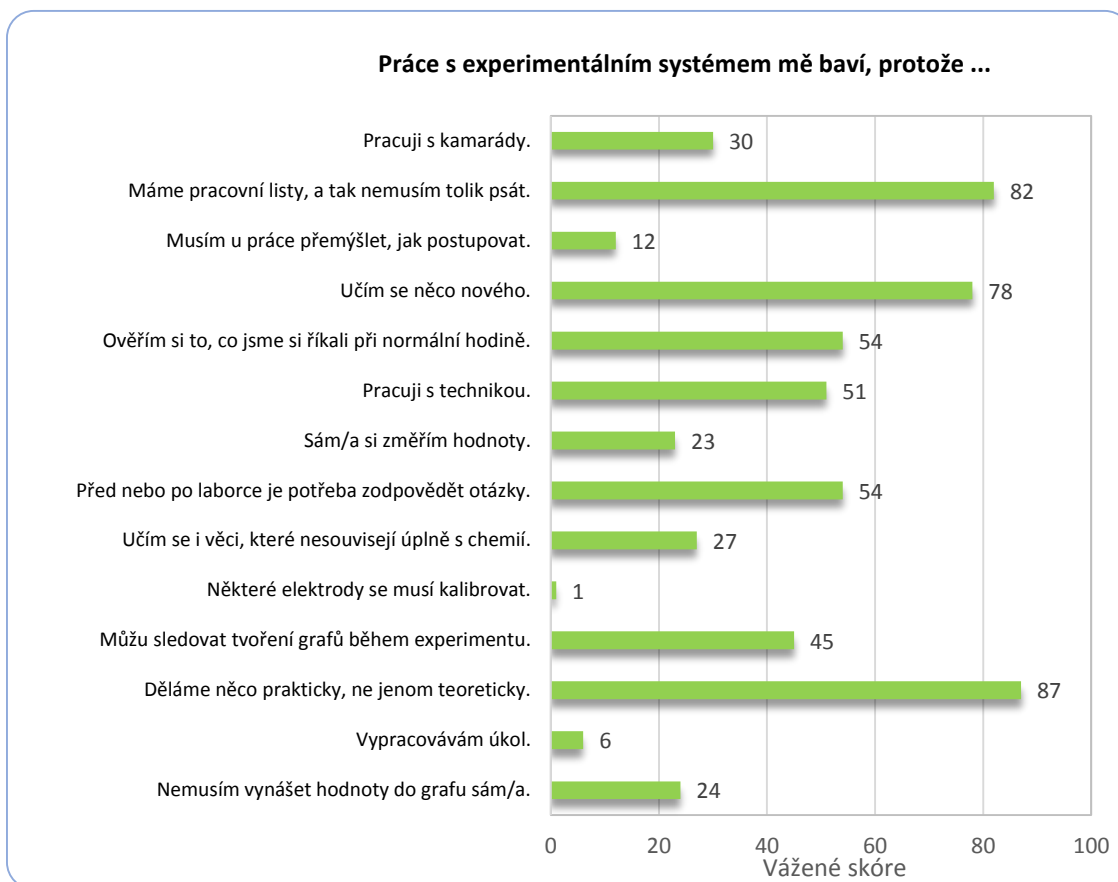
Obrázek 52 - Přínosy počítačem podporovaných experimentů pro žáky: vážené skóre chlapců a dívek

Ot. 2.12 Co žáky baví na práci se školními experimentálními systémy?

Následující dvě výzkumné otázky zjišťovaly, co žáky při práci s experimentálním systémem baví a co jim naopak vadí. Žákům byla předložena sada čtrnácti možností, z nichž mohli jakoukoli vybrat a svůj výběr seřadit podle důležitosti. Je třeba zmínit, že možnosti odpovědí, které byly žákům nabídnuty, byly společné pro obě otázky, neboť jsme předpokládali, že nabízené varianty mohou pro respondenty nabývat kladné i záporné hodnoty. Výsledky byly zpracovány stejně jako v předchozím případě pomocí váženého skóre.

Žáci nejvíce oceňují možnost praktické laboratorní práce, přitom jim velmi vyhovují pracovní listy (Obrázek 53). Potěšující jistě je, že podle hodnocení na třetím místě vychází odpověď, že žáky baví učit se něčemu novému. Méně často byly zastoupeny odpovědi „ověřím si, co jsme si říkali v teoretické hodině“, „pracuji s technikou“, „můžu sledovat tvoření grafu během experimentu“ a také „před nebo po laboratorním cvičení je potřeba zodpovědět otázky“. Tato možnost se vztahuje ke krátkým otázkám, které na začátku pracovního listu měly žáky uvést do problematiky a na konci pracovního listu měly ověřit, do jaké míry žáci pochopili podstatu

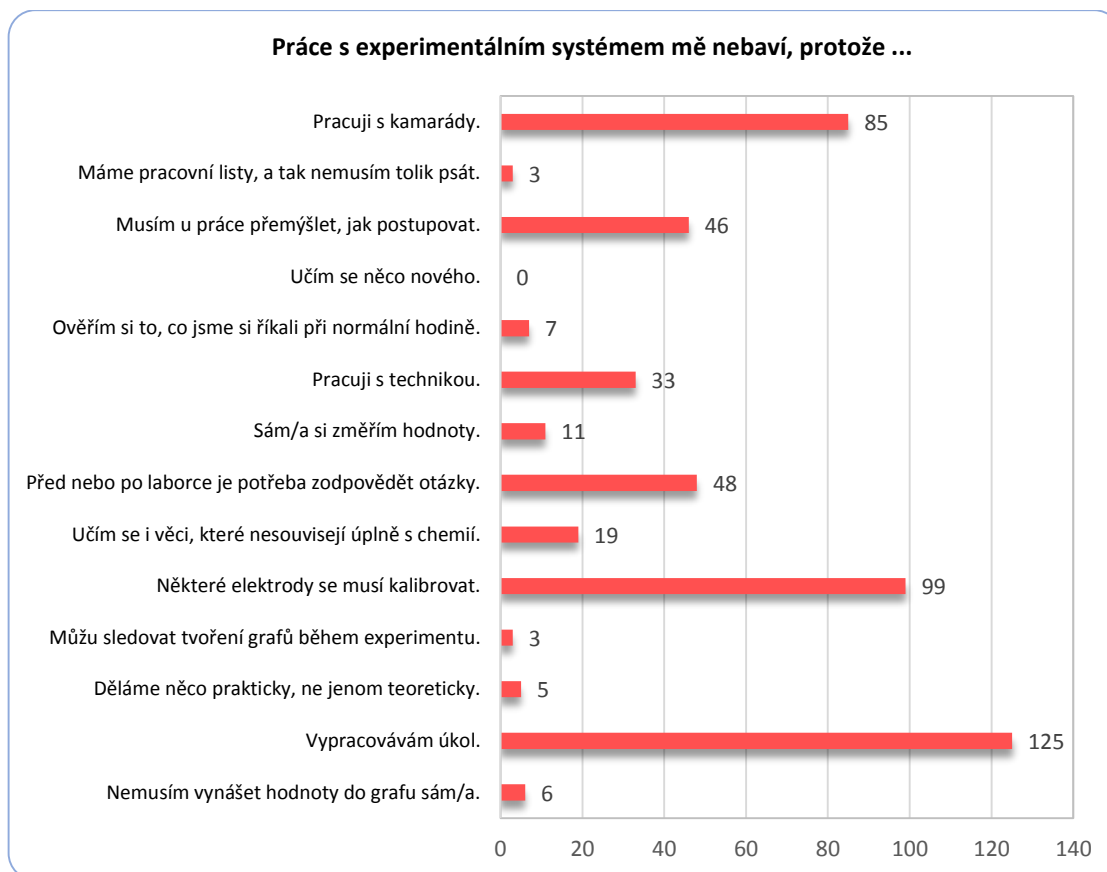
experimentu. Odpovědi dívek a chlapců se příliš nelišily, jedině lze zmínit, že dívky častěji uváděly jako klad to, že dělají něco prakticky, a chlapci vysoce preferovali předpřipravené pracovní listy.



Obrázek 53 - Pozitiva počítačem podporovaných experimentů: vážené skóre odpovědí žáků

Ot. 2.13 Co žáky nebaví na práci se školními experimentálními systémy?

Práce se školními experimentálními systémy zahrnovala i činnosti, které žáky spíše nebavily (Obrázek 54). Naprosto jednoznačně žáky nebaví vypracovávat úkoly. Tento výsledek by se mohl zdát být v rozporu s výsledky předchozí otázky, ve které respondenti mezi klady počítačem podporovaných experimentů uváděli vypracovávání otázek před a po laboratorním cvičení. Můžeme však předpokládat, že se v tomto případě jedná o rozlišování mezi krátkými úkoly a otázkami „na zamyšlení“ a delší prací, která mnohdy musela být žáky dokončena doma (protokol z cvičení). Další pro žáky nezáživnou činností, která se v tomto případě přímo váže k použití experimentálního systému, byla kalibrace čidla, konkrétně pH elektrody. A překvapivě se na třetím místě umístila varianta, že žáky nebaví pracovat se svými spolužáky. Méně žáci uváděli nezáživnost zodpovídání krátkých otázek před nebo po laboratorním cvičení. Jedná se o stejnou možnost, díky které řadu respondentů práce bavila. Několika žákům vadilo při počítačem podporovaných experimentech rovněž to, že musejí u práce přemýšlet. To by však mělo být cílem provádění všech chemických experimentů, které nemají pouze zábavnou funkci.



Obrázek 54 – Negativa počítačem podporovaných experimentů: vážený skóre odpovědí žáků

Shrnutí výsledků pre- a post-dotazníků žáků

Můžeme předpokládat, že současní žáci jsou s technikou a jejím používáním poměrně „srostlí“. Technika je běžnou součástí jejich života již od dětského věku, a proto ji považují za samozřejmost. Nejčastěji využívanými přístroji jsou u žáků mobilní telefony a počítače, se kterými přicházejí do styku denně, dále pak televize. Ze strany respondentů jasně převládá hodnocení přístrojů jako užitečných, navíc většina z nich (především ti, kteří považují přírodovědné předměty za oblíbené) předpokládá, že pokud chtějí být úspěšní, je schopnost ovládnutí různých přístrojů životní nutností. Použití přístrojů ve výuce znamená pro žáky především vítané usnadnění a zrychlení práce a také možnost zažít práci podobnou té v reálné laboratoři. Je dobré zmínit, že žáci vůbec oceňují praktickou laboratorní práci, která je pro využití PPE ideální příležitostí. Obavy, které plynou z použití přístrojů ve výuce, se u žáků významně liší podle pohlaví. Chlapci nejvíce odpovídali, že žádné obavy nemají, naopak dívky se nejvíce bojí toho, že nepochopí ovládnutí přístroje. Osobní zkušenost s experimentálními systémy přístup žáků k přístrojům příliš nepoznamenaly, což můžeme hodnotit spíše pozitivně, protože přístroje patrně naplnili jejich veskrze kladná očekávání. Na cvičeních s podporou počítače žáci nejvíce ocenili (jak ostatně očekávali) praktickou laboratorní práci, ale i předpřipravené pracovní listy. Značné množství žáků oceňovalo i řešení otázek souvisejících s principy experimentu, které byly obsažené v pracovních listech, a kladnou stránkou při využití přístroje se stala i možnost sledování vznikajícího grafu během experimentu společně s možností praktického ověření teorie z hodin. Nejméně zábavnou součástí cvičení byla nutnost vypracovávání úkolů většího rozsahu (typicky protokolů), praktickou zkušenost s měřením pomocí pH čidla se projevila v neoblíbenosti jeho kalibrace pro měření. Třetí důvod, který žákům znepríjemňoval provádění cvičení, byla kupodivu nutnost spolupráce se spolužáky. Na druhou stranu žáci často uváděli, že se zlepšili *v práci ve dvojici*, případně *v práci ve skupině*. Přesnější interpretace těchto

souvislostí by byla možná na základě dalšího zkoumání. Jedno z možných vysvětlení by mohlo být to, že žáci příliš nebyli zvyklí na skupinovou práci, nebo vůbec na kooperaci s ostatními spolužáky (ostatně skupinová práce je v českých školách stále spíše okrajovou záležitostí), proto pro ně práce byla ztížena nutností naučit se vycházet a spolupracovat se svými spolužáky.⁵³ Vzhledem k tomu, že ale žáci následně oceňují právě to, že se podle svého mínění ve schopnosti spolupráce zlepšili, můžeme předpokládat, že také v tomto ohledu byla pro ně cvičení přínosná. Zaznamenání hodnou skutečností je také hodnocení přístrojů těmi žáky, pro něž jsou přírodní vědy spíše neoblíbeným předmětem. Uvážíme-li, že i tito žáci se domnívají, že by jim přístroje mohly pomoci s pochopením učiva, můžeme doufat, že by častější začleňování přístrojů do výuky nejen chemie (vzhledem ke kladnému vztahu žáků k technice vůbec), mohlo být cestou jak žákům přírodovědné předměty více přiblížit.

5.3 Počítačem podporované experimenty ve výuce chemie – případové studie

Otázka zkoumající přijímání a začleňování nového didaktického prostředku, školních experimentálních systémů a počítačem podporovaných experimentů, do výuky chemie byla řešena formou akčního výzkumu, který měl kvantitativní a kvalitativní část. Výsledky kvantitativní části, pre- a post- žakovských dotazníků, byly představeny v předcházející kapitole 5.2.1 a 5.2.2. Neméně důležité informace však přináší také přímé pozorování zúčastněných tříd během výuky.

Následující kapitoly představují výsledky čtyř případových studií ze dvou spolupracujících škol zapojených do výzkumu.

Výzkum probíhal v průběhu školního roce 2008/2009. Učitelé byli kontaktováni v červnu 2008 a v průběhu prázdnin, načež jsme ihned po začátku školního roku domluvili úvodní rozhovory. Cílem těchto rozhovorů bylo osobně se seznámit s učitelkami, představit jim blíže chystaný výzkum, prodiskutovat s nimi způsoby začlenění počítačem podporovaných experimentů do školního kurikula a také zjistit více o jejich motivacích či stylu výuky. Polostrukturované rozhovory byly vedeny na základě přiložené osnovy (Příloha 17).

Již v prvním dopise nabízejícím spolupráci učitelům chemie stálo, že budu během výzkumu učitelům k dispozici jako jejich asistent, nachystám vše potřebné pro realizaci laboratorního cvičení a po dobu cvičení budu nezúčastněným pozorovatelem, který je okamžitě k dispozici učitelům v případě problémů; všechny tři učitelky s touto formou souhlasily. Domluvily jsme se rovněž, že po dobu prvního pololetí budu pravidelně, asi jednou týdně, dojíždět do školy na náslehy jejich hodin chemie, aby si žáci zapojených tříd zvykli na mou přítomnost. Tento plán se do jisté míry podařilo realizovat; určité změny nastaly díky aktuálnímu dění a budou popsány u konkrétních případů.

5.3.1 Účastníci se školy a vyučující

Charakteristika školy A - pohled výzkumníka

V kapitole 4.3.3 bylo podle volně dostupných informací charakterizováno gymnázium A. Z vlastního pozorování mohu uvést, že ve škole vládne příjemná atmosféra, chodby jsou vymalovány různobarevně, na stěnách jsou vystaveny práce žáků z různých projektů či výtvarné výchovy. Pro účely vyučování, školních akcí či jiných aktivit je ve škole k dispozici kinosál a rok po spolupráci bylo otevřeno sportovně-relaxační centrum vybavené především posilovacími stroji. Žáci mají tedy možnost ve škole trávit i část svého volného času. Během spolupráce došlo k výrazné změně možnosti výuky chemie na škole. Dosud nevyužívaná místnost v těsné blízkosti

⁵³ Toto vysvětlení podporují výsledky pozorování, viz popis laboratorních cvičení sexty na gymnáziu A.

kabinetu učitelek chemie byla upravena jako laboratoř – byl zde přiveden plyn, zhotoveny laboratorní stoly a nakoupeno vybavení. Zřízení chemické laboratoře přineslo velký posun vpřed k možnosti experimentálních činností. Do té doby byly veškeré experimenty prováděny demonstračně ve třídě, která měla na katedru přivedenou vodu společně s výlevkou. Z toho důvodu první cvičení s měřicími přístroji probíhala ve třídě v improvizovaných podmínkách. O zřízení laboratoře usilovaly vyučující chemie dlouhodobě, ale vybudování bránil postoj vedení, které se obávalo rizika práce žáků v laboratoři a dále nákladů spojených s rekonstrukcí místnosti a provozem laboratoře. S vedením jsem se setkala na začátku spolupráce, kdy jsem paní ředitelce představila krátce výzkum a formu spolupráce. Po celý školní rok jsme pak spolu nepřišly do kontaktu s výjimkou komunikace skrze mail na konci školního roku.

Pedagogové školy A

Na škole A jsem spolupracovala se dvěma učitelkami, paní Malou a paní Modrou. Obě se pro spolupráci vyjádřily bezprostředně po zaslání emailu v červnu 2008. Navíc s paní Modrou jsem se již jednou setkala, když se svou třídou navštívila laboratorní cvičení s instrumentální technikou na PŘF UK.

Paní učitelka **Malá** začala učit na gymnáziu rok poté, co bylo založeno. Původně vystudovala Vysokou školu chemicko-technologickou, ale nakonec se dala na učitelskou dráhu, protože ji učení baví a je také ráda v kontaktu s mladými lidmi. Ve školství působí již dvacet let a před dvanácti lety absolvovala pedagogické minimum pro výuku odborných předmětů. Před třemi lety navíc vystudovala pedagogické minimum i pro všeobecně vzdělávací předměty. Postoj paní Malé k pedagogickému minimu byl velmi rezervovaný. Prý jí studium pro získání pedagogického minima příliš nedalo, poněvadž většina hodin byla pro samotnou výuku nevyužitelná (obzvláště dějiny pedagogiky), a didaktice předmětu se věnoval pouze jeden semestr ze tří. Každopádně toto minimum bylo důležité pro bezproblémové setrvání ve školství. Paní Malá má kladný vztah k učitelství a k chemii, i když prý z odborné chemie spoustu věcí zapomněla. Vzhledem k tomu, že ve třídě, která sousedí s jejím kabinetem, a kde nejčastěji učí chemii, nebyl dataprojektor, používá nejčastěji ve výuce chemie pomůcky tabuli a křídou. Počítač, zvláště pak internet, používá k domácí přípravě, k vyhledání informací; a jako doplněk výuky zařazuje sledování vzdělávacích videopořadů. Pro spolupráci na výzkumu se rozhodla z toho důvodu, aby se ve výuce objevil nějaký inovativní prvek, aby měla žákům co nového nabídnout a také aby se sama něco nového přiučila, případně aby si zopakovala to, s čím už se příliš v pedagogické praxi nezabývá. Od spolupráce očekávala mnoho nových podnětů pro ni i pro žáky. Na doporučení paní Malé jsme se rozhodly do výzkumu zařadit přírodovědné větve tříd kvinty (osm žáků) a sexty (devět žáků), jednak kvůli jejich zájmu o přírodní vědy a také kvůli jejich malému počtu. Budoucí provádění experimentů tak slibovalo možnost práce v menších skupinkách. Vybrané třídy navíc měly týdně tři hodiny chemie a fyziky, takže byl větší předpoklad možnosti aktualizovat tematický plán. Paní Malá mi nabídla pro spolupráci naprostou volnost a v případě potřeby dokonce i zařazení a odzkoušení experimentu, který není v tematickém plánu včetně jeho následného zahrnutí do opakování; výjimečně vstřícná pak byla nabídka domluvy dvouhodinových laboratorních cvičení. Škola je částečně vybavena chemickým nádobím a chemikáliemi, které paní Malá používá pro jednoduché experimenty, které jsou za daných podmínek proveditelné. Sama ve výuce experimenty provádí omezeně, ačkoli je považuje za důležitou součást výuky chemie. Částečně tuto praktickou zkušenost substituuje použitím výukových videopořadů, nebo alespoň slovním popisem pokusu. V naší plánované spolupráci tak viděla příležitost, jak se žáci sami osobně můžou setkat se současnými metodami používanými v chemii. S prací na škole je paní Malá spokojená, jen by uvítala vyšší platové ohodnocení. Učitelé na gymnáziu jsou placeni podle tabulkových platů, avšak pouze podle odučených hodin, což v období prázdnin či maturitním obdobím znamená nižší příjem. Výhodou učitelského postu

na této škole jsou pak třídy s menším počtem žáků, ve kterých se učitelé mohou žákům více věnovat.

Z pozorování, které jsem absolvovala během prvního pololetí, ani ze spolupráce s paní Malou jsem nezjistila žádné skutečnosti, které by byly v rozporu s informacemi zjištěnými během úvodního rozhovoru. Výuka paní Malé byla vždy dobře strukturovaná, rozdělená do několika částí tak, aby žáci udržovali pozornost během celé vyučovací hodiny. V hodinách se pravidelně objevovaly různé metody jako výklad, práce s textem – učebnicí nebo pracovním listem, písemné práce, příležitostně i výukový videopořad. Paní Malá užívala i demonstračních experimentů se zapojením žáků nejen do provedení, ale vždy i do vysvětlení podstaty. Mezi další aktivity paní Malé spadá i tvorba svých vlastních výukových materiálů, často byly do hodin řazeny didaktické hry na začátku hodiny (jako opakování nebo motivace), v průběhu (jako krátká odpočinková činnost), nebo ke konci vyučování (jako procvičení nové látky). Střídání výukových metod dávalo hodinám spád a žákům většinou nečinilo potíže soustředit se po celých 45 minut. Paní Malá má k žákům pozitivní vztah, přesto si zachovává odstup a ten si zachovala i ke mně. Je to dáno zřejmě její spíše introvertní a klidnou povahou. Ve stresových situacích nejedná zmatečně, nepropadá panice, i když na ní někdy může být patrná nejistota. Svou práci vykonává poctivě a ráda, ale chemii se ve svém volném čase věnuje pouze, když je potřeba udělat novou přípravu. Ve škole paní Malá využívá čas velmi efektivně, aby si pokud možno nebrala práci s sebou domů, a jak jen to je možné, odchází po práci domů. Může to být dáno zmíněným platovým ohodnocením, ale i řadou jiných zájmů, zvláště sportu, kterému se ve volném čase věnuje pravidelně. Spolupráce probíhala bez problémů, paní Malá se během hodin věnovala žákům a na hodiny se připravovala. Podle aktuálních potřeb paní Malé vzniklo několik instruktážních videí k experimentům, které měly být v blízké době realizovány ve výuce. Nahrávky zachycující práci s elektrodou, nastavení programu, provedení experimentu a vyhodnocení dat vznikaly po domluvách ohledně dalšího laboratorního cvičení. Jakmile paní Malá projevila nejistotu před plánovaným cvičením, v nejbližších dnech jsem experiment nahrála na videokameru a na DVD jsem při nejbližší příležitosti odevzdala paní Malé ke zhlédnutí.

S paní učitelkou **Modrou** jsem se znala již asi rok před započítím naší spolupráce, a to díky návštěvě na PŘF UK. Společně s dr. Šmejkalem jsme tehdy pro žáky z přírodovědně zaměřené třídy vedli dvě laboratorní cvičení zaměřená na využití instrumentální techniky. Ti samí žáci byli pak vybráni pro spolupráci, poněvadž paní Modrá ve školním roce 2008/2009 učila chemii pouze v této třídě, septimě. Paní Modrá pochází ze Slovenska, kde vystudovala obor učitelství chemie a fyziky pro střední školy. Několik let strávila v německém Kolíně nad Rýnem kvůli studijním a pracovním povinnostem jejího muže. Ve školství působí po dvacet let, s delší přestávkou kvůli mateřské dovolené, na různých školách a stupních vzdělávání; na gymnáziu A působí čtvrtým rokem. Učení ji velice baví a uspokojuje, ráda přichází do kontaktu s něčím novým a oceňuje, když se kolem ní něco děje nového, co zároveň obohacuje výuku žáků i ji samotnou. Ke spolupráci se bez váhání rozhodla i kvůli předchozí zkušenosti z návštěvy laboratorního cvičení na KUDCH PŘF UK, které se velice líbilo také žákům. Navíc je nakloněna inovacím ve vzdělávání a zamýšlený výzkum byl jedním ze způsobů, jak se dostat k novinkám ve výuce. Paní Modrá byla doslova nadšena z naší spolupráce a po obdržení emailu měla obavy, jestli na ni zbude v harmonogramu čas. Když jsem jí v červnu 2008 potvrdila, že s ní na příští školní rok počítám, ihned novinku oznámila žákům (v té době ještě sexty) a ti byli také rádi, že návštěva PŘF UK nebyla jejich jedinou laboratorní zkušeností. Tematický plán septimy byl naneštěstí skoro celý zaměřený na organickou chemii, ale přesto se zdálo, že nebude obtížné do něj zařadit učivo z anorganické a analytické chemie. Paní Modrá také nabídla volnost v uspořádání hodiny, případně možnost kombinovat nebo přesunout hodinu, aby bylo cvičení dvouhodinové. Svým založením je aktivní učitelkou, ale bez podnětů má sklon upadat do stereotypu. V době provádění výzkumu jí ovšem „vliv novou krev do žil“ mladý kolega Honza, který s ní sdílel kabinet

a na gymnáziu učí na částečný úvazek fyziku a matematiku. Společně plánovali právě po septimány víkendovou akci mimo Prahu zaměřenou na biologii a ekologii prostředí.

Úvodní rozhovor byl ze strany paní Modré celý prostoupen jejím nadšením a očekáváním blížící se spolupráce, ovšem nezbyl prostor na otázky týkající se výukových metod, které učitelka ve výuce chemie používá. Vzhledem k tomu, že mne čekaly následky v hodinách, nenaléhala jsem na tyto informace a čekala jsem, co zjistím během pozorování. Paní Modrá je opravdu aktivní člověk, povahou cholerik, což se v některých hodinách více projevovalo. V septimě, kde byl tematický plán věnován hlavně organické chemii, využívala paní Modrá převážně tradiční metodu výkladu, přičemž přípravy měla zpracovány v aplikaci MS Word. Tyto přípravy promítala dataprojektorem na plátno a současně je komentovala. V hodinách, ve kterých jsem byla přítomna, nebyl nikdy použit demonstrační ani jiný experiment, což mohlo být způsobeno vlažným přístupem paní Modré k organické chemii. Sama se mi zmínila, že organická chemie nepatří k jejím oblíbeným oblastem, a mé následky v hodinách jí zřejmě někdy nebyly příjemné; po přibližně dvou měsících se mě zeptala, kdy už provedeme nějaké experimenty, jenže s přístroji jsem zatím neměla v plánu začít, protože jsem teprve poznávala třídu. Abych vyšla paní Modré vstříc, navrhla jsem jí po následku hodiny věnované palivům provést příští hodinu demonstrační experiment přípravy bio dieslu. Experiment se zdařil a paní Modrá měla radost z experimentální činnosti a také ocenila, že jsem ji při demonstraci zastoupila. Přestože jsem celkově na následcích hodin chemie septimy u paní Modré strávila méně času než v sextě a kvintě paní Malé, měla jsem možnost poznat ji jako učitele poměrně dobře. Při návštěvách gymnázia jsem totiž trávila čas mezi hospitacemi v kabinetu paní Modré, který byl propojený s třídou fyziky, kam chodila paní Modrá nejčastěji učit. Stala jsem se tak od poslechu svědkem i mnoha hodin fyziky. V těchto hodinách, kdy paní Modrá učila mladší žáky, velmi často zařazovala experimenty, jak demonstrační, tak žákovské, často používala příklady z běžného života, a tím byly hodiny fyziky přitažlivé pro žáky. Několikrát se však stalo, že paní Modrá reagovala na dotazy či chování žáků nepřiměřeně přísně se zvýšeným hlasem a nepříjemným tónem. I když pouze z odposlechu, reakce žáků na tyto situace byly velmi podobné: žáky tyto momenty stresovaly, neboť ve třídě nastalo naprosté ticho, a když se žák pokusil namítnout a vysvětlit své chování či nedonesený úkol, málokdy byl vyslechnut, spíše naopak byl umlčen. Ve výjimečných případech by bylo možné reakce vysvětlit momentální indispozicí učitele, na kterého, jako na každého jiného, doléhají strasti a starosti. V tomto případě však nebyla situace výjimkou. Paní Modrá byla ve škole zjevně nespokojená, z pozdějších rozhovorů vyplynulo, že jí nevyhovovaly platové podmínky, úroveň žáků, vztah s kolegy a zřejmě se cítila také nedocenená. Je pravda, že se pro žáky snažila zorganizovat akce, které aktivizují hodiny přírodních věd, jako např. exkurze v hodinách chemie nebo tvorba a pouštění draků v hodině fyziky, ale její aktivity zůstávaly vedením nepovšimnuty. Sama měla s vedením napjatý vztah, takže v průběhu roku se mi svěřila, že si hledá jinou práci, protože ji to na současné škole neuspokojuje. Koncem dubna odešla paní Modrá kvůli problémům se zády na nemocenskou a v květnu nakonec ve sledu událostí podala ve škole výpověď. Z našich rozhovorů jsem tento krok očekávala, přesto mne překvapilo, že k němu došlo před koncem školního roku. S paní Modrou jsme se tedy loučily pouze prostřednictvím e-mailů. Domnívám se, že paní Modrá patří k aktivním učitelkám, ráda experimentuje, ráda chystá nebo zajišťuje pro žáky novinky z oboru, ale musí mít kladnou odezvu okolí, jinak se snadno nechá rozladit žáky, kolegy či rodiči a možná nevědomky se to odráží v hodinách na jejím přístupu k žákům. Spolupráce v hodinách chemie při laboratorních cvičeních neprobíhala zcela podle mých představ (z pohledu výzkumníka). Na začátku jsme se sice domluvily, že cvičení povede vyučující dané třídy, má role bude pouze asistentská, avšak paní Modrá nikdy hodinu neměla zcela pod kontrolou, nechávala žáky samostatně pracovat i ve chvílích, kdy by potřebovali pomoci. Mohlo to ukazovat na důvěru, kterou měla v schopnosti žáků poradit si s novým vybavením, ale také se zdálo, že spoléhá na mou přítomnost a to, že případné problémy vyřeším já. Má role byla pouze jako nezúčastněný pozorovatel a rozhodla jsem se tak setrvat (až na výjimky, kdy se mne

žáci výslovně ptali na radu), i když jsem viděla, že žáci dělají chyby a bylo by dobré víc organizovat jejich práci. Toto vedení hodiny ukazovalo další podobu, jak mohou být školní experimentální systémy zapojeny ho výuky, a bylo tedy užitečné pozorovat, jak vypadá volně vedené laboratorní cvičení s měřicími systémy.

Charakteristika školy B – pohled výzkumníka

Celkově jsem gymnázium B navštívila vícekrát než gymnázium A, přesto jsem neměla tolik příležitostí poznat školu blíže. Na gymnáziu A jsem cestou do kabinetů spolupracujících učitelek musela projít celou školou, takže jsem často potkávala žáky i jiné učitele a mohla jsem nechat na sebe působit prostředí školy. Na gymnáziu B byl kabinet chemie i laboratoř ve sníženém přízemí blízko vchodu do školy, a proto jsem se tolik nedostávala do kontaktu se žáky a zaměstnanci. Celkově však na mne škola působila méně přívětivým dojmem: vysoké stropy, velká vstupní hala do školy s malými okny nebyla nikdy dostatečně prosvětlena. Ve stejné budově současně sídlí základní škola, všichni žáci se potkávají při vstupu do školy a o přestávkách ve foyer školy. Vybavení tříd bylo tradiční, dataprojektory nebyly skoro v žádné třídě, a tak měla paní Tichá zapůjčený přenosný dataprojektor, který žáci vždy před hodinou chemie nosili do třídy a zapojovali. Třídy působili „metropolitně“, protože na škole bylo skutečně velké procento žáků cizinců, jak uvádí zpráva školní inspekce; většina těchto žáků hovoří plyně česky. Druhé specifikum školy, vzdělávání nadaných žáků, však nemohu potvrdit. Navštěvovala jsem hodiny kvinty a zpočátku také sexty a nadaných žáků bylo ve třídách minimálně. V sextě bylo možné považovat za nadaného jednoho žáka z celkových čtrnácti, v kvintě jednoho až dva ze sedmnácti. Žáci byli průměrní až podprůměrní, což se projevovalo i na chování v hodinách a o přestávkách.

Pedagog školy B

Paní učitelka Tichá je jedinou učitelkou chemie na gymnáziu B, na kterém v době výzkumu působila čtvrtým rokem. Na Vysoké škole chemicko-technologické vystudovala obor sacharidy a pár let pracovala v praxi. Vždy chtěla učit, ale kvůli špatnému stranickému profilu rodičů by nedostala doporučení od ředitele („*Pokud rodiče nebyli ve straně, tak jak by jejich dítě mohlo správně učit?*“). Brzy se jí poštěstilo získat místo na učilišti, kde nečekaně kromě chemie učila sedm různých předmětů, včetně dějepisu. V letech 1981-1983 studovala na ČVUT doplňkové pedagogické studium pro učitele odborných předmětů na SŠ a absolvovala se samými výbornými – studiu se hodně věnovala a ráda na to vzpomíná. Na učilištích učila několik let a z těchto dob dodnes čerpá většinu informací pro dnešní přípravu. Učit na učilišti ji po čase přestalo uspokojovat a chtěla se dostat na gymnázium – v roce 1989 však údajně propásla svou šanci, protože se necítila dostatečně způsobilá. Nakonec se jí však na gymnáziu podařilo dostat a toto je třetí v pořadí, kde působí. Na škole B však není spokojená, protože s vedením nemá dobrý vztah. Žáci, rodiče a ani vedení její práci nedokáží ocenit a její hodnocení je zpochybňováno (jedná se např. o vylepšování známek na vysvědčení, protože podle ředitele údajně neumí hodnotit a je přísná). Na konci školního roku 2007/2008 došlo mezi vedením a paní Tichou k výměně několika ostrých dopisů vrcholících snahou ji zdiskreditovat. Shodou okolností ale došlo k částečné výměně vedení a nová ředitelka nemá s paní Tichou osobní konflikt. Přesto paní Tichá hledá kvůli několika důvodům jiné působiště: díky jedno třídivým ročníkům učí ve všech třídách chemii, ale ani tak nemá plný úvazek, což je finančně nevýhodné; žáci, kteří školu navštěvují, jsou talentovaní jen výjimečně, naopak není ojedinělé, že žák propadá hned z několika předmětů. Místo aby učitelé byli v hodnocení podpořeni vedením, často je na ně vyvíjen tlak, ať žáci nepropadají; paní Tichá tomuto tlaku nepodléhá. Snaží se oprostít od napjatějších vztahů s vedením a svou energii věnuje výuce. Zasadila se o vybudování laboratoře, protože v chemii chtěla vést i laboratorní cvičení. Laboratoř je využívána jako obecná přírodovědná laboratoř, ale cvičení jsou v ní nakonec převážně chemická. Žáci nemají zvlášť vyčleněné hodiny na laboratorní cvičení, ale paní Tichá pro třídy zajišťuje laboratorní cvičení tak, že v běžnou rozvrhovanou vyučovací hodinu přichází do laboratoře polovina třídy, zatímco druhá polovina třídy má volno.

Skupina, která měla volnou hodinu, přichází na laboratorní cvičení jindy, např. příští týden před vyučováním. Tuto hodinu má pak paní Tichá nad rámec úvazku a není jí zaplacená. Žákům se snaží vycházet vstříc i tvorbou příprav: zpracovává je do elektronické podoby, tento rok i do prezentací. Přípravy dává k dispozici žákům na své webové stránky, odkud si je mohou před hodinou chemie stáhnout. Paní Tichá tuto svou vstřícnost žákům zdůvodňuje tak, že někteří žáci se mohou na výuku předem připravit, ale je to zvláště pro ty, kteří by si nestíhali během výkladu dělat poznámky. Materiály jsou vždy označeny datem vyučovací hodiny, třídou a tématem. Kromě učebního textu jsou vždy na závěr úkoly, které jsou založeny na procvičování probrané látky, výpočtech a vyhledávání informací. Tvorba materiálu pro žáky paní Tichou zaměstnává dost ve volném čase, takže už jí nezbyvá příliš času, aby vyhledávala nové informace, a vychází tak z ověřených příprav z předešlých let. Hodiny zakládá vědomě na klasických výukových metodách, jako např. výkladu, protože tak stihne probrat vše, co je potřeba. Na jiné formy než frontální vyučování si netroufá (nepočítáme laboratorní cvičení), protože v nich nemá praxi. Není si jista, jak by např. organizovala skupinovou výuku, a navíc má z ní obavy. Inovacím se ale cíleně nebrání, proto také souhlasila s výzkumem – chtěla výuku inovovat a načerpat nějaké nové podněty pro sebe; zároveň chtěla pomoci kolegovi z učitelské profese. Škola nemá k dispozici žádné experimentální systémy, ani jiné měřicí přístroje, takže pro žáky by se v případě spolupráce jednalo o novinku. Paní Tichá neměla z experimentování vůbec obavy, protože denně pracuje s počítačem, navíc usuzovala, že spolupráce bude prospěšná pro všechny strany. Doufala, že se měřicí přístroje budou líbit i žákům, ale nemohla to říci s jistotou. Většinou žáci reagují na výuku chemie neutrálně až záporně, což je prý dáno jejich celkovým postojem ke vzdělání. Vztah žáků k chemii se proměňuje s věkem: mladší žáci mají velmi kladný vztah k experimentům, nadšení však postupně upadá. Paní Tichá si i přes veškeré výhrady vůči prostředí, kde momentálně pracuje, zachovala kladný přístup k žákům, ti ji totiž z velké části přinášejí satisfakci: občas po hodině vyjádří zaujetí, ptají se po dalších informacích, nebo jí i někdy poděkují.

Z pozorování výuky mohu potvrdit většinu toho, co jsem se dověděla při úvodním, velmi upřímném rozhovoru. Při následních jsem se postupně snažila pochopit vztah učitel-žák (žáci), abych zjistila, proč dochází mezi paní Tichou a vedením k rozepřím. Systematicky jsem navštívila dvě třídy, kvintu a sextu. V obou třídách vládl ne příliš pracovní duch. Paní Tichá si dokáže udržet autoritu, a proto žáci spolupracují, ale sami nevykazují přílišné nadšení – udělají, co musejí udělat. Paradoxem je, že i když mají k dispozici všechny materiály a látka je jim promítána, takže nemohou mít potíže s psaním poznámek, přesto upadají do pasivity. Jen někteří žáci v hodině aktivně spolupracují. Paní Tichá se snaží žáky motivovat k diskusím a spolupráci tím, že za aktivní účast v hodině žáci dostanou pomyslné plus a za třikrát projevenou aktivitu dostanou malou jedničku. Více jak polovinu třídy to však nemotivuje. Možná, kdyby se výukové metody více střídaly, byli by do výuky vtaženi i ostatní žáci. Dalším aspektem výuky paní Tiché je kvantita vzdělávacího obsahu: žáci se během hodiny dozvědí velké množství informací, což na jednu stranu splní tematický plán beze zbytku, avšak žáci mohou být zahlceni. Souvisí to s úrovní žáků, kteří gymnázium navštěvují – z projevů chování během vyučování i z části přestávek, které jsem měla možnost pozorovat, nejde většinou o žáky nadané, nýbrž průměrné, někdy až podprůměrné. S proměnou společnosti, návyků a trávení volného času nejsou zřejmě tito žáci zvyklí přijímat velké množství nových odborných informací. Paní Tichá zatím na úroveň vykládané látky nerezignuje, ale snaží se žákům vycházet vstříc tak, že jim nabízí pomoc v rámci konzultačních hodin.

Tabulka 9 – Učitelky chemie zapojené do výzkumu

	p. uč. Malá	p. uč. Modrá	p. uč. Tichá
Věk	44	48	54
Vystudovaný obor	VŠCHT	Učitelství CH-F pro SŠ	VŠCHT
Praxe ve školství	20	20	28

Případové studie - vymezení

Třída sexta z gymnázia A byla vybrána jako reprezentativní kolektiv, který bude v předložené práci popsán podrobně, včetně přiložených etnografických popisů jednotlivých laboratorních cvičení s PPE. Případová studie 2 a 3, třídy kvinta a septima ze stejného gymnázia, jsou popsány stručně. Případová studie 4 – kvinta ze školy B je opět popsána detailněji, neboť počítačem podporované experimenty byly do hodin začleněny výrazně rozdílným způsobem, než tomu bylo na gymnáziu A.

5.3.2 Případová studie 1: Škola A – sexta

Přírodovědnou část třídy sexty tvořila skupina deseti žáků, kteří měli tři hodiny chemie týdně, vždy pátou vyučovací hodinu, kolem poledne. Velikost skupiny byla vyhovující, neboť v případě laboratorního provedení experimentů by nepřipadli na pracovní místo více než tři žáci. Jedním z žáků byl Jirka, který byl autistou a třetí ročník opakoval. Zprvu jsme s paní Malou myslely, že se Jirka částečně zapojí po výuky, ale jeho práce v prvním pololetí v běžných hodinách naznačovala, že to spíše nebude možné. Jirka byl uzavřený ve svém světě a jen výjimečně do něj pouštěl paní Malou, nikoho jiného. Spolužáci tento stav rychle přijali a nesnažili se Jirku mezi sebe přijmout, neboť on o to skutečně nestál. V hodinách mu paní Malá dávala speciální úkoly, kdy mohl pracovat samostatně, výklad nebyl schopen sledovat, ani případně odpovídat na otázky. V druhém pololetí se jeho stav zhoršil a zvýšila se jeho absence ve škole. Přítomný byl pouze na prvních dvou hodinách s instrumentální technikou, ale nezapojil se do práce a věnoval se svým věcem, takže v popisovaných cvičeních nebude zmíněn.

Během školního roku, druhého pololetí byly všechny úlohy s instrumentální technikou prováděny jako žákovské experimenty, nikoliv jako demonstrační. Jednak to bylo způsobeno tím, že jsem dopředu neznala detailní plán hodiny a učební téma a také proto, že paní Malá chtěla, aby žáci získali laboratorní zkušenost s přístroji, nejen aby pozorovali experiment. Další nevýhodou bylo to, že ve třídě, kde jsme zpočátku pracovali, nebyl dataprojektor, takže žáci by museli v případě demonstračního experimentu obklopit vyučující, ale ani v jejich malém počtu by všichni neviděli vše podstatné, tedy provedení a současně záznam na obrazovce.

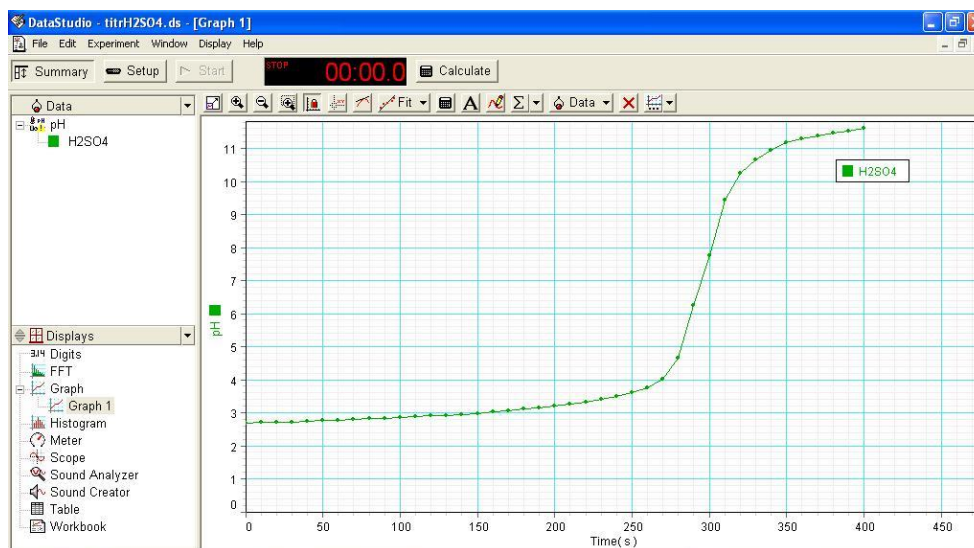
Úvodní měření – neutralizační titrace s potenciometrickou indikací bodu ekvivalence

První, původně neplánované, měření jsme zorganizovali 11. listopadu 2008 a tématem byla neutralizační titrace. V hodině chemie právě žáci opakovali neutralizaci, takže paní Malá navrhla, aby se neutralizace ukázala experimentálně. Souhlasila jsem, i s vědomím, že v té době jsme zatím měli na KUDCH k dispozici jediný malý netbook, ke kterému bylo možno připojit experimentální systém. Naskytla se tak ale příležitost prakticky ověřit, jaké rozhraní je žákům bližší, zda práce s netbookem, ke kterému je pomocí USB kabelu a převodníku připojené čidlo, nebo s loggerem, který má vlastní obrazovku a čidlo je připojeno přímo k němu.

Cíl úlohy: cílem úlohy bylo, aby žáci pozorováním zjistili, jak se mění pH roztoku při titraci, a zda připravená $0,1\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ HCl má tuto koncentraci.

Provedení: Do školy jsem přivezla přístrojové vybavení a připravené roztoky kyseliny i zásady. Tuto hodinu jsem vedla osobně, neboť paní Malá zatím s experimentálním systémem nepracovala. Žáci měli spuštěný i nastavený program jak v netbooku (DataStudio), tak v loggeru Xplorer GLX od firmy Pasco. Rozdělili se do dvou skupinek, načež jsem jim vysvětlila, jak se pipetuje pomocí nástavce, jak se bude provádět měření za pravidelných přídávků odměrného roztoku mikropipetou a práci s mikropipetou. Na cvičení bylo přítomno šest žáků, takže pracovali tři u jednoho pracovního místa. Dva se vždy střídali v přidávání odměrného činidla. Žáci pozorovali, jak se jim na obrazovce mění hodnota pH roztoku kyseliny s přidávaným hydroxidem

a objevily se popisující komentáře „*Jojo, už to stoupá.*“ Nedokázali v ten moment nahlédnout, že změna pH na druhém či prvním desetinném místě bude zanedbatelná ve srovnání se změnou pH v bodě ekvivalence. Jakmile se začal blížit bod ekvivalence, začal stoupat i údiv žáků nad probíhajícím měřením. A v momentě bodu ekvivalence vyvolal skokový nárůst hodnot pH, jaký skutečně nečekali, pobavení mezi žáky. Zanedlouho po vykreslení inflexního bodu (v té době žáci zatím nevěděli, že to je bod ekvivalence), byli žáci schopni předpovědět, jak bude vypadat další část křivky. Přestože dynamická potenciometrie byla první měření, jaké žáci prováděli, navíc s použitím mikropipety, naměřili pravidelnou titrační křivku (Obrázek 55). V desetivteřinových intervalech, kdy se dva žáci střídavě přidávali hydroxid, měli dostatek času soustředit se na přesné odebrání roztoku mikropipetou, jinak špatné odebrání titračního roztoku bývá jednou z nejčastějších chyb žáků u tohoto provedení.



