

**Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
Katedra učitelství a didaktiky chemie**

**Charles University in Prague, Faculty of Science
Department of Teaching and Didactics of Chemistry**

Doktorský studijní program:
Ph.D. study program:

Autoreferát disertační práce
Summary of the Ph.D. Thesis



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

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

RNDr. Eva Stratilová Urválková

Školitel/Supervisor: RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.

Praha 2013

Název: Počítačem podporované experimenty ve výuce chemie na střední škole

Abstrakt

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

Title: Microcomputer-Based Laboratory in Secondary School Chemistry Education

Abstract

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 become one of discussed topics in 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. Almost none research has been done in field search describing the way of using the probeware and microcomputer-based laboratory in Czech school 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 tender differences. The qualitative research that was performed in two schools (3 chemistry teachers, 50 students), was based on observations and interview with cooperating teachers who implemented nine POE (Predict-Observe-Explain) worksheets and probeware in school education. Based on the observations four case studies were presented. 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 are used to POE approach, but to scholarly methods. Nevertheless, the micro-computer 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 (myself) who hepled with preparing the laboratory and worksheets, they would not be able to lead 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 chemismy education requires long-term preparation of teachers, ideally during undergraduate studies.

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

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 se vzdělávacími cíli je proto vhodné jej zařazovat do výuky v maximální možné míře. Je také žádoucí přiblížit výuku chemie na českých školách práci v reálné laboratoři, tedy kvalitně vybavenému pracovišti s moderní přístrojovou technikou, jaké znají žáci např. z médií. Jednou z možností, jak žákům takovou práci přiblížit, je zařadit do výuky experimenty, které využívají principiálně podobné vybavení jako profesionální laboratoře, tzn. nějaký z měřicích přístrojů. Školní experimentální měřicí 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 počítačem podporovaných experimentů je široký, např. žáci jsou aktivně zapojeni do procesu svého učení, na základě konkrétního jevu nebo činnosti dobírají abstraktního vyjádření či obecných zákonitostí, díky grafickému výstupu experimentálních systémů žáci lépe rozumí grafům a dovedou je interpretovat. Kromě naplnění didaktických cílů může právě jejich využití zmenšit propast mezi školním laboratorním 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. Málokterý 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.

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 počítačem podporovaných experimentů 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.

Výzkumný design

Pro realizaci výzkumu byl zvolen design smíšeného výzkumu, který umožňoval podat poměrně komplexní popis stavu školních experimentálních systémů v českém prostředí.

Výzkumné otázky

Disertační práce byla rámována třemi hlavními výzkumnými otázkami, které byly dále rozděleny na dílčí výzkumné otázky.

1. Jaké jsou postoje učitelů k použití školních experimentálních systémů ve výuce chemie?
2. Jaké jsou postoje žáků k použití školních experimentálních systémů ve výuce chemie?
3. Jak dochází k začleňování počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie?

Výzkumný vzorek a metody

Ad 1. Pro začlenění počítačem podporovaných experimentů do výuky chemie je klíčová role učitelů, jakožto zprostředkovatelů přírodovědného poznání, a proto bylo důležité zjistit jejich postoje vůči experimentálním systémům. Výzkumný vzorek sestával ze dvou skupin respondentů: učitelé chemie (N = 65) a studenti učitelství chemie (N = 38). Pro sběr a vyhodnocení dat byla zvolena dotazníková metoda, sestavené dotazníky obsahovaly některé shodné otázky, jejichž výsledky byly po vyhodnocení porovnány.

Ad 2. Další sledovanou skupinou byli žáci - druhá strana ve výukovém procesu. V jejich případě byly použity dva dotazníky. Dotazníkové šetření zjišťovalo postoje žáků před a po absolvování několika laboratorních cvičení s počítačem podporovanými experimenty, co žáci oceňují a co je nebaví při počítačem podporovaných experimentech. Výzkumný vzorek tvořilo 50 žáků dvou spolupracujících gymnázií.

Ad 3. Postoje respondentů se vždy nemusejí shodovat se skutečným jednáním, a proto jsme chtěli zjistit, jakým způsobem jsou ve výuce chemie experimentální systémy využity a jak je žáci a učitelé přijímají. V rámci akčního výzkumu byla zvolena za výzkumnou strategii případová studie, při které byla data shromažďována přímým neúčastněným pozorováním. Výzkumný vzorek tvořili stejní žáci jako v předchozí otázce a jejich vyučující. (Na dvou školách jsem dohromady spolupracovala se třemi učitelkami chemie a čtyřmi třídami.)

Průběh výzkumné práce

Pilotáž vytvořených materiálů

Za účelem ověření úloh vytvořených v rámci diplomové práce (Stratilová Urválková 2006) byly tři laboratorní úlohy zařazeny do předmětu *Experimentální výuka v chemii I* pro studenty 1. ročníku NMGr učitelství chemie. Studenti neměli problém s vypracováním úlohy. Principiálně snazší úlohy byly dále použity při laboratorních cvičeních s instrumentální technikou pořádaných na KUDCH PŘF UK pro žáky středních škol a jejich učitele (iniciativa RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D. a Eva Stratilová Urválková). Při opakovaném použití laboratorních úloh/pracovních listů se ukázalo, že stávající znění úloh je pro žáky příliš pasivní.

Tvorba a optimalizace pracovních listů

Úlohy byly optimalizovány tak, aby žáky více zapojili do celkového průběhu úlohy. Pro optimalizaci byla zvolena strategie předpoklad-pozorování-vysvětlení (predict-observe-explain, POE), která byla zohledněna i u nově vzniklých výukových materiálů. Další tři úlohy vznikly v průběhu akčního výzkumu na základě poptávky spolupracujících učitelů. Vznikla tak sada devíti úloh pro obecnou a analytickou chemii: pH elektroda: 1. Měření pH, 2. Hydrolyza, 3. Stanovení kyseliny octové, 4. Stanovení k. 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

Pilotáž vytvořených materiálů 2

Většina optimalizovaných úloh se dosud používá v laboratorních cvičeních pro žáky SŠ konaných na KUDCH PŘF. Ukázalo se, že tato strategie více zapojuje žáky do vypracování úlohy, avšak velká část žáků má problémy se vstupní predikční částí.