Obrázek 55 - Titrační křivka naměřená žáky při prvním měření v programu DataStudio

Zapojení vyučujícího: Paní Malá se zpočátku slovně nezapojovala, nýbrž pozorovala, jak se provádí měření, ale jakmile došlo na vysvětlování a vyhodnocování získané křivky, sledovala, o čem hovořím s první rychlejší skupinkou, a sama pak pomáhala druhé skupince. Také se u nich snažila posouvat práci vpřed, upozorňovala je na omezený čas („*Tak, jedem, vemte papír a počítejte.*“)

Obě skupinky byly tedy v provedení experimentu úspěšné a rychle se zorientovaly na obrazovce počítače, případně loggeru. Tentokrát nebylo třeba cokoli v programu nastavovat, proto nemělo smysl sledovat, jak se žákům pracuje v programu samotném. Cílem měření bylo seznámit žáky s instrumentálním provedením titrace a naměřit titrační neutralizační křivku. Každá skupina prováděla měření na jiném rozhraní a již při provedení bylo vidět, že pro vícečlennou skupinu není logger Xplorer GLX vhodný. Na malou obrazovku dobře viděl pouze ten, který se k ní skláněl, další dva členové viděli vznikající křivku jen částečně a museli se o to více spoléhat na hlášení časových úseků, kdy mají dát další přídavek hydroxidu ke kyselině. Domněnku, že s počítačem se žákům pracuje lépe než s loggerem, jsem ověřila před další hodinou chemie, kdy jsem se ptala, zda máme v případě dostupných financí nakoupit pro experimentování s čidly netbooky či loggery a proč právě ono rozhraní. Žáci odpověděli, že *určitě je lepší notebook - je všestrannější a rozhodně méně náročný na pochopení*. Nezmínili tedy aspekt týkající se velikosti či přenosnosti, protože ve škole nebylo potřeba mít co nejmenší a lehký přístroj, který je naopak vhodný pro terénní měření. Při prvním kontaktu se školními experimentálními systémy bylo pro žáky stěžejní pracovní prostředí, ve kterém jsou zvyklí se orientovat, tedy alespoň částečně známá nabídka (menu), srozumitelné uspořádání prvků programu na obrazovce.

Volba úloh, zapojení žáků do výzkumu

Mezi prvním a dalšími měřeními uplynuly tři měsíce, které z organizačních důvodů (Vánoce, pololetí) nebylo možno experimentálně využít, takže jsme s paní Malou domlouvaly další experimentální práci skutečně až ve druhém pololetí, jak bylo navrženo v úvodním rozhovoru. Pořadí úloh jsme zvolily tak, aby se daly v blízkém termínu provést jak v sextě, tak v kvintě, aby i učitel měl možnost si úlohu zopakovat a upevnit. Z toho důvodu jsme se spíše rozhodovaly podle tematického plánu kvinty, kde se probírala obecná chemie, a do tematického plánu sexty byly úlohy zařazeny v rámci opakování. Tematický plán sexty obsahoval v květnu a červnu témata analytické chemie, která korespondovala s plánem instrumentálních titrací. Před vlastní žákovskou prací bylo potřeba zařadit instruktážní hodinu, ve které se žáci seznámí se základním ovládáním programu DataStudio.

Níže uvedená tabulka (Tabulka 10) uvádí přehled provedených laboratorních cvičení a účast žáků. Barevně jsou vyznačeny skupiny žáků, které se při daném laboratorním cvičení utvořily (zelená, modrá a žlutá skupina).

Tabulka 10 - Realizovaná cvičení v sextě na gymnáziu A

Datum	Téma	Lenka	Pavel	Tereza	Anna	Štanda	Pepa	Matěj	Filip	Jarda
2. 2. 2009	Instruktáž	-						-	-	
16. 2. 2009	Kinetika									
16. 4. 2009	Hessův zákon	-		-	-				-	-
20. 4. 2013	pH	-		-	-					
4. 5. 2013	Hydrolýza	-						-		
28. 5. 2013	Ocet						-	-		
4. 6. 2013	Víno	-								
11. 6. 2013	Vodivost						-			
15. 6. 2013	Chloridy									

V rámci výzkumu měly být hodiny laboratorních cvičení nahrávány, proto jsem dopředu žáky o výzkumu informovala a požádala jsem o jejich písemný souhlas s natáčením vyučovacích hodin. Dalším z nástrojů výzkumu byl dotazník zjišťující postoje žáků k přístrojům obecně a k přístrojům ve vyučování. Dotazník byl distribuován na začátku instruktážní hodiny, tedy než se žáci podrobně seznámili s podobou a funkcemi školních experimentálních systémů.

(2. 2. 2009) Instruktážní hodina

Během prvního cvičení se žáci seznamovali s experimentálním systémem a jeho možnostmi při měření. Podrobnější popis lze nalézt v Příloze 18.

Cíl: Cílem hodiny bylo seznámit žáky se základními funkcemi programu, nastavením, a možnostmi, které budou v následujících cvičeních potřebné ke správnému provedení úlohy a vyhodnocení dat. Po absolvování cvičení měli být žáci schopni propojit čidlo s počítačem, orientovat se v základní nabídce programu, který umožňuje záznam dat z čidla, změřit data pomocí teplotního čidla a pH elektrody a změnit vzorkovací frekvenci měření.

Organizace, vybavení, uspořádání: Hodina, na kterou přišlo šest žáků z devíti, probíhala ve třídě. Žáci se rozdělili do dvou skupin po třech. Cvičení jsem vedla osobně, neboť paní Malá zatím neměla s programem ani experimentálním systémem zkušenost. Žáci používali dva zapůjčené mini notebooky s nainstalovaným programem, vodivostní čidlo a pH elektrodu.

Úspěchy a neúspěchy vyučovací hodiny: Žáci, kteří si donesli vlastní notebook, aby do něj nainstalovali program, ve kterém bude probíhat měření, aktivně řešili problémy s instalací, měli zájem o program, avšak díky operačnímu programu Microsoft Windows Vista se instalace nezdařila. Žáci se aktivně podíleli na krátkých úkolech, na kterých si měli procvičit práci v programu a práci s elektrodou. Všechny úkoly žáci zvládli sami, případně s menší pomocí paní Malé nebo mne. Při práci v programu se všichni aktivně zapojovali, dívky nevyjímaje. Jediný, kdo se příliš nezapojoval, byl Pepa.

Zapojení vyučující: Paní Malá po celou dobu pozorně sledovala práci žáků a instruktáž a chvílemi se zapojovala, jestliže skupinka chlapců nevěděla, jak v programu něco nastavit.

Shrnutí: Instruktážní hodina splnila vytyčené cíle, žáci na konci cvičení pracovali poměrně samostatně, i když si nebyli jisti, jak pracovat v programu. Do práce se až na jednoho žáka aktivně zapojovali všichni, dívky nevyjímaje – ty neprojevovaly žádné obavy ani ostych z počítače. S paní Malou jsme se shodly, že bude dobré žáky upozornit na rozdělení práce ve skupině, pokud toho sami nebudou schopni.

(16. 2. 2009) Vliv podmínek na rychlost reakce: učíme se

Pracovní list je k nalezení v Příloze 1 a popis hodiny je uveden v Příloze 19.

Cíl: Cílem úlohy bylo zkoumat vliv různým podmínek měření, teploty, koncentrace a reakčního povrchu, na rychlost reakce. Na konci cvičení žáci vysvětlí, jakým způsobem ovlivňují zmíněné podmínky rychlost reakce, interpretují naměřené křivky, rozumějí, proč se k měření používá tlakové čidlo.

Organizace, vybavení, uspořádání: Na druhé cvičení, které probíhalo ve třídě, přišlo všech devět žáků. Rozdělili se do dvou skupin, neboť byla k dispozici pouze dvě tlaková čidla připojená k notebookům. Vzhledem k časové dotaci 45 minut byl program DataStudio pro žáky již spuštěn. Žáci dostali k vypracování pracovní list (Příloha 1), jehož úvodní otázky probírala paní učitelka s žáky v předchozí hodině chemie.

Zapojení vyučující: Paní Malá na začátku cvičení shrnula úkoly, které žáky čekají, vysvětlila, kde jsou pomůcky a chemikálie k experimentům a zdůraznila nutnost dobré organizace práce pro úspěšné zvládnutí všech úkolů. Během cvičení sledovala, zda žáci pracují efektivně a několikrát upozornila skupinu pěti chlapců, jak si mají rozdělit práci. Paní Malá také kontrolovala měřené grafy a radila při práci v programu, např. jak upravit rozlišení os, aby byly vidět změny během měření.

Úspěchy a neúspěchy vyučovací hodiny: Skupina dívek a Standy byla úspěšnější při vypracování úlohy: lépe si rozvrhli práci ve skupině, takže rychleji skončili a měli více času na interpretaci dat. Při vyhodnocování naměřených výsledků objevili chybu při vlastním měření, neboť naměřená data nedávala smysl, což pochopili porovnáním křivek. Na interpretaci dat se podíleli všichni členové skupiny a prokázali tak velkou míru spolupráce. Druhá skupina si nedokázala efektivně rozdělit práci, a tak jim měření zpočátku trvalo velmi dlouho: docházelo k záměnám vzorků, což žáci zjistili z naměřených křivek – na druhou stranu to svědčilo o tom, že brzy pochopili závislost mezi sledovanou proměnnou a naměřenými výsledky, tudíž měli jistá očekávání, jak bude křivka vypadat předtím, než ji celou z měřili.



Obrázek 56 – Žáci sexty G-A: sledování vlivu teploty na rychlost reakce

Shrnutí: Žáci stihli všechna měření a také je správně vyhodnotili. Již při měření se projevovalo, že žáci chápou vztahy mezi grafy, tedy jednotlivými měřeními, ačkoli nebylo možné zjistit, nakolik si uvědomují vztah mezi měřenou proměnnou, tlakem, a zjišťovaným úkolem – rychlost reakce. Všichni žáci se zapojovali do práce, ačkoli pracovní místo mělo čtyři a pět členů, a proto ne všichni měli možnost více pracovat s experimentálním systémem. Cvičení kladlo na žáky nároky v mnoha směrech: byla vyžadována praktická laboratorní činnost, práce s počítačem, interpretace dat a organizace práce. Vše se žáci v průběhu učili, neboť bylo vidět, jak několik žáků řeší společně jednu věc a snaží se navzájem radit.

Metodické poznámky k úloze:

- ❑ Množství vzniklého produktu lze sledovat mnoha způsoby. Jestliže mezi výchozími látkami není plynná látka, ale plyn je jedním z produktů, lze reakci sledovat tlakovým čidlem, neboť to indikuje vznikající produkt. Na tento princip je zaměřena úvodní otázka. Pokud ji tedy žáci nevyřeší správně, měli by k tomuto závěru dojít na základě měření nebo při diskuzi s učitelem. Z křivky tlaku lze vyčíst dvě základní informace: absolutní hodnotu tlaku, která souvisí s množstvím vzniklého produktu a strmost křivky udávající rychlost vzniku plynného produktu.
- ❑ Jedním z cílů úloh je porovnat křivky mezi sebou, a tak je důležité používat zkumavky o stejném objemu, jinak by se měřeními získaly hodnoty tlaku, které by sobě neodpovídaly.
- ❑ Je potřeba dávat pozor na důkladné uzavření zkumavky zátkou, jinak dojde k úniku plynu a tím poklesu tlaku – lze to pozorovat v grafu. Na zátku by se však v průběhu měření nemělo příliš a střídavě tlačit, neboť i náhlé zatlačení zátky má vliv na tlak ve zkumavce - náhle stoupne.
- ❑ Při zkoumání vlivu teploty musí být ponořena do horké či studené vody pouze část zkumavky s vodou. Pokud je ponořena část nad hladinou, dojde k nechtěné změně tlaku plynu a tedy k nesprávné změřené hodnotě.
- ❑ Koncentrační vliv lze provést také tak, že se na zkumavce vyznačí fixem nejlépe tři až čtyři značky (pokud možno rovnoměrně vzdálené), zkumavky se vždy naplní po jednu ze značek kyselinou ($c = 1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) a doplní se vodou po nejvyšší značku. Provedení je vhodné jako demonstrační či v případě, že není dostatek času v hodině, nebo když žáci v jedné vyučovací hodině řeší i úvodní úkoly. Pak nemá smysl počítat přesnou koncentraci jednotlivých roztoků, ale je dobré ji alespoň odhadnout.
- ❑ Úloha zkoumající vliv reakčního povrchu je problematická v tom, že žáci při stříhání někdy poztrácejí jednotlivé nastříhané kousky hořčkové pásky. Je proto dobré jako podklad použít bílý papír a dávat pozor, aby všechny kousky byly přeneseny do zkumavky. Stejně tak musí být všechny ponořeny v kyselině, takže žáci musejí dávat

pozor, aby žádný kousek neupěl na stěně zkumavky.

- Není potřeba odměřovat přesně 1cm kousky hořčkové pásky, ale při sledování určitého vlivu je důležité, aby kousky hořčkové pásky byly především stejně dlouhé.
- Podobně není nutné odečíst tlak přesně při 40 sekundách, ale odečíst vždy ve stejný čas, kdy by tlaky měly být porovnatelné.

(16. 4. 2009) Hessův zákon: nudíme se

Pracovní list k úloze je uveden v Příloze 2 a popis hodiny v Příloze 20.

Cíl: Úloha se zaměřuje na pojetí reakčního tepla a výpočet reakčního tepla. Žáci po cvičení rozlišují exotermní a endotermní reakci, přímou a zpětnou reakci a jejich formální značení. Dokáží popsat, v čem spočívá Hessův zákon a jaké jsou výhody jeho použití.

Organizace, vybavení, uspořádání: Vyučovací hodina opět probíhala ve třídě a neplánovaně s celou třídou sexty, ne jen s přírodovědnou částí. Z přírodovědné části byli přítomni čtyři žáci, kteří z organizačních důvodů pracovali společně u jednoho pracovního místa – notebooku, umístěného v zadní části třídy. Žáci v předcházející hodině opakovali termochemii z prvního ročníku a na začátku cvičení dostali pracovní list, do kterého měli vyřešit úkoly.

Zapojení vyučující: Tentokrát se paní Malá nemohla stoprocentně věnovat přírodovědné části třídy, neboť kontrolovala zadanou samostatnou práci i ve zbytku třídy. Dokázala suplované žáky tak zaměstnat, že téměř celou hodinu tiše pracovali a nerušili přírodovědnou část při laboratorním cvičení. Na začátku hodiny paní Malá pročetla postup, jak mají žáci úlohu vypracovat a upozornila opět na rozdělení práce a nutnost nastavit program. Pravidelně pak chodila ke skupině, aby zjistila, jak jsou daleko s měřeními a jak pracují.

Úspěchy a neúspěchy vyučovací hodiny: Žáci zvládli naměřit potřebná data a navzdory některým chybám (nepřesný objem kyseliny, jednoduchý kalorimetr) získali dobré výsledky. Pavel již zvládnul sám pracovat v programu, ale na začátku jej musela paní Malá upozornit na rozsah os; na druhou stranu k ovládnutí počítače se nedostal nikdo další. Žáci zaujatě sledovali ustalování teploty – graf, ale zbytečně tak ztráceli čas, který mohli využít na výpočet příkladů. Měření by bez problémů zvládli dva žáci a další dva mohli čas věnovat řešení úkolů. Stále se nepovedlo účinně zapojit Pepu do práce.



Obrázek 57 - Žáci sexty G-A: měření teploty při experimentu z termochemie

Shrnutí: Úloha je vhodná na jednu vyučovací hodinu, neboť je dostatečné množství času na provedení obou měření. Při ustalování teploty je dále čas na vypracování úkolů v pracovním listu. Na materiální vybavení je daná úloha nenáročná, poněvadž je potřeba pouze teplotní čidlo;

žákům však činil potíže výpočet – nikdo díky špatně použitým znaménkům nespočítal příklad dobře.

Metodické poznámky pro učitele:

- Pro snazší výpočet se v úloze používá odhad, že HCl o koncentraci $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ má stejnou hustotu jako voda, což není pravda, ale usnadňuje to výpočet. Další chybou je odměřování kyseliny. Odměrný válec jako nádoba na dolítí neodměří přesně 50 ml HCl, ale i zde je chyba poměrně malá, která není v rozporu s principem úlohy.
- V pracovním listu je místo termínu *reakční enthalpie* používáno *reakční teplo* s obecným označením energie E , aby žáci nebyli zahlcováni terminologií, kterou pro pochopení principu není nezbytné znát.

(20. 4. 2009) Měření pH: kalibrujeme

V květnu byla součástí tematického plánu sexty analytická chemie, kterou jsme s paní Malou chtěly doplnit laboratorními cvičeními. Před potenciometrickou titrací jsme se rozhodly zařadit dvě úlohy na měření pH, na nichž by si žáci zopakovali princip acidobazických rovnováh. Pracovní list k úloze měření pH je v příloze 4 a popis hodiny v příloze 21.

Cíl: Cílem cvičení je, aby žáci provedli měření pH a porovnali výhody a nevýhody dvou způsobů měření: pomocí univerzálního indikátorového papírku a pH elektrody. Žáci se seznámí s podstatou kalibrace a sami elektrodu kalibrují. Po absolvování cvičení žáci umí správně pracovat s pH elektrodou a na základě měření rozlišují kyselé a zásadité roztoky.

Organizace, vybavení, uspořádání: Cvičení probíhalo v běžné třídě, a jelikož nepřišla žádná dívka, bylo přítomno šest žáků, kteří se rozdělili do dvou skupin. K dispozici byly pufry pro každou skupinu, sada vzorků byla společná pro obě skupiny. Žáci přišli na cvičení teoreticky připraveni, neboť paní učitelka Malá s nimi v předchozí hodině opakovala téma pH.

Zapojení vyučující: Žáci měli na začátek za úkol elektrodu zkalibrovat, přestože nevěděli jak. Při jednotlivých krocích je tedy vedla paní učitelka Malá podle foto návodu, který jsem jí zhotovila. Při provádění jednotlivých kroků paní Malá kontrolovala, jestli žáci zadávají hodnoty do správných míst. Jedna skupina měla s kalibrací potíže, protože se během ustalování potenciálu zastavila indikace. Musela jsem v tento moment zasáhnout osobně, jinak by hrozilo, že na tomto problému uvázne veškerá práce, navíc učitel tuto situaci nemohl očekávat. Po zdárné kalibraci paní Malá dále korigovala činnost žáků, aby stihli všechna měření během jediné vyučovací hodiny a poskytovala zpětnou vazbu žákům mezi měřeními. Rychlejší skupinu upozornila na zjevnou chybu měření, jestliže pH hydroxidu sodného odečetli podle indikátorového papírku jako hodnotu 6. Kluci sice demonstrovali paní učitelce, že si hodnotu nevymysleli, přesto jí příliš nedůvěřovali, když se jim snažila vysvětlit, že takový výsledek z principu není možný. V závěru hodiny paní Malá žákům vysvětlovala, jak mají doma přemýšlet u vyplňování výsledkové tabulky.

Úspěchy a neúspěchy vyučovací hodiny: Obě skupiny zvládly za jednu vyučující hodinu všechna měření, včetně kalibrace a řešení problémů s kalibrací. Rychle si osvojili práci s elektrodou a tentokrát si ve trojici dobře rozdělili práci – i Pepa vykonával smysluplnou činnost, ne pouze pozorování. Problematickou se ale ukázala kalibrace elektrody – zdá se, že podle typu převodníku má elektroda větší či menší tendenci při kalibraci „zamrznout“, zastavení indikace potenciálu došlo vždy v případě připojení pH elektrody přes tzv. chemické čidlo, tedy převodník společný pro několik typů elektrod. Rovněž zklamaly indikátorové papírky, přestože byly nově zakoupeny: $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ NaOH indikovaly nepochopitelně žlutou barvou. Jen v první moment po ponoření se

objevila modrá barva. Žáci však kriticky nezhodnotili získaný výsledek a u hydroxidu se spokojili s naměřenou hodnotou v mírně kyselé oblasti pH.



Obrázek 58 - Žáci sexty G-A: pH elektrodu je nutné mezi měřeními očistit

Shrnutí: Rozsah práce na jednu vyučovací hodinu byl přiměřený, žáci naměřili všechna potřebná data. Problémem však byla samotná kalibrace: tento krok žáky při druhém nepovedeném pokusu frustroval, naštěstí ne natolik, že by práci vzdali. Ne všichni žáci by ale houževnatě pokračovali v práci, jako to bylo v našem případě. Úloha však žákům názorně ukazuje různé techniky měření a i různou přesnost měření. Na začátku následující hodiny dostali žáci za úkol vyřešit kontrolní text o pH, ale dosažené výsledky byly natolik rozdílné, že se nedá říci, co ovlivnilo dosažené skóre.

Metodické poznámky pro učitele:

- Přímé měření pH vyžaduje přesně kalibrovanou elektrodu. Starší a špatně uchovávané elektrody neměří správnou hodnotu pH, proto je důležité elektrody správně skladovat a kontrolovat, jestli nevyschl elektrolyt v některé z elektrod.
- Práce s elektrodou: mezi měřeními se musí elektroda oplachovat destilovanou vodou a jemně osušit, aby nedošlo k naředění a tedy změně pH měřeného vzorku. Při dostatečném množství vzorku je vhodný jiný způsob práce s elektrodou: omytá elektroda se nejprve opláchne v malé kádince v roztoku, který se bude měřit, a takto připravená, omytá elektroda ponořit do vzorku.
- Při měření koncentrovaných roztoků silných kyselin a zásad dochází k polarizaci elektrody a naměřené hodnoty proto nejsou správné. Je vhodné zvolit koncentraci nejvýše do $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ (u jednosytných elektrolytů je pak pH 1 nebo 13).
- Je třeba kontrolovat také správnost používání indikátorového papírku: papírek se uchopí pouze za jeden konec, pH se zjišťuje nanesením vzorku roztoku tyčinkou na papírek, a ne ponořením do roztoku – žáci tímto způsobem často zbytečně dlouho máčejí papírek v roztoku, až se částečně vymyje indikátor do roztoku.

(4. 5. 2009) Hydrolýza: neneutralizujeme

Pracovní list k úloze měření pH je v příloze 5 a popis hodiny v příloze 22.

Cíl: Úloha sestávající ze třech úkolů byla zaměřena na princip disociace a pH. Žáci změří pH různě silných elektrolytů o stejné koncentraci a stejné elektrolyty o různých koncentracích a porovnájí naměřené hodnoty pH. Žáci rozlišují elektrolyty podle síly a koncentrace. Žáci proměří pH roztoku vzniklého smísením stejných objemových množství různých kyselin a zásad. Žáci změří, porovnájí a vysvětlí pH stejně koncentrovaných roztoků různých solí.

Organizace, vybavení, uspořádání: Ve škole byla dokončena rekonstrukce laboratoře, takže nyní mohla cvičení probíhat v chemické laboratoři. Na druhém cvičení zabývajícím se pH bylo přítomno sedm žáků, z toho dvě děvčata, která nebyla na minulém cvičení. Žáci přicházeli do laboratoře již o přestávce, rozdělili do dvou skupin, a iniciativně se pustili do práce.

Zapojení vyučující: Paní učitelka Malá na počátku zjišťovala, zda si žáci pamatují kalibraci. Po souhlasné odpovědi se tedy snažila žáky nechat samostatně pracovat a jen sledovala, zda všichni pracují na zadaných úkolech. Všimla si, jaké roztoky aktuálně měří a obě skupiny upozorňovala na nepozornost při vybírání roztoků, tudíž že měří jiné vzorky, než podle plánu chtějí. Žáci s paní Malou v průběhu konzultovali naměřené výsledky, neboť nevycházely podle jejich odhadu. Paní učitelka se s nimi pokoušela nalézt chybu tím, že společně rekapitulovali, kolik přesně jakého roztoku na reakci použili a mnohdy se společně dobrali logického vysvětlení výsledku.

Úspěchy a neúspěchy vyučovací hodiny: Navzdory tomu, že při minulém cvičení nastaly problémy s kalibrací, tentokrát obě skupiny do deseti minut zvládly kalibraci. Navíc, ve skupině Standa, Tereza, Anna, Pepa se nejprve ujala práce s elektrodou Tereza, která minule chyběla, ale nechala si radit od Standy, jak kalibraci nastavit, zatímco připravoval elektrodu k měření. Všichni žáci kromě Pepy přišli do laboratoře ještě o přestávce a okamžitě se pustili do práce – sestavovali pracovní místo. Pepa se tedy snažil naskočit do rozjetého vlaku, a to se mu nepovedlo – Jarda ho při dotazu, zda se k nim může přidat do skupiny, okamžitě odmítl, a druhá skupina už měla také rozdělené činnosti, takže z Pepy zůstal pozorovatel a zapisovatel hodnot u Standovy skupiny. Znovu docházelo k chybám z nepozornosti: žáci někdy zmatečně brali vzorky k měření a naměřené hodnoty psali k jiným vzorkům, a proto by bylo potřeba určit někoho ve skupině, kdo bude kontrolovat správnost vzorků s pracovním listem. Žáci také často opakovali chybu, když se bavili o vzorcích: při rozlišování $0,1\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ a $0,01\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ kyseliny (zásady) zaměňovali označení *koncentrovaná za silná*.



Obrázek 59 - Žáci sexty G-A: nepřesné odměřování objemu má vliv na konečnou hodnotu pH směsi

Shrnutí: Obě skupiny stihly za jednu vyučovací hodinu změřit všechna potřebná data, ale získané výsledky byly zatíženy tolika chybami, že nebyly správné a tudíž pro žáky nepochopitelné a neinterpretovatelné. S paní učitelkou jsme se shodly na tom, že úloha v tomto provedení není vhodná na demonstraci síly kyselin a disociace. Problematická byla hlavně druhá část při slévání roztoků – po vyřazení této části by byl sestavený pracovní list použitelný. Rovněž ověřovací otázky jsou pro SŠ žáky složité.

Metodické poznámky pro učitele:

- ❑ Úloha vyžaduje kalibraci elektrody, neboť jde o přímou potenciometrii. Je potřeba mít k dispozici pufr.

- Při přípravě vzorků silných kyselin a zásad se musí počítat s kyselou a zásaditou chybou elektrody, takže koncentrace roztoků by měla být maximálně $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$.
- Roztoky kyselin a zásad musejí být připraveny pokud možno co nejpřesněji, aby při jejich slévání (jednoduchá neutralizace) došlo k reakci v poměru stechiometrických koeficientů. Jakmile je jednoho z roztoku více či méně, nebo má odlišnou koncentraci, jsou získány špatné výsledky. Z tohoto důvodu je tato část úlohy velmi citlivá na správné provedení (!).

(28. 5. 2009) Ocet: neutralizujeme

Pracovní list k úloze měření pH je v příloze 6 a popis hodiny v Příloze 23.

Cíl: Cílem titrace bylo naměřit titrační křivku, odečíst z ní spotřebu titračního činidla v bodě ekvivalence a spočítat koncentraci kyseliny octové. Žáci po cvičení umí pracovat s mikropipetou, odečítat přesnou hodnotu z grafu a spočítat koncentraci analytu.

Organizace, vybavení, uspořádání: Pro účely cvičení byla sestavena tři pracovní místa, aby žáci pracovali v menších skupinkách a každý měl tím pádem nějakou funkci. Na cvičení přišlo sedm žáků a z důvodu chybějících byret byl přírůstek činidla přidáván v desetivteřinových intervalech mikropipetou, shodně s cvičením na podzim.

Zapojení vyučující: Na začátku bylo potřeba se žáky zopakovat práci s mikropipetou, což s menšími radami zvládla paní Malá bez problémů. Poté žákům rozdala pracovní list a nechala je pracovat samostatně. Průběžně paní učitelka kontrolovala, jak vypadají titrační křivky a vysvětlovala skupinám, do kdy mají roztok titrovat. Někteří se totiž orientovali podle hodnoty pH, ale paní Malá jim vysvětlila, že díky nekalibrované elektrodě může dojít k posunu bodu ekvivalence ve směru osy y .

Úspěchy a neúspěchy vyučovací hodiny: Žáci se podle plánu naučili pracovat s mikropipetou a všichni naměřili dobré titrační křivky, jejichž tvar napovídal, že žáci přidávali titrační činidlo ve správnou chvíli. Od několika žáků zazněl dotaz, zda není třeba elektrodu zkalibrovat. Tato otázka byla na místě, jestliže používáme pH elektrodu, ale vzhledem k tomu, že se neměří přesné pH v bodě ekvivalence, není třeba získávat přesnou hodnotu. Přestože žáci naměřili dobré titrační křivky, téměř nikdo se nedopočítal správného výsledku. Je možné, že pokud by žáci měli více času a úkoly řešili doma, více z nich by dospělo ke správným výsledkům. Velký posun při této hodině nastal v tom, že si žáci dokázali rozdělit práci tak, že každý aktivně něco dělal.



Obrázek 60 – První cvičení s mikropipetou

Shrnutí: Žáci dosáhli většiny stanovených cílů: naučili se pracovat s mikropipetou a provedli stanovení kyseliny octové v běžném octu. Provedení úlohy je snazší než provedení přímé potenciometrie, protože zde není potřeba elektrodu kalibrovat.

Metodické poznámky pro učitele:

- Při dynamické potenciometrii je cílem zjistit spotřebu odměrného roztoku a ne pH v bodě ekvivalence, proto není potřeba pH elektrodu kalibrovat. Z tohoto důvodu je potenciometrická titrace použitelná i v případě, že učitelé nemají k dispozici pufrý na kalibraci. Výhodou nakalibrované elektrody by byla ukázka pH v bodě ekvivalence, které není vždy rovno sedmi, jak se žáci mylně domnívají.
- K výpočtu hmotnostního zlomku kyseliny octové v octu je potřeba znát hustotu octu. Zjednodušeně ji lze vzhledem k nízké koncentraci považovat za stejnou jako hustotu vody.
- Žáci často nejsou schopni rozlišovat, kdy mají pracovat přesně: objem odebraného vzorku musí být co nejpřesnější, neboť ten je nutný k výpočtu. Objem, na který je vzorek ředěn vodou, může být naopak přibližný, protože cílem je ponořit elektrodu. Látkové množství analytu se nezmění, jediné počáteční pH.

(4. 6. 2009) Víno: pracujeme a rozumíme

Pracovní list k úloze měření pH je v příloze 7 a popis hodiny v příloze 24.

Cíl: Cílem druhé titrace bylo upevnění vědomostí a dovedností získaných v předchozím cvičení: po absolvování cvičení žáci pracují s mikropipetou, naměří a vyhodnotí titrační křivku. Žák dále vypočítá a porovná hodnoty celkové kyselosti jednotlivých vzorků vína.

Organizace, vybavení, uspořádání: Na cvičení bylo přítomno osm žáků, kteří pracovali rozděleni do třech skupin, dvě trojice a jedna dvojice. Během jedné vyučovací hodiny měli za úkol přeměřit tři vzorky vína. Každá skupina měla k dispozici jednu mikropipetu.

Zapojení vyučující: Paní učitelka Malá žákům na začátku rozdala pracovní listy a pouze stručně uvedla úlohu s tím, že je principiálně stejná jako předchozí měření, čili by žáci neměli mít potíže s jejím provedením, a proto je cílem porovnat tři vzorky vína. Během cvičení žáky nechala maximálně samostatně pracovat, protože už měli dostatečné množství zkušeností na autonomní práci. Přesto byla její pomoc potřeba v momentě, kdy jedna z elektrod nepracovala správně. Dvojice žáků po cca pěti minutách měření vyhodnotila, že dosavadní hodnoty příliš kolísají, stále se neobjevuje bod ekvivalence a celé měření nedává smysl. Paní Malá také zhodnotila graf jako nesrozumitelný, tedy že měření neodpovídá tomu, co se má dít. Nevěděla, čím by to mohlo být, a tak problém diskutovali se mnou - podle získaných hodnot se zdálo, že se jedná o špatnou elektrodu. Naštěstí jsme měli v zásobě jednu záložní pH elektrodu a tu jsme dali žákům na výměnu. Nové měření ukázalo, že problém byl skutečně v elektrodě.

Úspěchy a neúspěchy vyučovací hodiny: Během cvičení, kdy žáci podruhé prováděli potenciometrickou titraci, bylo vidět, že dvě skupiny, které byly přítomny i minule, zvládají úlohu bez problémů, a případně rychle dokáží odhalit, že měření neprobíhá, jak by mělo. Poslední skupinu tvořili dva žáci, kteří minulé cvičení neabsolvovali, a tudíž nepracovali s mikropipetou. Třetí spolužák ve skupině je to sám naučil, ale Pepa, nejméně zapojený spolužák, nebyl tak zručný, aby novou pomůcku dokázal používat při nastavených rychlých měřeních. Spolužáci pro něj neměli příliš pochopení a vyčítali mu neschopnost. Na konci hodiny se mu ale ještě jednou kamarád ve trojici věnoval, znovu pipetování vysvětlil a nechal Pepu provést poslední měření.



Obrázek 61 - Žáci sexty G-A: jakmile žáci zvládnou techniku práce a rozumí principu měření, je to zábava

Shrnutí: Všechny skupiny zvládly během jedné vyučovací hodiny provést tři stanovení vzorku vína, odečetli bod ekvivalence z grafu, ale už nezbyl čas na vyhodnocení výsledků. Výpočty a závěrečné otázky měli tedy opět za domácí úkol. Při šestém laboratorním cvičení s experimentálními systémy žáci samostatně pracovali s programem, jediné problémy vždy přinášely neočekávané situace, jakou byla nefunkčnost elektrody, komplikací ale byla i nezkušenost žáků, kteří se neúčastnili předchozích cvičení.

Metodické poznámky pro učitele:

- ❑ Elektrodu není potřeba před měřením kalibrovat, protože není třeba znát přesnou hodnotu pH v bodě ekvivalence.
- ❑ Je vhodné upozornit žáky na měnící se barvu vína během titrace – barviva se chovají jako acidobazický indikátor.
- ❑ Ve větší skupině lze provést několik srovnávacích měření a společně vyhodnotit výsledky, jaké víno je nejkyselější – různé vzorky červených a bílých vín.
- ❑ Vzhledem k tomu, že každá skupina měří během třech stanovení různé vzorky a žáci si neověří, že stanovení jednotlivých vzorků provedli správně a přesně, je potřeba na konci cvičení výsledky stejných vzorků mezi skupinami porovnat.

(11. 6. 2009) Vodivost: přemýšlíme

Pracovní list k úloze měření pH je v příloze 8 a popis hodiny v příloze 25.

Cíl: Cílem úvodní úlohy na konduktometrii je představit některé proměnné, které mají vliv na vodivost roztoku a zdůraznit důsledky a rozdíly mezi jevem rozpouštění a jevem disociace. Žáci po dokončení cvičení používají správně konduktometrické čidlo, chápou rozdíl mezi disociací a rozpouštěním, vysvětlí, co ovlivňuje vodivost roztoku.

Organizace, vybavení, uspořádání: Na laboratorní cvičení přišlo osm žáků, kteří se v laboratoři rozdělili ke třem pracovním místům. K dispozici měli vodivostní elektrodu, se kterou se setkali při instruktážním cvičení, a tentokrát také destilovanou vodu, bez níž by navrženou úlohu nebylo možné realizovat.

Zapojení vyučující: Vzhledem k tomu, že práce s konduktometrickým čidlem má svá specifika a žáci jej pouze zběžně poznali při úvodním cvičení, paní Malá nejprve žákům vysvětlila, jak se s elektrodou pracuje. Poté rozdala pracovní listy a upozornila žáky, že je čekají čtyři úlohy, které by měli během vyučovací hodiny zvládnout. V průběhu cvičení žáky upozorňovala, aby sledovali, zda mají správný rozsah os v grafu, ale také aby měnili rozsah čidla podle typu měřeného vzorku.

Úspěchy a neúspěchy vyučovací hodiny: Žáci dostali zadání úlohy až při cvičení, jenže neměli dost času věnovat se úvodním úkolům, protože hrozilo, že nestihnou všechna měření. Úkoly, které měly být vyplněny před měřením, tak žáci vyplňovali, jakmile měli chvíli čas, většinou však až po naměření hodnot. Práce s elektrodou, její čištění a měření vzorku nečinilo žákům potíže, stejně jako práce v programu – tu zvládali bez problémů. Náročnější bylo porovnání naměřených výsledků: žáci výsledky porovnávali pouze v rámci jedné úlohy, ale nesledovali rozdíly mezi úlohami navzájem. U roztoku sacharózy o stejné koncentraci jako NaCl při ředění nejprve konstatovali, že se vodivost nemění, bez toho, že by si uvědomili, že je v podstatě nulová – shodná jako u destilované vody.



Obrázek 62 - Žáci sexty G-A: na řešení problému, jak ponořit elektrodu, je třeba dát hlavy dohromady

Shrnutí: Žáci si během prvního cvičení s vodivostní elektrodou osvojili správnou techniku práce s čidlem a zvládli naměřit všechna potřebná data. Z pozorování však nebylo zřejmé, že rozumí a rozlišují *rozpuštění* a *disociaci*. Vyhodnocení naměřených dat se paní Malá věnovala v úvodu další hodiny chemie, aby žáci před dalším laboratorním cvičením věnovaným vodivostní titraci rozlišovali, jaké sloučeniny vedou a nevedou elektrický proud.

Metodické poznámky pro učitele:

- ❑ Pro správné provedení je nutná destilovaná voda. Konduktometrické čidlo je potřeba dobře opláchnout a pokud nesmí dojít k naředění vzorku (přímá konduktometrie), pak se elektroda před měřením opláchne i vzorkem.
- ❑ O důkladném vymytí elektrody se lze snadno přesvědčit přeměřením v destilované vodě – hodnota musí být vždy podobně nízká.
- ❑ Konduktometrická čidla obvykle umožňují měnit rozsah měřených hodnot, proto je potřeba zhodnotit, kdy se musí rozsah změnit: nutnost zvětšení rozsahu indikuje naměřená maximální horní hodnota pro daný rozsah, tzn. jakmile program ukazuje zaokrouhlenou hodnotu, která se vůbec nemění, znamená to, že správná hodnota je ještě vyšší. Málo koncentrované roztoky lze měřit i při velkém rozsahu, avšak snižuje se citlivost měření.
- ❑ Žáky je dobré upozornit, aby v průběhu měření hodnoty mezi sebou kriticky porovnávali. Jednotlivé vzorky je třeba vidět v kontextu ostatních vzorků. Roztok sacharózy o $c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ s vodivostí $50 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$ se pak vedle NaCl o stejné koncentraci ($\kappa = \text{cca } 9500 \text{ } \mu\text{S}/\text{cm}$) nutně jeví jako nevodivý.

(15. 6. 2009) Chloridy ve vodě: pracujeme, ale nepřemýšlíme

Poslední cvičení, při kterém žáci prováděli počítačem podporovaný experiment, se věnovalo stanovení chloridů ve vodovodní vodě. Pracovní list k úloze je v příloze 10 a popis hodiny v příloze 26.

Cíl: Cílem titrace bylo naměřit titrační křivku, odečíst z ní spotřebu titračního činidla v bodě ekvivalence, vypočítat koncentraci chloridů ve vzorku vody a porovnat naměřenou hodnotu s oficiální udávanou hodnotou. Žáci při cvičení používají správně mikropipetu, naměří titrační křivku, na základě předchozí laboratorní zkušenosti vysvětlí tvar vodivostní titrační křivky a z odečteného bodu ekvivalence spočítají hmotnostní koncentraci chloridů ve vzorku.

Organizace, vybavení, uspořádání: Cvičení bylo druhé, které absolvovali všichni žáci přírodovědné části sexty, tudíž pracovali ve trojicích na třech pracovních místech. Vzorek vody odebírali z vodovodu a odměrné činidlo AgNO_3 ($c = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) měli již připravené.

Zapojení vyučující: Stanovení bylo potřeba stihnout během jedné vyučovací hodiny, proto paní Malá na začátku hodiny dala žákům pětiminutový prostor na pročtení úvodních otázek a sestavení rovnice reakce a pak s žáky rovnici vyřešila, přičemž zdůraznila, co je disociované a co nikoli. Nechala pak žáky opět samostatně pracovat, neboť v práci s programem a zařízením již zvládali. Když však žáci titrovali vzorek již déle než tři minuty (pražská voda je $0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ AgNO_3 ztitrována po cca 2,5 ml), zkontrolovala paní Malá křivky a zjistila, že všechny jsou již za bodem ekvivalence. Upozornila žáky, že již mají křivku naměřenou a každé skupině zvlášť ukázala a vysvětlila, kde bod ekvivalence leží.

Úspěchy a neúspěchy vyučovací hodiny: Žáci při posledním cvičení pracovali plynule a zvládli bez problémů tři stanovení vzorku. Práce ve skupině byla také harmonická a také Pepa pracoval, byť ne s počítačem. Navzdory tomu, že žáci pracovali efektivně, nevyužili čas k tomu, aby ve skupině prodiskutovali, jakou křivku mají očekávat. Zřejmě předpokládali esovitý tvar jako u neutralizační titrace, a proto je na ukončení titrace musela upozornit vyučující.



Obrázek 63 - Žáci sexty G-A: titrování a práce s elektrodou není problém

Shrnutí: Žáci bez problémů zvládli techniku práce, ale nedokázali spojit znalosti získané v předchozím cvičení (vodivost závislá na přítomnosti a množství nabitých částic – iontů) s dynamickým měřením vodivosti, tzn. jak se mění množství (koncentrace) iontů v roztoku při srážecí titraci. Zvláště v těchto případech by bylo účelné, aby žáci porovnali své předpoklady se skutečnou naměřenou křivkou.

Metodické poznámky pro učitele:

- ❑ Jde o analytické stanovení, proto by se vzorek vody měl odměřovat alespoň odměrným válcem, nikoli kádinkou. Odměrným válcem jako nádobou na dolití však přesně žáci vzorek neodměří. Chyba je ale malá, pro žákovský pokus zanedbatelná.
- ❑ Jestliže má školní laboratoř pro titrace dostupné byrety, je potřeba při nízké koncentraci chloridů použít malé přídavky, kroky po 0,2 ml ($0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ AgNO_3)

Počítačem podporované experimenty v sextě - shrnutí

Velkou výhodou zúčastněné skupiny byl nízký počet žáků. Takto mohla být naplánována laboratorní cvičení, při kterých žáci pracovali ve skupinách po třech až pěti. Pětičlenná skupina však již nebyla téměř funkční, ač by se zdálo, že si žáci účelněji rozdělí činnosti. Pokud toho nejsou schopni, větší počet žáků skupinu spíše paralyzuje, případně se z některých stanou jen pasivní pozorovatelé. Žáci sexty se s experimentálními systémy dostali do kontaktu vždy formou laboratorních cvičení, nikdy nebyl měřicí přístroj využit k demonstračnímu pokusu. Přestože žáci měli možnost osobně úlohy vypracovávat, ne všichni se do osobního kontaktu s přístrojem dostali. Někteří žáci střídali pracovní role v rámci cvičení – v tom případě si se spolužáky ve skupině harmonicky rozdělovali práci a každý dělal to, co bylo právě potřeba. Některé skupiny, (přesněji kombinace žáků ve skupině) však měly rozdělenou práci tak, že na každého připadala nějaká činnost, které se věnoval. V těchto případech však došlo k tomu, že měření ovládal pouze jeden žák, který k počítači ostatní nepustil. Někteří spolužáci tak měli pouze zprostředkovanou zkušenost s experimentálním systémem. Ideální se tedy jeví práce ve dvojici, maximálně trojici. Podle pozorování byly takové skupiny nejefektivnější, co se práce i množství nabytých zkušeností týče. Sami žáci se při rozhovorech přikláněli k práci ve dvojicích, ale vzhledem k omezenému počtu elektrod to nebylo možné. Pozorování dále odhalilo, že přístroje jsou žákům skutečně blízké: při třetím cvičení již byli schopni samostatně pracovat v programu. Dívky se od počátku se nijak nevyčleňovaly, přistupovaly k počítači přirozeně a chlapci se nebránili, aby dívky převzaly jeho ovládání. Během laboratorních cvičení žáci rozvíjeli žádoucí kompetence: již od instruktážního cvičení bylo zřejmé, že mají ochotu učit se novým věcem, jak v práci s přístroji, tak chemickým souvislostem. Během cvičení několikrát nastala situace, kdy si museli poradit s nečekanými problémy, např. s nefunkční elektrodou. V jednoduchých případech vyřešili problémy žáci sami, jinak žádali o pomoc paní Malou, které se až na problémy s kalibrací vždy povedlo vše zdárně vyřešit. Při organizaci práce zákonitě rozvíjeli komunikativní kompetence, stejně tak sociální. Přesto se nepovedlo začlenit všechny žáky do práce a ani paní Malá se nepodařilo tuto situaci vyřešit. Její působení při laboratorním cvičení bylo jinak velmi účelné a přínosné. Žákům byla neustále k dispozici a kontrolovala postup jejich práce, případně je upozornila na chyby v technice práce či vyhodnocování dat. Je možné se domnívat, že její zapojení motivovalo žáky k práci, protože v průběhu dostávali zpětnou vazbu, která je často potěšila, nebo jim pomohla v provedení úlohy. Paní Malá k realizaci cvičení využila připravené pracovní listy a navrhla, zda by bylo možné připravit cvičení na termochemii (Hessův zákon), která byla sice součástí tematického plánu v kvintě, ale v rámci opakování by byla využitelná i v sextě. Na hodiny se připravovala z učitelských verzí pracovních listů, a když si nebyla jistá, jak se některé cvičení provádí, domluvily jsme se na natočení instruktážního videa. Všechny úlohy byly prováděny během jedné vyučovací hodiny, a proto nebylo dostatečné množství času, aby úvodní a závěrečné otázky žáci vypracovávali bezprostředně před nebo po provedení úlohy. V souladu s tematickým plánem byly plánovány úlohy na měření pH a vodivosti, nejprve jako přímé měření a poté dynamické měření (titrace). Žáci si po skončení spolupráce experimentální část velmi pochvalovali, protože tak viděli, co to praktická analytická chemie je. První úlohy věnující se kinetice reakce a termochemii byly součástí tematického plánu kvinty, přesto nad nimi žáci neprojevovali nelibost. Naopak, sledování podmínek ovlivňujících rychlost reakce se jim na úvod opravdu líbilo. Celkově tak začlenění PPE do výuky chemie v této třídě dopadlo velmi dobře.

5.3.3 Případová studie 2: Škola A – kvinta

Druhou skupinu, kterou jsem měla možnost pozorovat během spolupráce s paní Malou, byla přírodovědná část třídy kvinty. Žáci vypracovávali úlohy z obecné chemie, které měly stejné zadání jako žáci sexty. Charakteristika úloh byla tedy stejná, a proto nebude následovat popis úloh, ale pouze shrnutí celkové charakteristiky spolupráce.

Přírodovědnou část kvinty navštěvovalo osm žáků, mezi nimiž byl pouze jeden chlapec. Učit v této třídě bylo ve srovnání se sextou náročnější, neboť žákyně, (naprostou většinu třídy tvořily dívky) byly velice tiché a málo komunikativní. Místo toho, aby využily téměř individuální výuky, v hodinách byly spíše bojácné, nicméně bedlivě sledovaly výuku. Z rozhovoru s paní Malou vyplynulo, že děvčata dívky jsou takto ukázněné nejen v hodinách, kdy jsem byla přítomna na náslechu. I ve cvičeních, která jsme zorganizovaly, byly dívky zprvu velice zakřiknuté a bály se mluvit nahlas – k uvolnění nepřispěla ani kamera, která je zřejmě stresovala. Jakmile se však výuka přemístila do laboratoře, situace se poněkud zlepšila.

Žáci kvinty absolvovali čtyři cvičení s experimentálním systémem a jedno úvodní, ve kterém se seznamovali s možnostmi měření. Přehled cvičení je uveden v Tabulka 11.

Tabulka 11 – Realizovaná cvičení s kvintou na škole A

Datum	Téma	Počet žáků a vyučovacích hodin
11. 2. 2009	Instruktaž	7; 1 VH
12. 2. 2009	Kinetika	5; 2 VH
26. 3. 2009	Hessův zákon	6; 1 VH
28. 5. 2013	pH	7; 2 VH
11. 6. 2013	Vodivost	6; 1 VH

Počítačem podporované experimenty v kvintě - shrnutí

Žáci kvinty byli v hodinách velmi tišší a zběžným pozorováním přímo ve výuce nebylo zřejmé, zda jsou skutečně aktivní a zapojení do učebního procesu. Studium videonahrávek laboratorních cvičení jsem však zjistila, že v jejich případě tichost neznamená nicnedělání. Dívky jen nebyly hlučné a ostýchaly se aktivněji projevit. Stejně jako v sextě, i v kvintě se prováděly pouze laboratorní experimenty, nikdy nebyl měřicí přístroj použit při demonstračním experimentu. V kvintě však na laboratorní cvičení nikdy nepřišli všichni žáci, a tak se pracovalo maximálně ve trojici. Mladší žáci byli očividně méně zkušenější v provádění experimentů, takže se museli během cvičení učit jednak laboratorní techniku, a zároveň práci s počítačem. Navzdory tomu byly dívky šikovnější než chlapci v sextě a schopnost organizovat práci projevily hned při prvním cvičení věnovaném reakční kinetice. Tato úloha trvala dvě vyučovací hodiny, takže přítomné dívky měly dostatek času na provedení měření i následnou diskusi o výsledcích, čehož opravdu využily. Jen dvě ze čtyř cvičení absolvoval také Martin, jediný chlapec v přírodovědné části kvinty. Mohly jsme tak pozorovat, jak se žákyně vypořádají s technickou stránkou PPE; pravdou je, že dívky s ovládnutím programu neměly zvláštní problémy. Při instruktážním cvičení pozorně poslouchaly a zkoušely si všechny krátké zkušební úkoly, takže při měření pH nebylo potřeba upozorňovat na chyby při práci s programem. U dívek se navíc ukázalo, že mají spíše tendenci věnovat se úvodním a závěrečným otázkám: využily čas mezi měřeními, kdy se např. temperovalo teplotní čidlo, a společně diskutovaly o úkolech nebo způsobu výpočtu. Z pozorování vyplynulo, že až na Martina a žákyni, která byla přítomná pouze na posledním cvičení, všechny dívky projevily snahu se učit práci v programu i vypracovávat úlohy, které byly právě probírány v hodinách teorie. Martin měl však zvláštní postavení: již při instruktážním cvičení velice intuitivně pracoval v programu a sám si zkoušel funkce, jaké program poskytuje, čili

práce v programu pro něj nebyla od začátku obtížná. Přestože se jednalo o mladší kolektiv, v organizaci práce byly dívky úspěšnější, stejně tak v komunikaci. Paní učitelka Malá vedla hodiny stejným způsobem jako v sextě, tedy příprava na hodinu probíhala většinou již předchozí hodinu chemie, aby žáci využili maximum hodiny pro laboratorní práci. Vzhledem k tomu, že dívky byly velmi tiché, nebyla ve třídě živější atmosféra jako v předchozím případě. Tři žákyně samy aktivně řešily doprovázející úkoly, a tak pracovní listy splnily úlohu, jakou měly, tedy udržet žáky aktivní po celou dobu cvičení, ne jen při měření. Celkově lze tedy začlenění PPE do výuky chemie hodnotit opět velmi kladně.



Obrázek 64 - Diskuse nad křivkami při měření vodivost

5.3.4 Případová studie 3: Škola A – septima

Na gymnáziu A jsem kromě paní učitelky Malé spolupracovala také s její kolegyní, paní Modrou. Paní Modrá učila chemii v přírodovědné části třídy septimy, která měla šestnáct žáků. Tematický plán septimy se celý rok věnoval organické chemii, ale paní Modrá měla v plánu zařadit instrumentální cvičení jako opakování. Vzhledem k počtu žáků jsme vybraly takové úlohy, na které bylo možné zajistit tři elektrody (vodivostní a pH elektrody).

V přírodovědné části septimy bylo sedm chlapců a deset dívek, ale nikdy nepřišli na laboratorní cvičení všichni. Kromě úvodní instruktáže bylo provedeno sedm cvičení, z nichž pouze první vodivost probíhala dvě vyučovací hodiny (Tabulka 12). Hydrolýzu se však během jediné vyučovací hodiny nepodařilo dokončit, a proto byla dokončena následující týden. Při posledním cvičení, titraci octa, jsem z organizačních důvodů nebyla přítomna, ale paní Modrá přesto cvičení sama zorganizovala. Bohužel se údajně nepovedlo program nastavit tak, aby žáci úspěšně měřili. Vzápětí paní Modrá dlouhodobě onemocněla a nebyla již příležitost úlohu se žáky dokončit. Se třídou jsem se ale ještě potkávala ve škole, protože jsme nadále spolupracovala s paní Malou, a na konci školního roku žáci septimy vyplnili post-dotazník k využití přístrojů.

Tabulka 12 - Realizovaná cvičení se septimou na škole A

Datum	Téma	Počet žáků
2. 2. 2009	Instruktáž	11
10. 2. 2009	Vodivost I	14
17. 2. 2009	Vodivost II	12
13. 3. 2009	Chloridy	10
20. 3. 2009	pH	9
27. 3. 2009	Hydrolýza	12
3. 4. 2009	Hydrolýza – pokrač.	11
17. 4. 2009	Ocet	10

Počítačem podporované experimenty v septimě - shrnutí

Se třídou septimou jsem se setkala již před spoluprací, když paní Modrá navštívila laboratorní cvičení na KUDCH PŘF. Byla to přátelská skupina žáků zajímaví se o přírodní vědy. Během školního roku 2008/2009 se setkávali s experimentálními systémy v rámci žákovských experimentů, nikdy ne demonstračních. Žákům bylo nabídnuto, že mohou k záznamu dat používat svůj notebook, na který nainstalujeme freeware verzi programu DataStudio. Chlapci o tuto možnost stáli, avšak ukázalo se, že mají na svých notebookech operační systém Windows Vista, pod kterým (jak se ukázalo už v sextě) nebylo možné instalovat program DataStudio. Jeho instalace se tak povedla pouze žákyni, která měla starší operační systém. Svůj notebook pak používala při každém cvičení a bylo vidět, že v programu se již od počátku pohybuje bez jakýchkoli problémů. Ani ostatní žáci neměli již při prvním vlastním měření větší potíže s ovládáním programu. Nevýhodou však byla skutečnost, že na jedno pracovní místo připadalo tři až pět žáků a ve velké skupině se opět projevila nemožnost plně zaměstnat všechny členy skupiny. Někteří se tím pádem nudili, nebo spíš využili situace k tomu, aby si sdělili, co chtěli.

Přípravu na hodinu prováděla paní Modrá na začátku daného cvičení a společně se žáky buď vyřešila úvodní úkoly, nebo alespoň naznačila řešení. Při čtvrtém cvičení, měření pH, bylo nutno nakalibrovat elektrodu, protože však paní Modrá byla silně nachlazená, poprosila mne, jestli bych žákům kalibraci vysvětlila sama. Navzdory plánům o nezúčastněném pozorování při PPE jsem úlohu měření pH uvedla sama. Paní Modrá ani další cvičení nebyla úplně zdravá, a tak žákům vždy rozdala pracovní listy a nechala je samostatně pracovat. Snažila jsem se do hodiny nezasahovat a jen v případě, že se vyskytl problém, pomohla jsem jej vyřešit. Paní učitelka Modrá do průběhu cvičení v podstatě také nezasahovala, pouze pozorovala žáky při práci. Je třeba uznat, že žáci pracovali poměrně samostatně, ale v případě problémů se obraceli na mne místo na svou vyučující. Cílem spolupráce ale bylo zaškolení učitele chemie tak, aby sami zvládli výuku s měřicími přístroji a měli tak osobní zkušenost s přístroji pro případ, že škola pořídí experimentální sadu. Pasivní úloha paní Modré při laboratorních cvičeních se rovněž mohla promítnout do neúspěchu hodiny, ve které žáci stanovovali kyselinu octovou v octu. Ukázalo se, že třída s učitelem nebyla schopna provést laboratorní cvičení. Žáci vnímali tuto pasivní polohu paní učitelky Modré, protože na některých byla vidět frustrace z neúspěchů během měření, ale neviděli autoritu, které by to mohli sdělit. Z pohledu spolupráce učitele a třídy se tato cvičení tedy příliš nepovedla, byla až příliš neřízená, přesto, že na začátku cvičení a při instruktáži, se paní Modrá žákům dostatečně věnovala. Kromě vyplněných pracovních listů žáci z cvičení vypracovávali protokol, do kterého přikládali naměřená data ve formě grafů.



Obrázek 65 – Septima: měření vodivosti

V době spolupráce jsem měla ze cvičení se septimou smíšené pocity: někteří žáci se sice snažili a očividně je bavilo vypracovávat úkoly, ale několik žáků, kteří nebyli ve velkých skupinkách aktivně zapojeni do práce, využili čas ke konverzaci. Jen aktivně pracující žáci se věnovali skutečně výuce, vyplňování pracovních listů a promýšlení závěrů. Přesto je třeba přiznat, že většina žáků neprojevovala z provedených cvičení velké nadšení. Přesněji řečeno, první dvě cvičení žáky bavila, ale po čase měli pocit, že se cvičení poněkud opakuje. Nepřispělo k tomu jistě ani to, že žákům nebyla poskytnuta téměř žádná zpětná vazba. Přístup učitele, který sice žákům na začátku vysvětlí úlohu, ale poté je spíše pasivní, se proto jeví jako nevhodný. I přes tyto výhrady však bylo možné pozorovat, že žáci zvláště při prvních úlohách skutečně měli z měření radost a někteří by si přáli ve spolupráci pokračovat. Jakmile však došlo na měření pH a kalibraci, radost pominula, neboť i zde nastaly problémy a bylo nutné je řešit, ale intuitivně to v tomto případě nebylo možné. Nejen kalibrací rozvíjeli žáci kompetence k řešení problému, ale i řešením úkolů z pracovních listů, které vypracovávali v průběhu hodiny.

Přes některé výhrady k formě laboratorního cvičení lze však konstatovat, že cvičení byla pro žáky přínosná a mnohému se naučili. Největší přínos měla práce se školním experimentálním systémem patrně pro žákyni, která mohla využít možnosti pracovat na svém vlastním notebooku. V programu DataStudio se brzy pohybovala naprosto suverénně, zároveň systematicky a pečlivě zpracovávala výsledky měření.

5.3.5 Případová studie 4: Škola B – kvinta

Na druhém gymnáziu B, se kterým probíhala spolupráce během výzkumu, jsem spolupracovala s paní učitelkou Tichou. Paní Tichá byla velkou zastánkyní provádění chemických experimentů a její zásluhou byla ve škole vybudována laboratoř. Laboratorní cvičení nebyla rozvrhovaná, přesto rozhodně chtěla se žáky laboratorní cvičení provádět. Kvůli omezeným prostorovým možnostem však cvičení v laboratoři probíhala s polovinou třídy a druhá polovina přicházela v domluvenou hodinu mimo vyučování. Žákům hodina nepřibyla ani neubyla, ale paní Tichá vedla druhou hodinu ve svém volném čase.

Celý školní rok jsem pravidelně jezdila na náslechy a s paní Tichou jsme domluvily začlenění experimentů s přístroji do tematického plánu tak, aby vždy navazovaly na probírané téma. Paní Tichá na laboratorní cvičení pravidelně připravovala svá zadání (mimo téma vodivosti, při kterém žáci pracovali podle pracovního listu – příloha 8) a ke zpracování využila materiály, které jsem jí poskytla.

Spolupráce s paní Tichou probíhala odlišně od spolupráce na gymnáziu A, a proto na začátek stručně představíme realizované úlohy. Zhruba jednou za dva měsíce měli žáci laboratorní cvičení, které stavělo na několika úlohách vztahujících se k probíranému učivu. Paní Tichá připravovala pro žáky laboratorní listy, které obsahovaly úkoly, jejich stručný popis a vždy výpočet na procvičení. První dva PPE byly přiřazeny k ostatním laboratorním úlohám a probíhaly v laboratoři, ostatní PPE probíhaly ve třídě, ale jako žákovské pokusy. Pro provedení ve třídě jsme se rozhodly kvůli tomu, aby měli žáci na úlohu více času a aby ji vypracovali všichni v jeden den. Tyto experimenty se co nejtěsněji vázaly k časovému tematickému plánu: jakmile se blížilo dané téma, domluvily jsme s paní Tichou (nebo spíše jsem navrhla), že by bylo možné k danému tématu provést experiment, a paní Tichá ráda PPE do hodiny začlenila. Přehled uskutečněných úloh uvádí Tabulka 13.

Tabulka 13 Realizovaná cvičení s kvintou - gymnázium B, (LP – laboratorní práce)

Datum	Téma	Úloha s přístrojem	Počet žáků
30. 10. 2008	LP: <i>p prvky</i>	Rozklad H_2O_2	15
5. 1. 2009	LP: <i>Chemický děj</i>	Měření pH	8
29. 2. 2009	Reakční kinetika	Mg + HCl	16
15. 3. 2009	Plyny: Boyleův zákon	$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$	14
14. 5. 2009	Ušlechtilost kovů	Napětí článku	17
18. 6. 2009	Elektrolyty	Vodivost	18

(30. 10. 2008) *p prvky: rozklad peroxidu vodíku (mj.)*

Laboratorní cvičení se ten den uskutečnilo dvakrát, pro dvě části třídy. I tak, kvůli lepší organizaci práce, byli přítomní žáci dále rozděleni na poloviny, z nichž první nejprve vypracovávala úlohu na pozorování vlivu katalyzátoru na průběh reakce a druhá polovina prováděla ostatní experimenty, poté se vyměnili. Na PPE měli žáci tedy přibližně dvacet minut. Zadání laboratorního cvičení je ke zhlédnutí v Příloze 27. Žáci indikovali reakci kyslíkovým čidlem a teplotním čidlem (souvislost s reakčním teplem však nebyla vysvětlena).

Cvičení bylo vedeno tak, že se paní Tichá věnovala skupině provádějící experimenty bez počítače, zatímco já jsem vedla skupinu u počítače. Žáci pracovali s programem poprvé, proto jsem se seznámila s tím, jak se měření spouští a na co mají dávat při práci pozor. Přestože měli žáci na vypracování úlohy velmi málo času a nebyl prostor na větší diskusi o výsledcích, naměřili překvapivě dobrá data (ukázka protokolu, Příloha 28). I přes velmi krátký čas, který strávili s přístrojem, bylo vidět, že po naměření druhé křivky chápali souvislost mezi koncentrací roztoku a naměřenou teplotou nebo koncentrací kyslíku. Přesto téměř nikdo do protokolu srozumitelně nezhodnotil naměřenou závislost. Bylo však potěšující, že se většina žáků vyjadřovala k tomu, že se naučili něco nového – práci s přístrojem.

(5. 1. 2009) *Chemický děj: měření pH roztoků*

Na laboratorní cvičení, které se konalo ihned po vánočních prázdninách, dorazilo pouze osm žáků z celé třídy, nebylo proto potřeba dělit třídu na dvě poloviny. Paní Tichá k přípravě vlastního laboratorního zadání (Příloha 29) využila jako inspiraci pracovní list na úvodní měření pH (příloha 4) a zasláné návrhy k druhému úkolu. Příklad vypracovaného protokolu je v Příloze 30.

Žáci byli rozděleni do třech skupin a celé cvičení se věnovali měření pH. Již při prvním úkolu se ukázaly rozdíly v naměřených hodnotách pH stejných vzorků u jednotlivých pracovních míst. Přestože elektroda byla před cvičením zkaližována, rozdílné hodnoty ukazovaly, že druhý úkol bude obtížně interpretovatelný. Skutečně, naměřené hodnoty druhého úkolu vůbec nevedly žáky ke správnému vyhodnocení.⁵⁴ Nešťastným se také ukázalo zařazení amoniaku, jehož koncentraci jsme před cvičením neověřily titrací. Žáci kvinty však zjevně hodnotili laboratorní cvičení jinou optikou: ti, co byli na cvičení, doslova s chutí měřili a jen tři žáci řešili, proč pH vychází podivně a snažili se výsledek interpretovat. Na konci cvičení jsme tedy s paní Tichou byly rády, že přišlo málo žáků, protože cvičení se z hlediska výukových cílů příliš nepovedlo.

(29. 2. 2009) *Faktory ovlivňující rychlost reakce*

Úloha na reakční kinetiku byla zařazena do výuky jako doprovodný experiment učebního tématu rychlost reakce. Tentokrát jsme s paní Tichou zvolili jiný způsob provedení experimentu.

⁵⁴ Navíc, v zadání se objevila chybná informace, že v případě reakce kyseliny sírové s jednosytným hydroxidem bude kvůli poměru 1:2 hodnota pH v bodě ekvivalence poloviční. Funkce pH však není lineární, tudíž poloviční nebude (a dále závisí na síle elektrolytu).

Rozhodly jsme se provést experiment s celou třídou v běžné třídě, nikoli laboratoři. K dispozici byla tři tlaková čidla, tudíž jsme plánovaly tři pracovní místa po čtyřech žácích, z nichž jedna skupina by měla obraz z monitoru notebooku vyvedený ještě k data projektoru. Zbylí žáci, kteří by nepracovali, měli sledovat měření promítnuté na plátně a zaznamenávat si výsledky. Návod k vypracování je v Příloze 31 a ukázka z vypracovaného protokolu v Příloze 32.

Přestože pomůcky a chemikálie byly nachystány předem na nosítkách, nečekaně došlo ke změně učebny, takže jsme musely před hodinou operativně řešit, jestli stihneme v učebně zapojit dataprojektor (nebyl součástí učebny). Tři žáci sice pomáhali s odnosem pomůcek i s připojením dataprojektoru, ale tento nečekaný přesun zapříčinil přibližně desetiminutové zpoždění začátku hodiny. Zmatečný začátek narušil i koncentraci žáků, kteří si mezitím povídali nebo si hráli s přinesenými pomůckami.⁵⁵ Velmi těžce se pak soustředili na začátek hodiny: nadšeně, ale bez přemýšlení se pustili do práce, jenže při ní dělali spoustu technických chyb (odebírání roztoku, nepřesné stříhání hořčkové pásky), které se promítly do výsledků měření. Skupina, která pracovala na počítači připojeném k dataprojektoru však pracovala poměrně soustředěně a promítané křivky dokládaly vliv proměnných na rychlost reakce. Paní Tichá vedla samostatně hodinu podle zadání pracovního listu.

(15. 3. 2009) Boyleův zákon

Tematický plán kvinty obsahoval v rámci obecné chemie učivo zaměřené na stavovou rovnici ideálního plynu, které lze vhodně ilustrovat měřením s čidly. Paní Tichá navrhla, aby si žáci sami vyzkoušeli porovnat experimentálně změřenou závislost mezi tlakem a objemem s vypočítanou hodnotou. Připravily jsme společně zadání krátkého úkolu (Příloha 33), který žáci vypracovávali ve dvojici. Měření probíhalo při běžné výuce, kdy jednotlivé dvojice přicházeli ke dvěma připraveným pracovním místům vybaveným notebookem a tlakovým čidlem a nejvíce deset minut mohli pracovat na zadané otázce.

Paní Tichá na začátku všem žákům připomněla, jak spustí a zastaví měření a pak je nechala samostatně pracovat na zadaném úkolu. Mezitím se věnovala probíranému učivu a průběžně upozorňovala, aby se dvojice střídaly. Žáci sice zvládli úlohu samostatně naměřit, ale občas měli chybnou techniku práce. Nebyli si jistí, v jaký moment mají změřit první a druhou hodnotu a některým dělalo potíže snížit nebo zvýšit tlak o určitou hodnotu. Tito žáci zpočátku museli s tlakovým čidlem experimentovat, aby odhalili princip závislosti. Poté dokázali potřebnou hodnotu naměřit. Práce s tlakovým čidlem připojeným na stříkačku se setkala s kladnou odezvou, většina žáků využila chvíli, kdy mohli být u měřicího přístroje, k tomu, aby si s čidlem pohráli – zkoušeli zvyšovat nebo snižovat tlak nejen pomocí připojené stříkačky, ale také foukáním. Tuto krátkou a efektní úlohu lze jistě doporučit jako ilustraci Boyleova zákona nebo jako odpočinkovou úlohu s badatelskými prvky, kdy žáci z experimentálních hodnot odvodí matematickou závislost. Úlohu lze modifikovat o proměnnou teploty, kdy se měří tlak v uzavřené nádobě ponořené do vodní lázně o různých teplotách.

(14. 5. 2009) Ušlechtilost kovů

Po zkušenosti s bezproblémovým průběhem minulého uspořádání měření (pracovní místa paralelně s výukou) jsme promýšlely, jaké další krátké měření by bylo do konce roku možné zařadit do výuky obecné chemie. Shodly jsme se, že u elektrochemie by bylo názorné zařadit experiment porovnávající „ušlechtilost“ kovů. Během týdne jsem tedy sestavila a experimentálně ověřila úlohu na měření napětí článků, kterou jsem poslala paní Tiché jako podklad pro sestavení návodu (návod: Příloha 35). Paní Tichá poté sestavila pracovní list

⁵⁵ Paní učitelka Tichá se sice žáky snažila uklidnit, ale vzhledem k tomu, že jsme měly obě (!) plně ruce práce se spouštěním techniky, neměly jsme čas neustále uklidňovat třídu. Žáci neměli tolik sebekontroly, aby seděli tiše a vyčkali vlastní práce.

(Příloha 34), podle kterého žáci zpracovávali úlohu. Napětí článku nevychází podle tabelovaných hodnot, neboť připravené roztoky měly jednotkovou koncentraci, nikoli aktivitu. Jedině Daniellův článek (Zn-Cu) vycházel porovnatelně s tabelovanými hodnotami. Výsledky ostatních článků přesto mohou sloužit pro sestavení jednoduché řady ušlechtilosti zkoumaných kovů.



Obrázek 66 - měření napětí elektrochemického článku

K měření jsme tentokrát použili voltmetry, které měla paní Tichá v laboratoři. U třech pracovních míst (voltmetrů) pracovaly dvojice žáků, kteří měli na jednotlivých nosítkách různé kovy s roztoky solí. Paní Tichá na začátku hodiny celé třídě vysvětlila princip a postup měření, a rozdala kromě zadání experimentální práce také příklady k procvičování výpočtů. Zatímco dvojice žáků postupně prováděly měření, ostatní samostatně počítali příklady. Paní Tichá kontrolovala experimentální práci žáků a případně jim radila. Žáci k měření přistoupili v pravdě badatelsky, bohužel ne příliš pozorně. Často chybovali v tom, že kov ponořili do roztoku jiné soli, nikoli soli daného kovu, jak stálo v návodu. Přesto většina skupin naměřila hodnoty, ze kterých byli schopni porovnat a seřadit kovy podle ušlechtilosti. I toto cvičení se u žáků setkalo s kladnou odezvou, jistě i proto, že si mohli hrát a organizovat experimentální činnost podle své vůle.

(18. 6. 2009) Vodivost roztoků

Poslední cvičení s měřicími přístroji se uskutečnilo těsně po uzavření známek. Protože žáci do té doby nepracovali s vodivostní elektrodou, dohodly jsme se s paní Tichou na využití mnou vytvořeného pracovního listu (Příloha 8). Opět byla ve třídě přichystána tři pracovní místa s notebooky a čidly a žáci se po trojicích střídali u měření. U každého pracovního místa měli přichystané roztoky, takže neztráceli čas jejich hledáním. Zatímco část třídy měřila, ostatní vyplňovali post-dotazník. Žáci měli na měření jen dvacet minut, takže měření vodivosti roztoku s měnící se koncentrací bylo modifikováno tak, že žáci měřili vodivost vždy poté, co do vody přisypali malou lžičku NaCl (resp. cukru). Většina byla překvapená, že u cukru se vodivost neměnila a téměř nikdo neodhalil, čím je to způsobeno. Měření první poloviny třídy se mírně protáhlo, takže druhá polovina třídy měla pouze čtvrt hodiny na experimenty. Někteří však zůstali i přes přestávku, aby mohli měření dokončit.

Počítačem podporované experimenty v kvintě (škola B) - shrnutí

Nejpestřejší začlenění počítačem podporovaných experimentů proběhlo na gymnáziu B ve výuce paní Tiché. Žáci se nejprve setkali s měřicím přístrojem během cvičení, při kterém prováděli i jiné experimenty. Podruhé bylo celé laboratorní cvičení věnováno měření pH, bohužel však s nespolehlivými výsledky. Třetí měření probíhalo ve třídě a žáci pracovali v početných skupinách, přičemž jedno pracoviště promítalo okno programu prostřednictvím dataprojektoru

na stěnu, aby všichni viděli průběh měření. Další cvičení pak byla koncipována tak, že vyučovací hodina byla diferencována na běžnou výuku a současně žáci postupně vypracovávali danou úlohu. Většina žáků se s experimentálními systémy dostala do kontaktu osobně a nečinilo jim obtíže s ním pracovat. Ulehčením jistě bylo to, že měření nevyžadovala měnit podmínky nastavení, stačilo pouze zapnout měření, odečíst naměřenou hodnotu nebo sledovat vznikající graf a poté měření vypnout. Z toho důvodu nelze odhadnout, do jaké míry si žáci osvojili práci s experimentálními systémy. Jednoznačně ale rozvíjeli kompetenci k řešení problémů, protože většinu měření prováděli samostatně, bez vedení učitele. Paní učitelka Tichá nevyužila nabízených materiálů, pouze svých tipů k sestavení úlohy, a sama si na cvičení připravovala konečnou podobu pracovního návodu. Tyto návody byly poměrně stručné, takže bylo na žácích, jak daný experiment provedou. Pohledem nezúčastněného pozorovatele se vlastní laboratorní činnost žáků jevila dosti živelná a nekoordinovaná, přesto se, žáci většinou dobrali poměrně dobrého výsledku. Žákovské protokoly však naznačují, že by bylo vhodné zlepšit diskusi výsledků, neboť naměřené výsledky téměř nikdy nebyly vhodně vyhodnoceny a okomentovány a ani v následujících hodinách se k vyhodnocení výsledků nikdy nevracelo. Paní Tichá sice žáky v protokolech upozorňovala, že jejich formulace závěru je nesprávná, ale vzhledem k tomu, že se tyto poznámky objevovaly opakovaně, žáci zřejmě nevěděli, jak mají závěr správně formulovat. Celkově však žáci měřicí přístroje přijali a na konci školního roku se zajímali, zda je budou používat i příští školní rok.

5.3.6 Zúčastnění učitelé - shrnutí

Roční spolupráce se třemi učitelkami chemie přinesla mnoho podnětů a přínosů pro obě strany. Po celý rok jsme byly v intenzivním kontaktu se všemi učitelkami jednak při následcích, později při plánování jednotlivých cvičení a podpurných materiálů. Již od začátku realizace laboratorních cvičení však všechny učitelky naznačovaly, že kdyby neměly takovou výraznou pomoc v podobě mé asistence, nebyly by schopny samy výuku inovovat. Bránily by tomu překážky materiálního rázu, neboť školy experimentální systémy nevlastnily a někdy chyběly i nutné chemikálie. Přesto i v případě, že by škola měla k dispozici měřicí přístroje, příprava laboratorního cvičení byla poměrně náročná, už jen s ohledem na samotné nachystání veškeré techniky. Z tohoto pohledu se jeví jako nadějná řešení možnost, že žáci časem budou mít své vlastní vybavení, (notebook či tablet), na kterém s pomocí školních čidel provedou různá měření. Tak odpadne učitelům starost o zajištění zobrazovací techniky. Stejně jako klasické experimenty vyžaduje instrumentální měření přípravu chemikálií a vybavení. Jednotlivé úlohy se liší náročností na přípravu. U titrací je možné mít odměrný roztok připravený do zásoby, takže příprava chemikálií není nutná před každým laboratorním cvičením. Ale i nachystání pracovního místa a uklizení ve dvou lidech zabralo poměrně dost času. V tomto ohledu panovala s učitelkami shoda, že by bylo efektivní přenést na žáky část odpovědnosti za přípravu pracovního místa. Žáci paní Malé realizovali tuto myšlenku od šestého cvičení. Měli na pracovním stole pouze notebook, o který se od počátku starali. Také žáci septimy paní Modré už při třetím cvičení sami sestavovali své pracovní místo. Učitel však musí mít na paměti, že sestavení místa zabere alespoň pět minut, které v případě cvičení v rozsahu jediné vyučovací hodiny mohou chybět.

Další otázkou byly náměty na úlohy. Paní Malá i paní Modrá využily nabídky realizovat cvičení s použitím sestavených pracovních listů. Listy však nesloužily v plném rozsahu, v jakém byly připraveny, nýbrž jako návod k postupu a místo, k zapisování výsledků a výpočtů. Projevila se tak známá skutečnost, tedy že cíle, záměry a očekávání autora didaktického materiálu se v ruku jiného učitele mohou nečekaně proměnit. Zkušenosti učitelé, mezi které lze bezpochyby započítat spolupracující učitelky, mají svůj styl výuky. Přestože rádi přijímají nové podněty pro inovaci výuky, málokdy převezmou cizí materiál, aniž by ho upravili k obrazu svému (např. tím, že některé body při výuce vynechají). Naplno se to projevilo u paní Tiché z gymnázia B, která o vytvořeně

pracovní listy v podstatě nestála, mnohem užitečnější jí byla naše setkání, kdy jsme společnými diskusemi nad učebním plánem domlouvaly, které téma bude vhodné pro začlenění školních experimentálních systémů. Samotnou ji díky neznalosti možností přístrojů nenapadlo, při jakém učivu lze přístroje využít, ale jakmile jsem přišla s vhodným nápadem, ihned souhlasila se začleněním do laboratorních cvičení nebo později i do běžných hodin. Vždy jsem paní Tiché k vybranému tématu posílala vypracovaný materiál, jednalo se o stručný nástin, jak by mohlo cvičení probíhat, nebo návrh úkolu. Paní Tichá pak tyto poznámky využila při přípravě laboratorní úlohy, která odpovídala jejímu stylu.

Všechny spolupracující učitelky po celou dobu projevovaly spokojenost nad probíhající spoluprací, nejvíce z toho důvodu, že se žáci setkali se současným přístupem k experimentování. Bylo také vidět, že je těší, když i žáci odcházeli po cvičení spokojeni. Až v druhé řadě oceňovaly to, že se něčemu novému přiučily. Nejvíce se však do vedení prací zapojila paní Malá a žákům byla při cvičeních oporou i tím expertem, ke kterému se žáci obraceli v případě potíží. Ačkoli sama na začátku neuměla s přístroji vůbec pracovat, během prvních cvičení velmi rychle vstřebala potřebné informace a dovednosti pro základní práci s programem i čidly. Sice se vždy při cvičeních objevila situace, která vyžadovala mou asistenci, snažila jsem se ji však poskytovat nejprve přímo paní Malé, která poté problém se žáky společně vyřešila a jen v nejnnutnějších případech jsem zasáhla osobně.

Akční výzkum s sebou přináší vždy změnu stávající situace. Experimentální systémy byly školám pouze zapůjčeny, a tak se nám roční spoluprací podařilo docílit jen dočasné změny. Přesto byly dosaženy alespoň dílčí úspěchy. Pro paní Malou představovala naše setkání intenzivní kurz dalšího vzdělávání, při kterém se naučila dobře používat nejen experimentální systémy, ale také pomůcky, se kterými se díky dlouhé pedagogické praxi v nepříliš vybaveném školním kabinetě setkala poprvé. S paní Modrou skončila spolupráce poměrně náhle, ale po roce mne kontaktovala e-mailem, ve kterém mne prosila o některé informace k systému PASCO, který chtěla na novém působišti pořídit skrze grant. Byla to velmi dobrá zpráva, neboť záměr seznámit učitele chemie se školním experimentálním systémem tak, aby jej pak chtěli sami použít ve výuce, se vydařil. A konečně paní Tichá na spolupráci oceňovala hlavně to, že se seznámila s někým, kdo přináší nové podněty do výuky chemie, a také oceňovala, že si jako jediná učitelka chemie na škole mohla občas sdělit dojmy z výuky s někým, kdo tématu rozumí. Dalším přínosem jí byly nové náměty na experimenty a vidina, že bude mít příležitost ve výuce uplatnit voltmetry a snad i jeden nepoužívaný pH metr, který během roku objevila ve skříni. Jak je vidět, každý si po roce výzkumu odnesl něco užitečného.

6 Závěr

Počítačem podporované experimenty jsou v přírodovědném vzdělávání živě diskutovaným tématem již mnoho let. V realitě českých středních škol se školní experimentální systémy ve srovnání se zahraničím začaly objevovat mnohem později. Přestože se poměrně dlouho jednalo o okrajovou záležitost, v posledních letech se situace v českém prostředí začala rychle měnit. V současné době je na českém trhu dostupných několik školních měřicích systémů, takže by se mohlo zdát, že jejich vyššímu rozšíření do škol nic nebrání. Nutno však dodat, že začlenění měřicích přístrojů do výuky není pouze záležitostí technickou či finanční. Jejich využívání ve výuce zahrnuje také stránku didaktickou či postojoyou, která má velký vliv na to, jakým způsobem a s jakou efektivitou budou měřicí přístroje do výuky začleněny. Předložená disertační práce si kladla za cíl nahlédnout na téma z více úhlů několikerym způsobem, a poskytnout tak plastický obraz využití školních experimentálních systémů a počítačem podporovaných experimentů v praxi.

Na začátku práce jsme se ohlédli za současnými trendy v přírodovědném vzdělávání s důrazem na využití počítačem podporovaných experimentů ve výuce. Do současného vzdělávání se stále více prosazuje audiovizuální technika, informační a komunikační technologie a výukové metody vycházející z učení orientovaného na žáka. V přírodovědném vzdělávání se moderní technologie a badatelsky orientovaná výuka úspěšně setkává v konceptu počítačem podporovaných experimentů. Z toho důvodu bylo nezbytné zevrubně prozkoumat nabídku dostupných školních experimentálních systémů v České republice. Ze srovnání několika experimentálních systémů lze říci, že v České republice jsou v současné době dva dominantní systémy (Pasco, Vernier), které se nejvíce prosazují díky velké nabídce vybavení, poskytovanému servisu a množství volně dostupných výukových materiálů.

Disertační práce v teoretické části představuje mnohé, převážně zahraniční, výzkumy týkající se využití počítačem podporovaných experimentů ve výuce a všímá si především, jakým způsobem a za jakých podmínek ovlivňuje jejich využití vzdělávací výsledky žáků v přírodovědných předmětech. V teoretické části byla z důvodu optimalizace vytvářených pracovních listů věnována pozornost rovněž badatelsky orientované výuce jakožto výukové metodě prohlubující pochopení žáků určitých témat přírodních věd a zároveň motivující k touze po dalším poznání v této oblasti. Hlavní částí práce byl pak dlouhodobý výzkum provedený na dvou pražských gymnáziích, za účasti padesáti žáků (čtyři třídy) a tří pedagožek. Na základě přímého nezúčastněného pozorování, videonahrávek pořízených z laboratorních cvičení realizovaných v rámci akčního výzkumu a rozhovorů se spolupracujícími pedagožkami byly popsány čtyři případové studie. Pro výzkum, který vycházel ze spolupráce při implementaci počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie, byly využity optimalizované pracovní listy a nově vytvořené pracovní listy celkem k devíti úlohám. Postoje zúčastněných žáků byly vyhodnoceny kvantitativně (pomocí pre- a post-dotazníků) a kvalitativně prostřednictvím případových studií. Výzkum se zaměřoval na postoje žáků k technice obecně i technice ve výuce, na hodnocení jejich přínosů i úskalí a na zhodnocení přínosů počítačem podporovaných experimentů. Podobně bylo zaměřeno dotazníkové šetření na vzorku 65 učitelů chemie (ZŠ i SŠ) a 38 studentů učitelství chemie. Dotazník zjišťoval postoje respondentů k využití techniky ve výuce a k využití počítačem podporovaných experimentů.

Celkové výsledky výzkumu stran využití počítačem podporovaných experimentů přinášejí několik poznatků. Asi nejdůležitějším z nich je zjištění, že vůči technice obecně i jejímu použití ve výuce jsou pozitivně naladěny „všechny strany“ výukového procesu, tedy učitelé, budoucí učitelé i žáci bez ohledu na pohlaví. Učitelé i žáci jsou přesvědčeni, že využití přístrojů ve výuce může napomoci v pochopení učiva a přesvědčení jsou o tom i žáci, u kterých přírodní vědy nepatří mezi oblíbené předměty (89 % z nich je přesvědčeno, že přístroje jim pomohou lépe pochopit učivo). Řada žáků vnímá také používání přístrojů vůbec jako nezbytnou součást dnešní doby a podmínku

úspěšnosti. Je žádoucí také zmínit naprosto jednoznačné pozitivní hodnocení provádění praktických experimentů ve výuce a zároveň i vnímání důležitosti začlenění experimentů do výuky ze strany učitelů. Vzhledem k tomu, že počítačem podporované experimenty jsou právě založené na záměru umožnit žákům prakticky experimentovat osobně prostřednictvím přístrojů (které jsou z jejich strany tak kladně hodnoceny), můžeme tedy předpokládat, že využití počítačem podporovaných experimentů ve výuce zdánlivě nic nebrání. Jsou tu ale další faktory: jedním z nich je zatím stále zanedbatelné rozšíření školních experimentálních systémů ve školách, jehož příčinou může být (a často také je) cena. Řada učitelů s delší praxí se se školními experimentálními systémy nemohla setkat při vlastním studiu na VŠ. Pokud o školních experimentálních systémech něco vědí, pak se k těmto informacím dostali buď na kurzech dalšího vzdělávání pedagogů, nebo z vlastní iniciativy. V každém případě i dnes platí, že dosud nejsou ani studenti učitelství systematicky připravováni na používání těchto systémů ve výuce. Za kladný posun lze označit sice to, že někteří studenti učitelství se se školními experimentálními systémy letmo seznámí, to však s nejvyšší pravděpodobností nestačí. Ukázalo se to i během spolupráce s pedagožkami v rámci výzkumu provedeném na obou gymnáziích, neboť až delší spolupráce jim umožnila proniknutí do podstaty používání přístrojů tak, aby byly schopné operativně řešit problémy, které jejich použití ve výuce nese. Podobně je tomu ovšem i u žáků. Pokud mají počítačem podporované experimenty využívat školní experimentální systém hlavně jako prostředek k dalšímu hlubšímu pochopení látky (jak v souvislosti se správným použitím těchto přístrojů naznačují mnohé zahraniční výzkumy), je třeba, aby byla jejich pozornost od samotného ovládnutí přístroje směrem k podstatě prováděného experimentu. Také v případě žáků nelze zmíněného cíle beze zbytku dosáhnout jen občasným setkáním s tímto způsobem práce (např. v rámci jednorázového laboratorního cvičení). Přesto můžeme říci, že i ne právě ideální provedení experimentů v rámci výuky přineslo žákům mnohé benefity: práce je bavila, řadu jevů pochopili rychle díky simultánně vznikajícím grafům, učili se efektivně spolupracovat. Pokud by ale měli ve zkoumání uplatňovat výše zmíněnou badatelskou metodu, bylo by vhodné, aby tímto způsobem pracovali pravidelně, a to už na nižších stupních škol. Jak vyplynulo z realizovaných případových studií, převážně kladně hodnocené pracovní listy sloužily žákům v průběhu cvičení především jako svého druhu „kuchařka“ vedoucí postup práce. Přesto se i zde vyskytlo několik momentů naznačujících, že přístroje v rukou žáků mají ukrytý nevyužitý potenciál (jedná se o více případů, kdy žáci sami objevili chybu v měření nebo dokonce vadné čidlo na základě sledování a rychlého vyhodnocení špatné křivky).

Jestliže se vrátíme k zmíněnému faktoru nedostupnosti experimentálních systémů ve školách, můžeme odhadovat, že jejich nedostatek není způsoben jen malými finančními prostředky, které školy mají na pomůcky k dispozici. Problém patrně spočívá i v tom, že školní experimentální systémy nejsou zatím na školách obecně chápány jako nezbytná pomůcka pro moderní výuku přírodních věd. Nutno dodat, že sami učitelé chemie ve své většině o tom zřejmě nejsou přesvědčeni natolik, aby mohli tento stav radikálně změnit. Změna je možná pouze v případě, že se školní experimentální systémy stanou pro učitele chemie stejnou samozřejmostí, jakou je pro učitele hudební výchovy piano. Tomu však může napomoci hlavně soustavná příprava budoucích učitelů již v době pregraduálního studia na vysokých školách tak, aby si plně osvojili využívání počítačem podporovaných experimentů v rámci výuky chemie. Jedná se nejen o zvládnutí přístroje samotného, ale i o studium metodiky vhodné pro zapojení počítačem podporovaných experimentů do konkrétních témat chemie nebo bližší seznámení se s badatelsky orientovanou metodou. Je nutné dodat, že učitelé by v žádném případě neměli být fixováni na jeden konkrétní experimentální systém, ale především na obecnou schopnost s podobnými systémy pracovat. Rozhraní školních experimentálních systémů prochází neustálým vývojem a některé postupně mizí. Je tedy pravděpodobné, že většina školních experimentálních systémů, tak jak je dnes známe, do několika let vymizí a budou nahrazeny např. bezdrátovými čidly uzpůsobenými k propojení s aplikacemi na rapidně se rozšiřujících tabletech v rukou žáků.

Pravidelné využívání počítačem podporovaných experimentů by pak zřejmě mělo u žáků slibnou šanci chemii i další přírodní vědy poněkud rehabilitovat a posunout ji směrem k oblíbenějším předmětům, které nejsou odtažité a odtržené od reality, ale naopak reflektují každodenní praxi a v žácích cíleně povzbuzují touhu k dalšímu poznávání.