Dotazníkové šetření – učitelé, studenti učitelství

V roce 2009 bylo provedeno dotazníkové šetření mezi učiteli chemie (N = 65) zaměřené na jejich postoje k přístrojům ve výuce chemie a k využití školních experimentálních systémů ve výuce chemie. Od akademického roku 2007/2008 byly distribuovány dotazníky s podobnými položkami i mezi studenty učitelství chemie (N = 38), kteří absolvovali laboratorní cvičení se třemi počítačem podporovanými experimenty.

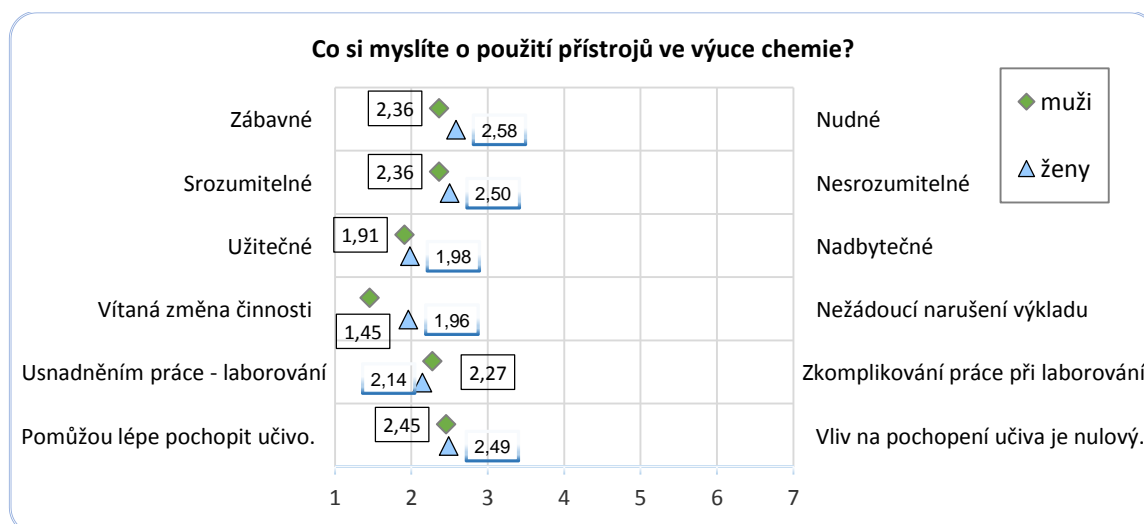
Akční výzkum – dotazníkové šetření, případová studie

Na konci školního roku 2007/2008 byla navázán kontakt s několika učiteli chemie pražských gymnázií, kteří projevíli zájem o začlenění školních experimentálních systémů do výuky chemie. V září školního roku 2008/2009 byla reálně navázána spolupráce se třemi vyučujícími na dvou gymnáziích. Během školního roku jsem pravidelně první pololetí chodila na náslechy a v druhém pololetí jsme s učitelkami chemie naplánovaly několik počítačem podporovaných experimentů. Při cvičeních byli žáci s jejich informovaným souhlasem natáčeni na videokameru a nahrávky pak soužili k vyhodnocení kvalitativních dat.

Výsledky a diskuze

Dotazník - učitelé chemie

Pokud si budeme všimát postojů učitelů chemie, lze konstatovat, začleňování PPE do výuky chápou pozitivně. Dotazníkové šetření naznačilo, že učitelé si obecně s technikou rozumí a v použití přístrojů vidí prostředek jak žáky zaujmout, ukázat jim běžné postupy současné moderní chemie.



Využití přístrojů vidí jak v laboratorních cvičeních, tak i v demonstracích. Více než 90 % učitelů – respondentů považuje experimenty za důležitou součást chemie. Obavy učitelů stran použití školního experimentálního systému v běžné výuce se nejvíce týkají situace, kdy přístroj neočekávaně vypoví službu. Jako komplikace při nasazení měřicích přístrojů do výuky se také jeví případná nedostupnost manuálu v českém jazyce, případně nutnost řešení potíží softwarového charakteru. Je třeba zmínit, že v tomto ohledu se patrně nejvíce liší vyjádření žen – učitelek a jejich kolegů, kteří v těchto bodech nevidí zásadní problémy. Přesto na základě výzkumu můžeme potvrdit, že z hlediska postojů k využití přístrojů ve výuce jsou ženy naladěny stejně pozitivně jako muži.