7 Bibliografie

- ADAMS, D. D.; SHRUM, J. W. *The Effects of Microcomputer-Based Laboratory Exercises on the Acquisition of Line Graph Construction and Interpretation Skills by High School Biology Students*. Příspěvek prezentovaný na výročním setkání National Association for Research in Science Teaching. 10.-13. dubna 1988, Lake of the Ozarks, Missouri. Dostupné z: <<http://www.eric.ed.gov/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED292652>>.
- ALLERHAND, A.; DOBIE-GALUSKA, A. Implementation of LabVIEW for Computer-Controlled Experiments in General Chemistry Laboratory Instruction. *Chemical Educator*, 2000, 5, s. 71-76.
- AMRANI, D. Determination of Absolute Zero Using a Computer-Based Laboratory. *Physics Education*. 2007, 42, č. 3, s. 304-307.
- AMSTEL INSTITUT. *Pracovní balíček 3 Příručka pro vývoj výukových a studijních lekcí v rámci projektu ESTABLISH*. 2010. European Science and Technology in Action Building Links with Industry, Schools and Home.
- ARDAC, D.; SEZEN, A. H. Effectiveness of Computer-Based Chemistry Instruction in Enhancing the Learning of Content and Variable Control Under Guided versus Unguided Conditions. *Journal of Science Education and Technology*. 2002, 11, č. 1, s. 39-48.
- ATAR, H. Y. *Examining Students' and Teacher's Perception of Microcomputer Based Laboratories (MBLs) in High School Chemistry Classes*. Tallahassee, 2001. 124 s. Diplomová práce. Florida State University. Shrnutí dostupné z: <http://www.icte.org/T01_Library/T01_182.PDF>.
- ATAR, H. Y. Chemistry Students' Challenges in Using MBL's in Science Laboratories. *Proceedings of the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*. 10.-13. ledna 2002, Charlotte, Severní Karolína.
- BAILEY, R. A.; SUDHEN, B.D.; HEPFINGER, N.F.; HOLLINGER, H. B.; LOCKE, P.S.; MILLER, K. J.; DEACUTIS, J.J.; VANSTEELE, D.R. Simultaneous Recording of Multiple Cooling Curves. *Journal of Chemical Education*, 1997, vol 74, č. 6, s. 732-733.
- BANCHI, H.; BELL, R. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 2008, 46, č. 2, s. 26-29, October 2008
- BARLAG, R. E.; ARTHASERY, P.; NYASULU, F. Electrical Determination of the Heat Capacity of a Calorimeter in Approximately One Minute. *Journal of Chemical Education*. 2010, 87, č. 9, s. 992.
- BARNEA, N.; DORI, Y. j.; HOFSTEIN, A. Development and implementation of inquiry-based and computerized-based laboratories: reforming high school chemistry in Israel. *Chemistry Education Research and Practice*. 2010, 11, 3, s. 218-228.
- BARTOŠ, I. *Digitalizovaný experiment - Prostředek k osvojení chemických cílů vzdělávání zejména na ZŠ a SŠ*. Praha, 2010. 204 s. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta.
- BÍLEK, M. ICT ve výuce chemie. Hradec Králové : SIPVZ a Gaudeamus, 2005.
- BÍLEK, M. Aktuální trendy ICT ve výuce chemie: minulost, současnost a perspektivy. XX. *Mezinárodní seminář o výuce chemie. Aktuální trendy ICT ve výuce chemie. 20. října 2010, Hradec Králové*. Praha : Media4u Magazine, 2010a. s. 38-41. (Media4u Magazine – mimořádné vydání. 7. ročník, ISSN 1214-9187)
- BÍLEK, M. Virtualizace ve všeobecném chemickém vzdělávání: příležitosti a rizika. *Chemické vzdělávání v teorii a praxi (Chemical Education in Theory and Praxis). Materiály z mezinárodní konference o výuce chemie. 15. 17.6. Plzeň*. Praha : SPN, 2011. s. 9-16. (Biologie, chemie, zeměpis. 20. ročník, ISSN 1210-3349)
- BÍLEK, M. a kol. *Výuka chemie s počítačem*. Hradec Králové : Gaudeamus, 1997. ISBN 80-7041-769-2.

- BÍLEK, M.; RYCHTERA, J.; SKALICKÁ P. Virtuální měřicí přístroje ve všeobecné chemickém vzdělávání. *Aktuálny stav a vývojové trendy vo vyučovaní chémie. Medzinárodná konferenci DIDCHEM 2010, 26. - 28. 5. 2010 Bratislava*. Bratislava : IUVENTA, 2010b. s. 35-42. (Chemické rozhľady – 5. mimoriadne číslo; 11. ročník, ISSN 1335-8391)
- BÍLEK, M.; TURČÁNI, M. Vzdálené a virtuální laboratoře ve výuce a v přípravě učitelů přírodovědných předmětů. *Pedagogika*, vol. 56, č. 4, 2006, s. 361-372.
- BRANIŠA, J.; REGULI, J.. LabQuest – nový pomocník v školskom laboratóriu. *XX. Mezinárodní seminář o výuce chemie. Aktuální trendy ICT ve výuce chemie. 20. října 2010, Hradec Králové*. Praha : Media4u Magazine, 2010. s. 99-101. (Media4u Magazine – mimořádné vydání. 7. ročník, ISSN 1214-9187)
- BRASELL, H. Sex Differences Related to Graphing Skills in Microcomputer-Based Labs. Příspěvek prezentovaný na výročním setkání National Association for Research in Science Teaching. 23.- 25. dubna 1987a, Washington, DC.
- BRASELL, H. The Effect of Real-Time Laboratory Graphing on Learning Graphic Representations of Distance and Velocity. *Journal of Research in Science Teaching*. 1987b, 24, 4, s. 385-395.
- BRASELL, H. The Role of Microcomputer-Based Laboratories in Learning To Make Graphs of Distance and Velocity. Příspěvek prezentovaný na výročním setkání American Educational Research Association. 20. - 24. dubna 1987c, Washington, DC.
- BROWN, M. Streamlining Science: Three New Science Tools Make Data Collection a Snap. *Technology & Learning*. 2006, 26, č. 6, s. 16.
- ČERNOCHOVÁ, M. O stavu a trendech využívání ICT v českých školách a v zahraničí. *Pedagogika*, vol. 56, č. 4, 2006, s. 316-334.
- DALY, M. Teaching Rates of Reaction with Datalogging. In *SCIENCE – Official Journal of the Irish Science Teachers' Association*. Vol 37, n. 3, 2002, p. 4.
- DEVETAK, I.; GLAŽAR, S. A.; VOGRINC J. The Role of Qualitative Research in Science Education. In *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2010, 6(1), 77-84. Dostupné z: http://www.ejmste.com/v6n1/EURASIA_v6n1_Devetak.pdf
- DORI, Y. J.; SASSON I. Chemical Understanding and Graphing Skills in an Honors Case-Based Computerized Chemistry Laboratory Environment: The Value of Bidirectional Visual and Textual Representation. *Journal of Research in Science Teaching*. 2008, 45, č. 2, s. 219-250.
- EDWARDS, M. G.; WELLER, B. E. Compulab - Computing for the Physical Sciences Teaching Laboratory. *Computers and Education*. 1986, 10, č. 2, s. 307-313.
- European Commission. Education and Training. *Report from the Educational Council to the European Council on the concrete future objectives of education and training systems*. Brusel : 2001. [online]. [cit. 2011-7-05]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/rep_fut_obj_en.pdf
- ELLMORE, D.; OLSON, S.; SMITH, P. *Reinventing Schools: The Technology is Now!* Washington, D.C. : National Academy of Sciences. 1995, 29 p. ISBN 0-309-15362-X. Web only <http://www.nap.edu/catalog/9485.html>
- FITZPATRICK, M. J.; HOWARD, J. A. Utilization of Educationally Oriented Microcomputer Based Laboratories. *Journal of Computer-Based Instruction*. 1977, 3, č. 4, s. 123-126.
- GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno : Paido, 2000. 207 s. ISBN 80-85931-79-6.
- HISIM, N. Technology in the Lab; Part II: Practical Suggestions for Using Probeware in the Science Classroom. *Science Teacher*, 2005, 72, č. 7, s. 38
- HANEY, M, R. The Microcomputer in the High School Science Laboratory. *The Computer: Extension of the Human Mind*. Sborník příspěvků konference. College of Education, University of Oregon. 21.- 23. června 1982, Eugene, Oregon.
- HENDL, J. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Vyd. 1. Praha : Portál, 2005. 407 s. ISBN 80-7367-040-2.

- HOGARTH, S.; BENNETT, J.; LUBBEN, F.; CAMPBELL, B.; ROBINSON, A. ICT in Science Teaching. Technical Report. In: *Research Evidence in Education Library*. London : EPPI-Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London. 2006
- HOOD, B. J. Research on Computers in Chemistry Education: Reflections and Predictions March 29, 1993. *Journal of Chemical Education*, vol 71, no 3, 1994, 196-200.
- HORWITZ, P. *Hypermodels: Embedding Curriculum and Assessment in Computer-Based Manipulatives*. In Proceedings of International Conference on Mathematics / Science Education and Technology 2000. 2000, s. 207-213. AACE.
- CHATTERJEE, S.; WILLIAMSON, V.M.; McCANN, K.; LARRY PECK, M. Surveying Students' Attitudes and Perceptions toward Guided-Inquiry and Open-Inquiry Laboratories. *Journal of Chemical Education*. 2009, Vol 86, no 12, 1427-1432.
- CHOI, M. F.; PUI S. W. Using a Datalogger to Determine First-Order Kinetics and Calcium Carbonate in Eggshells. *Journal of Chemical Education*, 2004, 81, č. 6, s. 859.
- CHRÁSKA, M.. *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Vyd. 1. Praha : Grada, 2007. 265 s. Pedagogika. ISBN 978-80-247-1369-4.
- JANÍK, T. et al. *Pohledy na výuku fyziky na 2. stupni základní školy: souhrnné výsledky CPV videostudie fyziky. In Orbis Scholae. Vol 2, 2008, No 1, s. 29 – 52. ISSN 1802-4637. Dostupné z: http://www.orbisscholae.cz/archiv/2008_01.pdf*
- JENISOVÁ, Z. Počítačem podporovaný chemický experiment. *Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie. Sborník přednášek z mezinárodní konference konané 29. září -1. října 2010 v Trojanovicích*. Ostrava : Ostravská univerzita v Ostravě, 2010. s. 113-119.
- JOHNSON, R. L. A Microcomputer-Based Data Acquisition System for Use in Undergraduate Laboratories. *Journal of Chemical Education*. 1982, 59, č. 9, s. 784-786.
- KELLY, G. J.; CRAWFORD, T. Students' interaction with computer representations: Analysis of discourse in laboratory groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 1996, 33, č. 7, s. 693–707.
- KENNEDY, D.; FINN, S. *The Use of Datalogging in Teaching Physics and Chemistry in Second-level Schools in Ireland*. A Report submitted to the National Centre for Technology in Education and The Department of Education and Science. Cork, Schools Integration Project (SIP), 2000.
- KRAJCIK, J.; ARBOR, A.; LAYMAN, M.; LAYMAN, J. Microcomputer-Based Laboratories in the Science Classroom. In *Research Matters to the Science Teacher*, National Association for Research in Science Teaching Monograph No 5, p. 101. 1992. Dostupné z: <http://www.narst.org/publications/research/microcomputer.cfm>
- KREUGER, A.; RAWLS, G. Connecting Points: Teacher Decision-Making About Student Data-Collection Technology. *Journal of Science Education and Technology*, vol 7, no 3, 1998, 279-283.
- KRUSBERG, Z. Emerging Technologies in Physics Education. In *Journal of Science Education and Technology*. Vol 16, p. 401-411. 2007.
- LAM, T. Tools of the Trade: Microcomputer-Based Instrumentation: As Easy As ADC. *Hands On!* 1983, 6, č. 2, s. 18-19.
- LAM, T. Software Review: An MBL Smorgasbord. *Hands On!* 1984-1985, 8, č. 1, s. 14-16.
- LAVONEN, J; JUUTI, K.; MEISALO, V. Designing a User-Friendly Microcomputer-Based Laboratory Package through the Factor Analysis of Teacher Evaluations. *International Journal of Science Education*. 2003, 25, 12, s. 1471-1487.
- LEWIS, M. E.; LEVINE, R. M.; YORK, J. T.; TANDY GRUBBS, W. A Quick and Accurate Oxygen-Based Pressure-Sensore Assay for Catalase Activity. In *Journal of Chemical Education*, vol 86, no 10, 2009, 1227-1230.
- LINN, M. C.; LAYMAN, J. W.; NACHMIAS, R. Cognitive consequences of microcomputer-based laboratories: Graphing skills development. *Contemporary Educational Psychology*. 1987, 12, č. 3, s. 244-253.

- LÓPEZ ALVAREZ, O.; MENEGHINI, G.; RICHTER, J. Lisabonská strategie. 2006. [online]. [cit. 2011-07-04]. Dostupné z:
http://circa.europa.eu/irc/opoce/fact_sheets/info/data/policies/lisbon/article_7207_cs.htm
- LUSTIG; F. Alternativní metody výuky ve vzdálených a virtuálních laboratořích. Konference *Alternativní metody výuky 2008*. Dostupné z:
<https://docs.google.com/viewer?url=http://everest.natur.cuni.cz/konference/2008/prispevek/lustig.pdf>
- LUSTIG, F. Alternativní metody výuky v počítačem podporovaných laboratořích. *Alternativní metody výuky 2009*. Dostupné z:
<http://everest.natur.cuni.cz/konference/2009/prispevek/lustig.pdf>
- LLEWELLYN, D. *Inquire Within: Implementing Inquiry-Bases Science Standards*. Thousand Oaks, California : Corwin Press, 2002. ISBN 0-7619-7744-9.
- MacISSAC, D. Curricular Reformation in Undergraduate Physics Laboratories Via Action Research. Příspěvek prezentovaný na výročním setkání National Association for Research in Science Teaching. 22. -25. dubna 1995, San Francisco, Kalifornie.
- MANDÍKOVÁ D.; PALEČKOVÁ J. Videostudie TIMSS 1999 – jak se vyučuje přírodním vědám v různých zemích. In *Pedagogika*, vol. 57, no 3, 2007, p. 238-250.
- MASON, D. S. Preparing the Professional Chemist. *Journal of Chemical Education*. 2003, 80, č. 6, s. 596.
- METCALF, S. J.; TINKER, R. Probeware and Handhelds in Elementary and Middle School Science. *Journal of Science Education and Technology*. 2004, 13, č. 1, s. 43-49.
- MOKROS, J. R.; TINKER, R. The impact of microcomputer-based labs on children's ability to interpret graphs. *Journal of Research in Science Teaching*. 1987, 24, 4, s. 369-383.
- MOLNAR, A. R. *Computers in Education: A Brief History*. [on-line] červen 1997. [cit.30.7.2011] Dostupné z: <<http://thejournal.com/the/printarticle/?id=13739>>
- MŠMTa: Analytické studie potvrdily nezbytnost podpory technických a přírodovědných oborů. [online]. [cit. 2011-07-04]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/strukturalni-fondy/ipn-pro-oblast-terciarniho-vzdelavani-vyzkumu-a-vyvoje/podpora-technickyh-a-prirodovednych-oboru/analyticky-studie-potvrdily-nezbytnost-podpory-technickyh-a>
- MŠMTb: Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. Výzkumná zpráva. [online]. [cit. 2011-07-04].
http://ipn.msmt.cz/data/uploads/portal/Duvody_nezajmu_zaku_o_PTO.pdf
- NAKHLEH, M.; POLLES, J.; MALINA, E. Learning Chemistry in a Laboratory Environment. *Chemical Education: towards researched-based practice*. J. K. Gilbert et al. (eds.) Dordrecht : Kluwer Academic Press, 2002. s. 69-94. ISBN 1-4020-1112-1.
- NAKHLEH, M. B.; KRAJCIK, J. S. *The Effect of Level of Information as Presented by Different Technologies on Students' Understanding of Acid, Base, and pH Concepts*. Příspěvek prezentovaný na výročním setkání National Association for Research in Science Teaching. 7.-10. dubna 1991a, Lake Geneva, Wisconsin.
- NAKHLEH, M. B.; KRAJCIK, J. S. *The Use of Videotape To Analyze the Correspondence between the Verbal Commentary of Students and Their Actions When Using Different Levels of Instrumentation during Laboratory Activities*. Příspěvek prezentovaný na výročním setkání National Association for Research in Science Teaching. 7.-10. dubna 1991b, Lake Geneva, Wisconsin.
- NAKONEČNÝ, M. *Encyklopedie obecné psychologie*. 2. rozšířené vyd. Brno : Academia, 1997. s. 216-222. ISBN 80-200-0625-7.
- NAKONEČNÝ, M. *Sociální psychologie*. Vyd. 1. Praha : Academia, 1999. 287 s. ISBN 80-200-0690-7.
- kol. autorů. National Research Council. *National Science Education Standard*. Washington, DC : The National Academic Press, 1996. Dostupné z:
http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=4962#toc

- OPEKAR, F. Virtuální přístroje v elektroanalytické instrumentaci. *Chemické listy*, 89, č. 6, 1995, s. 590-593.
- OSBORNE, J.; DILLON, J. *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Zpráva 2008
- PALEČKOVÁ J.; TOMÁŠEK V.; BASL J. Hlavní zjištění výzkumu PISA 2009. Umíme ještě číst? Praha: Tauris, divize Ústav pro informace ve vzdělávání, 2010. ISBN 978-80-211-0608-6
- PAVELKOVÁ, A. *Akční výzkum v pedagogickém prostředí* [online]. Brno, 2012 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/261283/ff_m/Akcni_vyzkum_v_pedagogickem_prostredi_.pdf.
Magisterská práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta.
- PELIKÁN, J. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha : Karolinum, 2007. 272 s. ISBN 978-80-7184-569-0.
- PENN, K.; SLATON, W. V. Measuring Model Rocket Engine Thrust Curves. *Physics Teacher*, 2010, 48, č. 9, s. 591-593.
- PLATO Education Group. *Summary of Activities*, 1982-83. Illinois University, Urbana. Computer-Based Education Research Lab.
- PHELPS, A. J. Qualitative Methodologies in Chemical Education Research. Challenging Comfortable Paradigms. In *Journal of Chemical Education*, vol 71, no 3, 1994, 191-194.
- POWERS, M. H. Laboratory Connections: Review of Two Commercial Interfacing Packages. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 1989, 8, 3, s. 73-76.
- PRICE, Ch. L. *Introduction to probeware*. Příspěvek prezentovaný na konferenci Indiana Computer Educators. 10. října 1987, Indianapolis, Indiana.
- Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 100 s. [cit. 2011-07-30]. Dostupné z: <http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf>. ISBN 978-80-87000-11-3.
- PROKŠA, M.; HELD, L. a kol. *Metodológia pedagogického výskumu a jeho aplikácia v didaktikách prírodných vied*. Bratislava : Univerzita Komenského v Bratislave, 2008. ISBN 978-80-223-2562-2
- REDISH, E. F.; SAUL, J. M.; STEINBERG, R. N. On the Effectiveness of Active-Engagement Microcomputer-Based Laboratories. *American Journal of Physics*. 1997, 65, č. 1, s. 45-54.
- RHYS, N. T.; KUO J. E. Teaching Computer Interfacing in Instrumental Analysis. *Journal of Chemical Education*, vol 66, no 11, 1989, 947-953.
- Roth, K.J.; DRUKER, S.L.; GARNIER, H.E.; LEMMENS, M.; CHEN, C.; KAWANAKA, T.; RASMUSSEN, D.; TRUBACOVA, S.; WARVI, D.; OKAMOTO, Y.; GONZALES, P.; STIGLER, J.; and GALLIMORE, R. *Teaching Science in Five Countries: Results From the TIMSS 1999 Video Study (NCES 006-011)*. U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, DC : U.S. 2006. Government Printing Office.
- RUSSELL, D. W.; LUCAS, K. B.; McROBBIE, C. J. The Role of the Microcomputer-Based Laboratory Display in Supporting the Construction of New Understandings in Kinematics. *Research in Science Education*. 2003, 33, č. 2, s. 217-243.
- RUSSELL, D. W.; LUCAS, K. B.; McROBBIE, C. J. Role of the Microcomputer-Based Laboratory Display in Supporting the Construction of New Understandings in Thermal Physics. *Journal of Research in Science Teaching*. 2004, 41, č. 2, s. 165-185.
- RŮŽIČKA, J. Možnosti sběru dat v chemické laboratoři a napojení na laboratorní informační systém pomocí virtuálních přístrojů. *Chemmagazín*, 20, č. 6, 2010, s. 8-11.
- RYCHTERA, J.; BÍLEK, M.; HLAVÁČKOVÁ, J. Monitoring otázek učitele při vyučování chemii. In *Media4you Magazine. XX. Mezinárodní seminář o výuce chemie: aktuální trendy ICT ve výuce chemie*. Vol 7, č. 3, 2010, s. 25-29. ISSN 1214-9187. Dostupné z: <http://www.media4u.cz/mmX32010.pdf>
- SNEIDER, C. a kol. Making Sense out of Data. *Classroom Computer Learning*. 1986, 6, č. 7, s. 30, 35-37.

- STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E. Využití multifunkčního přístroje Infraline Graphic ve středoškolské laboratorní praxi. Praha, 2006. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta UK v Praze.
- STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E.; ŠMEJKAL, P. Školní chemické experimentování s pomocí měřících přístrojů a počítače. *Alternativní metody výuky 2009*. Dostupné z: http://everest.natur.cuni.cz/konference/2009/prispevek/stratilova_smejkal.pdf
- STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E.; ŠMEJKAL, P.; KLÍMOVÁ, H. Kvalitativní zhodnocení dotazů žáků při laboratorním cvičení s instrumentální technikou. *Proceedings of the International Conference, Prague, 24-26 September 2008*. Nesměrák K. (ed.) Praha : Karlova Univerzita, P.ř.F., 2008. ISBN 978-80-86561-60-8. s. 126-130.
- STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E.; ŠMEJKAL, P.; TREJBALOVÁ, I. *Vybrané instrumentální metody ve výuce chemie na SŠ*. Praha 2008, ISBN 978-80-86651-70-7.
- SVEC, M. Improving Graphing Interpretation Skills and Understanding of Motion Using Micro-computer Based Laboratories. *Electronic Journal Science Education*. Vol 3, no 4, 1999. ISSN 1087-3430. Dostupné z: <http://wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/svec.html>
- ŠIMIK, O. Žák v páté třídě jako řešitel přírodovědného pokusu – analýza pracovních listů žáků. In T. Janík, P. Knecht, & S. Šebestová (Eds.), *Směšený design v pedagogickém výzkumu: Sborník příspěvků z 19. výroční konference České asociace pedagogického výzkumu* (s. 461–466). Brno : Masarykova univerzita. 2011. Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/capv2011/sbornikprispevku/simik.pdf>
- ŠKODA, J.; DOULÍK, P. Dětská pojetí: teoretická východiska a metodologické aspekty. In Janíková, M.; Vlčková K. a kol. *Výzkum výuky: tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody* (s. 117-144). Brno : Paido, 2009. ISBN 978-80-7315-180-5.
- ŠKODA, J.; DOULÍK, P. Výzkum dětských pojetí vybraných přírodovědných fenoménů z učiva fyziky a chemie na základní škole. In *Pedagogika*, vol. 56, no 3, 2006, p. 231-245.
- ŠKODA, J.; DOULÍK, P. Změny učebních činností-nezbytný předpoklad modernizace výuky chemie. In *Změny ve výuce v souvislosti s proměnami společnosti*. Ustí n. Labem : Univerzita J. E. Purkyně 2001, s. 53 – 59, ISBN 80-7044-380-4
- ŠMEJKAL, P.; STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E.; ČTRNÁCTOVÁ, H. *Fyzikálně-chemický experiment s využitím multifunkčního přístroje Pierron Infraline Graphic*. Hradec Králové 2006.
- ŠULCOVÁ, R.; ZÁKOSTELNÁ, B. Plody tvořivosti a aktivní práce s učiteli chemie. In: KMEŤOVÁ, J.; LICHVÁROVÁ, M. (eds.) *Súčasnosť a perpektívy didaktiky chemie II*. Banská Bystrica : UMB, FPV 2009, s. 46-50. ISBN 978-80-8083-751-8
- ŠVAŘÍČEK, R. a kol. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Vyd. 1. Praha : Portál, 2007. 377 s. ISBN 978-80-7367-313-0.
- TAN, D. K. C.; HEDBERG, J. G.; KOH, T. S.; SEAH, W. C. *Dataloggers and Inquiry Science*. Příspěvek prezentovaný na konferenci Redesigning Pedagogy: Research, Policy, Practice, Singapore, 30.5.–1.6. 2005. Dostupné z: <http://conference.nie.edu.sg/paper/covert/Datalogging%20and%20Inquiry%20Science%20v3.pdf>
- TEPLÝ, P. *Hypermediální výukový program Chemie halogenů a jeho využití ve vzdělávání nadaných žáků v chemii*. Praha, 2010. 204 s. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta.
- THORNTON, R. K. Tools for Scientific Thinking: Microcomputer-Based Laboratories for the Naive Science Learner. Příspěvek ve sborníku konference National Educational Computing Conference. 4. – 6. června 1986, San Diego, Kalifornie.
- THORNTON, R. K. Tools for Scientific Thinking--Microcomputer-Based Laboratories for Physics Teaching. *Physics Education*. 1987, 22, 4, s. 230-238.
- THORNTON, R. K. Uncommon Knowledge: Student Behavior Correlated to Conceptual Learning. p. 591-602. Edward F. Redish, Matilde Vicentini. Proceedings of the International School of Physics „Enrico Fermi“. IOS Press 2004.

- THORNTON, R. K. *Using the Results of Research in Science Education to Improve Science Learning*. Příspěvek prezentovaný na konferenci International Conference on Science Education. Leden 1999, Nicosia, Kypr.
- THORNTON, R.; SOKOLOFF, D. Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*. 1990, 58, č. 9, s. 858-867.
- TINKER, R. The Decline and Fall of the High School Science Lab And Why the Microcomputer May Yet Save It from Extinction. *Electronic Learning*, 1984, 3, č. 5, s. 24-26.
- TINKER, R. *A History of Probeware*. Historický přehled publikovaný na stránkách Concord Consortium. Červen 2000. 28 s. [online] [cit. 15.7.2011] Dostupné z: http://www.concord.org/sites/default/files/pdf/probeware_history.pdf
- TINKER, R. *Do-It-Yourself Probeware: A Guide to Experiments with Inexpensive Electronics*. Příručka publikovaná na stránkách Concord Consortium. Květen 2007. 53 s. [online] [cit. 15.7.2011] Dostupné z: <http://www.concord.org/sites/default/files/pdf/diy-probeware.pdf>
- TINKER, R. How to Turn Your Computer Into a Science Lab. *Classroom Computer Learning*. 1985, 5, č. 6, s. 26-29.
- TINKER, R. *Modeling and MBL: Software Tools for Science*. Příspěvek prezentovaný na konferenci National Educational Computing Conference. 4. – 6. června 1986, San Diego, Kalifornie.
- TORTOSA, M. Manejo por parte del alumnado de los equipos de captación automática de datos en el aprendizaje de la química. *Proceedings of II Jornadas Nacionales sobre la enseñanza de la química*. Murcia, Spain. 2007
- TORTOSA, M.; PINTÓ, R.; SAEZ, M. The Use of Sensors in Chemistry Lessons to Promote Significant Learning in Secondary School Students. *Proceedings of the International Conference, Prague, 24-26 September 2008*. Nesměrák K. (ed.) Praha : Karlova Univerzita, Př.F., 2008. ISBN 978-80-86561-60-8. s. 135-139.
- TRUMPER R. The Physics Laboratory – A Historical Overview and Future Perspective. In *Science & Education*, vol 12, 2003, p. 645-670.
- TRUMPER, R.; GELBMAN, M. A Microcomputer-based Contribution to Scientific and Technological Literacy. *Journal of Science Education and Technology*. 2001, 10, č. 3, s. 213-221.
- kol. autorů ÚIV. *Co se změnilo v českém školství*. Praha : Ústav pro informace ve vzdělávání, 2009. Dostupné z: <http://www.uiv.cz/clanek/201/1947> ISBN 978-80-211-0590-4
- Kol. autorů ÚIV. Vývojová ročenka školství v ČR 2003/04 – 2009/10. Kapitola B7. Praha : ÚIV, 2010.[online]. [cit. 2011-07-04]. Dostupné z: <http://www.uiv.cz/clanek/729/2006>
- URBANOVÁ K.; ČTRNÁCTOVÁ, H. Powerpointové prezentace jako prostředek zvyšování efektivity výuky chemie. In *Media4you Magazine. XX. Mezinárodní seminář o výuce chemie: aktuální trendy ICT ve výuce chemie*. Vol 7, č. 3, 2010, s. 8 – 15. ISSN 1214-9187. Dostupné z: <http://www.media4u.cz/mmX32010.pdf>
- URVÁLKOVÁ, E. et al. *Využití přístroje Infraline Graphic při laboratorním experimentu*. Hradec Králové : Gaudeamus, 2005. S. 396. ISBN 80-7041-511-8.
- VANNATTA, Michael W.; RICHARDS-BABB, Michelle; SOLOMON, Sally D. Personal Multifunctional Chemical Analysis Systems for Undergraduate Chemistry Laboratory Curricula. *Journal of Chemical Education*. 2010, 87, č. 8, s. 770-772.
- VEŘMIŘOVSKÝ, J.; BÍLEK, M. Názory učitelů chemie na způsoby využívání MS Powerpointu a multimediálních objektů. In *Media4you Magazine. XX. Mezinárodní seminář o výuce chemie: aktuální trendy ICT ve výuce chemie*. Vol 7, č. 3, 2010, s. 16-20. ISSN 1214-9187. Dostupné z: <http://www.media4u.cz/mmX32010.pdf>
- VLČKOVÁ, K. Smíšený výzkum: Jedná se o nové a závažné téma? In T. Janík, P. Knecht, & S. Šebestová (Eds.), *Smíšený design v pedagogickém výzkumu: Sborník příspěvků z 19. výroční konference České asociace pedagogického výzkumu* (s. 1–6). Brno: Masarykova univerzita, 2011. Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/capv2011/sbornikprispevku/vlckova.pdf>

- VRZÁČKOVÁ, E. *Tvorba databáze experimentů pro výuku chemie*. Praha, 2011. 62 s. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta.
- WALTEROVÁ, E. Akční výzkum v podmínkách české školy. In *Český pedagogický výzkum v současných podmínkách*. Praha: CERM, 1997, s. 26-29.
- WELLER, H. G. Assessing the Impact of Computer-Based Learning in Science. *Journal of Research on Computing in Education*. 1996, 28, 4, s. 461-485.
- WILLIS, J. Data-Logging Isn't That Difficult And It Can Be Fun! *Primary Science Review*. 1998, č. 51, s. 10-12.
- WISER, M. *The Differentiation of Heat and Temperature: An Evaluation of the Effect of Microcomputer Teaching on Students' Misconceptions*. Technická zpráva 1987-5. Educational Technology Center, Cambridge, Massachusetts. Dostupné z www: <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED291596.pdf>
- WOODARD, F. E.; WOODWARD, W. S.; REILLEY, C. N.; Microprocessor-Based Laboratory Data Acquisition Systems. *Analytical Chemistry*. 1981, 53, č. 11, s. 1251A-1252A,1254A,1256A,1258A,1261A-62A,1264A,1266A.
- ZUCKER, A. A.; TINKER, R.; STAUDT, C.; MANSFIELD, A.; METCALF, S. Learning Science in Grades 3–8 Using Probeware and Computers: Findings from the TEEMSS II Project. *Journal of Science Education and Technology*. 2008, 17, č. 1, s. 42-48.
- ŽÁK, V. Zjišťování parametrů kvality výuky fyziky. In *Pedagogika*, vol 58, no 1, 2008. p. 61-72. http://is.muni.cz/th/261283/ff_m/Akni_vyzkum_v_pedagogickem_prostredi_.pdf

Internetové stránky a portály

- CHLOUPEK, Rudolf. Počítačová podpora experimentů v přírodovědných předmětech. In: ZŠ Kollárova [online]. 2006 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.zskol.ji.cz/dokumenty/projekt.pdf>
- CMA: Centre for Microcomputer Applications [online]. 2011 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://cma-science.nl/english/index.html>
- Gavora, Peter a kol. 2010. Elektronická učebnica pedagogického výskumu. [online]. Bratislava : Univerzita Komenského, 2010. Dostupné na: <http://www.e-metodologia.fedu.uniba.sk/> ISBN 978–80–223–2951–4.
- Katedra chemie ZF JU [online]. 2011 [cit. 2011-07-01]. Dostupné z: <http://kch.zf.jcu.cz/>
- MTHEMBU, Zuziwe. Using the Predict-Observe-Explain Technique to Enhance the Students' Understanding of Chemical Reactions (Short Report on pilot study). AARE: Conference papers 2001 [online]. 11.4.2002 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://publications.aare.edu.au/01pap/mth01583.htm>
- PASCO [online]. © 2009 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.pasco.cz/>
- Rejstřík škol [online]. 2009 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://rejskol.msmt.cz/>
- Remote-LAB: Vzdálená laboratoř GymKT [online]. © 2011-2012 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://remote-lab.fyzika.net/>
- The Concord Consortium: Revolutionary digital learning for science, math and engineering [online]. © 2013 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://concord.org/>
- A Life in Chemistry Computing. Homepage of the Chemical Heritage Foundation [online]. © 2010 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.chemheritage.org/discover/magazine/articles/25-4-a-life-in-chemistry-computing.aspx>
- Cobra3. PHYWE: Excellence in science. World class solutions for better education. [online]. [2012] [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.phywe.com/460/apg/52/Cobra3.htm>
- Databáze chemických pokusů. Studiumchemie.cz: Podpora výuky chemie na ZŠ a SŠ [online]. © 2009-2013 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.studiumchemie.cz/pokusy.php>

Experimentální systém CMS. Univerzita Hradec Králové [online]. 2010 [cit. 2010-07-29].
Dostupné z: cit 2006: <http://pdf.uhk.cz/kch/CMS/exp7.html>

Chemické pokusy. Chemie.gfxs.cz: Chemický vzdělávací portál [online]. © 2003-2006 [cit. 2010-07-22]. Dostupné z: <http://chemie.gfxs.cz/index.php?pg=videa>

Chemieexperimente. Die Welt der Experimente. [online]. © 2008-2012 [cit. 2012-10-11].
Dostupné z: <http://netexperimente.de/chemie/index.html>

ISES - Internet School Experimental System: Vzdálená laboratoř. ISES: Internet School Experimental System [online]. 7.10.2009 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>

KEKULE M. Jak zlepšit přírodovědné vzdělávání? 2009 [online]. [cit. 2011-04-01]. Dostupné z kdf.mff.cuni.cz/~kekule/Science_education-published.doc

Kent's Chemical Demonstrations Movies Page 1. Mr. Kent's Chemistry Regents Help and AP Chemistry Exam Review Pages [online]. [2002-2013] [cit. 2013-07-1]. Dostupné z: <http://www.kentchemistry.com/KentsDemos.htm>

LabVIEW System Design Software. National Instruments Česká Republika a Slovensko [online]. © 2012 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://sine.ni.com/np/app/main/p/docid/nav-104/lang/cs/>

Oranžová učebna ISES. GYMNÁZIUM J. A. KOMENSKÉHO A JAZYKOVÁ ŠKOLA [online]. © 2007-2010 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.gjak.cz/oranzova-ucebna-ises.aspx>

Predict Observe Explain. Assessment Resource Banks in English, Mathematics, and Science [online]. © 2011 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://arb.nzcer.org.nz/strategies/poe.php>

Salts & Solubility: Solutions, Chemical Equilibrium, Ionic Compounds. PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations [online]. © 2011 [cit. 2011-11-15].
Dostupné z: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/soluble-salts>

Vernier CZ - experimenty. Vernier CZ: Vybavení pro výuku přírodovědných oborů [online]. 2013 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.vernier.cz/experimenty/prehled/oblast/vyhledavani>

Videos und Filmsequenzen. Experimentalchemie.de: Chemische Versuche, detaillierte Anleitung, Show Experimente, Chemikalien, Sicherheit, Links [online]. © 2001-2013 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.experimentalchemie.de/01-d.htm>

VODÁKOVÁ, J. Čtenářská gramotnost českých dětí je alarmující. 2010 [online]. [cit. 2011-07-11].
Dostupné z: <http://www.zkola.cz/zkedu/pedagogictipracovnici/clanky/32899.aspx>

Vynucené kmity oscilátoru. Vzdálená úloha: Vlastní a vynucené oscilace [online]. [7.10.2009] [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://kdt-17.karlov.mff.cuni.cz/pruzina.html>

8 Přílohy

1. Pracovní list: Reakční kinetika	155
2. Pracovní list: Termochemie – Hessův zákon	159
3. Komentář pro spolupracující učitele: Hessův zákon	162
4. Pracovní list: Přímá potenciometrie – měření pH	164
5. Pracovní list: Přímá potenciometrie - hydrolýza	165
6. Pracovní list: Stanovení kyseliny octové - potenciometrická titrace	168
7. Pracovní list: Stanovení kyseliny vinné - potenciometrická titrace	170
8. Pracovní list: Přímá konduktometrie	172
9. Pracovní list: Přímá konduktometrie – disociace elektrolytů	176
10. Pracovní list: Stanovení chloridů – konduktometrická titrace	178
11. COMBLAB pracovní list: Aktivita chemie – Účinnost antacid	180
12. Dotazník: Učitelé chemie	185
13. Dotazník: Studenti učitelství chemie	187
14. Dotazník: Žáci – 1. úvodní dotazník	189
15. Dotazník: Žáci – orientační zpětná vazba.....	191
16. Dotazník: Žáci – 2. závěrečný dotazník	192
17. Okruhy témat pro polostrukturované rozhovory se spolupracujícími učitelkami	194
18. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, instruktáž	195
19. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, reakční kinetika.....	196
20. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, termochemie	198
21. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, měření pH.....	199
22. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, měření pH - hydrolýza	200
23. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, titrace octu	201
24. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, titrace vína.....	202
25. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, měření vodivosti.....	203
26. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, konduktometrická titrace	204
27. Návod na laboratorní cvičení: B-KVINTA, 30. 10. 2008.....	205
28. Příklad protokolu z laboratorního cvičení <i>Chemický děj</i>	206
29. Návod na laboratorní cvičení: B-KVINTA, 5. 1. 2009.....	207
30. Příklad protokolu z laboratorního cvičení <i>pH</i>	208
31. Návod na laboratorní cvičení: B–KVINTA, 29. 2. 2009	209
32. Příklad protokolu z laboratorního cvičení <i>Rychlost reakce (kvinta)</i>	210
33. Návod na laboratorní cvičení: B–KVINTA, 12. 3. 2009, miniLP: p.V	211
34. Návod na laboratorní cvičení: B–KVINTA, 14. 5. 2009, ušlechtilost.....	212
35. Podklady pro spolupracující vyučující: téma Ušlechtilost kovů (B-KVINTA)	213

1. Pracovní list: Reakční kinetika

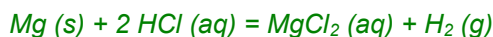
Jméno:

Datum: (12. 2. 2009 A-5; 16. 2. 2009 A-6; 29. 1. 2009 B-5; 5. 2. 2009 B-6)

Faktory ovlivňující rychlost reakce

Obecné otázky na zahřátí:

1. Napište vyčíslenou rovnici reakce hořčíku s kyselinou chlorovodíkovou a u výchozích látek i produktů uveďte do závorky příslušné skupenství.



2. Víte, že budeme ke sledování reakce hořčíku s kyselinou chlorovodíkovou používat senzor tlaku. Jakou látku tedy budeme během měření sledovat a na základě čeho se bude sledovaná fyzikální veličina měnit?

Tlak se sleduje u plynných látek, čili budeme sledovat tlak vznikajícího vodíku; zaměříme se na koncentraci – s rostoucí koncentrací vodíku roste při konstantním objemu tlak vodíku v systému. Na množství vzniklého vodíku mají vliv různé podmínky reakce – ty budeme uskutečňovat (různou teplotu, různý povrch, různý poměr reaktantů).

3. Proč je dobré kontrolovat rychlost chemické reakce?

např. aby se produkt vyráběl v potřebném množství za čas kvůli logistickému provázání (další zpracování produktu – bylo by drahé skladovat přebytky)

Něco málo k počítání (možno vypracovat kdykoli během měření či po skončení laboratorní práce):

Kolik gramů vodíku se uvolní při reakci jednoho kousku hořčíkové pásky ($m = 0,011 \text{ g}$) s 5 ml HCl o koncentraci 0,5 mol/l? Jaký objem by uvolněný vodík zaujímal za normálního tlaku?

$$n(\text{Mg}) : n(\text{H}_2) = 1 : 1$$

$$n(\text{Mg}) = n(\text{H}_2)$$

$$m(\text{Mg}) / M(\text{Mg}) = m(\text{H}_2) / M(\text{H}_2)$$

$$m(\text{H}_2) = [m(\text{Mg}) / M(\text{Mg})] \cdot M(\text{H}_2)$$

$$m(\text{H}_2) = (0,011 \text{ g} / 24,3 \text{ g/mol}) \cdot 2 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2) = 9,05 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$V = (m/M) \cdot R \cdot T / p$$

$$V = (9,05 \cdot 10^{-4} \text{ g} / 2 \text{ g/mol}) \cdot 8,314 \text{ J.K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K} / 101325 \text{ Pa}$$

$$V = 1,16 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = \underline{\underline{11,6 \text{ cm}^3}}$$

Jak je to s teplotou?

Úkol: Zjistěte, jak teplota ovlivňuje průběh reakce. Měřte tlak unikajícího vodíku při reakci hořčíku s kyselinou chlorovodíkovou za různých teplot.

Pomůcky: tlakové čidlo, 3x zkumavka, kádinka s ledem a horkou vodou, pipeta 5 ml HCl ($c = 0,5 \text{ mol/l}$), 3x hořčíková páska (1 cm)

Otázky na zahřátí:

Jaký vliv má na reakci obvykle teplota?

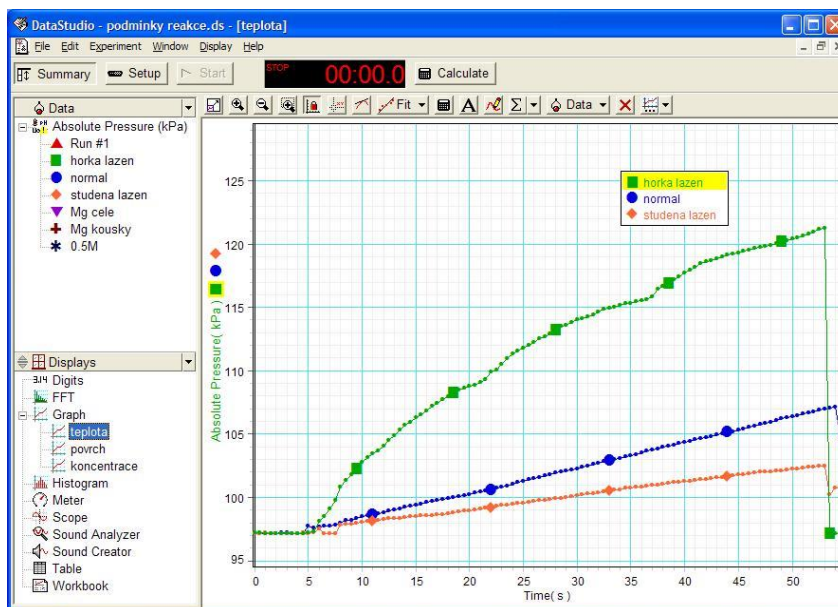
S rostoucí teplotou roste rychlost reakce

Měření:

1. Do tří zkumavek odpipetujte 5 ml HCl o koncentraci **0,5 mol/l**. První zkumavku ponořte do horké lázně a třetí zkumavku do studené lázně (led+ studená voda). Prostřední zkumavku ponechte o pokojové teplotě.
2. Spusťte měření a po třech vteřinách vhodte do zkumavky ve studené lázni 1 kousek hořčíkové pásky. Ihned zkumavku zazátkujte a zátka přidržíte. Měřte zhruba. Pokud vám zátka tlakem „odskočí“, ukončete měření.
3. Stejným způsobem sledujte průběh reakce u zkumavky o pokojové teplotě a u zkumavky v horké lázni.
4. Zapište do následující tabulky dosažený tlak při 40 vteřinách.

Tabulka naměřených hodnot:

Měření	p [kPa] při 40 s
Studená lázeň	101
Pokojová teplota	104
Horká lázeň	118



Závěr:

Otázka na rozlučnou:

Vysvětlete vlastními slovy, proč při vyšší teplotě probíhá reakce rychleji.

Vyšší teplota způsobuje vyšší kinetickou energii částic v systému, tudíž se částice rychleji pohybují a může častěji dojít k účinným srážkám. Reakce tak probíhá rychleji, což se projeví rychlejším/strmějším nárůstem tlaku vodíku v systému

Jak je to s koncentrací?

Úkol: Zjistěte, jak změna koncentrace jedné z výchozích látek ovlivňuje průběh reakce. Měřte tlak unikajícího vodíku při reakci hořčíku s kyselinou chlorovodíkovou o různých koncentracích.

Pomůcky: tlakové čidlo, 4x zkumavka, pipeta 5 ml
HCl ($c = 0,1 \text{ mol/l}$, $0,5 \text{ mol/l}$, $0,8 \text{ mol/l}$, 1 mol/l), 4x hořčíková páska (1 cm)

Otázka na zahřátí:

Odhadněte, jaký vliv má zvýšení koncentrace jedné z výchozích látek na rychlost reakce?

Větší koncentrace jedné z látek způsobí větší pravděpodobnost srážky výchozích látek ve prospěch reakce. Zvýší se rychlost reakce.

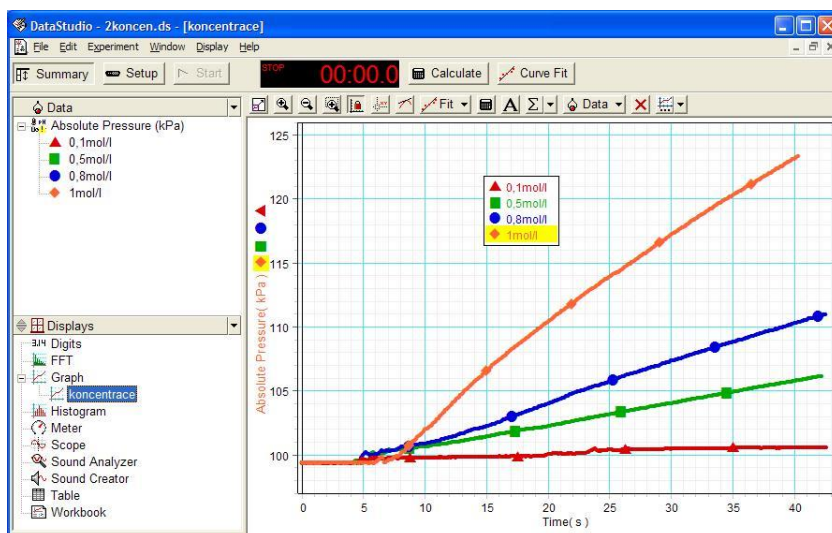
Měření:

1. Nachystejte si čtyři zkumavky, do kterých odpipetujte 5 ml HCl o následujících koncentracích: $0,1 \text{ mol/l}$; $0,5 \text{ mol/l}$; $0,8 \text{ mol/l}$ a 1 mol/l .
2. Spustíte měření a po třech vteřinách vhodíte do zkumavky s $0,1 \text{ mol/l}$ HCl 1 kousek hořčíkové pásky. Ihned zkumavku zazátkujete a zátka přidržujete. Měříte zhruba minutu. Pokud vám zátka tlakem „odskočí“, ukončete měření.
3. Stejným způsobem sledujte průběh reakce u ostatních koncentrací.
4. Zapište do následující tabulky dosažené tlak při 40 vteřinách.

Tabulka naměřených hodnot:

$c \text{ [mol/l]}$	$p \text{ [kPa] při 40 s}$
0,1	100
0,5	106
0,8	110
1	123

Závěr:



Otázka na rozlučnou:

Se vzrůstající koncentrací kyseliny probíhá reakce rychleji, protože.... *(jediná správná odpověď)*

- a) kyselé prostředí podporuje reakce vodíkového kationtu s kovy
- b) se vzrůstajícím množstvím kyseliny vzrůstá pravděpodobnost účinné srážky s hořčíkem
- c) velké množství chloridových aniontů v roztoku díky vysoké elektronegativitě rychleji reaguje s hořčíkem

Jak je to s povrchem?

Úkol: Zjistěte, jak velikost povrchu reagující látky ovlivňuje průběh reakce. Měřte tlak unikajícího vodíku při reakci hořčíku s kyselinou chlorovodíkovou, při níž je v jednom případě hořčíková páska rozstříhaná na malé kousky.

Pomůcky: tlakové čidlo, 2x zkumavka, pipeta 5 ml, nůžky
HCl ($c = 0,5 \text{ mol/l}$), 2x hořčíková páska (1 cm)

Otázka na zahřátí:

Zamyslete se, jak se při reakci projeví různá velikost povrchu jedné z reagujících látek. Napište odhad:

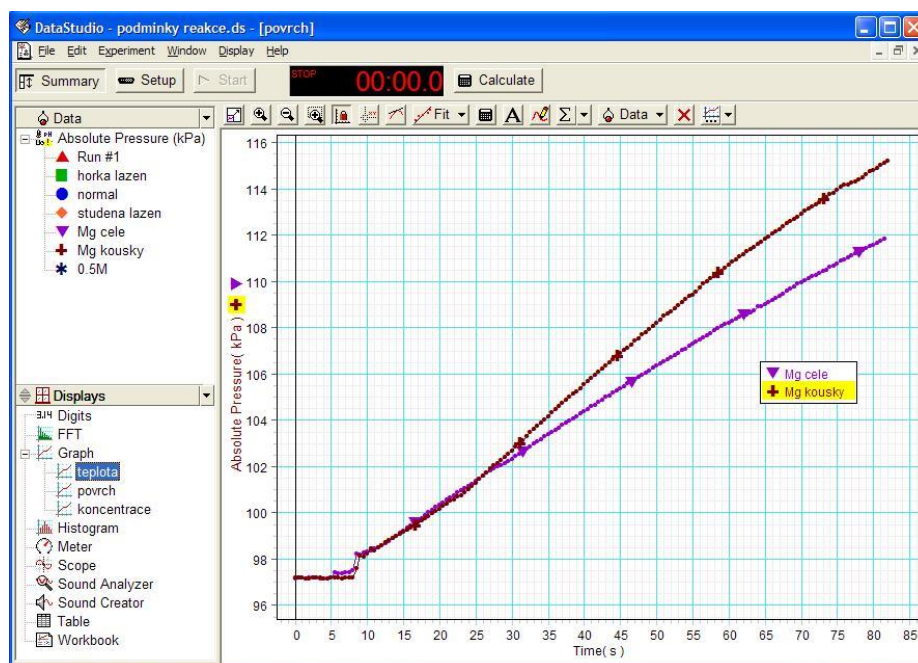
Menší částice umožňují lepší kontakt (větší povrch) mezi výchozími látkami, mnohem častěji dochází k uskutečnění se reakce, účinným srážkám = zvýšení rychlosti reakce.

Měření:

1. Do dvou zkumavek odpipetujte 5 ml HCl o koncentraci **0,5 mol/l**.
2. Jeden kousek hořčíkové pásky rozstříhejte na co nejmenší kousky. Pozor, abyste žádný neztratili.
3. Spusťte měření a po třech vteřinách vhodte do zkumavky s 0,5 mol/l HCl 1 kousek hořčíkové pásky. Ihned zkumavku zazátkujte a zátka přidržujte. Měřte zhruba minutu. Pokud vám zátka tlakem „odskočí“, ukončete měření.
4. Stejným způsobem změřte druhý vzorek – kousky hořčíkové pásky vsypte do zkumavky naráz.
5. Zapište do následující tabulky dosažené tlak při 40 vteřinách.

Tabulka naměřených hodnot:

Měření	p [kPa] při 40 s
Mg vcelku	104
Mg kousky	106



Závěr:

Otázky na rozlučnou:

Vysvětlíte vlastními slovy, proč by se s větším povrchem reaktantů měla zvýšit rychlost reakce.

Jestliže mají reaktanty co největší povrch (= případ rozstříhání hořčíkové pásky), dochází k častějším účinným srážkám.

2. Pracovní list: Termochemie – Hessův zákon

Jméno:

Datum: (26. 3. 2009 A-5; 16. 4. 2009 A-6)

Hessův zákon aneb Chemická matematika: $3 + 1 + 1 = 5 = 3 + 3 + (-1)$

Úkol: Zjistěte, jaké je reakční teplo (= uvolněná energie) při hoření hořčíku.

Pomůcky: teplotní čidlo, kalorimetr, míchačka, míchadlo, stojan, odměrný válec 100 ml.
HCl ($c = 1 \text{ mol/l}$), hořčíkové piliny, MgO

Otázky na zahřátí:

1. Kolik molů je jeden gram oxidu hořečnatého? Kolik molů je půl gramu hořčíkové pásky?

2. Co jsou to endotermní a exotermní reakce?

3. Prostudujte si uvedenou tabulku. Vaším úkolem bude zjistit reakční teplo reakce **A**.

Reakce **B a C** budete provádět, takže reakční tepla těchto reakcí spočítáte z naměřených hodnot. Reakční teplo reakce **D** máte zadáno.

	Reakce (E = energie)	Reakční teplo
A	$\text{Mg (s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \dots\dots\dots$	$E_{rA} = ? \text{ kJ/mol}$
B	$\text{MgCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} + \text{E} \rightarrow \text{MgO (s)} + 2 \text{HCl (aq)}$	$E_{rB} = \dots\dots\dots \text{ kJ/mol}$
C	$\text{Mg (s)} + 2 \text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)} + \text{E}$	$E_{rC} = \dots\dots\dots \text{ kJ/mol}$
D	$\text{H}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} + \text{E}$	$E_{rD} = - 285,8 \text{ kJ/mol}$

Co znamená „-“ u reakce D?

Jakým směrem by probíhala reakce, jestliže by reakční teplo reakce D bylo + 285,8 kJ/mol?

Proveďte matematické operace s chemickými symboly ve výše uvedených rovnicích: **sečtete reakce B, C a D** tak, že na levé straně rovnice sečtete výchozí látky reakcí **B, C a D** a na pravé straně sečtete produkty reakcí **B, C a D**. Co vám vyjde za reakci?

Postup měření:

1. Do kalorimetru odměřte 100 ml HCl o koncentraci 1 mol/l. Kalorimetr dejte na míchačku, ponořte do něj teplotní čidlo a nechejte cca 5 min temperovat.
2. Spusťte měření a zhruba po pěti vteřinách přidejte do kádinky 1 g oxidu hořečnatého. Kádinku přikryjte víčkem, aby neunikalo teplo a měřte teplotu do ustálení.
3. Do tabulky uvedené níže zapište počáteční a koncovou teplotu v systému.
4. Stejným způsobem měřte teplotu pro reakci 0,5 g hořčíkových pilin a 100 ml 1mol/l HCl.
5. Doplňte chybějící hodnoty v tabulce a vypočítejte uvolněné teplo při prováděných reakcích dosazením do vzorce.

Tabulka naměřených hodnot:

	Reakce	t1 °C	t2 °C	ΔT	Reakční teplo
B !!!	$\text{MgO (s)} + 2 \text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 \text{(aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} + \text{E}$				$E_{\text{RB}} = ??? \text{ kJ/mol}$
C	$\text{Mg (s)} + 2 \text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 \text{(aq)} + \text{H}_2 \text{(g)} + \text{E}$				$E_{\text{RC}} = ??? \text{ kJ/mol}$

Výpočet reakčního tepla:

a) Energie uvolněná/spotřebovaná při reakci se spočítá podle následujícího vztahu:

$$E = C_p \cdot m \cdot \Delta T$$

C_p ...tepelná kapacita. V našem případě to bude $C_{p(\text{voda})}$, protože to je vodný roztok HCl. $C_{p(\text{voda})} = 4180 \text{ J/kg}$

m ...hmotnost reagujících látek. V našem případě zaokrouhlíme na 100 g (odléváme 100 ml HCl a budeme brát, že HCl má stejnou hustotu jako voda)

ΔT ...rozdíl teplot před a po reakci (viz změřené hodnoty v tabulce)

Při dosazování do vzorce nezapomeňte dodržovat stejné řádové jednotky (g ≠ kg):

$$E_{\text{B}} = ?$$

$$E_{\text{C}} = ?$$

b) Energie, kterou jste právě spočítali, je energie uvolněná ve vašem daném uspořádání. Reakční teplo se ale udává v **J/mol**. Musíte tedy své spočítané teplo vztáhnout na jeden mol reagujících látek.

To uděláte tak, že nejprve v prvním kroku zjistíte, kolik molů představuje vámi přidaný oxid hořečnatý nebo hořčíkové piliny ke kyselině chlorovodíkové. To jste spočítali v zahřívací otázce ☺.

V druhém kroku již molární reakční teplo spočítáte tak, že teplo uvolněné během reakce (= to, které jste před chvílí spočítali) vztáhnete na mol reagující výchozí látky (MgO či Mg). Jinými slovy energii „podělíte“ látkovým množstvím.

Vzhledem k velikosti čísel je pak dobré převést výsledek na kJ/mol.

$$E_{rB} = E_B / n$$

c) Nyní máte vypočítány potřebné údaje, abyste zjistili, kolik tepla se uvolní při spalování hořčíku (= reakce A).

Ve třetím úvodním úkolu jste sečetli tři reakce a vyšla vám reakce čtvrtá – spalování hořčíku. Stejným způsobem můžete postupovat při zjišťování tepla při reakci A. Znamená to, že sečtete reakční tepla reakcí B, C a D.

Musíte ovšem dávat **pozor na použitá znaménka**, která udávají, jakým směrem reakce probíhá (zda je endotermní nebo exotermní).

Pro náš případ tedy bude platit:

$$E_{rA} = E_{rB} + E_{rC} + E_{rD}$$

Závěr:

Otázka na rozloučenou:

1. Jaké „tepelné zabarvení“ mají reakce, které jste prováděli?

2. Proč je dobré reakční teplo hoření hořčíku zjišťovat výpočtem (Hessův zákon) namísto měřením?

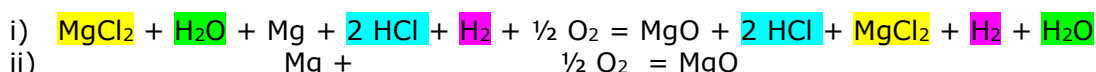
3. Komentář pro spolupracující učitele: Hessův zákon

(materiál je neoficiální, byl připraven pro paní Malo jako pomůcka)

	Reakce – z výpočtu reakční enthalpie	Reakční enthalpie (teplo, energie)
A	$\text{Mg (s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{MgO (s)} + \text{Q}$	$\Delta H_{rA} = - 580,4 \text{ kJ/mol}$
B	$\text{MgCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} + \text{Q} \rightarrow \text{MgO (s)} + 2 \text{HCl (aq)}$	$\Delta H_{rB} = +123 \text{ kJ/mol}$
C	$\text{Mg (s)} + 2 \text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)} + \text{Q}$	$\Delta H_{rC} = - 447,8 \text{ kJ/mol}$
D	$\text{H}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} + \text{Q}$	$\Delta H_{rD} = - 285,8 \text{ kJ/mol}$

Z Hessova zákona plyne:

$$A = B + C + D$$



Čili to samé lze udělat i s reakčními tepley příslušných reakcí:

$$\Delta H_{rA} = \Delta H_{rB} + \Delta H_{rC} + \Delta H_{rD}$$

Jestliže chceme zjistit reakční teplo reakce A, musíme znát reakční tepla reakcí B, C a D. Ty můžeme buď vyhledat v tabulkách, nebo je zjistit experimentem.

Experimentálně se reakční tepla zjišťují provedením dané reakce za současného sledování změny teploty. Pro výpočet reakčního tepla se pak použije následující vzorec (kalorimetrická rovnice, počítá teplo – změnu enthalpie při provedení dané reakce):

$$\Delta H = Q = C_p \cdot m \cdot \Delta T$$

C_p ...izobarická tepelná kapacita (vody = vodný roztok)

m ...hmotnost soustavy: budeme brát 100 g, protože odebíráme 100 ml HCl a vzhledem k tomu, že se jedná o vodný roztok (dost zředěný), budeme brát, že HCl má stejnou hustotu jako voda

ΔT ...rozdíl teplot před a po reakci

Provedení:

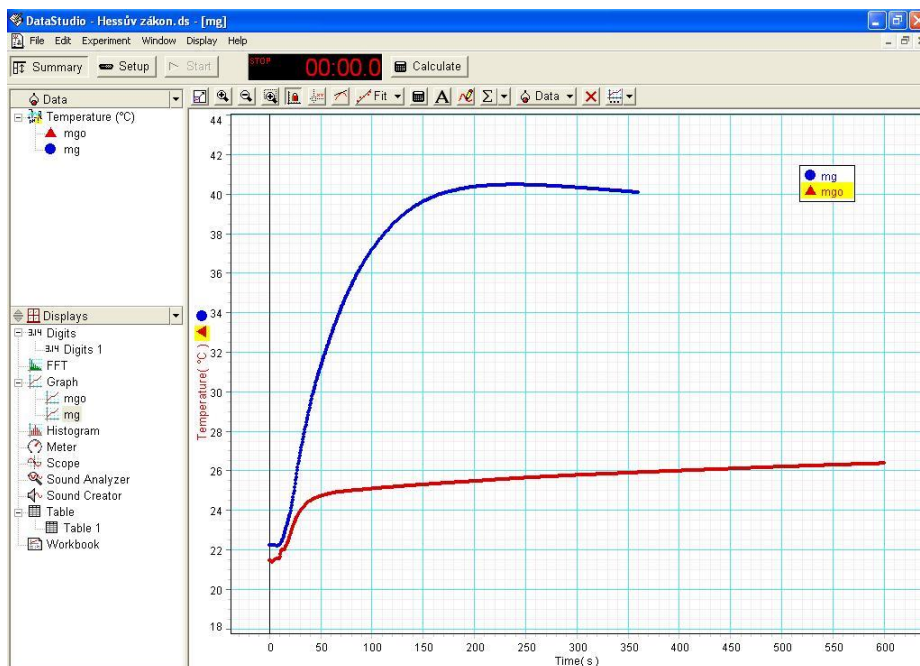
Provedeme reakci B a C. Reakce B však proběhne jako zpětná, než jak je zadána, čili necháme reagovat oxid hořečnatý s HCl a nikoli chlorid hořečnatý s vodou.

Pro oba případy si odměříme 100 ml HCl o $c = 1 \text{ mol/l}$ (doporučuji tu jednomolární, protože při nižší koncentraci bychom museli přepočítávat i vypočítané teplo).

Kyselinu nalijeme do kádinky, která je na míchačce s míchadlem. Ponoříme teplotní čidlo a necháme chvíli temperovat. Pustíme měření (zjistíme tak počáteční teplotu) a po cca 5 s přisypeme v prvním případě 1 g MgO, v druhém případě 0,5 g Mg (donesu odvážená množství). Počkáme na ustálení na nejvyšší teplotu v systému. Obě teploty, počáteční i nejvyšší zapíšeme do tabulky.

Změřené hodnoty:

	Reakce	t1 °C	t2 °C	ΔT	Reakční teplo
A	$\text{Mg (s)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{MgO (s)} + \text{Q}$				$\Delta H_{rA} = ? \text{ kJ/mol}$
B	$\text{MgO (s)} + 2 \text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} + \text{Q}$	23	28,2	5,2	$\Delta H_{rB} = ??? \text{ kJ/mol}$
C	$\text{Mg (s)} + 2 \text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 \text{ (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)} + \text{Q}$	23	41,1	18,1	$\Delta H_{rC} = ??? \text{ kJ/mol}$
D	$\text{H}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (l)} + \text{Q}$ ZADÁNO				$\Delta H_{rD} = -285,8 \text{ kJ/mol}$



Nyní máme potřebné hodnoty k výpočtu reakčních tepel:

$$Q = C_p \cdot m \cdot \Delta T$$

$$Q_B = 4180 \text{ J/K} \cdot \text{kg} \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot 5,2 \text{ K} = 2173,6 \text{ J}$$

Víme, že teplo se ze soustavy uvolnilo, a proto musí být reakční teplo záporné:

$$\mathbf{- 2173,6 \text{ J}}$$

Ještě pořád jsme ale nespočítali molární reakční teplo, teplo na jeden mol látky, protože jsme nechali reagovat jeden gram oxidu hořečnatého a ne jeden mol MgO. Musím tedy zjistit, jaké látkové množství MgO jsme k HCl přidali (proto ta zahřívací otázka):

$$n = m/M = 1 \text{ g} / 40,3 \text{ g/mol} = \mathbf{0,0248 \text{ mol MgO}}$$

nyní můžeme vztáhnout změřené teplo na mol reagujících látek:

$$Q_B = -2173,6 \text{ J} / 0,0248 \text{ mol} = - 87620 \text{ J/mol} = \mathbf{-87,62 \text{ kJ/mol}}$$

Analogicky pro reakci C:

$$Q_C = 4180 \text{ J/kg} \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot 18,1 = - 7565 \text{ J}$$

$$n = m/M = 0,5 \text{ g} / 24,3 \text{ g/mol} = \mathbf{0,021 \text{ mol MgO}}$$

$$Q_C = -7565 \text{ J} / 0,021 \text{ mol} = - 360238 \text{ J/mol} = \mathbf{-360,24 \text{ kJ/mol}}$$

Konečně můžeme spočítat reakční teplo reakce A:

Pozor, reakci B jsme prováděli v opačném sledu, takže musím použít opačné znaménko:

$$\Delta H_{rA} = \Delta H_{rB} + \Delta H_{rC} + \Delta H_{rD}$$

$$\Delta H_{rA} = -(-87,62 \text{ kJ/mol}) + (-360,24 \text{ kJ/mol}) + (-285,5 \text{ kJ/mol}) = -558,12 \text{ kJ/mol}$$

$$\mathbf{\Delta H_{rA} = -558,12 \text{ kJ/mol}}$$

Z výpočtu reakční enthalpie reakce A vychází $\Delta H_{rA} = -598,26 \text{ kJ/mol}$ (je to vlastně jen standardní slučovací enthalpie MgO)

Na některých stránkách ale udávají i jinou enthalpii, např. **602 kJ/mol**

na <http://www.chemicalforums.com/index.php?topic=5451.0>. Rozdíl může být dán uvažováním slučovací enthalpie na molekulu kyslíku.

Každopádně, vzhledem k tomu, že soustava nebyla uzavřená a navíc se pohybujeme v poměrně vysokých hodnotách, tak ten rozdíl je přijatelný.

4. Pracovní list: Přímá potenciometrie – měření pH

Jméno:

Datum: (5. 1. 2009 B-5; 20. 3. 2009 A-7; 20. 4. 2009 A-6; 28. 5. 2009 A-5)

Proč je citron kyselý a ne sladký?

Úkol: Zjistěte, jaké pH mají různé chemické látky a potraviny

Pomůcky: 6x kádinka 50 ml, univerzální indikátorové papírky, pH elektroda, stříčka, odpadní kádinka HCl (0,1 mol/l), NaOH (0,01 mol/l), ocet, citron, džus, jedlá soda, perlivá voda

Otázky na zahřátí:

1. Vysvětlete, co za látky jsou kyseliny a zásady:

Kyseliny jsou látky, které odštěpují vodíkový kation; zásady jsou látky, které vodíkový kation přijímají (Bronstedova teorie).

2. Čím je dána kyselost roztoku (na čem záleží, zda je roztok silně či málo kyselý)? Může vám pomoci definice pH. *Kyselost je dána koncentrací oxoniových iontů v roztoku.*

Měření:

- Změřte pH vzorků pomocí indikátorového papírku a hodnoty zapište do tabulky uvedené níže.
- Poté změřte postupně všechny vzorky pomocí pH elektrody tak, že elektrodu ponoříte cca 4 cm pod hladinu roztoku. Spustte měření tlačítkem START a po ustálení hodnoty pH měření zastavte. Zapište hodnotu pH daného vzorku do níže uvedené tabulky.
- Mezi měřením elektrodu pečlivě opláchněte destilovanou vodou a lehce osušte filtračním papírem od přebytečné vody.

Vzorek	pH povaha vzorku	Univerzální indikátorový papírek		Naměřené pH	Proč je pH roztoku právě takové?
		přibližné pH	Barva		
HCl 0,1 mol/l	<i>Kyselina</i>		<i>Červená</i>	<i>Cca 1</i>	
NaOH 0,01 mol/l	<i>Zásada</i>		<i>Modrá</i>	<i>Cca 12</i>	
Ocet	<i>Slabá kys.</i>		<i>Oranžová</i>	<i>Cca 3</i>	<i>Kyselina octová</i>
Citron	<i>Slabá kys.</i>		<i>Oranžová</i>	<i>Cca 3</i>	<i>Kyselina citronová, askorb.</i>
Džus	<i>Slabá kys.</i>		<i>Oranžová</i>	<i>Cca 4</i>	<i>Ovocné kyseliny</i>
Jedlá soda	<i>Slabá zás.</i>		<i>Zelená</i>	<i>Cca 8</i>	<i>Hydrolyza – sůl silné zás.</i>
Perlivá voda	<i>Slabá kys.</i>		<i>žlutá</i>	<i>Cca 5</i>	<i>Kyselina uhličitá</i>

Závěr:

Úkol na rozloučenou: Přečtete si pozorně následující text a zakroužkujte správné varianty nabízených možností tak, aby byl smysl věty správný (může být víc správných odpovědí):

Kyseliny jsou látky, které odštěpují/přijímají vodíkový kation, zatímco zásady jsou látky, které odštěpují/přijímají vodíkový kation/hydroxidový anion. Kyseliny i zásady dělíme podle míry štěpení na ionty, které se nazývají disproporcionace/disociace/neutralizace. Silné kyseliny a zásady jsou takové, které se štěpí úplně/částečně, slabé kyseliny a zásady se štěpí úplně/částečně. Jednosytná kyselina (= odštěpuje/obsahuje jeden vodíkový kation) s obecným zápisem HA se chová ve vodě následovně: $HA + H_2O \rightarrow H_3O^+ + A^-$. Koncentrace H_3O^+ , čili to, kolik je v roztoku H_3O^+ iontů, pak určuje kyselost roztoku. Koncentrace H_3O^+ hraje zásadní roli a přímo ovlivňuje řadu reakcí, jevů a systémů, např. při dějích v živých systémech nebo v zemědělství. Proto má stanovení pH velký význam.

K vyjadřování koncentrace H_3O^+ byla z praktických důvodů zavedena stupnice pH/pOH, která charakterizuje kyselost a zásaditost roztoků. pH může nabývat hodnot mezi 0-12/0-14, přičemž roztok o pH 6/7 je považován za neutrální, pH < 6/7 za kyselý/zásaditý a pH > 6/7 za kyselý/zásaditý.

Mezi potravinami se vyskytují většinou látky kyselé/neutrální/zásadité povahy, protože se v potravinách nalézají spíše slabé/silné kyseliny/zásady. pH ovoce, případně ovocných produktů je větší/menší než sedm, protože se zde nachází (obvykle) několik ovocných kyselin, mezi nimiž mohou být např. kyselina citronová/jablečná/vinná/šťavelová/octová. V ovoci a zelenině se také nachází vitamin C, což je kyselina citronová/askorbová/celaskonová. Změřením pH jedlé sody zjistíme, že se jedná o slabou/silnou kyselinu/zásadu, která je svým složením sůl: $NaHCO_3$ – hydrogenuhličitán sodný (doplň vzorec a název). Jedlá soda je tedy sůl silné/slabé kyseliny uhličitě (doplň název) a silného/slabého hydroxidu sodného (doplň název).

5. Pracovní list: Přímá potenciometrie - hydrolyza

Jméno:

Datum: (27. 3. 2009 A-7; 4. 5. 2009 A-6)

pH, hydrolyza: Máme tu dva nebezpečné živly – musíme proti nim zakročit a zneutralizovat je!

Úkol: Změřte pH silných a slabých kyselin a zásad a prozkoumejte pH při jejich kombinaci.

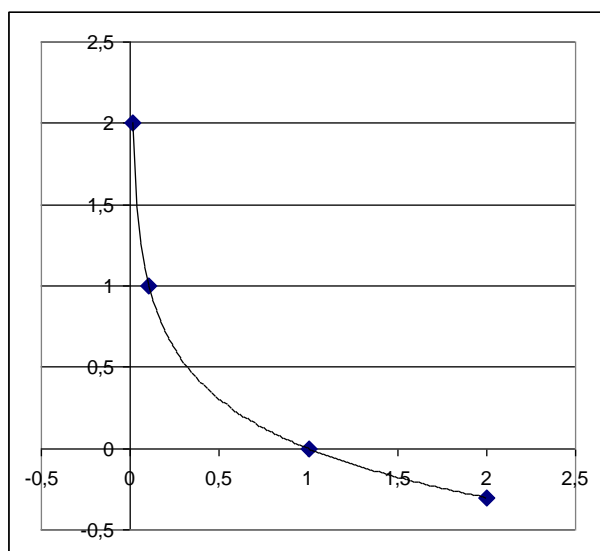
Pomůcky: pH elektroda, odpadní kádinka, stříčka, kádinka 25 ml, indikátorové papírky.

HCl (c = 0,01 a 0,1 mol/l), CH₃COOH (c = 0,01 a 0,1 mol/l), H₂SO₄ (c = 0,01 a 0,1 mol/l), NaOH (c = 0,01 a 0,1 mol/l), NH₄OH (c = 0,01 a 0,1 mol/l); NH₄Cl (c = 0,1 mol/l), Na₂SO₄ (c = 0,1 mol/l), Na₂CO₃ (c = 0,1 mol/l), CH₃COONa (c = 0,1 mol/l)

Otázky na zahřátí:

Z definice iontového součinu vody vyplývá, že $pH + pOH = 14$. Odtud pochází rozsah stupnice pH. Pro silné jednosytné kyseliny a zásady (v nepřilíš vysokých koncentracích) lze pro výpočet pH použít vztah: $pH = -\log [c(H_3O^+)]$ a $pOH = -\log [c(OH^-)]$. Jestliže chceme zjistit pH zásady, musíme nejprve spočítat pOH a poté jej dosadit do vztahu uvedeného na začátku.

1. pH i pOH je definováno jako záporný dekadický logaritmus koncentrace iontů. Dokážete nakreslit průběh této funkce ($y = -\log x$)? Pokud si ji nevybavujete, použijte kalkulačku a souřadnicové body si spočítejte ($x_1 = 1$, $x_2 = 0,1$, $x_3 = 0,01$, $x_4 = 2$).



Analogicky k průběhu funkce odhadněte, jak se bude měnit pH roztoku, jestliže se bude snižovat koncentrace oxoniových iontů v roztoku?

Koncentrace oxoniových iontů je proměnnou x, takže s rostoucím x bude klesat pH roztoku. Tento jednoduchý vzorec pro výpočet pH se však dá použít jen pro nízké koncentrace do 1 mol/l, jinak by i) hodnoty pH vycházely záporně, ii) vypočítané pH by neodpovídalo realitě, poněvadž pH je správně dáno aktivitou oxoniových iontů a ta se s koncentrací shoduje pouze u (velmi) zředěných roztoků.

2. Jaké bude pH roztoku, jestliže smícháte stejné objemy stejně koncentrovaných roztoků jednosytné silné kyseliny a silné zásady? Odpověď zdůvodněte.

Silné jednosytné kyseliny a zásady jsou silnými elektrolyty a tudíž disociují úplně. Koncentrace oxoniových/hydroxidových iontů je tedy shodná s koncentrací nedisociované látky. Pokud jsou stejně koncentrované roztoky kyseliny a zásady a navíc mají stejný objem, znamená to, že mají i stejné látkové množství příslušných iontů. Tím pádem dojde ke zneutralizování 1:1 a pH výsledného roztoku by mělo být neutrální.

Jaké bude pH roztoku, jestliže smícháte stejné objemy stejně koncentrovaných roztoků jednosytné silné kyseliny a slabé zásady? Odpověď zdůvodněte.

Neutralizací vznikne sůl, která hydrolyzuje. Disociované ionty z původně slabé zásady vytvoří konjugovanou silnou kyselinu, která částečně odštěpuje vodíkové kationty. Ty způsobují slabě kyselé pH.

Postup měření:

1. Pomocí pH elektrody a indikátorových papírků proměřte jednotlivé vzorky kyselin a zásad o různých koncentracích. Doplňte tabulku 1 o naměřené hodnoty, spočítané teoretické pH silných kyselin a zásad a elektrolytickou povahu.
2. Vyberte si pět kombinací kyseliny a zásady z tabulky 2 a zjistěte, jaké je pH po smíchání stejných objemových množství těchto roztoků. pH kontrolujte i pomocí pH papírku. Výsledky vysvětlíte.
3. Změřte pH solí: chlorid amonný, síran sodný, uhličitan sodný, octan sodný. Výsledky zapište do tabulky 3 a vysvětlíte acidobazickou reakci dané soli.

Výsledky:

Tabulka 1 naměřených hodnot:

Vzorek	c [mol/l]	Univerzální indikátorový papírek		pH změřené elektrodou	Spočítané pH	Silný/slabý elektrolyt?
		barva	přibližné pH			
HCl	0,1		1		1	Silný
	0,01		2		2	Silný
NaOH	0,1		13		13	Silný
	0,01		12		12	Silný
CH ₃ COOH	0,1		3			Slabý
	0,01		3-4			Slabý
NH ₄ OH	0,1		10			Slabý
	0,01		8			Slabý
H ₂ SO ₄	0,1		0-1			Silný
	0,01		1-2			Silný

Tabulka 2 naměřených hodnot:

	HCl c =		NaOH c =		CH ₃ COOH c =		NH ₄ OH c =		H ₂ SO ₄ c =	
	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01
HCl (0,1M)			≈ 7	≈ 5			≈ 5	≈ 3		
HCl (0,01M)			≈ 9	≈ 7			≈ 7	≈ 5		
NaOH (0,1M)	≈ 7	≈ 9			≈ 9	≈ 11			≈ 6	≈ 8
NaOH (0,01M)	≈ 5	≈ 7			≈ 7	≈ 9			≈ 4	≈ 6
CH ₃ COOH (0,1M)			≈ 9	≈ 7			≈ 7	≈ 5		
CH ₃ COOH (0,01M)			≈ 11	≈ 9			≈ 9	≈ 7		
NH ₄ OH (0,1M)	≈ 5	≈ 7			≈ 7	≈ 9			≈ 4	≈ 7
NH ₄ OH (0,01M)	≈ 3	≈ 5			≈ 5	≈ 7			≈ 2	≈ 4
H ₂ SO ₄ (0,1M)			≈ 6	≈ 4			≈ 4	≈ 2		
H ₂ SO ₄ (0,01M)			≈ 8	≈ 6			≈ 7	≈ 4		

Vysvětlení výsledků 2. měření:

a) *Vysvětlení výsledků by měla odpovídat úvahám, které jsou naznačeny v zahřívacích otázkách. pH slabých kyselin a slabých zásad se ovšem může vymykat, protože vždy záleží na síle dané slabé kyseliny či hydroxidu v těchto konkrétních případech. Síla slabých elektrolytů se dá vyčíst z pKa dané látky. Velký důraz by měl být kladen i na přesné odměřování objemu, protože jakákoliv odchylka způsobí velkou změnu pH v okolí bodu ekvivalence.*

b)

c)

d)

e)

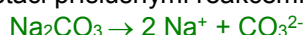
Tabulka 3 naměřených hodnot:

Vzorek (c = 0,1 mol/l)	Univerzální indikátorový papírek		pH změřené elektrodou	Z jakých látek je daná sůl?	
	barva	přibližné pH		kyselina	hydroxid
NH ₄ Cl		≈ 5		chlorovodíková	amonný
Na ₂ SO ₄		≈ 6-7		sírová	sodný
Na ₂ CO ₃		≈ 9		uhličitá	sodný
CH ₃ COONa		≈ 9		octová	sodný

Závěr:

Otázky na rozlučnou:

1) pH roztoku uhličitanu sodného by mělo být slabě zásadité. Dokážete vysvětlit proč? Doložte svou interpretaci příslušnými reakcemi. (jedná se o hydrolyzu solí)



Kyselina uhličitá je slabá kyselina, ale vzniklý uhličitanový aniont je konjugovaná silná zásada, čili ta reaguje s vodou tak, že částečně přijímá vodíkový kation, a výsledné pH roztoku je tedy zásadité.

2) Přečtete si pozorně následující tvrzení a rozhodněte, která jsou správná (✓) a která špatná (x). Špatné odpovědi odůvodněte vysvětlením:

Neutralizací vždy dosáhneme neutrálního pH.

(oprava:) *Záleží na síle kyseliny a zásady, které spolu reagují. Viz měření 2.*

pH je lineárně závislé na koncentraci oxoniových iontů v roztoku.

(oprava:) *pH je záporně vzatým dekadickým logaritmem koncentrace oxoniových iontů (přesněji definice je důsledkem závislosti), proto není závislost lineární ale logaritmická. (viz úvodní otázka)*

Při reakci stejných objemových množství stejně koncentrovaných roztoků H₂SO₄ a NaOH má výsledný roztok kyselou povahu, protože na zneutralizování kyseliny sírové je třeba dvojnásobného množství hydroxidu.

(oprava:)

pOH roztoku NaOH o koncentraci 0,1 mol/l je 1.

(oprava:)

Chlorid sodný je slabě zásaditý, tudíž je vhodný při překyselení žaludku (proto se víno doporučuje kombinovat s brambůrky či tyčinkami).

(oprava:) *Chlorid sodný má neutrální reakci, protože je to sůl silné kyseliny a silné zásady.*

pH solí závisí na tom, zda je sůl odvozena od silné či slabé kyseliny a zásady a tudíž který element lépe disociuje (resp. při hydrolyze zpět slučuje na výchozí kyselinu či zásadu).

(oprava:)

Při reakci stejných objemových množství stejně koncentrovaných roztoků HCl a NH₄OH má výsledný roztok kyselou povahu, protože kyseliny jsou častěji silnější než hydroxidy.

(oprava:) *Výsledné pH roztoku je sice kyselé, ale to je dáno hydrolyzou amonného kationtu.*

6. Pracovní list: Stanovení kyseliny octové - potenciometrická titrace

Jméno:

Datum: (17. 4. 2009 A-7; 28. 5. 2009 A-6)

Posviťme si na výrobce octa

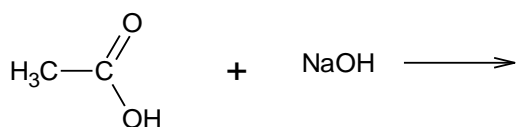
Úkol: Zjistěte, jaká je hmotnostní koncentrace kyseliny octové v octu. Výsledek porovnejte s uváděnou hodnotou.

Pomůcky: pH elektroda, kádinky (150 ml, 25 ml); míchačka, míchadlo, mikropipeta
Zásobní roztok NaOH ($c = 1 \text{ mol/l}$), vzorek octu

Otázky na zahřátí:

1) Obsah kyseliny octové v octu budete zjišťovat titrací s hydroxidem sodným podle následující reakce. Jak se nazývá tento druh reakce? *neutralizace*

Napište produkty reakce, a pokud bude třeba, vyčíslete rovnici reakce.



2) Představte si, že budete ke vzorku octu postupně přidávat hydroxid. Odhadněte, jak se bude měnit pH roztoku v průběhu přidávání hydroxidu. Odhad zakreslete do grafu:

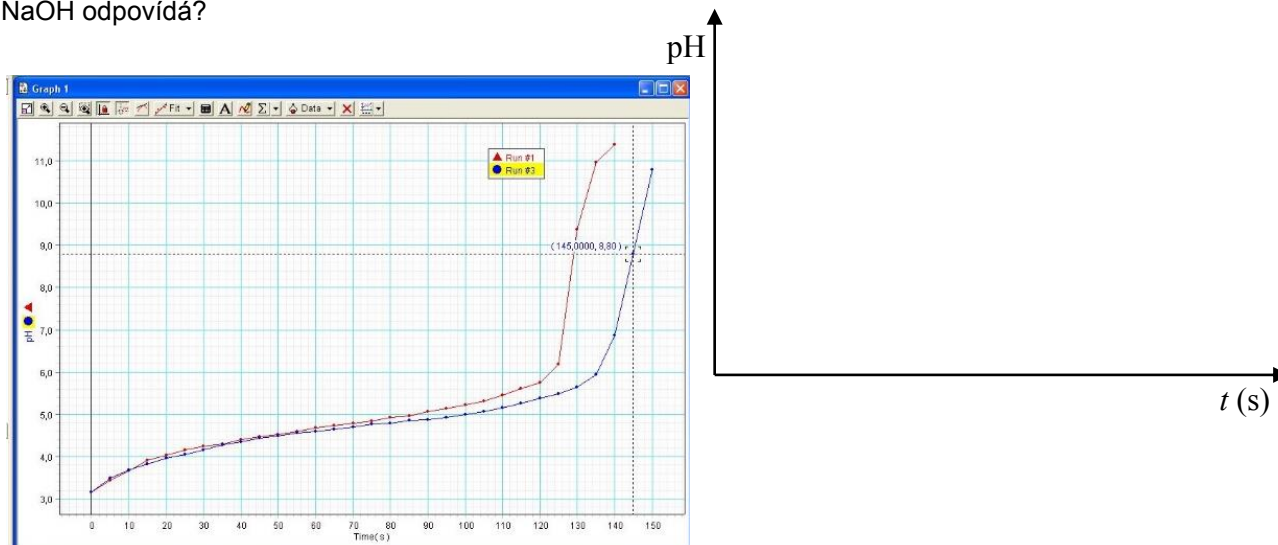


Měření: frekvence měření: 5 s; přídávky titračního činidla: 0,3 ml

1. Do 150ml kádinky odpipetujte 5 ml vzorku octu a společně s míchadlem ji dejte na míchačku. Do kádinky ponořte pH elektrodu.
2. Do malé kádinky si odlijte zásobní roztok NaOH. Spusťte měření a po zahájení měření ihned přidávejte titrační činidlo NaOH v pětivteřinovém intervalu (čas sledujte na obrazovce a kontrolou může být vždy přibývajících měřená hodnota v grafu). Titrujte až do naměření celé titrační křivky do pH cca 11, průběh sledujte na obrazovce. Titraci proveďte ideálně 2x a výsledky zprůměrujte.
3. Po změření odečtěte čas bodu ekvivalence v bodě, kdy je funkce nejstrmější a díky známým přídávkům spočítejte přidání objemu NaOH a následně i koncentraci kyseliny ve vzorku.

Výsledky měření:

1. Zakreslete vaši titrační křivku a vyznačte v ní bod ekvivalence. Jakému času, počtu přidavků a spotřebě NaOH odpovídá?



2. Výpočet koncentrace kyseliny z rovnice reakce (nutno znát poměr stechiometrických koeficientů reaktantů):

$$V_{\text{ocet, kyselina}} = 5 \text{ ml}$$

$$c_{\text{kyselina}} = ? \text{ mol/l}$$

$$V_{\text{NaOH}} = ? \text{ ml (spotřeba do bodu ekvivalence)} \quad 110 \text{ s} / 5 = 22; \quad 22 \cdot 0,3 \text{ ml} = 6,6 \text{ ml}$$

$$c_{\text{NaOH}} = 1 \text{ mol/l}$$

$$\begin{aligned} c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}) &= c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \\ c(\text{CH}_3\text{COOH}) &= c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) / V(\text{CH}_3\text{COOH}) \\ c(\text{CH}_3\text{COOH}) &= 1 \text{ mol/l} \cdot 0,0066 \text{ l} / 0,005 \text{ l} \\ c(\text{CH}_3\text{COOH}) &= 1,32 \text{ mol/l} \end{aligned}$$

Obsah kyseliny octové v octu se uvádí v hmotnostních procentech. Je tedy třeba přepočítat molární koncentraci kyseliny na koncentraci hmotnostní (uvažujte, že kyselina octová má stejnou hustotu jako voda):

$$c_{\text{kyselina}} = ? \text{ g/l}$$

$$M(\text{k. octová}) = 60,05 \text{ g/mol}$$

$$w = m(\text{složky}) / m(\text{roztoku})$$

$$c_{m \text{ oct}} = c \cdot M = 1,32 \text{ mol/l} \cdot 60,05 \text{ g/mol} = 79,26 \text{ g/l}$$

$$w = m(\text{složky}) / m(\text{roztoku}) = 79,26 \text{ g} / 1000 \text{ g} = 0,079 \rightarrow \underline{\underline{7,9 \%}}$$

Závěr:

Otázky na rozlučnou:

1) Zamyslete se, kde byste mohli nalézt kyselinu octovou v běžném životě a proč.

Kyselina octová je jedním z metabolitů v lidském organismu, což žáci zřejmě nebudou vědět. S kyselinou octovou se však mohou setkat např. ve spoustě potravinářských výrobků, kam se přidává jako konzervační prostředek, neboť kyselé prostředí působí antibakteriálně; dále se nachází ve zkvašeném ovoci nebo v otevřeném víně, kde došlo k oxidaci ethanolu.

2) Popište vlastními slovy, co je to titrace.

Titrace je metoda kvantitativní analýzy, kdy se ke známému objemu vzorku o neznámém množství (koncentraci) analytu přidává odměrný roztok o známé koncentraci, který kvantitativně reaguje s analytem podle známé stechiometrie reakce. Ze spotřebovaného množství titračního činidla lze spočítat koncentraci analytu ve vzorku.

7. Pracovní list: Stanovení kyseliny vinné - potenciometrická titrace

Jméno:

Datum: (4. 6. 2009 A-6)

Červené nebo bílé?

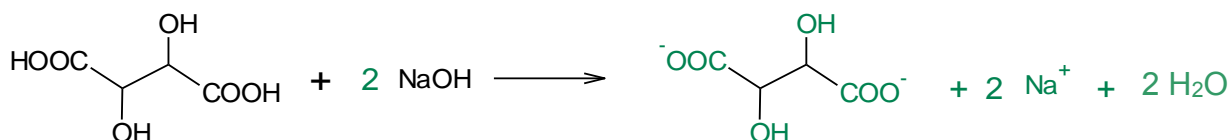
Úkol: Zjistěte, jaký je celkový obsah kyselin ve vzorku vína.

Pomůcky: pH elektroda, kádinky (150 ml, 50 ml); míchačka, míchadlo, mikropipeta
Zásobní roztok NaOH (c = 0,1 mol/l)

Trocha teorie: Jednou z důležitých složek vína, mimo ethanol, zbytkový cukr, barviva a třísloviny, jsou kyseliny. Ve víně je jich celá řada, ovšem nejdůležitější a nejvíc zastoupené jsou kyselina vinná, jablečná, citrónová a mléčná. Poměrné zastoupení jednotlivých kyselin dává vínu charakteristickou chuť a i říz. Při nízkém obsahu kyselin bývá víno chuťově měkké až fádní. Celkový obsah kyselin ve víně je zhruba 5-7 g/l a stanovuje se jako množství kyseliny vinné v gramech, obsažené v 1 litru daného vzorku vína.

Otázky na zahřátí:

1. Kyselost vína budete zjišťovat titrací kyseliny vinné ve vzorku (2,3-dihydroxybutandiová kyselina) hydroxidem sodným. Napište produkty reakce, a pokud bude třeba, vyčíslete rovnici reakce.



2. Představte si, že budete ke vzorku vína obsahující kyseliny (pro nás vztaženo na jedinou kyselinu, vinnou) postupně přidávat hydroxid. Odhadněte, jak se bude měnit pH roztoku v průběhu přidávání hydroxidu. Odhad zakreslete do grafu:

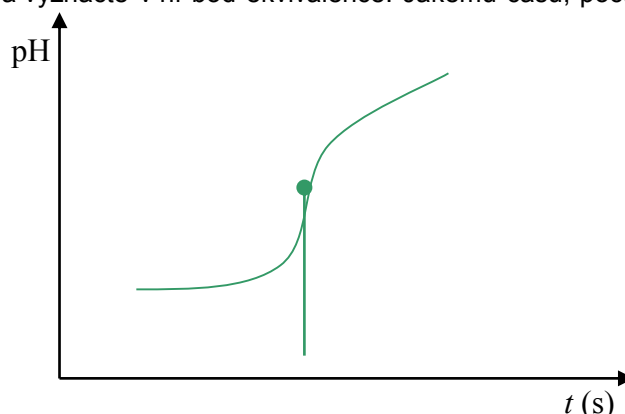


Postup měření: frekvence měření: 5 s; přídávky titračního činidla: 0,3 ml

1. Do 150ml kádinky odpipetujte 25 ml vzorku vína, doplňte cca 25 ml destilované vody a společně s míchadlem dejte kádinku na míchačku. Do kádinky ponořte pH elektrodu.
2. Do malé kádinky si odlijte zásobní roztok NaOH. Střídejte se ve dvojici v titrování pomocí mikropipety tak, že po zahájení měření ihned přidávejte titrační činidlo NaOH. Titrujte až do naměření celé titrační křivky, průběh sledujte na obrazovce. Titraci proveďte ideálně 2x a výsledky zprůměrujte.
3. Po změření odečtěte čas bodu ekvivalence v bodě, kdy je funkce nejstrmější a díky známým přídávkům spočítejte přidávaný objem NaOH a následně i koncentraci kyseliny ve vzorku.

Výsledky měření:

1. Zakreslete vaši titrační křivku a vyznačte v ní bod ekvivalence. Jakému času, počtu přídavek a spotřebě NaOH odpovídá?