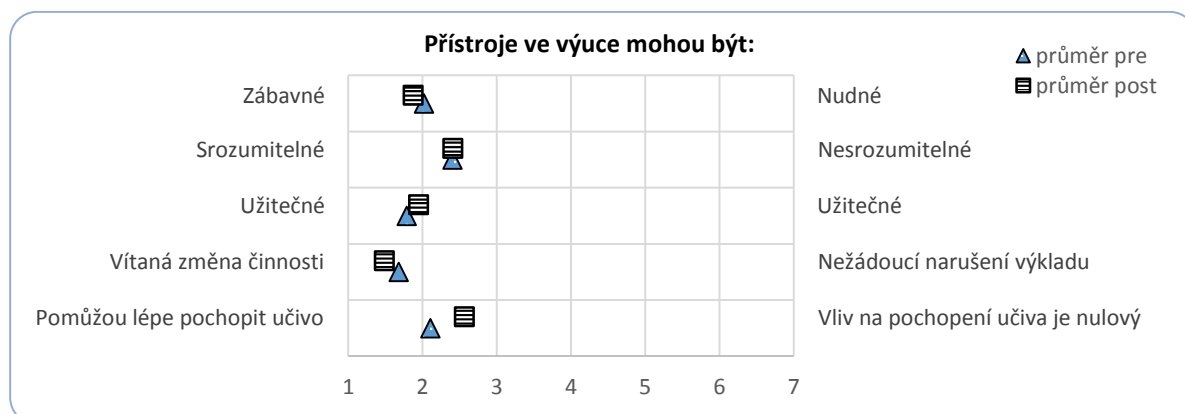
Dotazník – studenti učitelství chemie

K zajímavým výsledkům dospěl výzkum srovnáním výsledků z dotazníkového šetření mezi učiteli a studenty učitelství. Ti zaujímají k přístrojům sice spíše pozitivní postoje, ale přesto z dotazníkového šetření vyplývá, že méně pozitivní než učitelé. Rozdíly se stávají daleko markantnější, pokud srovnáme obavy, které mají učitelé v souvislosti s použitím přístrojů ve výuce. Také mezi studenty učitelství najdeme značné (ještě větší než u učitelů) genderové rozdíly. Ženy se nejvíce obávají náhlé nefunkčnosti přístroje, což na jednu stranu odpovídá zjištění u učitelů - žen, nicméně tato obava je uváděna téměř třemi čtvrtinami studentek učitelství. Ač se u mužů v tomto případě jedná o druhou nejčastější obavu, pak naprosto „vítězí“ přesvědčení, že žáky používání přístrojů ve výuce nebude bavit. Naopak, jestliže se u současných učitelů v případě používání měřicích přístrojů jeví jako komplikace absence manuálu v češtině, tak u studentů učitelství je tato obava daleko menší, a to i u žen. Ani studentky učitelství by však v budoucnu nerady řešily byt drobné softwarové problémy přístroje. Z benefity použití přístrojů ani muži ani ženy nepovažují příliš zrychlení či usnadnění práce, ale spíš způsob, jak studentům zprostředkovat moderní práci, která je blízká realitě chemické laboratoře.

Pre-dotazník - žáci

Dotazníkové šetření provedené mezi žáky jen potvrdilo předpoklady v tom, že žáci jsou dnes technikou obklopeni a považují přístroje za samozřejmou součást života. Ve školách se zatím s jejich použitím v hodinách chemie pravidelně nesetkají, ale jejich postoje jsou k použití přístrojů ve výuce podobně kladné jako k přístrojům obecně. Považují je za užitečné, vítanou změnu činnosti a domnívají se také, že by jim mohly pomoci pochopit učivo. Je potěšitelné, že žáci (stejně jako učitelé) v chemii oceňují praktické provádění experimentů. V přístrojích vidí možnost usnadnění práce a také oceňují schopnost přístroje zobrazit graf. Na přístrojích oceňují velmi často pokročilou technologii a očekávané zrychlení práce. Také u žáků můžeme zmínit některé genderové rozdíly ve vnímání školních experimentálních systémů a jejich využití. Pokud se dívky na přístrojích něčeho obávají, pak se jedná hlavně o nepochopení ovládní, případně dlouhé zaučování v práci s přístrojem, naopak, téměř polovina chlapců uvádí, že žádné obavy ohledně přístrojů ve výuce nemají.

Vyhodnocením post-testu bylo možné srovnat posuny názorů žáků na přístroje ve výuce. Ve světle získaných dat můžeme říci, že posuny příliš nenastaly, jinak řečeno, žákům jejich kladný pohled na přístroje ve výuce zůstal. Z laboratorních cvičení s PPE s navíc odnesli i další zkušenosti. VE vyhodnocení přínosu, který pro ně spolupráce na výzkumu měla, se velmi často objevovala zlepšení organizace práce, práce ve dvojici (schopnost spolupráce), ale také zlepšení orientace v grafu nebo u chlapců zlepšení ve schopnosti zpracovat data. Také v post-dotazníku žáci znovu vysoce kladně hodnotili praktickou laboratorní práci, ale také to, že se naučili něco nového.



Případové studie – pozorování a popis

Akční výzkum, při kterém byly do výuky chemie celkem čtyř tříd dvou gymnázií začleněny počítačem podporované experimenty, probíhal během školního roku 2008/2009. První pololetí jsem se při pravidelných následových hodinách seznamovala s třídním prostředím jednotlivých kolektivů a v druhém pololetí jsme se spolupracujícími učitelkami postupně zařazovaly do výuky experimenty s měřicími přístroji.

Na škole A jsem spolupracovala s paní Malou¹, která do výzkumu zapojila třídy kvintu a sextu, a paní Modrou, která učila chemii pouze v septimě. Dohodly jsme se, že při laboratorních cvičeních budu přítomna, ale jako nezúčastněný pozorovatel. Obě učitelky využily pro laboratorní cvičení připravených pracovních listů, ale ani jedna je nepoužila tak, jak se při tvorbě listu předpokládalo. Úvodní otázky s predikcemi řešila vyučující společně s žáky na začátku hodiny, nebo byly z důvodu krátkého cvičení úplně vynechány s tím, že si je mají žáci vyřešit poté doma. Paní Malá školní experimentální systémy nikdy nepoužívala, přesto se během prvního instruktážního cvičení, které jsem vedla osobně, rychle se zorientovala a ihned pomáhala žákům při práci v programu. V podstatě při druhém cvičení, vlastním měření žáků, mohla paní Malá ihned radit. S podrobněji představenou případovou studií sexty bylo realizováno osm laboratorních cvičení, s kvintou čtyři cvičení. Paní Modrá byla ze vznikající spolupráce nadšená, ale během prováděných cvičení jen málokdy aktivně žáky vedla. Mohlo to být způsobeno tím, že do nich vkládala velkou důvěru, nebo neměla čas se jim plně věnovat. Žáci septimy byli tedy odkázáni na obdržený pracovní list a postupně během jednotlivých cvičení bylo vidět, jak jsou frustrováni. Se septimou pět cvičení.

Na škole B jsem spolupracovala s jedinou vyučující, která o pracovní listy nestála, připravovala si je zásadně sama. Počítačem podporované experimenty byly v této čtvrté studii do výuky začleňovány různými způsoby: v laboratoři, ve třídě s promítáním křivky na tabuli, nebo při žákovských experimentech prováděných ve dvojicích. Se zapojenou kvintou bylo realizováno pět cvičení.

Na školní experimentální systémy reagovali obecně žáci kladně, přesněji řečeno přirozeně. Během prvních cvičení byli schopni s přístrojem samostatně pracovat a počítač, techniku brali jako samozřejmost. Samotná experimentální práce je bavila (až na kalibraci elektrody), ale také měli problém s úvodními otázkami, případně s formulováním závěrů a myšlenek obecně v protokolech. Interpretaci výsledků by tedy měla být věnována větší pozornost.

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 postojovou, 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 potkává v konceptu počítačem podporovaných experimentů. Z toho důvodu bylo nezbytné zevrubně prozkoumat nabídku dostupných školních experimentálních systémů

¹ Jména jsou z důvodu zachování anonymity pozměněna.

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 všimá 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 jejích 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 ovládání přístroje směřem 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 odtaziťé a odtržené od reality, ale naopak reflektují každodenní praxi a v žácích cíleně povzbuzují touhu k dalšímu poznávání.