2. Výpočet koncentrace kyseliny z rovnice reakce (nutno znát poměr stechiometrických koeficientů reaktantů):

$$V_{\text{víno, kyselina}} = 25 \text{ ml}$$

$$c_{\text{kyselina}} = ? \text{ mol/l}$$

$$V_{\text{NaOH}} = ? \text{ ml (spotřeba do bodu ekvivalence)} \quad N(\text{přídavek}) \cdot V(\text{přídavek}) = x \cdot 0,0003 \text{ l} = 0,0186 \text{ l}$$

$$c_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ mol/l}$$

$$n(\text{kys}) : n(\text{NaOH}) = 1:2$$

$$c(\text{kys}) \cdot V(\text{kys}) = \frac{1}{2} \cdot c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})$$

$$c(\text{kys}) = \frac{1}{2} \cdot c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) / V(\text{kys})$$

$$c(\text{kys}) = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \text{ mol/l} \cdot 0,0186 \text{ l} / 0,025 \text{ l}$$

$$c(\text{kys}) = 0,0372 \text{ mol/l}$$

Kyselost vín se udává jako množství kyseliny vinné v gramech na jeden litr. Je tedy třeba přepočítat molární koncentraci kyseliny na koncentraci hmotnostní:

$$c_{\text{kyselina}} = ? \text{ g/l}$$

$$M(\text{k.vinná}) = 150,087 \text{ g/mol}$$

$$c_m = c \cdot M(\text{kys.vinná}) = 0,0372 \text{ mol/l} \cdot 150,087 \text{ g/mol} = 5,58 \text{ g/l}$$

Závěr:

Otázky na rozloučení:

1. Popište vlastními slovy, co je to titrace.

Titrace je praktické provedení metody odměrné analýzy. Je to uskutečnění určité reakce, u které známe její průběh a poměr stechiometrických koeficientů, ze kterého pak lze spočítat neznámou veličinu. (*Titrace je metoda kvantitativní analýzy, kdy se ke známému objemu vzorku o neznámém množství (koncentraci) analytu přidává odměrný roztok o známé koncentraci, který kvantitativně reaguje s analytem podle známé stechiometrie reakce. Ze spotřebovaného množství titračního činidla lze spočítat koncentraci analytu ve vzorku.*)

2. V minulém tématu jste se zabývali měřením vodivosti. Myslíte si, že by se dala titrace sledovat i pomocí vodivostní elektrody? Pokud ano, vysvětlíte jak.

Acidobazickou titraci lze sledovat i konduktometricky, poněvadž při neutralizaci vzniká elektroneutrální voda, čili dochází k postupnému snižování vodivosti až do bodu ekvivalence, po jehož dosažení začne vodivost růst díky nárůstu hydroxidových iontů v roztoku.

3. Při titraci s použitím acidobazických indikátorů se ukončuje titrace při prudké změně barvy indikátoru. Čím je tato změna barvy způsobena?

Indikátory mohou reagovat na změnu pH prostředí například změnou ve své struktuře (př. dvojná vazba), která má za důsledek změnu barvy.

8. Pracovní list: Přímá konduktometrie

Jméno:

Datum: (10. 2. 2009 A-7; 11. 6. 2009 A-6)

Jaká voda vede elektrický proud?

Úkol: Změřte vodivost různých vzorků vod a vysvětlete získané výsledky.

Pomůcky: vodivostní elektroda, 3x kádinka 50 ml, kádinka s destilovanou vodou pro kontrolu, stříčka, odpadní kádinka

Vzorek destilované, vodovodní a minerální vody

Otázka na zahřátí:

Napište příklady látek, které vedou elektrický proud:

Kovy – přechodné např. železo, ocel, měď, ... i nepřechodné kovy např. alkalické kovy.

Roztoky – ty, které obsahují ionty – nosiče náboje

Ionizovaný plyn

Měření:

4. Ponořte elektrodu do roztoku tak, aby byl pod vodou i malý otvor ve stěně elektrody.
5. Spusťte měření tlačítkem START a po ustálení hodnoty vodivosti měření zastavte.
6. Zapište hodnotu vodivosti daného vzorku vody do níže uvedené tabulky.
7. Mezi měřením elektrodu pečlivě opláchněte destilovanou vodou (propláchněte ji i přes onen horní otvor ve stěně) a ověřte hodnotu vodivosti v kontrolní kádince s destilovanou vodou.
8. Vysvětlete, čím jsou dány různé hodnoty vodivosti u jednotlivých vzorků vod.

Troška teorie: Vodivost roztoku G [S , Ω^{-1}] je rovna převrácené hodnotě jeho odporu R [Ω]. Měří se ve vodivostní nádobce mezi dvěma elektrodami o geometrické ploše A [cm^2] vzdálených od sebe L [cm] a platí pro ni vztah:

$$G = \frac{1}{R} = \kappa \cdot \frac{A}{L}$$

kde κ [$S \cdot cm^{-1}$] je **měrná vodivost roztoku**. Ta je **charakteristickou vlastností analyzovaného roztoku a závisí na koncentraci všech iontů v roztoku**, zatímco podíl A/L charakterizuje experimentální uspořádání vodivostní nádoby (plocha elektrod, vzdálenost elektrod).

Tabulka naměřených hodnot:

	κ [$\mu S \cdot cm^{-1}$]
Destilovaná voda	cca 30
Vodovodní voda	cca 350
Minerální voda	cca 1200

Závěr:

Nejlépe vede proud minerální voda, která obsahuje nejvíce iontů. Ty jsou totiž částicemi přenášejícími náboj v roztocích. Destilovaná voda naopak proud téměř nevede, protože neobsahuje žádné ionty. (pozn. Ona minimální vodivost je způsobena rozpouštěním CO_2 ve vodě a reakcí s vodou na kyselinu uhličitou, která částečně disociuje a tudíž dává ionty.)

Otázka na rozloučenou:

Jaké částice způsobují průchod elektrického proudu v roztocích?

Nabitě částice - ionty

Čím víc pruhů, tím víc adidas

Úkol: Změřte vodivost různě koncentrovaných roztoků kuchyňské soli.

Pomůcky: vodivostní elektroda, 1x kádinka 150 ml, odměrný válec 25 ml; míchačka s míchadlem NaCl ($c = 0,1 \text{ mol/l}$), destilovaná voda

Otázky na zahřátí:

Vede roztok kuchyňské soli elektrický proud?

Ano, vede

Odhadněte, jestli a jak se bude měnit vodivost roztoku kuchyňské soli, jestliže k roztoku budete přidávat destilovanou vodu.

Po přidání destilované vody, která proud nevede, se bude vodivost roztoku kuchyňské soli snižovat.

Měření:

- Do kádinky odměřte 50 ml 0,1 mol/l NaCl a dejte ji na míchačku, zapněte míchání.
- Ponořte elektrodu do roztoku tak, aby byl pod vodou i malý otvor ve stěně elektrody.
- Spusťte měření tlačítkem START a po ustálení hodnoty vodivosti запиšte hodnotu vodivosti daného vzorku vody do níže uvedené tabulky.
- Odměřte 25 ml destilované vody.
- Do kádinky s probíhajícím měřením přilijte odměřenou vodu. Po ustálení hodnoty запиšte výsledek do tabulky. Toto opakujte do naměření páté hodnoty.
- Vypočítejte koncentraci roztoku pro každé měření.

Tabulka naměřených hodnot:

Měření	κ [$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$]	c [mol/l]
1.		0,1
2.		0,0666
3.		0,05
4.		0,04

Závěr:

Při ředění roztoku soli docházelo ke snižování vodivosti roztoku, což bylo způsobeno snižováním koncentrace roztoku (tedy i nižší koncentrací iontů).

Otázka na rozloučenou:

Jak zní správně následující tvrzení? (nehodící se škrtněte)

S rostoucí/klesající koncentrací dané látky v roztoku roste/klesá vodivost tohoto roztoku.

S rostoucí....roste... nebo S klesající... klesá...

Čím víc pruhů, tím víc adidas ?

Úkol: Změřte vodivost různých koncentrovaných roztoků běžného cukru.

Pomůcky: vodivostní elektroda, 1x kádinka 150 ml, odměrný válec 25 ml; míchačka s míchadlem sacharóza ($c = 0,1 \text{ mol/l}$), destilovaná voda

Otázka na zahřátí:

Odhadněte, jestli a jak se bude měnit vodivost roztoku cukru, jestliže k roztoku budete přidávat destilovanou vodu.

Správně se vodivost nebude téměř měnit, protože roztok sacharózy nevede proud kvůli tomu, že cukr nedisociuje. Studenti ale často neodhadnou, že nepovede.

Pamatujete si, jaký typ vazeb obsahuje molekula sacharózy? (kvalentní, kvalentní polární, iontové)
Kvalentní a kvalentní polární.

Měření:

5. Do kádinky odměřte 50 ml 0,1 mol/l sacharózy, dejte ji na míchačku a zapněte míchání.
6. Ponořte elektrodu do roztoku tak, aby byl pod vodou i malý otvor ve stěně elektrody.
7. Spusťte měření tlačítkem START a po ustálení hodnoty vodivosti měření pozastavte. Zapište hodnotu vodivosti daného vzorku vody do níže uvedené tabulky.
8. Odměřte 25 ml destilované vody.
9. Spusťte měření a přilijte odměřenou vodu do kádinky. Po ustálení hodnoty zapište výsledek do tabulky. Toto opakujte do naměření páté hodnoty.
10. Vypočítejte koncentraci roztoku pro každé měření.
11. Porovnejte naměřené hodnoty s výsledky z předchozího měření.

Tabulka naměřených hodnot:

Měření	κ [$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$]	c [mol/l]
1.	cca 26	0,1
2.	cca 32	0,0666
3.	cca 40	0,05
4.	cca 44	0,04

Závěr:

Při ředění roztoku cukru se jeho vodivost téměř nemění. Je to způsobeno tím, že molekula sacharózy neobsahuje iontové vazby, tudíž nedisociuje a nedává vzniknout iontům, které by byly nosiči náboje.

Otázky na rozloučenou:

Jak to, že vodivost cukru se s koncentrací příliš nemění a celkově je téměř nulová?

Viz závěr: Nízká vodivost je dána tím, že roztok neobsahuje žádné ionty – sacharóza tedy nedisociuje, a proto nevede elektrický proud.

Tvrzení z minulé úlohy nebylo úplně správné. Dokážete v něm najít chybu a opravit jej tak, že bude platit pro obě měření? Pomůže vám, když se zamyslíte nad výsledky všech tří měření, které jste doteď udělali.

S rostoucí/klesající koncentrací dané látky v roztoku roste/klesá vodivost tohoto roztoku.

S.....koncentrací iontů

„Elektrika“

Úkol: Změřte vodivost roztoku kuchyňské soli, silné kyseliny a silné zásady o stejné koncentraci

Pomůcky: vodivostní elektroda, 3x kádinka 50 ml, odměrný válec 50 ml
NaCl ($c = 0,1 \text{ mol/l}$), HCl ($c = 0,1 \text{ mol/l}$), NaOH ($c = 0,1 \text{ mol/l}$)

Otázka na zahřátí:

Myslíte si, že všechny ionty vedou elektrický náboj stejně?

Pokud ne, pokuste se vysvětlit, co by mohlo mít vliv na odlišnou vodivost.

Vodivost je ovlivněna typem iontu, fyzickou velikostí (rozměrné ionty se hůře pohybují v elektrickém poli, protože se musí „vyhýbat“ ostatním částicím), nábojem iontu.

Měření:

1. Do kádinky odměřte 50 ml 0,1 mol/l NaCl a změřte jeho vodivost. Hodnotu zapište do tabulky.
2. Po změření vodivosti soli důkladně opláchněte elektrodu a poté změřte vodivost kyseliny.
3. Stejným způsobem změřte vodivost zásady.
4. Porovnejte naměřené hodnoty.

Trocha teorie: Vodivost kyselin a zásad probíhá jiným mechanismem než přenos náboje u běžných iontů. U těchto iontů je přenášen pouze nehmotný náboj a nikoli celý hmotný ion, jako je tomu v případě jiných iontů: vedle samotné migrace iontů totiž dochází také k výměně protonu mezi putujícím iontem (H_3O^+ , OH^-) a sousední molekulou.

Tabulka naměřených hodnot:

c(vzorek) = 0,1 mol/L	κ [$\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$]	c [mol/l]
NaCl	<i>Cca 9000</i>	0,1
HCl	<i>Cca 40000</i>	0,1
NaOH	<i>Cca 20000</i>	0,1

Závěr:

Roztok kyseliny a zásady o stejné koncentraci jako roztok chloridu sodného vedl lépe elektrický proud.

Otázky na rozlučnou:

Přečtěte si pozorně následující tvrzení a rozhodněte, která jsou správná (✓) a která špatná (x):

- Rychlý přenos elektrického náboje v roztocích kyselin a zásad je způsoben tím, že dochází k alternativnímu přenosu náboje pouze mezi sousedními molekulami vody napříč celým roztokem.
- Minerální voda obsahuje sodík a hořčík, a proto vede elektrický proud.
- Kyseliny a zásady vedou lépe elektrický proud, protože to jsou nebezpečné sloučeniny.
- Čím více iontů obsahuje roztok NaCl, tím lépe roztok vede elektrický proud.
- Roztok vede elektrický proud, jestliže obsahuje nabitě částice – ionty.
- Látky, které jsou rozpustné ve vodě, vedou dobře elektrický proud.

9. Pracovní list: Přímá konduktometrie – disociace elektrolytů

Jméno:

Datum: (17. 2. 2009 A-7)

Síla elektrolytů

Úkol: Změřte, jak různé látky o stejné koncentraci vedou elektrický proud, a vysvětlete rozdíly ve výsledných hodnotách.

Pomůcky: vodivostní čidlo, 6x Erlenmayerova baňka nebo odměrný válec 100 ml
HCl, CH₃COOH a NH₄OH, NaOH, Ca(OH)₂, NH₄Cl, NaCl, KCl, CuSO₄ · 5H₂O

Otázky na zahřátí:

1. Vysvětlete následující pojmy:

Elektrolyt – *roztok nebo tavenina, která vede elektrický proud – nosiči proudu jsou ionty.*

Silný elektrolyt – *takové elektrolyty, u kterých proběhla úplná disociace, obsahuje jen ionty.*

Slabý elektrolyt – *elektrolyty, u nichž proběhla částečná disociace, vedou méně elektrický proud.*

Disociace – *rozpad na ionty, rozštěpení.*

Rozpouštění – *pronikání částic pevné látky nebo částic plynu mezi částice kapaliny.*

2. Spočítejte navážku následujících látek pro přípravu 100 ml daného roztoku o koncentraci 0,1 mol/l:

NaOH $c = (m/M) / V$

$$m = c \cdot M \cdot V = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 40 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ l}$$

$$m = 0,4 \text{ g}$$

NaCl $m = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 58,44 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ l}$

$$m = 0,58 \text{ g}$$

Ca(OH)₂ $m = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 76,11 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ l}$

$$m = 0,76 \text{ g}$$

KCl $m = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 74,55 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ l}$

$$m = 0,745 \text{ g}$$

NH₄Cl $m = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 53,49 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ l}$

$$m = 0,53 \text{ g}$$

CuSO₄ · 5H₂O $m = 0,1 \text{ mol/l} \cdot 249,68 \text{ g/mol} \cdot 0,1 \text{ l}$

$$m = 2,49 \text{ g}$$

3. Doplňte tabulku uvedenou níže o své odhady rozpustnosti, charakteru látky a elektrolytického potenciálu (zda je látka silný či slabý elektrolyt nebo neelektrolyt).

Měření:

- Do erlenmayerovy baňky nebo do odměrného válce (100 ml) připravte roztoky látek, pro něž jste spočítali navážku. Ostatní roztoky budete mít k dispozici již připraveny.
- Změřte vodivost jednotlivých látek, naměřené hodnoty a pozorování zapisujte do tabulky.

Tabulka naměřených hodnot:

Vzorek c = 0,1 mol/l	Rozpustnost (dobrá – špatná)		Charakter látky (Kyselina, zásada, sůl)	Jak vede el. proud? (výborně – dobře – nic moc – špatně)		Vodivost [μS/cm]
	odhad	pozorování		odhad	pozorování	
NaCl		Dobrá	Sůl		Dobře	
KCl		Dobrá	Sůl		Dobře	
NH ₄ Cl		Dobrá	Sůl		Dobře	
CuSO ₄ · 5H ₂ O		Dobrá	Sůl		Dobře	
HCl		Dobrá	Kyselina		Výborně	
NaOH		Dobrá	Zásada		Výborně	
CH ₃ COOH		Dobrá	Kyselina		Nic moc	
NH ₄ OH		Dobrá	Zásada		Nic moc	
Ca(OH) ₂		Špatná	Zásada		Dobře	
Vodov. voda					Nic moc	
Destil. voda					Špatně	

Závěr:

Otázky na rozlučnou:

1. Doplňte následující tvrzení:

Oddělování částic z krystalické mřížky a jejich přecházení do roztoku se nazývá *rozpuštění*.

Voda je díky svému prostorovému a vazebnému uspořádání *polární, lomená* molekula.

Silný elektrolyt vede dobře elektrický proud.

Čím víc látka disociuje, tím *lépe vede elektrický proud (je silnější elektrolyt)*.

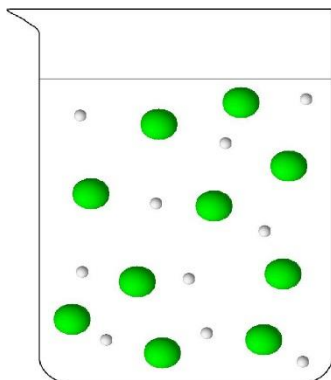
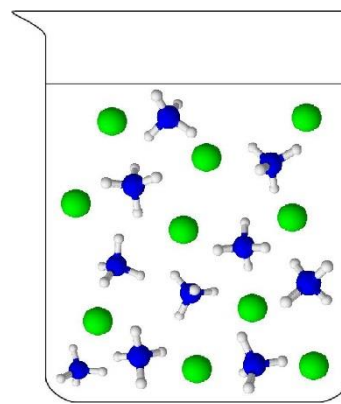
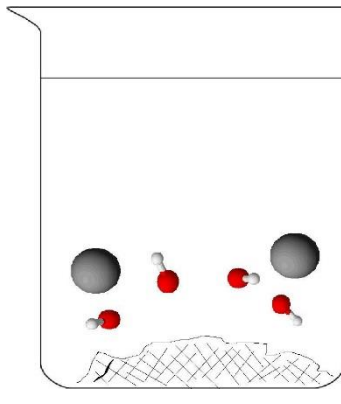
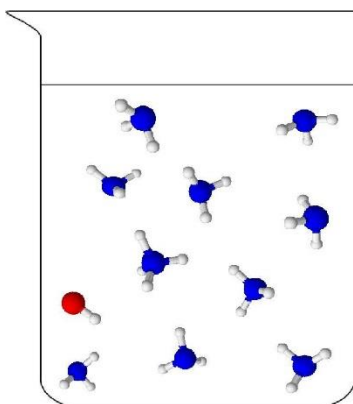
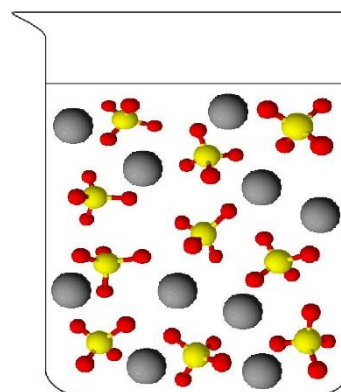
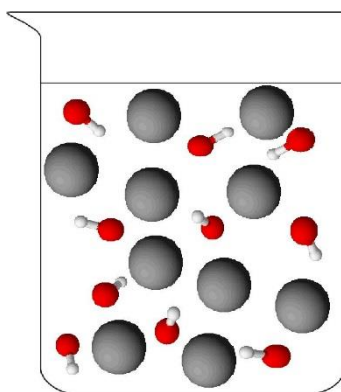
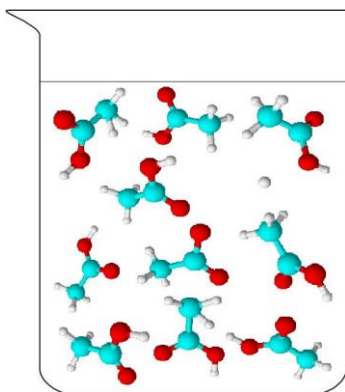
Mezi slabé elektrolyty řadíme látky, které *málo disociují*.

Oddělování částic, při němž si jeden z partnerů ponechá elektron toho druhého, se nazývá *disociace*.

Silný elektrolyt může ve vodném roztoku hůře vést elektrický proud, jestliže *je málo rozpustný*.

Mezi látky, které slabě disociují, patří např. *slabé kyseliny a zásady*.

2. Určete u následujících schémat, o jaké roztoky z měření se jedná:



10. Pracovní list: Stanovení chloridů – konduktometrická titrace

Jméno:

Datum: (13. 3. 2009 A-7; 15. 6. 2009 A-6)

Aktuální obsah chloridů ve vodovodní vodě

Úkol: Zjistěte aktuální množství chloridů ve vodovodní vodě technikou konduktometrické titrace.

Pomůcky: vodivostní čidlo, kádinky (250 ml, 50 ml); míchačka, míchadlo, mikropipeta
Zásobní odměrný roztok AgNO_3 ($c = 0,05 \text{ mol/l}$)

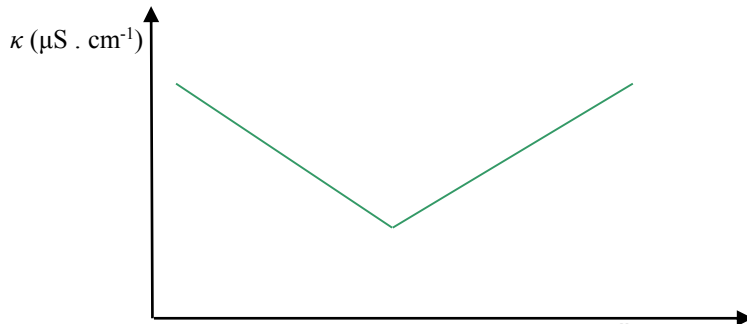
Otázky na zahřátí:

1. Chloridy se kvalitativně dokazují srážením se stříbrnými ionty. To lze využít i kvantitativně při srážecích titracích.

Zapište rovnici reakce chloridových iontů s dusičnanem stříbrným. Rovnici vyčíslete a u reaktantů i produktů vyznačte, jaké látky povedou elektrický proud (může vám pomoci iontový zápis reakce).



2. Představte si, že budete ke vzorku vody obsahující chloridy postupně přidávat dusičnan stříbrný. Odhadněte, jak se bude měnit celková vodivost roztoku v průběhu přidávání AgNO_3 s ohledem na vodivost jednotlivých zúčastněných látek reakce. Odhad zakreslete do grafu:



3. V jakém okamžiku dojde k vytitrování všech chloridů? Čili kdy nastane okamžik, ve kterém jsou reaktanty v poměru, jaký udává zápis rovnice reakce (= bod ekvivalence)?

Bod ekvivalence nastane v bodě nejnižší vodivosti roztoku. Před bodem ekvivalence jsou v roztoku vodivé mj. chloridy i přidávané odměrné činidlo. Po přidání AgNO_3 však stříbrné ionty s chloridovými vytvoří sraženinu, která proud nevede, tudíž se vodivost zmenšuje. Po bodu ekvivalence však vodivost opět roste, poněvadž v roztoku stále přibývají dusičnanové aniony a hlavně nově i stříbrné kationty, které už nemají co srážet.

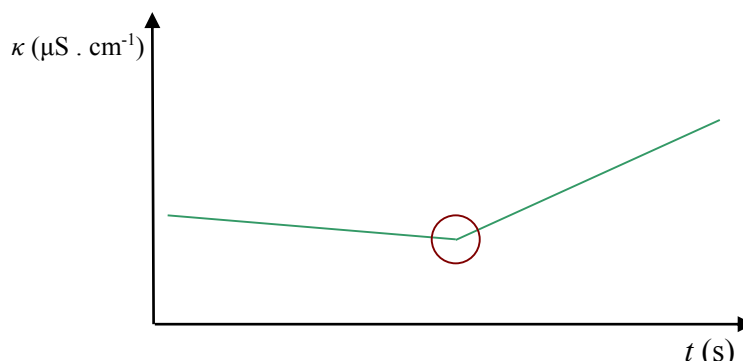
Měření: frekvence měření: 5 s; přídávky titračního činidla: 0,2 ml

1. Do 250ml kádinky odměřte 200 ml vodovodní vody a společně s míchadlem ji dejte na míchačku. Do kádinky ponořte vodivostní elektrodu a nastavte pro ni nejvyšší citlivost.
2. Do malé kádinky si odlijte odměrný roztok **Chyba! Chybné propojení.**, v programu nastavte frekvenci měření. Titrujte pomocí mikropipety tak, že po zahájení měření ihned přidávejte titrační činidlo AgNO_3 , střídejte se ve dvojici. Titrujte až do naměření celé titrační křivky, průběh sledujte na obrazovce. Titraci proveďte ideálně 2x a výsledky zprůměrujte.
3. Po změření odečtete čas bodu ekvivalence a díky známým přídávkům spočítejte přidávaný objem AgNO_3 a následně i koncentraci chloridů ve vzorku.
4. Nalezněte na internetu koncentraci chloridů v pražské vodovodní vodě a porovnejte ji s vašimi výsledky. Nezapomeňte uvést nalezený zdroj.

Výsledky měření:

1. Zakreslete vaši titrační křivku a vyznačte v ní bod ekvivalence. Jakému času, počtu přídavek a spotřebě AgNO_3 odpovídá?

Křivka vodivosti nebude do bodu ekvivalence příliš klesat, protože chloridů není v roztoku velká koncentrace. Bod ekv. však vidět bude, protože po něm začne křivka vodivosti narůstat.



2. Výpočet koncentrace chloridů (nutno znát poměr stechiometrických koeficientů reaktantů):

$$V_{\text{Cl}^- (\text{voda})} = 200 \text{ ml} = 0,2 \text{ l}$$

$$c_{\text{Cl}^-} = ? \text{ mol/l}$$

$$V_{\text{AgNO}_3} = ? \text{ l (spotřeba do bodu ekvivalence)} \quad n(\text{přídavek}) \cdot V(\text{přídavku}) = x \cdot 0,0002 \text{ l} = 0,0023 \text{ l}$$

$$c_{\text{AgNO}_3} = 0,05 \text{ mol/l}$$

$$\begin{aligned} n(\text{AgNO}_3) &= n(\text{Cl}^-) \\ c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) &= c(\text{Cl}^-) \cdot V(\text{Cl}^-) \\ c(\text{Cl}^-) &= c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) / V(\text{Cl}^-) \\ c(\text{Cl}^-) &= 0,05 \text{ mol/l} \cdot 0,0023 \text{ l} / 0,2 \text{ l} \\ c(\text{Cl}^-) &= 6,061 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \end{aligned}$$

Abyste mohli porovnat změřenou hodnotu s oficiální hodnotou, musíte molární koncentraci přepočítat na koncentraci hmotnostní:

$$c_{\text{voda}(\text{Cl}^-)} = ? \text{ mg/l}$$

$$M(\text{Cl}^-) = 35,46 \text{ g/mol}$$

$$c_m = c \cdot M(\text{Cl}^-) = 6,061 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \cdot 35,46 \text{ g/mol} = 0,0215 \text{ g/l} = \mathbf{21,5 \text{ mg/l}}$$

Závěr: Koncentrace chloridových iontů ve vodovodní vodě je 21,5 mg/l. Oficiální výsledky podle Pražských vodovodů a kanalizací byly 19,3 mg/l, tzn. výsledek měření byl stále v rámci experimentální chyby.

Otázky na rozlučnou:

1) Jak byste jednoduše dokázali halogenidy ve vzorku?

Halogenidy lze snadno dokázat srážením se stříbrnými ionty. AgCl je bílá sraženina, AgBr světle žlutá a AgI žlutá sraženina.

2) Vodivostní titraci můžeme použít i při neutralizačních reakcích. Pokuste se vysvětlit princip měření na příkladu titrace kyseliny chlorovodíkové hydroxidem sodným.

Kyseliny a zásady jsou rovněž velmi dobrými vodiči elektrického proudu (viz úvodní měření vodivosti). Kyselina chlorovodíková na počátku titrace má určitou hodnotu vodivosti, která je dána vodivostí chloridových anionů a především oxoniových kationtů. Jestliže budu ke kyselině přidávat silný hydroxid sodný (zcela disociován), přidávám do systému vodivé sodné kationy a ještě vodivější hydroxidové aniony. OH^- však okamžitě reagují s oxoniovými kationy za vzniku elektroneutrální molekuly vody (neutralizace). Vodivost tedy klesá, a to až do doby, než jsou v roztoku titrovány/neutralizovány všechny molekuly H_3O^+ (bod ekvivalence). Dalším přidáváním hydroxidu vodivost roztoku roste tím, jak jsou do roztoku přidávány vodivé ionty, které už však nemají s čím reagovat na elektroneutrální molekulu.

11. COMBLAB pracovní list: Aktivita chemie – Účinnost antacid



The acquisition of science competencies using ICT real time experiments COMBLAB

ŽALUDEČNÍ KYSELINA A NEUTRALIZACE (ANTACIDY)

Úvod

Uvnitř lidského žaludku je značně kyselé prostředí. Žaludeční šťáva je většinou tvořena kyselinou chlorovodíkovou o koncentraci přibližně 0,01 mol/L. Takto kyselé prostředí je důležité kvůli denaturaci bílkovin a také kvůli aktivaci enzymů (např. pepsin), které jsou zodpovědné za trávení bílkovin. Na druhou stranu však může velké množství kyseliny způsobovat problémy. Pokud není v žaludku potrava, může kyselina chlorovodíková denarovat i bílkoviny, které jsou součástí žaludeční stěny, což vede ke vzniku žaludečních nebo dvanácterníkových vředů.

Nadměrnou kyselost v žaludku obvykle pociťujeme jako tzv. pálení nebo tlak v samotném žaludku a hrudníku (v případě refluxu, návratu natrávené potravy do horních částí žaludku). Tento pocit označujeme jako „pálení žáhy“. Pro zmírnění „pálení žáhy“ se nejčastěji používají antacida. Antacidum je lékařský pojem označující látku, která neutralizuje kyselinu (z řeckého *anti* = proti a latinského *acidum* = kyselina).

V lékárně dnes můžeme sehnat mnoho různých typů antacid ve formě tablet, prášků a nebo gelu. Jednotlivá antacida obsahují různé účinné látky, což je důvodem rozdílné účinnosti. Pacient, který se rozhoduje, které antacidum si na pálení žáhy vybere, má tak poměrně těžký úkol výběru.

Pokusíme se pomoci pacientovi vyřešit problém s výběrem, a proto budeme hledat odpověď na otázku:

Který z nabízených antacidů je nejúčinnější?

Příprava

Vyřešte na úvod tyto otázky:

1. Z následujících různých druhů potravin (s danými hodnotami pH) vyberte ty, které podle vás mohou způsobovat pálení žáhy. Zakroužkujte je a zdůvodněte jejich výběr.

čaj (pH = 7,2)

rajčata (pH = 4,0 – 4,4)

sodovka (pH = 2,0 – 4,0)

tofu (pH = 7,2)

vařená rýže (pH = 6,0 – 6,7)

kravské mléko (pH = 6,4 – 6,8)

citrónová šťáva (pH = 2,0 – 2,6)

černá káva (pH = 5,0 – 5,1)

2. Jaký acidobazický charakter mají podle vás účinné látky v antacidech?

Poznámka pro učitele: účinné látky používané v antacidech jsou slabými zásadami.

V tomto experimentu budeme sledovat postupnou změnu hodnot pH. Použijeme pH metr připojený k počítači a software, který bude do grafu zaznamenávat změny pH v reálném čase.

Nejdříve však začněme s jednoduchou situací ukazující změnu hodnot pH v čase. Představte si kádinku s vodou z vodovodu. Pitná voda má obvykle hodnotu pH 6,5 – 7,5. Co by se stalo s hodnotou pH vody v kádince, pokud bychom k ní po kapkách přidávali nějakou kyselou látku? A naopak, co by se stalo s hodnotou pH vody v kádince, pokud k ní budeme podobně jako v předchozím případě přidávat tentokrát zásaditou látku? Promyslete odpověď, poradte se se spolužáky ve skupině a nakreslete grafy závislosti pH (y) na čase (x), které ilustrují popsané situace.

Graf 1	Graf 2

Ve třídě porovnejte mezi skupinami grafy a vysvětlení a navrhněte počítačem podporovaný experiment, kterým byste ověřili vaše předpoklady. Jaké chemikálie byste použili?

Váš navržený experiment zrealizujte a porovnejte získané grafy s vašimi předcházejícími předpoklady. Pokud jsou mezi předpokládanými a experimentálními výsledky rozdíly, pokuste se je vysvětlit.

POZNÁMKY pro učitele:

V případě, že žáci nenavrhnou žádné „rozumné“ řešení, učitel může navrhnout např. následující postup:

1. Nakalibrujte pH elektrodu – učitel vysvětlí význam a postup při kalibraci elektrody, nebo má k dispozici sepsaný a zalaminovaný postup při kalibraci.
2. Do kádinky napustíte 150 ml vody z vodovodu a ponoříte do ní elektrodu.
3. Nastavte čas měření 5 minut.
4. Spustíte měření a do kádinky postupně přidávejte po kapkách z byrety látku kyselé povahy (např. kyselinu octovou, citrónovou šťávu, zředěný roztok HCl atd.). Uložte výsledky měření.
5. Opláchněte pH elektrodu destilovanou vodou a stejný postup zopakujte s látkou alkalické povahy (např. zředěný roztok NaOH atd.).

Objevujte svět okolo vás

Vaší hlavní úlohou bude provést experiment, ve kterém budete analyzovat různé druhy antacid, abyste zjistili, které z nich nejúčinněji neutralizuje žaludeční kyselinu.

Nejdříve si vytvoříme model lidského žaludku. Objem žaludku se mění v závislosti na jeho obsahu; jeho maximální objem se však pohybuje okolo 1 dm³. Samozřejmě, že žaludek není celý vyplněný kyselinou, ale z velké části přijatou potravou. Pro ilustraci našeho případu, účinku standardní dávky antacida, budeme uvažovat 150 cm³ kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 0,01 mol/L.

Přístroje a pomůcky, které budeme potřebovat:

- pH-meter připojený k počítači se softwarem pro záznam a zobrazení dat,
- kádinka 250 ml,
- elektromagnetická míchačka s míchadlem.

Materiál a chemikálie, které budeme používat:

- několik různých druhů antacid (dostupných v lékárnách),
- HCl ($c = 0,01$ mol/L).

Než začnete pracovat, pečlivě si prostudujte postup, abyste se seznámili s metodou práce. Zamyslete se, co se bude dít, jestliže budete ke kyselině přidávat antacid. Váš předpoklad zakreslete do grafu – nezapomeňte popsat osy (!).

Vámi předpokládaný graf měření:

(...)

Experiment můžete provést podle následujícího postupu:

1. Do kádinky o objemu 250 mL odměřte 150 mL roztoku HCl ($c = 0,01$ mol/L).
2. Pracujte s nakalibrovanou elektrodou, případně elektrodu nakalibrujte. Poté elektrodu opláchněte a ponořte ji do roztoku HCl.
3. Abyste simulovali přirozené pohyby v žaludečním prostředí, míchejte reakční směs v průběhu celého experimentu při velmi nízkých otáčkách (do 10 ot./min).
4. Nastavte celkový čas měření na minimálně 10 minut (pokud nejste omezeni časem, nastavte měření na 20 minut).
5. Spusťte měření a přidejte do kádinky s HCl předepsanou dávku a formu antacida (viz příbalový leták).

6. Po skončení měření uložte získaná data (graf) a stejně postupujte i u dalších antacid.



The acquisition of science competencies using ICT real time experiments COMBLAB

Vyhodnoťte získaná data

Nejprve porovnejte experimentálně získané grafy s vaším předpokládaným grafem. Liší se od sebe? Pokud ano, jaké jsou mezi nimi hlavní rozdíly?

Nyní porovnejte experimentální data mezi sebou, je důležité si poznamenat, jaký antacid má jaký průběh.

1. V každém experimentálně získaném grafu vyznačte maximální hodnotu pH dosáhnutou během měření. Porovnejte maxima pH dosáhnutá při použití různých antacid a запиšte je v sestupném pořadí; do závorky uveďte maximum pH.

.....
.....

2. Porovnejte tvar křivek v získaných grafech. Co lze vyvodit z tvaru křivky o průběhu sledované reakce?

.....
.....

3. Myslíte si, že byste získali jiné výsledky, kdybyste v případě tabletové formy rozdrtili antacid nejprve na prášek? Pokud ano, v čem by byl rozdíl?

.....
.....

Prezentujte své výsledky

Ve vaší pracovní skupině vyhodnoťte získané výsledky a vyvodte závěr o účinnosti různých druhů antacid, které jste použili. Pokuste se zevšeobecnit vaše výsledky a odpovědět následující otázky:

1. Které z použitých antacid způsobilo největší změnu pH reakční směsi?

.....

Které z antacid reagovalo nejrychleji?

.....

2. Na základě vašich odpovědí na předchozí otázku uveďte, který druh antacida považujete za nejúčinnější. Sestavte žebříček prvních třech nejúčinnějších antacid.

.....
.....

The acquisition of science competencies using ICT real time experiments COMBLAB

3. Zjistěte, jaké účinné látky jsou použity v antacidech, které jste zkoumali. Chemickými rovnicemi zapíšte reakce probíhající mezi aktivními látkami a žaludeční HCl.

POZNÁMKY pro učitele:

Pokud si žáci nedonesli vlastní antacid, dá učitel žákům originální balení antacida s kompletní příbalovou informací.

.....
.....

4. Jestliže pacient trpí zvýšeným krevním tlakem, měl by se vyhýbat nadměrným množstvím sodíku. Které z použitých antacid byste mu doporučili?

.....
.....

5. Představte si, že jste výrobcem antacid. Ve vašem výrobku můžete jako aktivní látku použít $Mg(OH)_2$ nebo $Al(OH)_3$. Obě látky lze koupit za cenu 120 Kč/kg. Která z látek je výhodnější, tzn. bude mít vyšší účinnost za stejnou cenu? Zdůvodněte svou odpověď.

.....
.....

POZNÁMKY pro učitele:

Výhodnější je použít $Mg(OH)_2$. Důvod: na neutralizaci 1 molu HCl je potřeba 21,5 g $Mg(OH)_2$, resp. 26 g $Al(OH)_3$.

6. Jakou potravinu byste použili na zmírnění pálení žáhy, pokud byste neměli při ruce žádný farmaceutický výrobek? Zdůvodněte odpověď.

.....
.....

POZNÁMKY pro učitele:

- Je možné použít jakoukoli potravinu se zásaditou, nebo alespoň neutrální, reakcí. Běžně se používá např. mléko, mandle.
- Pokud žáci navrhnou jedlou sodu („sodu bikarbonu“), zdůrazněte nevhodnost použití pro tento účel, neboť soda leptá sliznici hltanu a jícnu, i když je velice účinná.

12. Dotazník: Učitelé chemie

Vážení kolegové, učitelé chemie

Prosím vás o pomoc s vyplněním dotazníku týkajícího se vašich postojů k užívání měřicích přístrojů ve vyučování. Přispějete tak k výzkumu zabývajícímu se používáním přístrojů ve výuce. Dotazník je anonymní. Jakékoli připomínky či doplnění můžete vpisovat do prázdného místa.

Děkuji.

Eva Stratilová Urválová, Přírodovědecká fakulta UK

1. Jaké didaktické pomůcky, přístroje používáte při **výuce chemie** a k jakému účelu?

	Téměř denně	1-3x/ týden	1-3x/ 2 týdny	1-3x/ měsíc	Téměř nikdy	Účel
Počítač						
Dataprojektor						
Interaktivní tabule						
Zpětný projektor						
Internet						
Televize, video						
Měřicí přístroj (jaký?)						

Pozn.:

2. Co si myslíte o použití přístrojů ve **výuce chemie**? (za přístroj ve výuce nepovažujte projektor ani TV) Vyjádřete svůj názor na následující protikladná tvrzení tak, že zatrhnete číslo, které je nejbližší k vašemu postoji.

Přístroje ve výuce mohou být:

	1	2	3	4	5	6	7	
Zábavné								Nudné
Srozumitelné								Nesrozumitelné
Užitečné								Nadbytečné
Vítaná změna činnosti								Nežádoucí narušení výkladu
Uspádnutím práce - laborování								Zkomplikování práce při laborování
Pomůžou lépe pochopit učivo.								Vliv na pochopení učiva je nulový.

Pozn.:

3. Vyjádřete, do jaké míry souhlasíte s následujícími výroky. Označte křížkem jednu z možností (ne)souhlasu (✓✓ zcela souhlasím, ✓ spíše souhlasím, * spíše nesouhlasím, ** zcela nesouhlasím).

	✓✓	✓	*	**
Experimentování má ve vyučovací hodině chemie zabírat minimum času.				
Upřednostňuji jednoduché experimenty, které nevyžadují dlouhou přípravu.				
Rád/a vyhledávám nové experimenty a zkouším je začleňovat do výuky.				
Myslím si, že praktické provádění pokusů je důležitou součástí hodin chemie.				
Experimentování zabírá v mých vyučovacích hodinách minimum času.				
Pokusy provádím téměř v každé hodině chemie.				
Pokusy ve vyučovací hodině neprovádím, je na ně čas v laboratořích.				
Mám pro žáky rozvrhovaná pravidelná laboratorní cvičení.				

Pozn.:

4. U následujících dvou otázek můžete označit křížkem více možností. Jestliže chcete rozlišit pořadí odpovědí, přiřadte jim pořadová čísla podle vlastních preferencí.

a) Nechci ve výuce používat měřicí přístroj, protože:

Nemám čas se s ním naučit pracovat.	Nemám chuť se učit něco nového, můj systém učení je dobrý.
Nebaví mě tento způsob práce.	Bude mi trvat dlouho, než se s tím naučím pracovat.
Mám strach, že přístroj pokazím.	Nebude fungovat ve chvíli, kdy by fungovat měl.
Přidělá mi to práci s přípravami.	Nevím, při jakých tématech bych to mohl/a využít.
Nepochopím jeho ovládání.	Jiná možnost:.....
Žáci to neocení.	

Pozn.:

b) Chci ve výuce používat měřicí přístroje, protože:

Chci studentům ukázat něco nového.		Podobá se to reálné práci v laboratoři.	
Myslím si, že to bude studenty bavit.		Studenti ocení, že pracujeme moderně.	
Chci se naučit něco nového, obohatit se.		Mám rád/a nové technologie.	
Práce s moderní technologií.		Jiná možnost:.....	

Pozn.:

5. Představte si, že máte neomezené finanční možnosti od ředitele, ale prostředky Vám poskytne jen na moderní přístrojové vybavení laboratoře či výuky. Na co byste prostředky použili? *Volná odpověď.*

a) b) c) d), ...

6. Kdy byste využili měřicí přístroje při výuce? *Zaškrtněte vyhovující možnosti, odpovědi můžete odstupňovat pořadím 1-3.*

Normální hodina - demonstrace		Laboratorní cvičení		seminář		nikdy	
----------------------------------	--	---------------------	--	---------	--	-------	--

Pozn.:

7. Vyjádřete, do jaké míry souhlasíte s následujícími výroky týkajícími se pořízení výukových měřicích přístrojů a jejich dobrého použití ve výuce. Představte si, že nejste nijak finančně omezeni. *Označte křížkem jednu z možností (ne)souhlasu (✓✓ zcela souhlasím, ✓ spíše souhlasím, * spíše nesouhlasím, ** zcela nesouhlas).*

	✓✓	✓	*	**
Dokážu sám/a vyhledat prodejce a vybrat přístroj z nabídky.				
Zvládnu zacházení s přístrojem podle anglického manuálu.				
Zvládnu zacházení s přístrojem podle českého manuálu.				
V případě drobných softwarových potíží se pokusím/zvládnu je sám/a vyřešit.				
Dokážu sám/a vymyslet náměty pro práci s přístrojem.				
Dokážu sám/a vyhledat náměty pro práci s přístrojem.				
Připravím si s vlastní pomocí pracovní listy.				
Pro pracovní listy využiji případné publikace s návody v češtině.				
Stojím o individuální školení k používání přístroje a software.				
Stojím školení pro učitele zaměřené na úlohy s přístroji.				

Pozn.:

8. Vy sami byste byli ochotni v případě neomezených prostředků pořídit do výuky měřicí přístroje?

Pozn.:

9. Za jakých okolností byste byli ochotni naučit se pracovat s měřicími přístroji pro výuku chemie: *Můžete označit křížkem více možností. Jestliže chcete odlišit pořadí odpovědí, přiřaďte jim čísla .*

Z donucení (nařízení shora)		Jestliže budu mít asistenta, který mi pomůže s přípravou.	
Z vlastní iniciativy		Během doplňkových kurzů, které se konají v době vyučování.	
Při studiu učitelství na VŠ		Během doplňkových kurzů, které se konají i mimo vyučování.	
		Jiná možnost:.....	

Pozn.:

Případné Vaše další poznámky a podněty k problematice uplatnění přístrojů ve výuce:

Údaje ke zpracování:

Pohlaví: Ž M Věk: Léta praxe ve školství:
Aprobace: Typ školy, kde pracuji:

Na škole máme dostupné následující měřicí přístroje pro výuku chemie:

Pozn.: Při distribuci dotazníku byla položka 4a a 4b na první stránce, aby byla logicky u sebe.

13. Dotazník: Studenti učitelství chemie

Vážený studentí,

Prosím Vás o spolupráci při vyplnění dotazníku týkajícího se používání přístrojů ve výuce chemie. Děkuji.

Eva Stratilová Urválková

1. Co si myslíte o použití přístrojů ve **výuce**? (za přístroj ve výuce nepovažujte projektor ani TV, pouze ty přístroje, které vyžadují odlišné zacházení od běžných přístrojů) *Vyjádřete svůj názor na následující protikladná tvrzení tak, že zatrhnete číslo, které je nejbližší k vašemu postoji.*

Přístroje ve výuce mohou být:

	1	2	3	4	5	6	7	
Zábavné								Nudné
Srozumitelné								Nesrozumitelné
Užitečné								Nadbytečné
Vítaná změna činnosti								Nežádoucí narušení výkladu
Uspádněním práce								Zkomplikování práce
Pomůžou lépe pochopit učivo.								Vliv na pochopení učiva je nulový.