Introduction and Goals of Study

Real experiment is a key element in science education. It is a tool of learning and understanding of the world around us. With regard to learning objectives, it is essential to perform the real experiments as much as possible. In addition to that, in science education, it is really important to reflect the real and up-to-date laboratory equipment and procedures. One of the possible approaches is to perform experiments which employ similar equipment like professional laboratories which typically use various instruments like spectrometers, chromatographs, sensors etc. The example of such devices are so called probeware or school experimental systems and experiments that are provided with them - microcomputer based laboratory (MBL). MBL is/can be a part of science education few past decades, nevertheless, in Czech. MBL offers wide range of possibilities. The pupils are actively involved in the process of their education and they are able to get general knowledge and abstract expressions on the basis of real phenomena. The graphic output of MBL systems leads to better understanding of graphs and more efficient and correct interpretation and achievement of learning objectives. However, there is no point in autotelic implementation of learning tools and methods (including MBL) without pedagogical and didactic research focused on efficiency of the tool or method in education process. In most cases, the research made in the topic, is oriented on presentation of various MBL systems, description of possible lab exercises or research devoted to Physics exercises, because the MBL is mostly used by physics teachers. Unfortunately, majority of research is focused on short-term studies and long-term research, devoted to survey how the MBL is accepted and employed by students and teachers and how the science education is influenced by MBL approach, is missing. Hence, this long-term research is a principal part of these Ph.D. thesis.

Objectives

This Ph.D. thesis was focused on solving of the following objectives:

- Outline some possibilities of selected technological tools in secondary school science education, especially in chemistry, and to make a search of Czech and foreign research (and articles) related to MBL (microcomputer based laboratory) in science subjects.
- List and briefly evaluate MBL systems available at Czech market, describe possibilities of their connections to various datalogger systems and their advantages and disadvantages.
- Evaluate in a framework of pre-research selected pre-prepared laboratory worksheets on MBL, update them on the basis of results of their evaluation and design, prepare and evaluate new MBL experiments for chemistry education (experiments supported by computer).
- To implement questionnaire survey in a group of secondary school chemistry pre-service and in-service chemistry teachers and focused on finding and evaluation of their opinions and attitudes to laboratory instruments, MBL and computer supported experiments.
- Establish cooperation with chemistry teachers of Prague secondary schools and prepare an individual plan of a long-term of the cooperation in 2008/2009 school year. During this period, the MBL (computer supported) experiments will be implemented into education plan in classes of the mentioned teachers. The teachers will be equipped with appropriate MBL systems and educational materials as well as teachers will be provided with an appropriate didactic and technical support.
- In the framework of the long-term research implement pre and post questionnaire research with participating students following their opinions and attitudes to MBL and to employment of instruments in education.
- In the framework of the long-term research, to make videos of laboratory courses, which will serve as bases for four case study analysis of implementation of computer supported experiments into chemistry education.
- Interview cooperating teachers and find their opinions and attitudes to implementation of MBL (and computer supported experiments) into chemistry education.

Organisation of the thesis

This thesis consists of six chapters: first Introduction chapter presents motivation and goals of study; second chapter contains theoretical background, such as current trends in education, description of available probeware in Czech republic, research of microcomputer-based laboratory in studies and short presentation of mixed-research design; third chapter brings description of new developed optimized experiments and worksheets; fourth chapter describes design of experimental part – performed research; fifth chapter presents and discusses results of research parts and sixth summarizes the results of mixed research and discusses some recommendation for practice.

Research Design

For a complex description of probeware and microcomputer-based laboratory in the Czech environment the design research with mixed methods was chosen.

Main research questions

Dissertation thesis was framed by three main research questions, which were further divided into sub-research questions.

1. What are the teachers' attitudes to use experimental school systems in chemistry education?
2. What are the attitudes of pre-service teachers to use experimental school systems in chemistry education?
3. What are the ways of microcomputer-based laboratory and probeware integration in chemistry school education?

Research samples and methods

Ad 1. For the integration of MBL in the chemistry education is the key role of teachers as mediators of science knowledge, and therefore it was important to determine their attitudes towards probeware. The research sample consisted of two groups of respondents: chemistry teachers (N = 65) and pre-service teachers (N = 38). For data collection and evaluation questionnaire method was chosen, questionnaires were constructed the way that some of the questions were for both samples, in order to compare and evaluate the results.

Ad 2. Another observed group were pupils - other side in the learning process. In their case, two questionnaires were used. The questionnaire survey was constructed to examine pupils' attitudes before and after passing several MBLs, what the pupils appreciate while performing MBL and what they dislike on MBL. The research sample consisted of 50 students of two cooperating schools.

Ad 3. The attitudes of the respondents do not always coincide with actual behavior, so the goal of the study was to find out in which way are probeware and MBL implemented in chemistry education and how it is accepted by pupils and teachers. The action research I was elected as a research strategy case study, in which data were collected by direct observation of outsiders. The research sample consisted of the same pupils from two mentioned cooperating schools. (As a researcher, I cooperated with three chemistry teachers and four classes.)

Development of research work

Pilot study (1)

In order to verify the laboratory activities created in the diploma thesis (Stratilová Urválková 2006), three laboratory activities were included in the university seminar *Experimental teaching in chemistry 1* for students of master study of chemistry teaching. Students had no problem with using the worksheets. Principally easier tasks were also used in instrumental laboratory exercises held for secondary school students and their teachers in the laboratory of Department of Chemistry Education, Faculty of Science (the initiative came from dr. Petr Šmejkal and Eva Stratilová Urválková). With repeated use of laboratory tasks / work sheets showed that the current concept of activities were too passive for secondary school students.

Designing and optimization of worksheets

The activities have been optimized so that students were more involved in the overall course of the laboratory. To optimize the activities, the educational strategy Predict-Observe-Explain (POE), which was reflected also in the newly designed teaching materials, was used. Based on the demand of cooperating teachers from action research, three more activities were designed. This resulted in a set of nine activities for general and analytical chemistry:

pH sensor: 1. pH measurement, 2. Hydrolysis, 3. Determination of acetic acid, 4. Determination of tartaric acid

Conductivity sensor: 5. Conductivity measurement, 6. Dissociation and conductivity, 7. Determination of chlorides

Temperature sensor: 8. Hess law

Pressure sensor: 9. Factors influencing reaction rate

Pilot study (2)

Most of the optimized activities are still used in laboratories for secondary school students held at Faculty of Science, Charles University in Prague. The results from performing the MBL with optimized worksheets showed this strategy keeps students more involved in performing the activity, but a lot of students have problems with prediction part of activity.

Questionnaire survey – in-service and pre-service teachers

A questionnaire survey performed in 2009 with in-service chemistry teachers (N = 65) focused on the attitudes of teachers to the devices in chemistry education and the attitudes to experimental use of probeware and MBL in teaching chemistry. Since the academic year 2007/2008 questionnaires were distributed with similar items and the students of chemistry teaching (N = 38) who completed the lab with three computer-assisted experiments.

Action research - questionnaire survey, study cases

In academic year 2008/2009 the action research with three chemistry teachers on two high schools was performed. During first few months I visited chemistry lessons to get familiar with classes that will be involved in study. During second period of action research, about 5 chemistry MBL activities were implemented in chemistry curriculum and students performed laboratory activities using probeware. The labs were directly observed by me as a researcher and the video recording with the students' agreement were also ensured. The recording were used for qualitative data evaluation.

Results and discussion

Questionnaire survey – in-service teachers

Focusing on attitudes of chemistry teachers it can be assumed that penetrating of microcomputer-based laboratory into chemistry education is positively perceived. The results from survey showed that teachers are quite familiar with didactic techniques as it can attract students to studied subject or it represents up-to-date chemistry laboratory. Positive is that more than 90 % of respondents evaluate the importance of chemistry experiments in chemistry education and they are prepared to implement new (mostly easy to perform) experiments into their lessons.

Teachers concerns of using probeware in regular classes meets mostly with the fear that the device unexpectedly terminates the service. Second negative aspect of MBL for teachers represent the language used in cooperating problem or in manual. Teachers, women, mostly prefer Czech guide and text book and are seriously concerned about troubleshooting software crashes. Nevertheless, based on the research we can confirm that in terms of attitudes towards the use of instruments in teaching are tuned equally positive women as men.

Questionnaire survey – pre-service teachers

Interesting results revealed survey among pre-service teachers comparing it to in-service teachers. Pre-service teachers (respondents) have also positive attitudes to using devices in lessons, but the survey shows that less positive than teachers. The differences become much more obvious when we compare the concerns that teachers have in connection with the use of instruments in the classroom. Also among the pre-service teachers can be found a large (greater than in-teachers) gender differences. Women are most afraid of sudden software or hardware crashes, which on one hand is equivalent to finding the teachers - women, however, this concern is reported almost 75 % of pre-service teachers. Although men in this case perceive it as the second most common concern, the absolutely “winner” is their belief that students will not appreciate implementing MBL in lessons high enough. On the other hand pre-service teachers do not see problem in English guide book comparing it to in-service teachers believes. The benefits of using devices in chemistry education are seen in presenting the up-to-date way of experimenting.

Questionnaire survey - students

The questionnaire survey among students confirmed the predictions that today's students are surrounded with technology that they perceive as natural part of their life. Their attitudes towards devices in education are the same positive as to use it in their common life. They think devices are useful, a welcome change of activities, and they also think it could help them understand learning concepts better. In chemistry students appreciate practical work to just theory and in possibility of using measuring instruments the way of accelerating their work. Girls are afraid of the time it will take to understand how to work with it and that they will not understand it (comparing it to case study, girls were as good as boys in using the PC and programme). More boys are not concerned of using the probeware.

The results from post-questionnaire showed that the attitudes to measuring systems in chemistry education did not shift. Students' perceptions of MBL were positive: according to their opinions they learned mostly the cooperation in pair or in group, they got better in organizing their own work, or graphing skills. Boys also appreciated their improvement in interpreting the data. All students highly rated the practical skills and that they learned new way of performing the experiments.

Case studies – observation, description

In action research four case studies corresponding to four classes that used probeware in laboratory exercises were evaluated. In first phase the researcher, myself, observed chemistry lessons to get familiar with the milieu and students involved in research. During second phase MBL were implemented in class chemistry curriculum and students were observed when performing MBL activities.

On first school A, I cooperated with first teacher Mrs. Smith² and her two classes of kvinta and sexta, and second Mrs. Jones with her septima class. We discussed the way of researching and my role as a researcher: teachers will perform the activities with students themselves, but I will be in the lesson in case of problems and to observe the laboratory exercise. Both teachers used designed worksheets, but none of them used it in a way it was intended. The prediction part was solved by teacher and students together or students should work on it after exercise because of lack of time. Both teachers have never used school experimental systems, so first instructor exercise was lead by me to teach students and teacher basic work with probeware. Mrs. Smith learned the concept right during first exercise so that she could immediately help students with performing short tasks. Case study in class sexta and Mrs. Smith teaching was closely presented in thesis. Second case study, kvinta with Mrs. Jones and third study septima with Mrs. Jones was presented in not so closely because the videorecordings could not be properly analyzed (students talking too quietly, or too many students so the voices cannot be recognized).

² Used names are changed in the data description.

On second school B the research was performed with one teacher, who did not use designed activities, because she prepared the worksheets herself. The subject was inspired by designed activities, but shifted in the way of Mrs. Taylor teaching style. The activities were performed in various ways: in laboratory as a student experiment, in class as student experiment in big groups and one simultaneously projected graph progress on the wall, and the best way in the end chosen: three working places in class where pairs of students work on activities and change so that all students perform the activity in the end.

Students generally accepted and achieved probeware and MBL very high, to be precise: they accepted it in natural way, with no problem of using it. After two exercises they were able to use the probeware and work with PC. They liked experimental work, but the problem was performing the prediction activities and with summarizing the data from experiment. Interpreting data from results of measurement was not problem, but formulating conclusions and thoughts was. The results showed, among others, that there should be more focus on interpreting the data and focusing on the concept of studied phenomenon.

Conclusions

The use of microcomputer-based laboratory (MBL) in science education has been a subject seriously discussed for years. Compared to foreign schools, the school experimental systems started to appear at Czech secondary schools much later. Although it was a marginal issue for a comparatively long time, lately the situation has started to change rapidly in this country. Nowadays there are several probeware available on the Czech market, so it might seem that nothing should prevent them from expanding to schools. In reality, the implementation of measuring devices in education is not only a technological or financial matter. Their use in class involves also the aspects of teaching methods and attitudes which greatly influence in what way and how effectively these measuring devices will be incorporated in science teaching. The presented PhD thesis aimed to view this subject from several different angles and present a detailed picture of the use of school experimental systems and microcomputer-based laboratory in practice.