2. Myslíte si, že použití měřicích přístrojů ve **výuce chemie** je užitečné? Zdůvodněte svou odpověď.

3. U následujících dvou otázek můžete označit křížkem více možností. Jestliže chcete rozlišit pořadí odpovědí, přiřadte jim čísla 1-3.

Pokud byste měli možnost použít při výuce měřicí přístroj:

a) z čeho byste měli strach?

Z ničeho strach nemám.		Bude mi trvat dlouho, než se s tím naučím pracovat.	
Pokazím ho.		Nebude fungovat ve chvíli, kdy by fungovat měl.	
Nepochopím jeho ovládání.		Jiná možnost:.....	
Žáci to neocení.			

b) co by vás na tom přitahovalo (jaká by byla vaše očekávání)?

Uspádněním práce.		Podobnost s reálnou prací.	
Zrychlení práce.		Nic mě na tom neláká.	
Práce s moderní technologií.		Jiná možnost:.....	

4. V jaké oblasti chemie byste uvažovali o použití měřicího přístroje ve výuce? *Zatrhněte souhlasnou odpověď.*

Obecná chemie	
Anorganická chemie	
Organická chemie	
Biochemie	
Analytická chemie	

5. Pokud jste u předcházející otázky souhlasili s použitím v některé z oblastí chemie, navrhnete konkrétní vyučovací témata pro využití přístroje:

6. Představte si, že máte neomezené finanční možnosti od ředitele, ale prostředky Vám poskytné jen na moderní přístrojové vybavení laboratoře či výuky. Na co byste prostředky použili? *Volná odpověď.*

- a) c)
b) d), ...

7. Vyjádřete, do jaké míry souhlasíte s následujícími výroky týkajícími se pořízení výukových měřicích přístrojů a jejich dobrého použití ve výuce. *Označte křížkem jednu z možností (ne)souhlasu.*

	Rozhodně souhlasím	Spíše souhlasím	Spíše nesouhlasím	Rozhodně nesouhlasím
Dokážu sám/a vyhledat prodejce a vybrat přístroj z nabídky.				
Zvládnou zacházení s přístrojem podle anglického manuálu.				
Zvládnou zacházení s přístrojem podle českého manuálu.				
V případě drobných softwarových potíží se pokusím/zvládnou je sama vyřešit.				
Dokážu sám/a vymyslet náměty pro práci s přístrojem.				
Dokážu sám/a vyhledat náměty pro práci s přístrojem.				
Připravím si s vlastní pomocí pracovní listy.				
Pro pracovní listy využiji případné publikace s návody v češtině.				
Stojím o individuální školení k používání přístroje a software (v budoucnu).				
Stojím o školení pro učitele zaměřené na úlohy s přístroji (v budoucnu).				

8. Vy sami byste byli ochotni v případě neomezených prostředků pořídit do výuky přístroje?
ANO - NE

9. Zapsali byste se v rámci studia učitelství na volitelný předmět *Experimenty ve výuce chemie s instrumentální technikou*? ANO - NE

Pohlaví:

Věk:

Iniciály:

14. Dotazník: Žáci – 1. úvodní dotazník

Vážení studenti,

Prosím vás o pomoc s vyplněním dotazníku týkajícího se vašich postojů k užívání techniky v běžném životě a ve vyučování. Přispějete tak k výzkumu zabývajícímu se používání přístrojů ve výuce. Dotazník je anonymní. Jakékoli připomínky či doplnění vpisujte do prázdného místa.

Děkuji za spolupráci.

Eva Stratilová Urválková

1. Jak často používáte následující přístroje? Odpovědi označte křížkem.

	Téměř denně	1-3x/týden	1-3x/2 týdny	1-3x/měsíc	Téměř nikdy
Počítač					
Televizor					
Mikrovláňná trouba					
Mp3 přehrávač					
Mobilní telefon					
Fotoaparát					
Zabývám se pokročilejší prací s hardwarem či softwarem					

2. Co si myslíte o přístrojích obecně? Vyjádřete svůj názor na následující protikladná tvrzení tak, že zatrhnete číslo, které je nejbližší k vašemu postoji.

Přístroje považují za:

	1	2	3	4	5	6	7	
Užitečné								Zbytečné
Zajímavé								Nudné
Jednoduché								Složitě
Nadchnou mě.								Obávám se jich.
Mám k nim blízký vztah.								Mám k nim vzdálený vztah.

3. Vyjádřete, do jaké míry souhlasíte s následujícími výroky týkajícími se užívání přístrojů v běžném životě. Označte křížkem jednu z možností (ne)souhlasu.

	Rozhodně souhlasím	Spíše souhlasím	Spíše nesouhlasím	Rozhodně nesouhlasím	Nevím
Přístroje usnadňují práci.					
Nelíbí se mi, že jsou v dnešní době přístroje tolik rozšířené.					
Používáním přístrojů se člověk stává na přístrojích závislý.					
Je nezbytné, aby člověk, který chce být úspěšný, uměl ovládat různé druhy přístrojů.					
Díky užívání přístrojů mám méně volného času.					
Díky užívání přístrojů mám více volného času.					
Přístroje vyplňují podstatnou část mého volného času.					

Pokračování na další straně

4. Co si myslíte o použití přístrojů ve **výuce**? (za přístroj ve výuce nepovažujte projektor ani TV, pouze ty přístroje, se kterými přicházíte do **osobního kontaktu**) *Vyjádřete svůj názor na následující protikladná tvrzení tak, že zatrhnete číslo, které je nejbližší k vašemu postoji.*

Přístroje ve výuce mohou být:

	1	2	3	4	5	6	7	
Zábavné								Nudné
Srozumitelné								Nesrozumitelné
Užitečné								Nadbytečné
Vítaná změna činnosti								Nežádoucí narušení výkladu
Pomůžou lépe pochopit učivo.								Vliv na pochopení učiva je nulový.

5. Co si myslíte o využívání měřicích přístrojů ve **výuce**? Napište, do jaké míry souhlasíte s následujícími výroky. *Označte křížkem jednu z možností (ne)souhlasu.*

	Rozhodně souhlasím	Spíše souhlasím	Spíše nesouhlasím	Rozhodně nesouhlasím	Nevím
Přístroje usnadňují práci.					
Nikdy jsem se nesetkal/a s měřicím přístrojem ve škole.					
S přístrojem zjistím přesnou měřenou hodnotu.					
Dokážu si představit, jak by se dal přístroj ve výuce použít.					
Líbí se mi, že přístroj ukáže graf.					
Raději provádím praktický pokus, než abych si o tom jen četl/a.					
V reálné laboratoři je jistě plno měřicích přístrojů.					

6. U následujících dvou otázek můžete označit křížkem více možností. *Jestliže chcete rozlišit pořadí odpovědí, přiřaďte jim čísla 1-3.*

Pokud byste měli možnost použít ve vyučování měřicí přístroj:

a) z čeho byste měli strach?

Z ničeho strach nemám.		Bude mi trvat dlouho, než se s tím naučím pracovat.	
Pokazím ho.		Jiná možnost:.....	
Nepochopím jeho ovládání.			

b) co by vás na tom přitahovalo (jaká by byla vaše očekávání)?

Usnadnění práce.		Bezproblémová práce s přístrojem.	
Zrychlení práce.		Budu pracovat s tím, o čem jsem dosud jen slyšel/a.	
Práce s moderní technologií.		Jiná možnost:.....	
Podobnost s reálnou prací.			

Seřadte předměty podle vaší oblíbenosti: 1 – velmi oblíbený, 2 – spíše oblíbený, 3 – neutrální vztah, 4 – spíše neoblíbený, 5 – velmi neoblíbený

Český jazyk		Dějepis		Chemie		Informatika	
Cizí jazyk		Zeměpis		Biologie		HV/VV	
Společenské vědy		Matematika		Fyzika		Tělocvik	

Na závěr vyplňte prosím základní osobní údaje, které slouží ke zpracování dat:

I. Pohlaví: 1. žena 2. muž

II. Věk:

III. Iniciály nebo přezdívka:

15. Dotazník: Žáci – orientační zpětná vazba

- (1.) Co se vám vybaví, řekne-li se „experimenty v chemii ve spojení s počítačem“ nebo „experimentování s měřicími přístroji“?
- (2.) Myslíte si, že má smysl zařadit do hodin chemie experimenty s měřicími přístroji?
- (3.) Baví vás práce s měřicími přístroji?
- (4a.) Pokud vás práce s nimi **baví**, dokážete popsat, co konkrétně vás na tom přitahuje?
- (4b.) Pokud vás práce s nimi **nebaví**, dokážete popsat, co konkrétně vás odrazuje?
- (5.) Chtěli byste pravidelně provádět experimenty s přístroji případně ve spojení s počítačem?
- (6.) Je něco, co předčilo vaše očekávání při práci s měřicími přístroji?
- (7.) Co vás na měřicích přístrojích zklamalo?
- (8.) Čeho se obáváte při práci s přístrojem?
- (9.) Baví vás obecně experimentovat nebo vám stačí výklad teorie k danému problému?
- (10.) Myslíte si, že vám experimenty s měřicími přístroji dokáží lépe přiblížit probírané učivo?
- (11.) Jak byste ohodnotili svou orientaci v grafech?
- (12.) Co byste si přáli zlepšit ve **vaší** práci s měřicími přístroji. (V jaké oblasti pocítujete nedostatky?)
- (13.) Jaké jsou vaše silné a slabé stránky při práci s přístrojem?
- (14.) Pracuje se vám při provádění experimentu s měřicím přístrojem lépe ve větší skupině nebo ve dvojici, případně samostatně?
- (15.) Pokuste se vyjádřit, proč se vám v daném uskupení pracuje lépe. Případně napište, na čem vaše vnitřní uspokojení či sebedůvěra při práci záleží.

Další osobní poznámky, připomínky, podněty,....:

Iniciály:

16. Dotazník: Žáci – 2. závěrečný dotazník

Vážení studenti,

Prosím vás o pomoc s vyplněním dotazníku týkajícího se vašich postojů k užívání měřicích ve vyučování. Přispějete tak k výzkumu zabývajícímu se používáním přístrojů ve výuce. Jakékoli připomínky či doplnění vpišete do prázdného místa.

Děkuji za spolupráci.

Eva Stratilová Urválková

1. Co si myslíte o použití přístrojů ve **výuce chemie**, se kterými jste pracovali? Vyjádřete svůj názor na následující protikladná tvrzení tak, že zatrhnete číslo, které je nejbližší k vašemu postoji.

Přístroje ve výuce mohou být:

	1	2	3	4	5	6	7	
Zábavné								Nudné
Srozumitelné								Nesrozumitelné
Užitečné								Nadbytečné
Vítaná změna činnosti.								Nežádoucí narušení výkladu.
Pomůžou lépe pochopit učivo.								Vliv na pochopení učiva je nulový.

2. Co si myslíte o využívání (měřicích) přístrojů ve **výuce chemie**? Napište, do jaké míry souhlasíte s následujícími výroky. Označte křížkem jednu z možností (ne)souhlasu (✓✓ zcela souhlasím, ✓ spíše souhlasím, * spíše nesouhlasím, ** zcela nesouhlasím).

	✓✓	✓	*	**	Nevím
Přístroje usnadňují práci.					
S přístrojem zjistím přesnou měřenou hodnotu.					
Při práci s přístroji se obávám, že něco pokazím.					
Raději provádím praktický pokus, než abych si o tom jen četl/a.					
V reálné laboratoři je jistě plno měřicích přístrojů.					
Nemám strach při práci s přístroji.					
Líbí se mi, že přístroj ukáže graf.					
Přístroje v chemii jsou pro mě zbytečné, protože to nebudu v životě potřebovat.					

4. Myslíte si, že jste se v něčem z následujícího výčtu během experimentů s přístroji zdokonalili? Seřadte návrhy podle toho, čeho jste se nejvíce naučili (1) po to, čeho jste se nejméně naučili (?). Pokud máte pocit, že jste se danou věc díky experimentování s přístroji nenaučili, žádné číslo jí nepřiražujte.

___ práce s elektronikou

___ orientace v grafu

___ práce ve skupině

___ zpracování výsledků

___ práce ve dvojici – domlouvání se

___ práce s počítačem a software

___ organizace své práce

3. Napište, proč vás práce s použitím měřicího přístroje/počítače baví a nebaví. Vyberte z pravého sloupce až pět možných odpovědí. Vaše odpovědi seřadte podle důležitosti odpovědi.

Práce s přístrojem mě **nebaví**, protože:

- 1) ___
- 2) ___
- 3) ___
- 4) ___
- 5) ___

Práce s přístrojem mě **baví**, protože:

- 1) ___
- 2) ___
- 3) ___
- 4) ___
- 5) ___

A	Pracuji s kamarády.
B	Máme pracovní listy, a tak nemusím tolik psát.
C	Musím u práce přemýšlet, jak postupovat.
D	Učím se něco nového.
E	Ověřím si to, co jsme si říkali při norm. hodině.
F	Pracuji s technikou.
G	Sám/a si změřím hodnoty.
H	Před nebo po laborce je potřeba zodpovědět otázky.
I	Učím se i věci, které nesouvisejí úplně s chemií.
J	Některé elektrody se musí kalibrovat.
K	Můžu sledovat tvoření grafů během experimentu.
M	Děláme něco prakticky, ne jenom teoreticky.
N	Vypracovávám protokol.
O	Nemusím vynášet hodnoty do grafu sama.

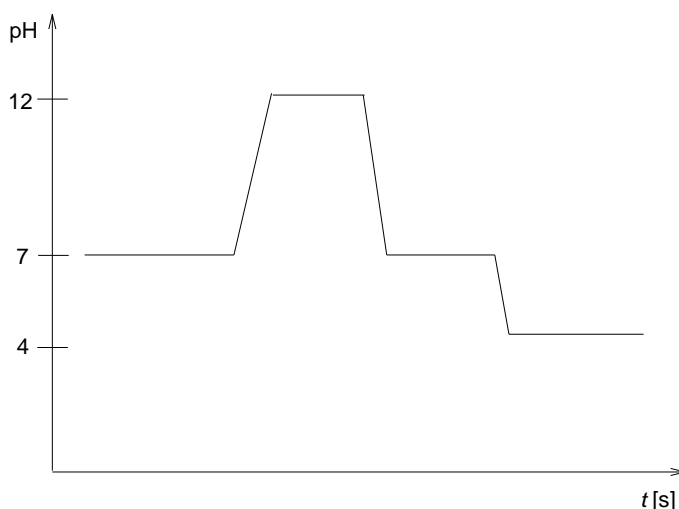
5. Prohlédněte si následující graf a vyberte z nabízených možností tu, která podle vás popisuje to, co se dělo s pH elektrodou během měření:

a) nejprve jsme elektrodu opláchnuli vodou a poté ponořili do roztoku NaOH; pak jsme elektrodu vyjmuli z hydroxidu a ponořili do roztoku džusu a nakonec jsme elektrodu vyjmuli z džusu a opláchnuli ve vodě

b) nejprve jsme elektrodu opláchnuli vodou a poté ponořili do roztoku NaOH; pak jsme elektrodu vyjmuli z hydroxidu, opláchnuli vodou a ponořili do roztoku džusu

c) nejprve jsme elektrodu opláchnuli vodou a poté ponořili do roztoku HCl; pak jsme elektrodu vyjmuli z kyseliny, opláchnuli vodou a ponořili do roztoku slabé zásady (jedlé sody) a nakonec jsme elektrodu opláchnuli vodou

d) nejprve jsme elektrodu opláchnuli vodou a poté ponořili do roztoku HCl; pak jsme elektrodu vyjmuli z kyseliny, opláchnuli vodou a ponořili do roztoku slabé zásady (jedlé sody)



Na závěr vyplňte prosím základní osobní údaje, které slouží ke zpracování dat:

I. Pohlaví: 1. žena 2. muž

II. Věk:

III. Iniciály:

17. Okruhy témat pro polostrukturované rozhovory se spolupracujícími učitkami

Proces socializace	Učitel chemie a jeho výuka
<i>Práce - vztah</i>	Popsat vztah k chemii, jak dlouho v profesi Popsat vztah k učitelství jako k povolání Věnujete se chemii i ve volném čase?
<i>Styl výuky</i>	Jak získáváte informace o chemii? Jak přistupujete k přípravě? Jaké formy výuky používáte, jak často? Uvažovali jste o změně stylu výuky? (Co byste změnili na své výuce?)
<i>Výzkum</i>	Proč souhlas s výzkumem Co na tom tématu shledáváte nejzajímavější? Jaká očekávání od experimentování Z čeho strach Na co se těší Co by se mohlo povést? Jaký by to mohlo mít efekt pro učitele, pro výuku, pro studenty Dokážete si představit, jak budou studenti reagovat? Jaké jste zvolil parametry pro výběr třídy, kde se bude přístroj používat
<i>Měřicí přístroje</i>	Obavy z přístroje? Jaké? Už někdy práce s přístroji? (Učitel sám nebo se žáky) Jak dlouho očekáváte, že bude trvat zaškolení vás a žáků Máte rád přístroje obecně?
<i>Postoje k chemii, k výuce chemie</i>	Co je podle vás důležité ve výuce vzhledem k žákům? Co důležité vzhledem k Vám? Co myslíte, že je pro žáky na výuce chemie nejpřitažlivější Co nejnudnější
<i>Motivace</i>	Co vás na učení přitahuje Proč učíte? Co je pro vás uspokojující
<i>Pracovní prostředí</i>	Co je pro vás při výuce limitující? Jste podporováni k novým podnětům od vedení?
<i>Budoucnost v učitelství</i>	Čeho byste chtěli ve výuce dosáhnout? Jaká je meta? Popsat představu ideální výuky chemie (nejste omezen žádnými kritérii) Jaké plány do budoucna?

18. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, instruktáž

Žáci byli na předcházející hodině chemie informováni o tom, že na instrumentální měření si mohou donést vlastní notebook, kam nainstalujeme freeware licenci programu DataStudio, a budou tak moci s daty pracovat i doma. Během přestávky před instruktážní hodinou jsme tedy s Jardou a Standou, kteří si donesli notebook, instalovali program. Oba žáci měli na notebooku operační program Windows Vista, na který jsem dosud program nainstalovala, a u obou počítačů došlo při instalaci k chybě. Pokoušeli jsme marně tento problém řešit asi deset minut, ale nakonec jsme snažení vzdali s tím, že zkusíme do dalšího cvičení najít bližší informace. Znamenalo to ale mimo jiné, že v případě neúspěchu, bude třeba na každé cvičení vozit kromě čidel a vybavení, které není na škole, také počítače. Standa navzdory začátku instruktáže snažení nevzdal a pokoušel se program instalovat. Nechtěl se smířit s tím, že by to nešlo, ale po dalších zhruba deseti bezúspěšných minutách to také vzdal. Mezitím se žáci rozdělili do dvou skupinek, každá u jednoho notebooku, a paní Malá byla společně s jednou skupinkou. Během hodiny se žáci postupně dověděli, jakým způsobem se propojuje čidlo s počítačem, jak se spouští měření, jak lze data v programu zobrazovat (graf, číselná hodnota, tabulka hodnot), jak lze upravit zobrazení v grafu, kde se odečítá v grafu hodnoty, nastavení parametrů měření a podobně. Tyto funkce jsme si ukázali nejprve na jednoduchém měření teploty a poté na měření pH. Při měření pH se žáci také dověděli, jak pracovat s elektrodou a se zaujetím sledovali, jak se měnil graf a hodnota pH, když oplachovali elektrodu mezi měřenými vzorky (voda, ocet).

Již při seznamování se s experimentálním systémem se projevovaly některé rysy žáků, které bylo možné sledovat i v dalších cvičeních.

Jednu skupinku tvořili Standa, Tereza a Anna. Standa měl stále před sebou otevřený vlastní počítač, protože se zprávu snažil přijít na kloub problému s instalací. Když se však hovořilo o možnostech zapojení, ihned vzal převodní kabel a hledal, kam jej do počítače zapojit; pak se však na chvíli ještě vrátil ke svému počítači, než se smířil s tím, že problém nevyřeší. Práci s počítačem se mezitím ujala Anna, zatímco Tereza stále věnovala pozornost vyplňování dotazníku a čtení materiálu do jiné hodiny. Až došlo na skutečné měření, odložila všechnu práci a sledovala už pouze to, jak se pracuje v programu. Anna zjevně neměla žádný ostych a neměla ani tendence předávat vůdčí roli při práci Standovi a ani on se nesnažil přebrat ovládání programu, což by podle genderových předpokladů mohlo nastat. Navíc Standa v dotazníku uvedl, že se zabývá pokročilejší prací s počítačem, přesto se nesnažil o sebeprosazení, ale dal prostor ostatním. V případě, že Anna nepostřehla některý z kroků, radil jí Standa a poté i Tereza; skupinka celkově pracovala harmonicky, ochotně si předávali myš při plnění úkolů. Kdo právě věděl, jak něco provést, pokusil se přispět ke zvládnutí úkolu, Tereza však, také díky největší vzdálenosti od myši, pouze radila. Anna navíc sama zkoumala některé možnosti programu, které se aktuálně neřešily. Standa i Anna byli přirození a neměli ostych z práce s novou učební pomůckou ani z natáčení. Na Tereze byla však vidět nelibost, kterou zřejmě způsobila přítomnost kamery, byť v dostatečné vzdálenosti, neboť ve srovnání s náslechoвыми hodinami byla více zakřiknutá.

Druhou skupinu tvořili pouze hoši: Jarda, Pavel a Pepa. Jarda a Pepa v dotazníku uvedli, že se zabývají pokročilejší prací se software a na začátku hodiny bylo vidět, že se oba snaží společně vyřešit problém s instalací. Po vyzkoušení několika neúspěšných možností však raději věnovali pozornost začínající instruktáži. V jejich skupině se ovládání programu ujal Pavel, který „nepustil myš“ skoro po celý zbytek hodiny z ruky. Jarda mu v případě potřeby radil, jinak se staral o propojení čidel s počítačem a manipulaci s elektrodami. Pepa sice práci v programu sledoval, ale brzy začal ztrácet pozornost, protože nebyl plně zapojen. Tato skupinka pracovala tedy spíše jako dvojice než trojice. Dokonce i po zazvonění se Pavel s Jardou místo toho, aby ihned odešli, snažili pojmenovat a uložit soubor naměřených cvičných dat. Oba se stejně jako Standa s Annou chovali přirozeně, Pepa ve srovnání s nimi projevoval nervozitu, která se však nezdála být způsobená přítomností kamery, ale jeho roztěkaností a také tím, že Pepa vnímal, že nebyl plně využit a zapojen do hodiny.

Paní Malá po celou dobu pozorně sledovala práci žáků a po hodině jsme se shodly, že je slovně dobré pomoci žákům rozložit si práci ve skupině, pokud toho sami nejsou schopni.

19. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, reakční kinetika

Úloha zabývající se kinetikou chemické reakce byla jednou ze dvou úloh, kterou prováděli všichni žáci. K vypracování měli k dispozici pracovní list, ale úvodní otázky věnující se předpokladům žáků byly řešeny v předchozí teoretické hodině, aby žáci stihli během jedné experimentální hodiny všechny tři úkoly. K dispozici byla pouze dvě pracovní místa, takže se žáci museli rozdělit na skupiny po pěti a čtyřech. Paní Malá měla s úlohou zkušenost již díky provedení s kvintou, proto při druhém provedení vystupovala sebejistě a dokázala velmi efektivně usměrňovat práci. Na začátku shrnula postup všech tří experimentů a upozornila, kde najdou jednotlivé pomůcky.

Po úvodních instrukcích se pustili žáci do práce. Skupina, kterou tvořili Standa, Tereza, Anna a Lenka, šli nejprve všichni připravovat roztoky, ale jakmile zjistili, že je jich zbytečně na tuto práci moc, Standa se ujal práce s počítačem, a Lenka, která nebyla na instruktáži, šla pomáhat Standovi, aby se zároveň dívala, jak se pracuje v programu. Anna s Terezou jsou nezahálující dívky, vyhovuje jim, když se mohou podílet na praktické činnosti, přesto jim nedělá potíže ani poměrně statická práce u počítače (viz instruktážní hodina). Zatímco připravovaly vzorky, Standa nachystal program DataStudio k měření. Společně s Lenkou pak provedli měření. Při prvním úkolu byla přítomna i děvčata, Anna se ujala spouštění měření a Tereza pozorovala vznikající křivku. Společně se snažili přijít na to, jak odečíst tlak v určitém čase. Další měření již probíhala efektivněji: Tereza a Anna chystaly vzorky a Standa s Lenkou zajišťovali měření. Takto měli za zhruba 30 minut hotové všechny úkoly a mohli se věnovat vyhodnocení dat. Při vyhodnocování narazili na problém, že jim jedno měření nevycházelo podle jejich očekávání: křivka za běžné teploty měla nižší tvar než při provedení v chladné lázni. Při diskuzi s paní Mladou se dobrali k tomu, že zřejmě udělali chybu na začátku měření, kdy špatně zazátkovali zkumavku. Skupina pokračovala ve vyhodnocení dat, ale jakmile zazvonilo, Tereza se zvedla a nechala zbytek skupiny pracovat dál, ostatní ještě pár minut diskutovali, než společně dořešili zbývající výsledky.

Druhá skupina spolupracovala o poznání méně efektivně. Po zahájení práce se všech pět hochů doslova nahnulo k pipetám, ale bylo zjevné, že se sem nevlezou. Paní Malá je tedy nasměřovala, jak si mají rozdělit práci. Pavel šel ihned zasednout k počítači a z tohoto místa se po celou dobu nepohnul. Zanedlouho se k němu přidal Jarda, protože na přípravu vzorků bylo skutečně dost lidí. Zaujal tedy funkci pomáhače a rádce co se týče odečítání hodnot. Na Matěje a Filipa, kteří nebyli na instruktáži, tak zbyly úkoly spočívající v přípravě vzorků. Pepa byl opět v situaci, že pro něj nezbyla práce a sám se jí nedokázal ujmout. Nakonec se snažil alespoň pomáhat s nošením a vymýváním zkumavek. To samé zvládal také Filip, ale u něj to vypadalo přirozeně a nenuceně a přitom ještě zvládal pozorovat graf v průběhu měření. Celkově však skupina byla nekoordinovaná a hoši, kteří měli připravovat vzorky, nebyli s to se domluvit a pracovat plynule. Všichni chtěli vidět, jak probíhá měření, tudíž pak vznikaly časové prostoje mezi měřeními. Až po dvou upozorněních paní Malé, že takto práci nestihnou, se Matěj, Filip a Pavel smířili s tím, že některá měření uvidí až ve formě křivky. Navíc, přestože byli na přípravu vzorků tři, nebyli schopni si zapamatovat, jaký vzorek připravovali, a tak když Pavel popisoval křivku v grafu, nemohl nikdo spolehlivě říci, o jaký vzorek se vlastně jedná. Zbytečně si tak prodlužovali fázi měření místo toho, aby efektivní práci získali čas na vyhodnocení. Při cvičení si tato skupina zachovala role z instruktáže: Pavel s Jardou byli přítomni na seznamovacím cvičení, takže se ujali práce s počítačem a nepustili k tomu kluky, ačkoli Matěj v úvodním dotazníku také psal, že se věnuje pokročilejší práci se SW. Bylo to vidět i na začátku toho cvičení, kdy se i on snažil na svém notebooku nainstalovat program DataStudio, ale stejně jako Standa a Jarda, byl díky operačnímu programu Windows Vista, neúspěšný. Pepa se nedokázal prosadit, svou nejistotou ale znervózňoval i ostatní, kteří jej nebrali jako rovnocenného partnera. Filip, který nebyl na úvodní instruktáži, měl ve srovnání s Pepou jinou pozici. Přestože měl hendikep jazykové vady (špatně vyslovoval *l*, *ř* a celkově mu bylo špatně rozumět), práce s počítačem a přírodní vědy ho očividně velmi bavily, takže se nenechal odradit a pomáhal jak s přípravnými pracemi, tak se snažil zapojovat do diskuzí kolem naměřených hodnot. Neustále pozoroval monitor a snažil se porozumět rozložení nabídky programu, aby mohl přispět svou radou. Ostatní členové skupiny jeho zapojení vnímali podstatně lépe než Pepovo a jeho rady přijímali i Pavel s Jardou, kteří seděli u počítače.

První měření naznačilo, jaké činnosti a role budou žáci s největší pravděpodobností zaujímat i v dalších úlohách. Bylo to do velké míry dáno jejich povahou, ale také štěstím připravených – těch, kteří byli na instruktážní hodině. Takto se například Pavel dostal k manuálně nenáročné práci, kdy se staral o práci v programu. Jeho motivace ale byly spíše takové, že se snažil vyhnout práci s chemikáliemi, protože nevěděl, jak pipetovat, jak se zorientovat v chemikáliích.

Úloha učitele byla nezanedbatelná, zvláště v momentě, kdy žáci neměli příliš velkou zkušenost s instrumentálním měřením. Kromě samotného provedení experimentu bylo občas nutné poradit žákům s prací v programu, připomenout, jak se upraví rozlišení grafu, aby byly vidět probíhající změny. To vše zvládla paní Malá bez potíží a navíc měla na paměti krátký čas, který je k dispozici, takže v případě nutnosti řídila činnosti zprvu nefunkční skupiny hochů a radila, co mají dělat, aby zrychlili práci.

První vlastní měření žáků se tedy neslo v duchu učení. Skupina hochů se učila hned několika věcem: práci se vzorky, práci v programu, interpretaci dat, ale především rozdělení a organizace práce ve skupině. Druhá skupina dívek a Standy se učila sice stejným dovednostem, ale příprava měření a organizace práce jim šla mnohem lépe než první skupině. Mohli se tedy delší dobu věnovat interpretaci dat, což bylo společně s prací v programu to hlavní, na co se soustředili a kromě Terezy byli ochotni diskutovat o výsledcích i po skončení hodiny.

20. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, termochemie

Cílem druhé úlohy bylo zopakování tématu termochemie z prvního ročníku, konkrétně Hessova zákona. V den, na kdy bylo naplánováno měření, přišli z přírodovědné části třídy pouze čtyři žáci, a to Standa, Pavel, Matěj a Pepa. Navíc, kvůli rozvrhovým změnám byla tato hodina spojena se zbytkem třídy.

Žáci nepřírodovědné části seděli v přední části třídy a dostali od paní Malé samostatnou práci a současně je poprosila, aby nerušili spolužáky, kteří mají za úkol experimentální činnost. Poté se vrátila ke skupině čtyř žáků, vzhledem k jejich malému počtu a zbytku třídy v hodině, jsme rozhodly, že hoši budou pracovat v jedné skupině. Paní Malá stručně shrnula, co čeká žáky během měření a na co nemají zapomenout. Chlapci se zvedli k práci a po dotazu paní Malé „*Program máte připravený?*“ se Pavel otočil a šel spouštět program. „*musíte si rozdělit práci. Někdo odměřuje, někdo... Vypláchnout! Nevíte, co v tom bylo. Já taky ne.*“ Pepa se tedy ujal pomocné práce a mezi měřeními vymýval nádobí. Vzhledem k tomu, že se ovládnutí programu ujal Pavel, ostatní začali chystat vzorky k měření. To však měli během pár minut zvládnuté a pak už jen čekali, než bude kyselina v kalorimetru vytemperována. Standa se nachystal k provedení experimentu a Pepa mu chtěl jakkoli pomoci, ale nevěděl s čím, tak nakonec zasedl k lavici a čekal. Matěj také neměl co na práci, proto rovněž vyčkával. Při spuštění experimentu se Standovi podařilo nechat v lékovce část oxidu hořečnatého, ale ostatní jej na to upozornili, takže do otevřeného kalorimetru dosypal i zbytek. Paní Malá se v tu chvíli vrátila od zbytku třídy a radila „*Dejte si taky ten větší rozsah, ať něco vidíte. Takto to vypadá, že se nic neděje.*“ Po chvilce pozorování ukázala na část křivky: „*Tady jde vidět, jak to Standa drží a nedrží.*“ Kluci se na sebe podívali a zasmáli se: „*To je, jak tam dosypával ten zbytek.*“ „*No, graf všechno ukáže.*“, odpověděla s úsměvem paní Malá. Za chvíli se teplota ustálila, takže Pavel zastavil měření a hoši šli vymýt kádinku a dochystat nové měření. To trvalo o poznání déle, neboť došlo k vyššímu nárůstu teploty, ale místo toho, aby čas využili k vypracování úkolů a přemýšlením nad výpočty, pozorovali vznikající křivku. Standa pečlivě držel víko od kalorimetru a občas zběžně nahlédl na graf, Pavel s Matějem pozorovali narůstající křivku a čekali, kdy už se konečně ustálí teplota; Pepa také pozoroval graf, ale nezúčastněně, bylo vidět, že je myšlenkami někde pryč. Jediná chvíle, kdy Pepa projevil aktivitu, bylo, když Pavel s Matějem hlásili nejvyšší teplotu, kterou je potřeba si zapsat do pracovního listu, protože je nutná k výpočtu. Úloha byla na provedení jednoduchá, hoši se při ní v podstatě nudili. Místo toho, aby využili poměrně klidné provedení k prodiskutování vyhodnocení výsledků a vyřešení úkolů, nechali hodinu volně plynout. Spoléhalo na to, že stačí příklad spočítat za domácí úkol, takže v hodině neprojevovali jakoukoli myšlenkovou aktivitu.

Paní Malá měla tentokrát na starosti ještě nepřírodovědnou část třídy, takže skupinu hochů, provádějící experiment průběžně kontrolovala a zjišťovala, jestli měří to, co měřit mají. Oproti úloze na reakční kinetiku je však tato úloha náročnější na výpočet a promyšlení přímé a zpětné reakce. Je tedy škoda, že se hoši nevěnovali výpočtu společně, protože by si usnadnili domácí úkol. Naměřené teploty byly smysluplné, při správném výpočtu by se žáci dostali k poměrně dobrému výsledku reakčního tepla spalování oxidu hořečnatého.

21. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, měření pH

V květnu byla v tematickém plánu analytická chemie, kterou bylo nanejvýš vhodné doplnit laboratorním cvičením. Před potenciometrickou titrací však bylo vhodné zařadit statické měření pH, při kterém by si žáci ukázali techniky měření pH. Protolytické reakce se učí na gymnáziu A v kvintě, proto žáci sexty před laboratorním cvičením v hodině opakovali, co to pH je, aby byli alespoň částečně připraveni na cvičení. Na cvičení, které se opět konalo ve třídě, přišlo šest žáků, takže se rozdělili po trojicích k pracovním místům. V jedné skupině byli Standa, Filip a Pepa a v druhé skupině pracovali Jarda, Pavel a Matěj. Cílem této úlohy bylo ukázat možnosti a přesnost měření pH různými technikami, přesněji univerzálním indikátorovým papírkem a pH elektrodou. Při přímém měření pH je klíčové mít správně nakalibrovanou elektrodu, jinak se získají nesprávná data. Žáci museli tedy nejprve elektrodu kalibrovat. Ve skupině Pavel-Jarda-Matěj zabral práci s počítačem jako první Pavel, Jarda se ujal práce s elektrodou a Matěj byl zprvu pozorovatelem, poté nosičem vzorků. Ve druhé skupině počítač ovládali střídavě Filip a Standa, Pepa pracoval s elektrodou. Kalibraci vedla paní Malá pro obě skupiny společně, s pomocí návodu, který jsem pro ni připravila; žáci měli navíc u sebe na papíře vytištěné důležité poznámky pro práci s elektrodou. Hoši postupovali podle pokynů učitelky, jenže kalibrace se dařila pouze skupině Pavel-Jarda-Matěj. Druhé skupině se kalibrace přerušila a žáci ani paní Malá nevěděla, co se stalo. Musela jsem tedy zasáhnout a vysvětlit, že v případě rozhraní pro několik čidel současně (čidlo *obecná chemie* umožňuje měřit teplotu, tlak, napětí a pH) se musí kalibrace provádět přiměřeně rychle, nebo časem dojde k „zamrznutí“ kalibrace. Hoši se tedy snažili kalibraci zrychlit, jenže při následujícím pokusu došlo k přerušení kalibrace po pár sekundách. Po jejich nechápavém a zoufalém výrazu jsem se je snažila uklidnit, že se to občas stává. Přesto tyto problémy měly jeden klad: hoši si více všímali hodnot indikovaného aktuálního napětí na elektrodě a zkoušeli, jestli je mohou ručně vepsat při novém pokusu o kalibraci. Filip vášnivě diskutoval se Standou; tvrdil, že „takto to ten program nepobere“, ale Standa to chtěl alespoň zkusit, když neměli moc co ztratit. Po doslova urputném boji s kalibrací přeměřili pufrý, aby zjistili, jestli se kalibrace povedla. Naměřené hodnoty pufrů byly poměrně blízké skutečným hodnotám. Překonané obtíže však hochům zkazily nadšení z měření a v následujících momentech se dočkali dalších překvapení. Hodnoty pH vzorků porovnávali žáci pomocí papírku a elektrody. Nešťastnou náhodou se však stalo, že nové indikátorové papírky ukazovaly silně zásadité prostředí (0,1 mol/L NaOH) jako žlutozelenou barvu. Tmavě modrá se ukázala na zlomek sekundy po nanesení kapky (nebo rychlém ponoření), a žáci tmavou barvu skoro nepostřehli. Přesto byli konkrétně Pavel-Jarda-Matěj schopni do výsledků k hydroxidu napsat pH 6. Paní Malá se jim snažila vysvětlit, že to z principu není možné, aby byl roztok NaOH neutrální a až měření elektrodou žáky přesvědčilo, že papírky byly v této oblasti skutečně nespolehlivé. Jarda s Matějem postupně optimalizovali práci tak, že byla opravdu efektivní: Matěj nosil vzorky a měřil u nich pH papírkem, Jarda se staral o měření pH elektrodou a Pavel pracoval v programu, popisoval měření. I druhá skupina si v průběhu hodiny zorganizovala práci: Filip ovládal počítač, Standa se staral o elektrodu a Pepa zavíral a uklízel vzorky a také zapisoval výsledky. Obě skupiny měly v závěru hodiny asi deset minut čas na doplnění tabulky, kterou jim však paní Malá musela zpočátku okomentovat, neboť nevěděli, co si představit pod názvem sloupečku „proč je pH právě takové“. Pavel s Jardou chvíli přemýšleli, co by to mohlo být, ale jedině, co se Jarda odvážil říci před Pavlem, bylo: „*No to bude asi na poměru toho...no...*“ Paní Malá pak uvedla příklad s HCl: „*Třeba HCl to má v názvu: kyselina. Ale ocet? Proč je pH takové? Ocet je kyselý, protože je v něm...?*“ „*Kyselina octová.*“, odpověděli všichni sborově. Skupiny pak ještě chvíli pracovaly na vyhodnocení výsledků, zatímco hoši, kteří pracovali s počítačem, popisovali a ukládali měření. Žáci měli tentokrát úkol oddělený od cvičení a text k doplňování dostali následující hodinu chemie.

I v tomto cvičení se ukázalo, že bez učitele by nebylo měření úspěšné, zvláště když žáci nikdy předtím nekalibrovali. Paní Malá tedy radila s kalibrací, ale i s interpretací dat, jakmile měli žáci pochybnosti a chtěli se s ní o výsledcích poradit. Kromě pozorování práce obou skupin sledovala také čas, a když viděla, že se pomalu blíží konec hodiny, začala podávat skupině Standa a spol. vzorky, které ještě neměli, aby je zvládli změřit do konce hodiny. Vše stihli bez potíží, stejně tak úklid a krátkou diskusi o změřených výsledcích.

22. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, měření pH - hydrolýza

Během posledních měsíců byla dokončena rekonstrukce laboratoře, kam se mohla přesunout laboratorní cvičení. Žáci měli školní laboratorní plášť a viditelná změna nastala v jejich chování: ve velké třídě jako by se báli více mluvit, protože vše bylo slyšet, ale v laboratoři tvořili malé skupinky, ve kterých si mohli povídat, protože v malé místnosti se zvuk tolik nerozléhal. Dokonce ani skupinka, která měla kameru v těsné blízkosti, bez problémů hovořila. Cvičení na hydrolýzu bylo zařazeno z toho důvodu, aby žáci porovnali pH různých solí a změřili pH při neutralizaci různě silných a různě koncentrovaných kyselin a zásad. Opět bylo důležité na počátku kalibrovat elektrodu, neboť se jednalo o přímou potenciometrii. Byla sestavena dvě pracovní místa a žáci se rozdělili do skupin po třech a čtyřech. Do laboratoře přicházeli již o přestávce a brali si hned pracovní listy. Paní Malá se přeptala, zda si po dvou týdnech pamatují ještě kalibraci a žáci nejistě odpověděli, že matně. Skupinka Filip, Jarda a Pavel mezi sebou prohodili pár slov o tom, co ke kalibraci budou potřebovat a že nesmí mezi měřeními zapomenout oplachovat elektrodu. Pavel se ihned postavil k počítači a začal spouštět program a hledat kalibraci - úspěšně, Jarda si chystal pufry ke kalibraci a Filip přednášel o tom, jak se dělá v programu kalibrace. Až těsně po zazvonění přišel Pepa a viděl, že už jsou vytvořené skupinky. Přišel k Jardovi a ptal se jej, jestli může být s nimi ve skupině. Jarda se na něj ani neotočil a přes rameno vyhrkl ne. Pak se na sebe s Filipem a Pavlem podívali s výrazem *dobře jsi ho odpálkoval*. Pepa šel tedy ke Standovi, Tereze a Anně, kteří už ale pracovali na kalibraci. Práce v programu se ujala Tereza, která ale na minulém cvičení nebyla. Standa ji tedy navigoval, zatímco připojil elektrodu k počítači a chystal ji k měření. Oběma skupinám se podařilo do deseti minut samostatně nakalibrovat elektrody. V prvním úkolu měli žáci změřit pH různě silných a různě koncentrovaných kyselin a zásad. Paní Malá všechny upozornila, že se mají soustředit na laboratorní práci, aby stihli za vyučovací hodinu všechno naměřit, teoretické úkoly udělají pak doma, stejně jako výpočet pH. Pavel, Jarda a Filip střídali své role. S programem pracovali střídavě Jarda a Pavel a druhý z nich zapisoval, Filip ošetřoval elektrodu a měřil s ní. Zpočátku ale pracovali chaoticky, takže nevěděli, co vlastně změřili a některé vzorky přeměřovali znovu. Pavel však stále zůstával pouze u pracovního místa; na začátku cvičení sice vrátil jednu chemikálii, ale když měl zároveň donést novou, nedokázal se ve vzorcích zorientovat, takže tam poslal Jardu. Při cvičení tato skupina střídala činnosti, ale nejčastěji Jarda vybíral vzorky a odměřoval 25 ml kyseliny a zásady k neutralizaci a měřil elektrodou, Filip se staral o elektrodu a Pavel zapisoval. Přestože Pavel hlídal, co se měří, došlo několikrát k tomu, že hoši nevěděli, co vlastně smíchali. Zmátly je totiž i výsledky, protože po smíchání kyseliny a zásady nedošlo k neutralizaci, někdy naopak zůstalo pH skoro stejné. Vzhledem k poměrně velkému počtu úkolů žáci ani nestíhali odhadovat pH před změřením, tedy zkusit predikovat a vysvětlit očekávaný výsledek. Jarda sice asi dvakrát zkusil odhadnout, ale jakmile z měření vyšla jiná hodnota, vzdal další odhady. Většina výsledků vyšla skupině jinak, což bylo způsobeno jednak nepřesným odměřováním objemu a zřejmě i nepřesně nakalibrovanou elektrodou. Často také Jarda a Pavel používali nepřesná vyjádření: zaměňovali termín silná a koncentrovaná kyselina, což signalizovalo, že tyto termíny nerozlišují. Skupina Standy, Terezy, Anny a Pepy byla zpočátku pomalejší v kalibraci, ale nakonec skončila dříve, protože si dokázala lépe zorganizovat činnosti. Pepa ovšem jenom zapisoval, stejně jako Anna, která ale navíc společně se Standou připravovala elektrodu k měření. Tereza pracovala v programu a vybírala vzorky. I této skupině se stalo, že občas spletli vzorky, ale většinou chybu objevili a např. Tereza byla pohotová a dokázala v pracovním listu najít měření, které by se později dělalo, takže měření nevyšlo na zmar. Stejně jako druhá skupina měli potíže u neutralizační úlohy: některé výsledky vycházely tak, jako by nebylo ke kyselině nic přidáno, ale po diskusi s paní Malou se došlo k tomu, že po přidání slabého a méně koncentrovaného hydroxidu k silné koncentrovanější kyselině opravdu nedojde k velké změně pH. Celkově ale skupina pracovala efektivně a stihla všechna měření do zazvonění. Skupina hochů však zůstávala přes přestávku, protože díky zmatkům ve vzorcích nestíhali přeměřit vše, nebo přesněji provedli hodně měření, ale nevěděli, co naměřili.

S paní Malou jsme po cvičení musely konstatovat, že tato úloha není v tomto rozsahu vhodná, neboť může docházet k velkým chybám při neutralizační části. Stačil by první a třetí úkol, tedy měření pH různě koncentrovaných a silných kyselin a zásad a poté měření pH solí. Také jsme se shodly, že skupiny nemohou být čtyřčlenné, neboť čtvrtý člen pouze pozoruje, tentokrát to byl absolutně nezapojený Pepa.

23. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, titrace octu

S touto úlohou žáci začali blíže poznávat analytickou chemii, protože cílem cvičení bylo stanovit koncentraci (w) komerčního octu. Titrace byla prováděna stejně jako v prvním pololetí při úvodním měření, tedy za pravidelného přidávání titračního činidla mikropipetou. Paní Malá musela na začátku zopakovat a procvičit se žáky práci s mikropipetou, aby při vlastním měření měli nabírání činidla nacvičeno a nedělali tak chyby při přidávcích. Jakmile si všichni vyzkoušeli nabírání roztoku, odkázala paní Malá žáky k pracovnímu listu, kde měli žáci vypsany přesný návod. Opět z nedostatku času upozornila, že je zásadní úlohu naměřit, neboť úvodní otázky a výpočty mohou dokončit doma. Upozornila žáky, že objem vzorku musí být odebrán přesně, tedy pipetou a veškeré nádobí musí být čisté.