In the introductory part of the work we showed the current trends in science education with the emphasis on the use of microcomputer-based laboratory in class. The audiovisual technology as well as ICT and teaching methods based on student-centered teaching are widely promoted in current education. In science education modern technologies and inquiry-based education meet successfully in the concept of MBL. Therefore it was necessary to research thoroughly the availability of school experimental systems in the Czech Republic. After comparing several experimental systems we came to the conclusion that there are nowadays two dominant systems (Pasco, Vernier) which advance due to the generous offer of equipment, provided service and a number of freely available teaching materials.

In the theoretical part of the thesis are shown multiple (mostly foreign) studies, concerning the application of MBL to teaching. It focuses particularly on in what way and on what conditions their application influences the educational results of pupils in science subjects. In the theoretical part, with a view to optimizing the making of worksheets, attention was also given to IB(S)E, as a teaching method which helps pupils improve the understanding of certain topics in science and at the same time motivate them to further exploring in this area. The main part of the work was then a longitudinal research carried out in two grammar schools, with fifty pupils (four classes) and three teachers involved. Based on non-participant observation, video recordings made in laboratory courses realised under the action research and interviews with cooperating teachers four case studies were described. For the research which was based on the cooperation with the implementation of MBL to chemistry teaching optimized worksheets and newly made worksheets to nine tasks altogether were used. The attitudes of participating pupils were quantitatively analyzed using the data from pre- and post questionnaires and qualitatively using case studies. The research focused on the attitudes of pupils towards technology generally and technologies in education, the evaluation of their benefits and drawbacks and the evaluation of MBL. Similarly a questionnaire-based enquiry was focused on a sample of 65 chemistry

teachers (elementary and secondary schools) and 38 pre-service teachers. The questionnaire gathered the attitudes of respondents towards the use of technologies in education and the use of MBL.

The overall results of the research concerning the use of MBL provide a several facts. The most significant is probably the discovery that technology generally and its use in education is positively viewed and accepted by all participants of educational process, i.e. teachers, future teachers and pupils, regardless sex. Both teachers and pupils are convinced that using devices in education can help understand the subject matter and convinced of that are even the students who are not fond of science (98% are convinced that devices can help them understand the subject matter). A great number of pupils accept the use of devices as an essential part of today's life and the means for being successful. We should also mention that practical experiments in education are positively accepted by teachers. Considering that MBL, which are meant to enable pupils do experiments in class, are overall highly popular, we can expect that nothing should hinder the use MBL at school. However, there are other factors: one of them is the insufficient amount of MBL in schools, due to its cost. Many teachers with a long practice could not get familiar with MBL during their university studies. If they are familiar with MBL, it is either thanks to their attendance in in-service courses or their own initiative. Anyway, even now it is true that even pedagogy students are not systematically trained to use these systems in class. We may see positively that some pedagogy students get an elementary knowledge of MBL which seems however insufficient in practice. It showed during the cooperation with the teachers within the research undertaken in both grammar schools because only a prolonged collaboration enabled them to understand the concept of probeware and MBL clearly enough to be able to solve problems with them in class readily. Pupils are in similar situation. If MBL should use the school experimental systems as a learning medium in order to fully comprehend the subject matter (It is the proper use of these devices suggested by many foreign studies), it is necessary to divert attention from handling the system itself to the principle of the running experiment. It is not possible to achieve the expressed aim by occasional encounter with this type of work. (e.g. within one laboratory training). Nevertheless we can say that even an imperfectly conducted experiment in class brought pupils a lot of benefits: they enjoyed the work, they understood some phenomena quickly thanks to the simultaneously produced graphs, they learnt how to work in team effectively. However, if they should apply the above mentioned scientific method IBSE, it would be useful to work in this way on a regular basis, starting from primary and secondary school. As it resulted from the realized case studies the worksheets, which were generally appreciated, serve pupils as a kind of a cookbook during the laboratory training. In addition, there were some moments suggesting that pupils are able to handle instruments in quite a sophisticated way (In several cases pupils found errors in measurement or even a wrong sensor when watching and immediate interpreting graph in progress.)

If we get back to the aforementioned factor of unavailability of MBL, we can assess, that their unavailability is not brought about only due to insufficient financing of teaching aids. The problem apparently lies in the fact, that so far the MBL at school are not generally acknowledged as a necessary aid for modern teaching of natural sciences. It should be noted, that chemistry teachers themselves are not convinced of its benefits enough, so that they could change this situation significantly. Any change can come only if MBL become matter-of-course for chemistry teachers, just like a piano in a music class. In order to fully master the utilization of MBL in chemistry classes, methodical preparation of pre-service teachers at universities is the most crucial factor. This includes not only using the instrument itself, but also studying of the methodology applicable for the employment of MBL in particular chemistry subjects as well as a closer familiarization with a research-oriented method. It is necessary to add, that teachers should not fixate on one particular MBL, but on a general ability to work with these systems. MBL probeware interface undergoes constant development and some of them are gradually abandoned. It is thus likely, that the majority of MBL, as we know it, will become history in the matter of years and that they will be replaced with wireless sensors designed to connect with applications and all the more popular tablets.

Regular use of MBL in the hands of pupils gives a fighting chance for popularization of chemistry and other natural sciences and to consider them popular subjects, which are in contact with reality, reflect everyday experience and encourage a desire for further learning.

Bibliografie (výběr) / References (selected)

- 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>>.
- 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.ictc.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.
- BANCHI, H.; BELL, R. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*, 2008, 46, č. 2, s. 26-29, October 2008
- 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.
- 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. a kol. *Výuka chemie s počítačem*. Hradec Králové : Gaudeamus, 1997. ISBN 80-7041-769-2.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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
- 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
- HENDL, J. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Vyd. 1. Praha : Portál, 2005. 407 s. ISBN 80-7367-040-2.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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 v počítačem podporovaných laboratořích. *Alternativní metody výuky 2009*. Dostupné z: <http://everest.natur.cuni.cz/konference/2009/prispevek/lustig.pdf>
- 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.
- 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.
- 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
- PELIKÁN, J. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha : Karolinum, 2007. 272 s. ISBN 978-80-7184-569-0.
- PHELPS, A. J. Qualitative Methodologies in Chemical Education Research. Challenging Comfortable Paradigms. In *Journal of Chemical Education*, vol 71, no 3, 1994, 191-194.
- PRICE, Ch. L. *Introduction to probeware*. Příspěvek prezentovaný na konferenci Indiana Computer Educators. 10. října 1987, Indianapolis, Indiana.
- 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.
- 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.
- STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E. Využití multifunkčního přístroje Infraline Graphic ve středoškolské laboratorní praxi. Diplomová práce 2006. Přírodovědecká fakulta UK v Praze.
- 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>
- 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

- 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>
- THORNTON, R. K. Tools for Scientific Thinking--Microcomputer-Based Laboratories for Physics Teaching. *Physics Education*. 1987, 22, 4, s. 230-238.
- 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. *Modeling and MBL: Software Tools for Science*. Příspěvek prezentovaný na konferenci National Educational Computing Conference. 4. – 6. června 1986, San Diego, Kalifornie.
- 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, P.ř.F., 2008. ISBN 978-80-86561-60-8. s. 135-139.
- 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.
- 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>
- 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.
- 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.

Internetové stránky a portály / Internet references and sources

- 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/O1pap/mth01583.htm>
- PASCO [online]. © 2009 [cit. 2013-07-01]. Dostupné z: <http://www.pasco.cz/>
- 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>
- KEKULE M. Jak zlepšit přírodovědné vzdělávání? 2009 [online]. [cit. 2011-04-01]. Dostupné z kdf.mff.cuni.cz/~kekule/Science_education-published.doc
- 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>
- 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>

Curriculum vitae

Osobní údaje

Jméno: Eva Stratilová Urválková (r. Urválková)
Datum narození: 13. února 1982
Telefon: +420 777 341 178
E-mail: eva.urvalkova@seznam.cz

Vzdělání

2006 – dosud Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra učitelství a didaktiky chemie
Doktorský program - Vzdělávání v chemii

19. 11. 2008 vykonána státní doktorská zkouška

5. 12. 2006 vykonána státní rigorózní zkouška

Magisterská práce: Využití přístroje Infraline Graphic ve středoškolské laboratorní praxi

2004 – 2006 Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra učitelství a didaktiky chemie
studijní obor: Učitelství chemie pro SŠ

Bakalářská práce: Příprava knihovny infračervených spekter polysacharidů
ve formě filmů

2001 – 2004 Vysoká škola chemicko technologická, Praha
Fakulta potravinářské a biochemické technologie
Ústav chemie a technologie sacharidů
studijní obor: potravinářská technologie a kontrola jakosti potravin,
chemie a technologie sacharidů

1993 – 2001 Gymnázium Kroměříž

Pracovní zkušenosti

2009 – dosud Masarykova střední škola chemická
Pozice: učitel

2010 – dosud Přírodovědecká fakulta UK v Praze; Pozice: asistent

Jazykové dovednosti

Anglický jazyk pokročilý; 2001 základní státní zkouška
Německý jazyk středně pokročilý

Další znalosti a dovednosti

ICT MS Office, OpenOffice, Chems sketch, Elan, Gimp
ŘP skupina B

Seznam publikací / Publications

- Urválková, E.; Šmejkal, P.; Čtrnáctová, H.; Laboratorní experimenty zaznamenávané přístrojem Infraline Graphic. *Aktuální otázky výuky chemie XV.*, 2005, s.396-401.
- Šmejkal, P.; Čtrnáctová, H.; Stratilová Urválková, E.; Multifunkční měřicí přístroje jako alternativa ve výuce fyzikální chemie na SŠ. *Alternativní metody výuky 2006*, 2006, s.1-9.
- Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Čtrnáctová, H.; Laboratorní experimenty řízené multifunkčním přístrojem. *Chemické listy*, 2006, Roč. 100, č. 8, s.689-690.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Čtrnáctová, H.; Fyzikálně-chemický experiment s využitím multifunkčního přístroje Pierron Infraline Graphic. *Soudobé trendy v chemickém vzdělávání*, 2006, s.183-189.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; A comprehensive approach to experiments using the multifunctional datalogger. *Proceedings of the 2nd European Variety in Chemistry Education*, 2007, s.190-194.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Bojkovský, M.; Texty a laboratorní úlohy z obecné a fyzikální chemie pro středoškolskou praxi. *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov*, 2007, s.409-412.
- Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Čtrnáctová, H.; Poznávání vlastností běžných látek prostřednictvím fyzikálně chemického experimentu. *Alternativní metody výuky 2007*, 2007, s.1-7.
- Trejbalová, I.; Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Employment of suitable devices and preparation of educational materials for physical chemistry education at high schools. *Problems of Education in the 21st Century*, 2007, Roč. 2007, č. 2, s.82-88.
- Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Čtrnáctová, H.; Infraline Graphic - Multifunctional Data Collection Instrument for Physical Chemistry Education. *Annals of Polish Chemical Society' 2007*, 2007, s.600-603.
- Böhmová, H.; Pisková, D.; Stratilová Urválková, E.; Šulcová, R.; Aplikovaná chemie v kurzech celoživotního vzdělávání. *Current Trends in Chemical Curricula - Současné trendy v obsahu chemického vzdělávání*, 2008, s.210-213.
- Böhmová, H.; Pisková, D.; Stratilová Urválková, E.; Šulcová, R.; Zajímavé chemické experimenty s látkami každodenního života. 2008,
- Böhmová, H.; Pisková, D.; Stratilová Urválková, E.; Šulcová, R.; Nové přístupy k aplikované chemii ve vzdělávání. *Alternativní metody výuky 2008 - 6. ročník*, 2008, s.9-17.
- Trejbalová, I.; Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Analýza umělých a přírodních barviv absorpční spektroskopií pro SŠ. *Význam chemie pro život společnosti - výukové aplikace (Aktuální otázky výuky chemie XVII.)*, 2008, s.143-148.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Přístroje ve výuce chemie, realita nebo fikce?. *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis, Série D ? Vedy o výchove a vzdelávání, Supplementum 2 - Aktuálne vývojové trendy vo vyučovaní chémie*, 2008, s.183-187.
- Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Klímová, H.; Kvalitativní zhodnocení dotazů žáků při laboratorním cvičení s instrumentální technikou. *Current Trends in Chemical Curricula, Proceedings of the International Conference*, 2008, s.126-130.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Trejbalová, I.; Instrumentální chemická laboratoř na SŠ. *Počítač ve škole 2008, sborník příspěvků*, 2008, s.43-43.
- Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Trejbalová, I.; Vybrané instrumentální metody ve výuce chemie na SŠ. 2008,