Tentokrát byla připravena tři pracovní místa, aby maximum žáků bylo nuceno zapojit se do práce. Na cvičení přišlo sedm žáků: Anna pracovala s Jardou, Pavel s Filipem a Standa s Terezou a Lenkou. Tentokrát si žáci kromě zapojení elektrod museli nachystat i míchačku s míchadlem, což jim nečinilo potíže. Z dvojice Jarda a Anna se do zapojování a příprav pustila Anna, která měla tendenci posouvat práci kupředu, aby nebyly zbytečné prostoje. Zatímco skupiny pipetovali vzorek, žáci se ptali, zda by se neměla správně elektroda nakalibrovat jako při posledních měřeních. Tato úvaha byla správná, ale s paní Malou jsme kalibraci vědomě vynechaly, aby se práce nezdržovala. Tentokrát totiž nebylo potřeba změřit přesnou hodnotu pH, ale zjistit bod ekvivalence, tedy při jakém objemu dojde k neutralizaci. K výpočtu nebyla potřeba hodnota pH, proto nebyla nutná kalibrace; žákům se viditelně ulevilo. Anna s Jardou se domluvili, že se budou střídat v přidávcích a zvládali to současně se sledováním grafu. Jarda po určitém čase prohlásil: „*Ted' to hrozně skočilo!*“ a po chvíli vypnul měření. Paní Malá jej podpořila, že je to v pořádku šla zkontrolovat křivku. Viděla, že Jarda zastavil měření těsně za bodem ekvivalence, tak jej upozornila, že příště mají pokračovat o chvíli déle, hodnota pH 11 je jen orientační. Jarda nahlas dodal, že příště tedy do té doby, až bude pH skoro neměnné. Dvojice rychle nachystala nové měření a vzápětí měřila znovu. Jarda utrousil „*To bude stejný.*“ Anna: „*Není to stejný.*“ A paní Malá dodala, že záleží, jak budou přesní při měření. Podobně uvažovali i Filip s Pavlem: Filip se při titraci orientoval podle hodnoty pH – čekal, než dosáhnout hodnoty 11, jak bylo v návodu, jenže křivku již měli celou naměřenou. Paní Malá je upozornila, že se nemohou orientovat podle hodnoty pH, když nekalibrovali, ale podle tvaru titrační křivky. Poslední skupina Standy, Terezy a Lenky se v práci střídala tak, že jeden z trojice pouze pozoroval, jeden pipetoval a jeden sledoval křivku a čas a hlásil přídavky. Při třech měřeních se tak všichni stihli vystřídat při pipetování. Pro vyhodnocení dat bylo důležité odečíst bod ekvivalence. Jak skupiny měly již dvě měření, paní Malá skupiny obcházela a vysvětlovala, jak odečíst inflexní bod a jak čas přepočítat na použitý objem. Žáci snadno pochopili princip a byli schopni spočítat objem sami; jedině Jarda se při prvním vysvětlování nesoustředil, a tak mu později paní Malá musela ještě jednou výpočet vysvětlit. Standa, Pavel a Jarda společně s Annou uložili měření do svých složek, a protože vzápětí zvonilo, vyhodnocení a výpočet měli za úkol donést na další hodinu.

24. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, titrace vína

Stanovení celkové kyselosti vína je principiálně stejná úloha jako stanovení kyseliny octové v octu. Žáci by tedy nemělo nic nečekaného překvapit a tato úloha sloužila k procvičení a upevnění dovedností a znalostí získaných předchozím měřením. Paní Malá úlohu uvedla slovy, že je podobná minulému cvičení, a proto by žáci měli stihnout troje stanovení.

Žáci vytvořili tři skupiny a opět byl problém se zařazením Pepy, všichni se odvraceli zády. Nakonec byl v trojici s Filipem a Matějem, který také minule chyběl. Filip navíc dostal od paní Malé úkol, aby pipetování a práci naučil oba dva spolužáky. Filip se sice netvářil nadšeně, zvláště kvůli Pepovi, ale nijak zvláště mu to nevadilo, poněvadž byl svou povahou diskutér, rád nad věcmi přemýšlel a vysvětloval je ostatním, což v tomto momentě bylo žádoucí. Filip opravdu naučil Pepu a Matěje pipetovat mikropipetou, jenže první měření, kdy pipetoval Pepa, bylo zjevně špatné. Filip hlásil pětisekundové přídávky, což pro nováčka může být krátká doba, navíc pro tak nesebejistého žáka, jako byl Pepa. Po chvíli pozorování přišla první výtka od Matěje „*Ty nabíráš pokaždé jinak!*“ a zanedlouho od Filipa „*Až ti řeknu teď, tak to tam musíš nalít.*“ Matěj mezitím obhlížel grafy ostatních skupin, ale stačil sledovat, jak probíhá měření v jejich skupině a Pepovi sám o sobě dolil hydroxid. Když se při dalším měření vyměnili a Pepa hlásil Matějovi, opět došlo ke konfliktu, protože Pepa nedokázal pravidelně hlásit přídávky, protože ho zmátlo odpočítávání pozpátku, zatímco čas plynul dopředu. Pepu tedy vystřídal Filip, který si po chvíli dělal z Matěje legraci a odpočítával mu čas přídávku schválně špatně. Matěj to však od Filipa přijal sportovně a se smíchem ho napomenul. Při této situaci se naplno projevilo, jak je Pepa přijímán spolužáky. Anna pracovala tentokrát s Pavlem a zprvu jí to vůbec nebylo po chuti, protože s ním jednak nikdy ve skupině zatím nelaborovala, ale zřejmě k němu měla i vzdálenější vztah. Možná také odpozovala, že Pavel se do manuální práce příliš nehrne, takže věděla, že většina práce bude na ní. Pavel nastavil měření v programu, zatímco Anna odebrala vzorek a nachystala se k prvnímu měření. V průběhu titrace však volali paní Malou o pomoc, protože se jim nezdál tvar vznikající křivky. Na kolísající hodnoty však nebyla schopna cokoli říci, takže mne poprosila, zda bych se na to také nepodívala. Křivka vypadala, jako by elektroda ani neindikovala, takže jsem navrhla vyměnit elektrodu, kterou jsme měli pro tento případ v záloze. Pavel šel nyní poprvé vymýt vzorek, protože Anna musela jít pro nový vzorek vína a zapojovala novou elektrodu. Pavel měl chvíli možnost podívat se k vedlejší skupince a Jardu upozorňoval na zvláštní barvu vína při titraci (to znamenalo, že oni již měli vzorek ztitrovaný), jenže mu nikdo nevěnoval pozornost. Až později se Standa začal smát nad výlevkou, když vymýval zelené víno. Anna s Pavlem sice měli zpoždění kvůli nefunkční elektrodě, ale díky jejich zručnosti zvládli naměřit všechna tři měření za stejnou dobu jako skupina Standy, Terezy a Jardy. Ti se postupně vystřídali u pipetování mikropipetou a očividně si to všichni užívali. Věděli, jak mají nastavit program, jaký je princip titrace, odečtení bodu ekvivalence a výpočet zatím neřešili, takže se bavili hlášením a přidáváním přídávků. Když se k programu dostala Tereza, nebyla si jistá, kde má hledat zobrazení grafu, ale Standa jí radil, takže nakonec dosáhla, čeho potřebovala. Během cvičení se zdálo, že žáci nestihnou třetí měření, ačkoli se to na začátku slíbilo, ale pět minut před koncem hodiny nakonec paní Malá vyhodnotila, že to žáci zvládnou a tak je popohnala, ať ještě jedno měření provedou. Skupiny Standy a spol. a Anny a Pavla to opravdu zvládly, třetí skupina s Pepou pracovala ještě o přestávce, protože u pipetování byl opět Pepa a stále s tím bojoval, přestože jej chvíli před tím Filip znovu učil pipetovat. Pepa potřeboval více času na zvládnutí manuálních dovedností, ale nedokázal ani pracovat pod stresem, který byl způsoben vyžadovanou prací – pravidelnými časovými přídávky, ale také třídním prostředím, které jej nepřijímalo.

25. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, měření vodivosti

Poslední dvě úlohy se věnovaly vodivosti. Jelikož se žáci s konceptem vodivosti roztoků dosud nesetkali, zařadily jsme před konduktometrickou titrací úlohu na přímou konduktometrii, která sestává ze čtyř měření. Paní Malá žáky na začátku upozornila, že se pracuje ve stejném programu, ale s jiným čidlem, a vysvětlila, jak se s vodivostním čidlem zachází – upozornila na nutnost pořádného oplachování destilovanou vodou.

Žáci se rozdělili do třech skupin a začali sestavovat pracovní místo. Pavel se ihned ujal práce okolo počítače a programu, zatímco spolupracující Matěj chystal elektrodu a Filip pročítal pracovní list a rozmyšlel nahlas nad úlohou, jak co udělat. Tyto úlohy si hoši ponechali po celou dobu měření, ale všichni se zároveň v případě potřeby radili, o dalším postupu. Sami si rozdělili práci, takže tentokrát pracovali poměrně efektivně. Občas došlo ke střetu Filipa a Matěje, kdy Matěj měl přesnou představu, že potřebuje nahrubo od NaCl vymýt elektrodu, takže neřešil dočista čistou kádinku a chtěl elektrodu ponořit do nevymyté kádinky, ale Filip to považoval za velkou chybu. Našli nakonec smířčí řešení, když Filip alespoň vypláchnul kádinku a pak do ní napustil novou vodu. Pavel byl celou dobu pouze u počítače a popisoval grafy a staral se o spouštění měření. Matěj prováděl vlastní měření a nejvíce se podílel na organizaci práce a říkal Filipovi, co má podávat za vzorky. Filip se tedy staral o nošení vzorků a mezitím se zaujetím bádával nad měřeními. Ve skupině Jarďa – Anna – Lenka byli nejaktivnější Jarďa a Anna: společně se střídali v měnění vzorků a práci s programem. Lenka zajišťovala oplachování elektrody před dalším měřením a navzdory poměrně jednoduché práci se alespoň myšlenkově zapojovala do měření. Při třetí úloze se jako první odvážila a řekla paní Malé, že „*se tam nic neděje*“, i když pak upřesnila, že se vodivost trochu zvedla. Paní Malá na to s úsměvem reagovala: „*Vidíte, říkali jsme si, že si k tomu dopředu nic říkat nebudem a vy na to přijdete.*“ Po chvíli ticha Lenka, možná trochu naivně, prohlásila: „*No tak cukr prostě není vodivý.*“ „*No ona sama voda taky není vodivá.*“, dodal Jarďa. „*Výborně.*“, odpověděla paní Malá, „*Už se začínáte dostávat k jádru věci.*“ Všichni žáci pozorně poslouchali a uvažovali, jak s touto náповědou naložit. Matěj a Pavel z vedlejší skupinky si k sobě řekli, že jsou snad jediní, kteří něco naměřili. Jenže to byla ukvapená úvaha, protože neporovnali získané hodnoty, a tím nedomysleli, že naměřili hodnotu jen o něco vyšší než u destilované vody.

Pouze ve dvojici pracovali tentokrát Standa s Terezou. Tereza měla ten den horší náladu než obvykle. Přišla pozdě a rozladěná, takže se zdálo, že jí vlastně nevdá přítomnost kamery, ale spíše má nějaké potíže. Standa nebyl tentokrát tak veselý, protože viděl, že Tereza není ve své kůži, a snažil se k ní být ohleduplný. Tím, že Tereza dorazila později a Standa na ni čekal, měli menší zpoždění, ale rozdělili si dobře práci, takže brzy zmenšili náskok ostatních. Tereza se nabídla, že bude vyplňovat hodnoty i do Standova pracovního listu, za což byl rád. Standa se totiž staral o měření a elektrodu a Tereza nosila vzorky a psala výsledky. Paní Malá jim před koncem hodiny řekla, ať už poslední úlohu neměří, ale když ostatní měli poslední část téměř naměřenu, vzala kádinky se vzorky kyseliny a zásady a dala je Standovi, ať je také přeměří, protože to zabralo ani ne minutu. Všichni tak stihli přeměřit všechny čtyři úlohy včas a zbylo jim pár minut na to, aby mohli vyplnit pracovní list. Lenka po úklidu ještě kontrolovala své závěry s Anniným pracovním listem a objevila tam rozdíl. Byla přesvědčena o tom, že má Anna špatně závěrečný úkol, a tak ji na to upozornila. Anna bez rozmyšlení zvolila variantu podle Lenky, ta však byla nakonec špatná (*S rostoucí koncentrací klesá vodivost roztoku.*).

26. Etnografický popis: Gymnázium A, sexta, konduktometrická titrace

Srážecí titrace indikovaná konduktometricky je založena na principu vzniku nevodivé sloučeniny – vody. Titrační křivka tak vypadá rozdílně od potenciometrické titrační křivky, vodivostní má tvar V.

Na posledním cvičení byli přítomni všichni žáci a rozdělili se tedy do třech skupin. Tentokrát se Pepa přidal k Jardovi s Annou, kteří se nijak nebránili. Standa pracoval opět s Terezou a Lenkou a poslední trojice byla Pavel, Matěj a Filip. Na začátku hodiny dostali žáci pracovní list, který začali vyplňovat – sestavovali rovnici reakce. Po chvíli paní Malá s žáky začala probírat sestavení iontové rovnice, aby si žáci uvědomili, co při měření bude způsobovat vodivost roztoku. Explicitně však nebylo popsáno, jakou titrační křivku mají žáci očekávat a z jakého důvodu bude mít jiný tvar než titrační křivky, které naměřili při potenciometrii. Po krátkém úvodu se žáci ihned pustili do práce, odměřovali vzorek vodovodní vody a nastavovali program. Ve skupinách se nastavení programu ujali Pavel, Standa a Anna a Jarda společně. Vzhledem k tomu, že měli již zkušenosti, deset minut po začátku hodiny již titrovali první vzorek. Před spuštěním měření si Tereza pamatovala z minulé hodiny, že bylo potřeba měnit rozsah čidla, dala jej do polohy, v jaké bylo na konci minulého cvičení, což však bylo pro koncentrované roztoky. Přeptala se pro kontrolu paní Malé a ta odpověděla, že vodovodní voda je velmi málo koncentrovaný roztok, čili rozsah musí být co nejmenší. Připomněla rovněž všem skupinám, ať si optimalizují rozsah grafu, nebo žádné změny v grafu neuvidí. Po chvíli jsme zkontrolovali měření křivky, neboť žáci titrovali vzorek nezvykle dlouho. Zjistily jsme, že křivky už mají dávno naměřené, ale zřejmě očekávali titrační bod jako u potenciometrické titrace a ten stále nepřicházel. Paní Malá tedy žáky upozornila, že titrační bod už mají naměřený a vysvětlila, kde jej mají hledat. Když Standa a spol. naměřili druhou křivku, přeptali se paní Malé, jestli musejí naměřit i třetí křivku, když dvě vyšly úplně stejně. Paní Malá je ocenila, že to je fajn, že mají dvě stejné křivky, ale ať přeměří i tu třetí, ať zjistí, jak moc přesní byli.

Laboratorní práce, včetně měření probíhala ve svižném tempu, neboť žáci věděli, jak mají pracovat a co mají očekávat. Žáci se střídali v titrování vzorku mikropipetou a celé měření měli hotové za půl hodinu. Mohli tak uklízet a v klidu překreslovat a vyhodnocovat graf. Tereza a Standa se podívali nad rozdílnými počátečními hodnotami vodivosti, ale paní Malá jim vysvětlila, že záleží, jak dobře byla vymytá elektroda před jednotlivými měřeními. Když si Lenka překreslovala graf, nevěděla přesnou polohu bodu ekvivalence, ale neuměla ji v programu odečíst. Standa jí tedy bod odečetl a pak pokračoval v úklidu. Když začala doplňovat pracovní list Tereza, hledala si bod ekvivalence sama a Lenka jí asistovala, aby si opsala i zbývající.

2. LP – Chemický děj

Úkoly:

1. Pozorujte změnu zbarvení reakce oranžového roztoku dichromanu draselného (ten je okyselený pár kapkami kyseliny sírové) s bezbarvým ethanolem.
Napište vyčíslenou rovnici: ethanol + dichroman draselný + kyselina sírová → ethanal (C_2H_4O) + síran draselný + síran chromitý + voda
2. Pozorujte rozklad dichromanu draselného (sopka na stole)
Napište vyčíslenou rovnici: dichroman amonný → oxid chromitý + dusík + voda
3. Pozorujte, jak katalyzátor ovlivňuje průběh reakce
Napište vyčíslenou rovnici: peroxid vodíku (za přítomnosti katalyzátoru oxidu manganičitého) → kyslík + voda
4. Pozorujte průběh srážecí reakce.
Napište vyčíslené rovnice všech čtyř probíhajících reakcí.
Jaké množství vody a chloridu železitého je třeba pro přípravu 350 gramů 3 % roztoku?

Postup:

1. K okyselenému roztoku dichromanu draselného ve zkumavce přidejte opatrně několik cm^3 ethanolu. Pozorujte změnu zbarvení (na zeleno).
2. Na sítku dejte porcelánovou misku, do středu navršte cca 4 g dichromanu amonného ve tvaru kužele. Pomalu zahřívejte. Jakmile se dichroman začne rozkládat, zahřívání ukončete, reakce dál probíhá samovolně do rozkladu veškerého dichromanu. Přiklopte suchou kádinkou, aby se pevný produkt rozkladu nerozptýlil po okolí. Kádinka se orosí.
3. Peroxid vodíku se rozkládá jen pomalu. Přidáte-li k němu práškový oxid manganičitý, reakce proběhne velmi rychle. Důkaz uvolňujícího se kyslíku proveďte doutnajícím špejlí, která se vznítí. Do čtyř zkumavek s 0,1 g MnO_2 přilijte po 10 ml roztoků peroxidu vodíku (0,5 %, 2 %, 3,5 %, 5 %). Poté sledujte změnu teploty jednotlivých roztoků. Měřte koncentraci uvolněného plynu u jednotlivých vzorků.
4. Připravte si 6 zkumavek s 5 % roztoky: 1. $FeCl_3$, 2. $CuSO_4$, 3. $AgNO_3$, 4. $Pb(NO_3)_2$, 5. $NaOH$, 6. K_2CrO_4 . Smísením 1 a 5 → hnědočervená sraženina hydroxidu železitého, 2 a 5 → světlemodrá sraženina hydroxidu měďnatého, 3 a 6 → červenohnědá sraženina chromanu stříbrného, 4 a 6 → žlutá sraženina chromanu olovnatého.

U protokolu nezapomeňte na hlavičku, pomůcky, úkoly, závěr... !!

Ti, kteří na LP nebyli odevzdají protokol, který bude obsahovat:

- teorii problému (co to jsou rozkladné reakce, srážecí, jak katalyzátor ovlivňuje průběh reakce...)
- napíšou vyčíslené rovnice všech čtyř úkolů, vypočítají příklad

28. Příklad protokolu z laboratorního cvičení *Chemický děj*

Domínka Brodová
Kvára
Datum konání LP:
Datum odevzání protokolu:

2LP- CHEMICKÝ DĚJ

Úkol:

1. Pozorujte změnu zbarvení reakce oranžového roztoku dichromanu draselného (ten je okyselený pár kapkami kyseliny sírové) s bicbarvým ethanolem. Napište vyčíslenou rovnici: ethanol + dichroman draselný + kyselina sírová → ethanol (C₂H₅OH) + síran draselný + síran chromitý + voda
2. Pozorujte rozklad dichromanu draselného (sopečka na stole) Napište vyčíslenou rovnici: dichroman amonný → oxid chromitý + dusík + voda
3. Pozorujte, jak katalyzátor ovlivňuje průběh reakce Napište vyčíslenou rovnici: peroxid vodíku (za přítomnosti katalyzátoru oxidu manganického) → kyslík + voda
4. Pozorujte průběh srážecí reakce. Napište vyčíslené rovnice všech čtyř probíhajících reakcí. Jaké množství vody a chloridu železitého je třeba pro přípravu 350 gramů 3% roztoku?

Pomůcky:
Kádinka, sířka, porcelánová míška, zkumavky, stojan na zkumavky

Chemikálie:
Dichroman draselný, Kyselina sírová, etanol, dichroman amonný, FeCl₃, CuSO₄, AgNO₃, Pb(NO₃)₂, NaOH, K₂Cr₂O₇

Postup:

1. K roztoku dichromanu draselného (okyseleného pár kapkami kyseliny sírové) ve zkumavce jsme přidali opatrně několik cm³ ethanolu. Vzniklé srážetina, tekutina nahoře je průhledná a tekutina dole je zbarvěná.

Vyčíslená rovnice:
ethanol + dichroman draselný + kyselina sírová → ethanol(C₂H₅O) + síran draselný + síran chromitý + voda

$$3 C_2H_5OH + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow 3 C_2H_4O + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7 H_2O$$
- 2. Na sířku jsme dali porcelánovou míčku a do středu jsme narvali cca 4g dichromanu amonného na hromádku. Pomalu jsme začali dichroman zahřívát. Jakmile se dichroman začal rozkládat, ihned jsme obličvaní ukončili. Reakce proběhla dle samovolně do roztoku veškerého dichromanu. Přiklopil jsme ho kálicí, abychom zabránili rozplytí. Kálicí se evni. Důkaz, že vzniká voda. Ethanol se zbarví na zeleno.

Drobné poznámky:
dichroman amonný → oxid chromitý + dusík + voda

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow N_2 + Cr_2O_3 + 4 H_2O$$

3- a) Pozorujeme, jak katalyzátor ovlivní průběh reakce. Peroxid vodíku se rozkládá jen pomalu. Přidáme k němu práškový oxid manganický, tak reakce proběhne velmi rychle. Důkaz že se při reakci uvolňuje kyslík jsme dokázali doutnající špejli- vzrůstala se.

Rovnice:
peroxid vodíku (za přítomnosti katalyzátoru oxidu manganického) → kyslík + voda

$$2 H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2 H_2O$$

b) Do 4 zkumavek s 0,1g MnO₂ přilijeme po 10ml roztoků peroxidu vodíku různých koncentrací (0,5%, 2%, 3,5%, 5%). Zaznamenávali jsme změny teplot, měřili koncentraci uvolněného plynu u jednotlivých vzorků a sestojíme na těchto základních graf.

Z této dolůhly jsme se dozvěděli, že čím je větší koncentrace látky, tím víc se uvolní tepla.

4- Připravili jsme si 6 zkumavek s 5% roztoků:
a) FeCl₃
b) CuSO₄

Drobné poznámky:
d) AgNO₃
d) Pb(NO₃)₂
e) NaOH
f) K₂Cr₂O₇

Poté smísíme:
a) FeCl₃ + e) NaOH → hnědočervená srážetina hydroxidů železitého
b) CuSO₄ + e) NaOH → světlomodrá srážetina hydroxidů železitého
c) AgNO₃ + f) K₂Cr₂O₇ → červená hrudka srážetina chromanu stříbrného
d) Pb(NO₃)₂ + f) K₂Cr₂O₇ → žlutá srážetina chromanu olovnatého

Vyčíslené rovnice:
a) $FeCl_3 + 3 NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 + 3 NaCl$
b) $CuSO_4 + 2 NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$
c) $2 AgNO_3 + K_2Cr_2O_7 \rightarrow Ag_2CrO_4 + 2 KNO_3$
d) $Pb(NO_3)_2 + K_2Cr_2O_7 \rightarrow PbCrO_4 + 2 KNO_3$

Úkol:
Jaké množství vody a chloridu železitého je třeba pro přípravu 350 gramů 3% roztoku?
M, ... 3,50
-10,53
3% 10,15g
339,15g

Příklad:
Příklad: 10,15g FeCl₃ a 339,15g vody (339,15 ml)

Závěr:
V této hodině jsme pozorovali průběhy srážecích reakcí. Jaký má vliv katalyzátor na průběh reakce a jak koncentrace látky působí v reakci.

3. LP – pH, hydrolyza solí

Úkoly:

1. Určete hodnotu pH 4 neznámých vzorků. Vypočítejte příklady.
2. Změřte pH kyseliny (a) a zásady (b) a výsledné pH reakce podle hydrolyzy iontů. Určete, která zásada (kyselina) reagovala se zjištěnou kyselinou (zásadou). Napište vzorce všech níže uvedených sloučenin a rovnice obou uskutečněných reakcí. Vypočítejte příklad.

Postupy:

1. Pomocí roztoku fenolftaleinu zjistěte, zda neznámý roztok je zásada nebo zda je roztok neutrální, či kyselý. Pak pomocí univerzálního indikátoru zjistěte přibližné pH. Přesnou hodnotu pH určete pH – metrem. Podle hodnoty pH určete koncentraci látky. Vypočítejte množství „surovin“ pro přípravu 300 ml 0,3 molárního roztoku NaOH. Jaké množství NaOH je ve 140 gramech 3% roztoku ?
2. Pomocí pH – metru určete, zda vzorek a) je silná nebo slabá kyselina [1. sírová nebo 2. uhličitá]. Obě kyseliny mají stejnou koncentraci – 0,01 mol/dm³. Přilijte roztok zásady b) a změřením výsledného pH určete, zda s kyselinou reagovala slabá (silná) zásada [hydroxid 1. sodný nebo 2. amonný]. Uvědomte si (pro případné výpočty), že kyselina je dvojsytná a zásada jednosytná, takže hodnota pH bude vlastně dvojnásobná. Jednu molekulu dvojsytné kyseliny zneutralizují 2 molekuly jednosytné zásady. Totéž proveďte s druhým vzorkem: pomocí pH – metru určete, zda c) je silná (slabá) zásada [hydroxid 1. sodný nebo 2. amonný]. Obě zásady mají opět stejnou koncentraci (to je zdůrazněno proto, abyste si nespojili informaci, že slabá kyselina/zásada má vždy vyšší pH než silná kyselina/zásada; pH zředěné silné kyseliny/zásady může být nižší než pH koncentrované slabé kyseliny/zásady; takže nezapomeňte na informaci o koncentraci!). Po přilítí roztoku kyseliny d), změřte výsledné pH a určete, zda se zásadou reagovala silná (slabá) kyselina [1. chlorovodíková nebo 2. kyanovodíková]. Výsledky zdůvodněte. Kolik gramů 40 % kyseliny sírové bude třeba na neutralizaci 336 g hydroxidu draselného (začněte napsáním vyčíslené rovnice!)?

U protokolu nezapomeňte na hlavičku, pomůcky, úkoly, závěr... !!

Ti, kteří na LP nebyli odevzdají protokol, který bude obsahovat:

- teorii problému (co je to pH, co je to hydrolyza solí, aniontů a kationtů)
- napíšou vzorce a rovnice
- vypočítají příklady

30. Příklad protokolu z laboratorního cvičení pH

3. laboratorní práce - pH a hydrolyza soli

Úkol:

- Určete hodnotu pH 4 neznámých vzorků. Vypočítejte příklady.
- Změňte pH kyseliny (a) a zásady (b) a výsledné pH reakce podle hydrolyzy iontů. Určete která zásada (kyselina) reagovala se zjištěnou kyselinou (zásadou). Napište vzorce všech nálezů uvedených složek a rovnice obou uskutečněných reakcí. Vypočítejte příklad.

Postup:

- Pomocí roztoku fenolftaleinu jsme zjistili, zda je neznámý roztok zásada nebo zda je roztok neutrální, či kyselý. Pak jsme pomocí univerzálního indikátoru zjistili přibližné pH. Přesnou hodnotu pH jsme určili pH - metrem.
- Pomocí pH - metru jsme určovali, zda vzorek a) je silná nebo slabá kyselina. Přišli jsme roztok zásady b) a změřením výsledného pH určili, zda s kyselinou reagovala slabá (silná) zásada. Opět jsme pomocí pH - metru určovali, zda c) je silná (slabá) zásada. Po přilnutí roztoku kyseliny d), jsme změřili výsledné pH a určili, zda se zásadou reagovala silná (slabá) kyselina.

Pomůcky:
Nikolův zkuševník, pH - metr, notebook a univerzální indikátor.

Použitá literatura:
roztok fenolftaleinu, NaOH, Kys Sírová a kyanovodíková.

Výpočty příkladů:

- Vypočítejte množství „surovin“ pro přípravu 300 ml 0,3 molárního roztoku NaOH. Jaké množství NaOH je ve 140 g 3% roztoku?

Handwritten calculations:

3% H₂OH obchopi 3g ne 100ml
Vc 140ml = 3.140/100 = 4,2g NaOH

3) Kolik gramů 40% kyseliny sírové bude třeba na neutralizaci 336 g hydroxidu draselného

$$H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + 2H_2O$$

$$98 = 2 \cdot 56 = 112$$

$$X = 336 \cdot 98 : 112 = 294g H_2SO_4$$

100% of

1.) H₂SO₄ + 2KCO₃ → K₂SO₄ + 2H₂O

2.) H₂SO₄ + 2K₂CO₃ → K₂SO₄ + 2H₂O
 H₂SO₄ + 2NH₄(OH) → (NH₄)₂SO₄ + 2H₂O
 H₂CO₃ + 2NaOH → Na₂CO₃ + 2H₂O
 Výsledky roztoků: 2NH₄(OH) → (NH₄)₂CO₃ + 2H₂O

Příloha 1:

1. roztok je kyselý, podle univerzálního indikátoru nám vyšlo pH 3, ale podle pH metru 1.
2. roztok je také kyselý podle univerzálního indikátoru nám vyšlo pH 2 a podle pH metru 1.
3. roztok je zásada, podle univerzálního indikátoru nám vyšlo pH 8 a podle pH metru 1,6
4. roztok je neutrální, podle univerzálního indikátoru nám vyšlo 5 a podle pH metru 7,6

Příloha 2:

- 1.) Naměřené pH samotné kyseliny bylo 3,5, když jsme přidali hydroxid vyšlo nám 7,3, reagovala kyselina sírová a hydroxid sodný.
- 2.) Naměřené pH samotné zásady bylo 10,2, když jsme přidali kyselinu vyšlo nám 7,76 (bylo to na 3 pokus a nepřesné, správně by mělo vyjít pH 4,5)
Reagoval hydroxid sodný a kyselina kyanovodíková.

3. laboratorní práce - pH a hydrolyza soli

Úkol:

- Určete hodnotu pH 4 neznámých vzorků. Vypočítejte příklady.
- Změňte pH kyseliny (a) a zásady (b) a výsledné pH reakce podle hydrolyzy iontů. Určete která zásada (kyselina) reagovala se zjištěnou kyselinou (zásadou). Napište vzorce všech nálezů uvedených složek a rovnice obou uskutečněných reakcí. Vypočítejte příklad.

Postup:

- Pomocí roztoku fenolftaleinu jsme zjistili, zda je neznámý roztok zásada nebo zda je roztok neutrální, či kyselý. Pak jsme pomocí univerzálního indikátoru zjistili přibližné pH. Přesnou hodnotu pH jsme určili pH - metrem.
- Pomocí pH - metru jsme určovali, zda vzorek a) je silná nebo slabá kyselina. Přišli jsme roztok zásady b) a změřením výsledného pH určili, zda s kyselinou reagovala slabá (silná) zásada. Opět jsme pomocí pH - metru určovali, zda c) je silná (slabá) zásada. Po přilnutí roztoku kyseliny d), jsme změřili výsledné pH a určili, zda se zásadou reagovala silná (slabá) kyselina.

Pomůcky:
Nikolův zkuševník, pH - metr, notebook a univerzální indikátor.

Použitá literatura:
roztok fenolftaleinu, NaOH, Kys Sírová a kyanovodíková.

Výpočty příkladů:

- Vypočítejte množství „surovin“ pro přípravu 300 ml 0,3 molárního roztoku NaOH. Jaké množství NaOH je ve 140 g 3% roztoku?

Handwritten calculations:

3% H₂OH obchopi 3g ne 100ml
Vc 140ml = 3.140/100 = 4,2g NaOH

3) Kolik gramů 40% kyseliny sírové bude třeba na neutralizaci 336 g hydroxidu draselného

$$H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + 2H_2O$$

$$98 = 2 \cdot 56 = 112$$

$$X = 336 \cdot 98 : 112 = 294g H_2SO_4$$

100% of

1.) H₂SO₄ + 2KCO₃ → K₂SO₄ + 2H₂O

2.) H₂SO₄ + 2K₂CO₃ → K₂SO₄ + 2H₂O
 H₂SO₄ + 2NH₄(OH) → (NH₄)₂SO₄ + 2H₂O
 H₂CO₃ + 2NaOH → Na₂CO₃ + 2H₂O
 Výsledky roztoků: 2NH₄(OH) → (NH₄)₂CO₃ + 2H₂O

Příloha 1:

1. roztok je kyselý, podle univerzálního indikátoru nám vyšlo pH 3, ale podle pH metru 1.
2. roztok je také kyselý podle univerzálního indikátoru nám vyšlo pH 2 a podle pH metru 1.
3. roztok je zásada, podle univerzálního indikátoru nám vyšlo pH 8 a podle pH metru 1,6
4. roztok je neutrální, podle univerzálního indikátoru nám vyšlo 5 a podle pH metru 7,6

Příloha 2:

- 1.) Naměřené pH samotné kyseliny bylo 3,5, když jsme přidali hydroxid vyšlo nám 7,3, reagovala kyselina sírová a hydroxid sodný.
- 2.) Naměřené pH samotné zásady bylo 10,2, když jsme přidali kyselinu vyšlo nám 7,76 (bylo to na 3 pokus a nepřesné, správně by mělo vyjít pH 4,5)
Reagoval hydroxid sodný a kyselina kyanovodíková.

4. LP – Vliv podmínek na rychlost reakce

Úkoly:

1. Zjistěte, jak teplota ovlivňuje rychlost reakce.
2. Zjistěte, jak rychlost reakce ovlivňuje velikost povrchu reagujících látek.
3. Zjistěte vliv koncentrace reaktantů na rychlost reakce.
4. Vypočítejte příklady.

Postupy:

1. Do 3 zkumavek odpipetujte 5 ml 0,5 molární HCl. První zkumavku dejte do ledové lázně, druhou nechte při pokojové teplotě, třetí ponořte do horké lázně. Po chvilce temperování vhodte 2 cm hořčíkové pásky. Měřte tlak do doby než „odskočí“ zátka ze zkumavky. Nakreslete jednoduchou křivku závislosti rychlosti reakce (nárůstu tlaku) na teplotě.
2. Do 2 zkumavek odpipetujte po 5 ml 0,5 molární HCl. Odstříhnete dva 2cm kousky hořčíkové pásky, jeden kousek rozstříhejte. Měřte tlak do té doby než „odskočí“ zátka ze zkumavky.
3. Do 4 zkumavek odpipetujte 5 ml HCl následujících koncentrací: 0,1 M – 0,5 M – 0,8 M – 1M. Postupně vhazujte 2 cm kousky hořčíkové pásky a měřte nárůst tlaku do doby „odskočení“ víčka. Nakreslete jednoduchou křivku závislosti rychlosti reakce (nárůstu tlaku) na koncentraci HCl.
4. a) Kolik g HCl je obsaženo v 5 ml 1M roztoku? b) Kolik hmotnostních % hořčíku a chloru obsahuje chlorid hořečnatý? c) Jaký objem má 0,5 g vodíku? d) Kolik g HCl je v 5 ml 30 % HCl ($\rho = 1,15 \text{ g/ml}$).

Otázky před LP:

1. Napište vyčíslenou rovnici reakce hořčíku s kyselinou chlorovodíkovou a u reaktantů i produktů, do závorky uveďte skupenství.
2. Pro měření rychlosti reakce bude používán senzor tlaku. U které látky budeme sledovat tlak? Které podmínky ovlivňují rychlost reakce (množství vzniklého plynu)?
3. Jaký praktický význam má kontrola rychlosti reakce?
4. Jaký vliv na reakci má (s výjimkou silně exotermických reakcí) teplota? Vysvětlete.
5. Jaký vliv na reakci má povrch reagujících látek? Vysvětlete.
6. Jaký vliv na rychlost reakce má zvýšení koncentrace jednoho z reaktantů? Vysvětlete.

32. Příklad protokolu z laboratorního cvičení *Rychlost reakce* (kvinta)

52
VLIV PODMÍNEK NA RYCHLOST REAKCE

ÚKOLY:

- Zjistěte, jak teplota ovlivňuje rychlost reakce
- Zjistěte, jak rychlost reakce ovlivňuje velikost povrchu reagujících látek.
- Zjistěte vliv koncentrace reaktantů a rychlost reakce.
- Upracujte příklady

POMŮCKY:
 Pipeta, zkumavky, puzička, hořčičková pasta, křídlový prášek, prášek pro dobačky, nitřky, masticke

CHEMICKALIE:
 HCl

POSTUPY:

- Do 3 zkumavek jsme odpipetovali 5ml 0,5 molární HCl.
- První zkumavku jsme dali do ledové lázně, druhou do vody o pokojové teplotě a třetí byla přirozeně do horké lázně. Po 30 sekundách jsme vložili 2cm křídlovou pastu. HCl se jednoduše do té doby dokud začla zkumavky vyjetičit.
- Křídlová pasta závislost na rychlosti reakce a teplotě:

• Horká voda
 • Teplota pokojová
 • Ledová voda

Komunikace k protokolu - čím větší je teplota reagujících látek, tím větší je rychlost reakce (reakce) - Rychlost reakce s roztokem teplotně

Do 2 zkumavek jsme odpipetovali po 5ml vodního HCl. Odšťáhlé jsme dva 2cm kousky hořčičkové pasty a 1 kousek jsme roztrhali a umístili tak do té doby dokud začla zkumavky vyjetičit

• zkumavka s ledovou lázní
 • zkumavka s pokojovou teplotou

• 0,5 mol/l
 • 1 mol/l

Do 4 zkumavek odpipetovali 5ml HCl s koncentrací:

- 1 zkumavka - 0,1M
- 2 zkumavky - 0,5M
- 3 zkumavky - 0,8M
- 4 zkumavky - 1M

Pochopit vztahy mezi 2cm kousky hořčičkové pasty a umístění v lázni. Vše od doby vložení více křídlové pasta závislost reakce na koncentraci HCl.

Směs k příkladu 3.3

Čím větší je koncentrace reagujících látek tím rychlejší je rychlost reakce

Rychlost reakce je přímo úměrná součinu koncentrací dohodnutých látek (zákon rychlosti reakce)

4. a) kolik g HCl je obsaženo v 1M roztoku 2

Mr [HCl] = 36,5
 M [HCl] = 36,5 g/mol
 5ml = 0,005 m³
 $\frac{36,5}{200} = 0,1825 \text{ g} = 1,825 \text{ g}$

b) kolik hmotnostních % hořčičky a chemie obsaženy chemie hořčičky

Mr [MgCO₃] = 2 * 36,5 + 24,3 = 71 + 24,3 = 95,3
 M [MgCO₃] = 95,3 g/mol
 95,3 g/mol 100%
 71g x

$\frac{71}{95,3} = \frac{x}{100}$
 x = 74,5%

Hořčička obsaženy 29,5% a chemie 74,5% = MgCO₃

c) Jaký objem má 0,5g vodíku?

$V = \frac{w_m}{m} = \frac{22,4}{4} = 5,6 \text{ l}$

H₂ 5,6 l/mol
 0,5g 0,5 mol
 0,5g vodíku má 5,6 l

d) kolik g HCl je v 5ml 30% HCl (ρ = 1,15)

$1,15 \cdot 5 = 5,75 \text{ g} \dots\dots 100\%$
 $\times 30\%$

 1,725g 30%

1,725g HCl je v 5ml 30% HCl ✓

Závěr

V této hodině laboratorních prací jsme se domohli co a jak ovlivňuje rychlost reakce a procvičili si počítání příkladů a nakresly grafy

33. Návod na laboratorní cvičení: B–KVINTA, 12. 3. 2009, miniLP: p.V

Nastavte počáteční objem na 60 ml. Pomocí čidla změřte tlak. Snižte objem na 48 ml a změřte tlak. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by měl tlak mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se snížením objemu, víte-li, že teplota vzduchu při 60 ml objemu byla 23 °C.

Nastavte počáteční objem na 60 ml. Pomocí čidla změřte tlak. Zvyšte tlak o 35 kPa. Odečtěte objem. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by objem měl mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se zvýšením tlaku, víte-li, že teplota vzduchu při 60 ml objemu byla 37 °C.

Pomocí čidla změřte tlak při objemu 42 ml. Zvyšte tlak o 20 kPa. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by objem měl mít a porovnejte s naměřeným. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se zvýšením tlaku, víte-li, že teplota vzduchu při 42 ml objemu byla 57 °C.

Nastavte počáteční objem 35 ml. Pomocí čidla změřte tlak. Snižte tlak o 15 kPa. Odečtěte objem. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by objem měl mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se snížením tlaku, víte-li, že teplota vzduchu při 35 ml objemu byla 47 °C.

Pomocí čidla nastavte počáteční tlak na 110 kPa. Změřte objem. Zvyšte objem o 26 ml a změřte tlak. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by měl tlak mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se zvýšením objemu, víte-li, že teplota vzduchu před zvětšením objemu byla 43 °C.

Nastavte počáteční objem na 50 ml. Pomocí čidla změřte tlak. Snižte objem na 38 ml a změřte tlak. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by měl tlak mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se snížením objemu, víte-li, že teplota vzduchu při 50 ml objemu byla 23 °C.

Nastavte počáteční objem na 40 ml. Pomocí čidla změřte tlak. Zvyšte tlak o 13 kPa. Odečtěte objem. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by objem měl mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se zvýšením tlaku, víte-li, že teplota vzduchu při 40 ml objemu byla 29 °C.

Pomocí čidla změřte tlak při objemu 44 ml. Zvyšte tlak o 19 kPa. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by objem měl mít a porovnejte s naměřeným. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se zvýšením tlaku, víte-li, že teplota vzduchu při 44 ml objemu byla 39 °C.

Nastavte počáteční objem 36 ml. Pomocí čidla změřte tlak. Snižte tlak o 8 kPa. Odečtěte objem. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by objem měl mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se snížením tlaku, víte-li, že teplota vzduchu při 36 ml objemu byla 24 °C.

Pomocí čidla nastavte počáteční tlak na 90 kPa. Změřte objem. Zvyšte objem o 16 ml a změřte tlak. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by měl tlak mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se zvýšením objemu, víte-li, že teplota vzduchu před zvýšením objemu byla 28 °C.

Nastavte počáteční objem na 54 ml. Pomocí čidla změřte tlak. Snižte objem na 48 ml a změřte tlak. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by měl tlak mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se snížením objemu, víte-li, že teplota vzduchu při 54 ml objemu byla 28 °C.

Nastavte počáteční objem na 48 ml. Pomocí čidla změřte tlak. Zvyšte tlak o 25 kPa. Odečtěte objem. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by objem měl mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se zvýšením tlaku, víte-li, že teplota vzduchu při 48 ml objemu byla 37 °C.

Pomocí čidla změřte tlak při objemu 52 ml. Zvyšte tlak o 20 kPa. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by objem měl mít a porovnejte s naměřeným. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se zvýšením tlaku, víte-li, že teplota vzduchu při 52 ml objemu byla 57 °C.

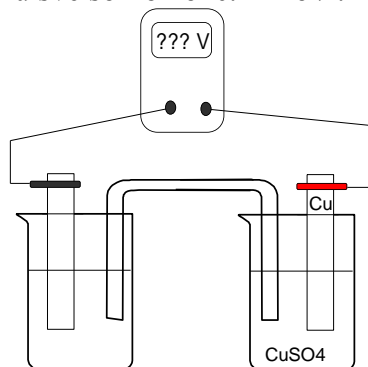
Nastavte počáteční objem 35 ml. Pomocí čidla změřte tlak. Snižte tlak o 25 kPa. Odečtěte objem. Výpočtem zjistěte, jakou hodnotu by objem měl mít. Spočítejte chybu měření v %. Vypočítejte, jak se změní teplota se snížením tlaku, víte-li, že teplota vzduchu při 35 ml objemu byla 47 °C.

35. Podklady pro spolupracující vyučující: téma Ušlechtilost kovů (B-KVINTA)

„Ušlechtilost“ kovů

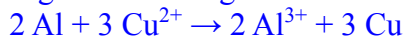
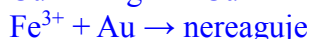
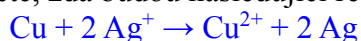
Úkoly:

1. Zjistěte, jak velké napětí je na vyrobeném článku, kdy jedna z elektrod je měď. Sestavte aparaturu uvedenou na obrázku. Kádinky (poločlánky) musí být propojeny vodivým můstkem. Na jedné straně mějte vždy měděný poločlánek, druhý poločlánek měňte podle kovu. Článek je složen z kovu ponořeného do roztoku své soli o konc. 1 mol/l.



2. Výsledky u jednotlivých článků запиšte do tabulky. Podle velikosti napětí seřadte kovy od nejméně ušlechtilého po nejušlechtlejší.

3. Určete, zda budou následující reakce probíhat:



4. Vypočítejte, kolik bylo třeba odvážit síranu zinečnatého pro přípravu 50 ml roztoku o koncentraci 1 mol/l. $M(\text{ZnSO}_4 \text{ bezv.}) = 161,47 \text{ g/mol}$

$$m = c \cdot V \cdot M = 1 \text{ mol/l} \cdot 0,05 \text{ l} \cdot 161,47 = 8,05 \text{ g}$$

5. Vypočítejte, kolik bylo třeba odvážit síranu železnatého (heptahydrátu) pro přípravu 50 ml roztoku o koncentraci 1 mol/l. $M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278,05 \text{ g/mol}$

$$m = c \cdot V \cdot M = 1 \text{ mol/l} \cdot 0,05 \text{ l} \cdot 278,05 \text{ g/mol} = 13,9 \text{ g}$$

	U [V] změřené	U [V] teoretické	Pořadí ušlechtilosti ze změřených hodnot	Pořadí ušlechtilosti teoretické
Ni/NiSO ₄ //Cu/CuSO ₄	0,15	0,57	1.	1.
Mg/MgSO ₄ //Cu/CuSO ₄	1,7	2,7	4.	4.
Zn/ZnSO ₄ //Cu/CuSO ₄	1,1	1,1	3.	3.
Fe/FeSO ₄ //Cu/CuSO ₄	0,5	0,78	2.	2.

Společný úkol:

Vhodte železné hřebíky do roztoku síranu měďnatého a opačným způsobem vhodte kousek mědi do roztoku síranu železnatého. Pozorujte, zda v některém z případů probíhá reakce. Jak se případná reakce projeví?

Vhodte kousek mědi do roztoku dusičnanu stříbrného a opět pozorujte, jestli dojde k reakci mezi kovem a roztokem.