- Böhmová, H.; Stratilová Urválková, E.; Šulcová, R.; Chemistry for Society : New Emphasis in Education. *Problems of education in the 21st century : Trends and problems in science and technology education*, 2009, Roč. 2009, č. 11, s.21-27.
- Šulcová, R.; Böhmová, H.; Stratilová Urválková, E.; Zajímavé experimenty z chemie kolem nás. 2009, Stratilová Urválková, E.; Čtrnáctová, H.; Matoušková, Š.; CITIES: Mezinárodní webová prezentace projektu. *ChemZi*, 2009, Roč. 5, č. 9, s.96-96.
- Šulcová, R.; Böhmová, H.; Stratilová Urválková, E.; Zákostelná, B.; CITIES: Materiály pro zajímavé a experimentální činnosti. *ChemZi*, 2009, Roč. 2009, č. 9, s.96-97.
- Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Žilková, M.; Tři oříšky pro učitele chemie 2009. Laboratorní cvičení s využitím měřicích přístrojů.. *Počítač ve škole 2009, sborník příspěvků*, 2009, s.1-4.
- Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Školní chemické experimentování s pomocí měřicích přístrojů a počítače. *Alternativní metody výuky 2009*, 2009, s.1-7.
- Stratilová Urválková, E.; Bílek, M.; Jaké jsou postoje žáků k použití měřicích přístrojů ve výuce chemie?. *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX. (2. část: Přehledové studie a krátké informace)*, 2009, s.395-401.
- Čtrnáctová, H.; Šulcová, R.; Böhmová, H.; Stratilová Urválková, E.; Kmeťová, J.; Lichvárová, M.; Aplikace užití chemie pro chemické vzdělávání prostřednictvím evropského projektu CITIES. *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie II*, 2009, s.169-174.
- Böhmová, H.; Čtrnáctová, H.; Šulcová, R.; Stratilová Urválková, E.; CITIES: Aktuality pro učitele v chemickém vzdělávání. *ChemZi*, 2009, Roč. 5, č. 9, s.97-97.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Koldová, V.; Nesměrák, K.; Martínek, V.; Martínková, M.; Kmeťová, J.; Lichvárová, M.; Zkušenosti s experimenty z obecné a fyzikální chemie ve výuce na SŠ a jejich perspektiva. *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie II*, 2009, s.62-66.
- Čtrnáctová, H.; Drašar, P.; Stratilová Urválková, E.; Zajíček, J.; CITIES: Evropský projekt pro učitele středních škol. *ChemZi (Slovenský časopis o chémii pre chemické vzdelavanie, výskum a priemysel)*, 2009, Roč. 5, č. 9, s.95-96.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Ulrich, M.; Zatloukal, K.; Školní měřicí systémy pro výuku chemie - mají o ně žáci vůbec zájem?. *Alternativní metody výuky 2011 (Sborník příspěvků 9. ročníku konference)*, 2011, s.1-9.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Ciešla, P.; Nodzyńska, M.; Stawoska, I.; Support for use of probeware in science for teachers and pupils. *Chemistry Education in the Light of the Research*, 2012, s.118-123.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Skoršepa, M.; Reguli, J.; iPad and iPhone - alternativní způsob sběru dat při měření školním experimentálním systémem PASCO - postoje a názory žáků. In: *Zborník z medzinárodnej konferencie "Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied"*. Trnava : Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity, 2012. s. 195-201.
- Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Teplý, P.; Skoršepa, M.; Tortosa Moreno, M.; Koncepce úlohy pro školní měřicí systém s využitím prvků badatelsky orientovaného vyučování. In: *Zborník medzinárodnej konferencie "Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie II, Donovaly 2013"*. Banská Bystrica : Fakulta prírodných vied UMB, 2013. s. 90-96.
- Skoršepa, M.; Tortosa Moreno, M.; Urban-Woldron, H. STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E.; Implementácia aktivít do vyučovania v počítačom podporovanom laboratóriu na stredných školách. In: *Zborník z medzinárodnej konferencie "Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie II, Donovaly 2013"*. Banská Bystrica : Fakulta prírodných vied UMB, 2013. s. 78-83.
- Tortosa, M.; Skoršepa, M.; Guitart, F.; Urban-Woldron, H.; Aksela, M.; Tolvanen, S.; Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P. Design of research-based lab sheets for the acquisition of science competencies using ICT real-time experiments: Do students get the point of what they are doing?

ESERA- 2013 European Science Education Research Association, Nicosia-Cyprus, Oral communication of the symposium (accepted) English 2013

Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Guitart, F.; Tortosa, M.; From research-based teaching materials on the acquisition of science competencies using sensors to real classrooms: Refining didactic sequences in a multinational project, ESERA- 2013 European Science Education Research Association, Nicosia-Cyprus, Oral communication of the symposium (accepted) English 2013

Tortosa, M.; Guitart, J.; Skorsepa, M.; Urban-Woldron, H.; Stratilová Urválková, E.; Šmejkal, P.; Los objetivos de actividades de laboratorio diseñadas para la adquisición de competencia científica mediante experimentos en tiempo real: visión del alumnado, 9º Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Girona- Spain, Oral communication (accepted) Spanish 2013-07-27

Šmejkal, P.; Stratilová Urválková, E.; Support for use of probeware in science for teachers and pupils DidSci (The 5th International Conference - Research in Didactics of the Sciences), Krakow, Poland , 2012

Stratilová Urválková E.; Čtrnáctová, H.; Context As a Way How to Get Students Involved in Chemistry Eurovariety 2013, Limerick, Ireland, (Poster presentation)

Spolupráce na projektech / Project cooperation:

CITIES (Chemistry and Industry for Teachers in European Schools). Projekt EU Socrates/Comenius. Období: 2006-2009.

Pozice: překlady a úprava výukových materiálů

ESTABLISH (European Science and Technology in Action Building Links with Industry, Schools and Home). Projekt 7. Rámcového programu EU. Období: 2010-2013.

Pozice: spolupracující učitel.

COMBLAB (Competency-MBL-Laboratory): The acquisition of science competencies through ICT real time experiments. Projekt EU Comenius. Období: 2012-2014.

Pozice: zástupce hlavního řešitele v ČR