

Zpráva řešitele o výsledcích řešení projektu Reálné a virtuální laboratoře MFF UK na bázi moderních technologií za rok 2006

1. Způsob realizace (postup řešení a realizace projektu včetně změn a jejich zdůvodnění)

Cíl projektu byl v návrhu projektu formulován takto:

Cílem projektu bylo pružně reagovat na bouřlivý vývoj přístrojové techniky ve fyzice a informatice, umožnit praktickou výuku pomocí technologicky aktuálních prvků a realizovat tak kvalitní přípravu studentů bakalářského studia fyziky a informatiky. To však zároveň vyžaduje nový metodologický přístup ve výukových postupech, jehož vytvoření je součástí tohoto projektu. Zvolená stavebnicová forma dovolí promítnout tento záměr do mnoha povinných i volitelných předmětů bakalářského studia fyziky a informatiky na MFF UK (celkem 16 předmětů bakalářského studia fyziky a zatím 4 předměty bakalářského studia informatiky). S ohledem na globální cíl byly stanoveny jednotlivé dílčí cíle projektu takto:

A) Reálné laboratoře MFF UK

- a) Vybavení laboratoří základních fyzikálních praktik přístroji a zařízeními pro realizaci nových fyzikálních úloh, resp. pro realizaci moderních měřících a vyhodnocovacích metod.
- b) Sestavení a testovací procedury.
- c) Realizace samotných fyzikálních úloh včetně tvorby pracovních úkolů.
- d) Realizace vzorových řešení a tvorba příslušných učebních textů.
- e) Školení a praktický zácvik pedagogických pracovníků podílejících se na výuce v práci s novými přístrojovými komponentami (více než 30 pedagogů).
- f) Výběr relevantních rozšiřujících témat ucelených experimentálních úkolů vhodných pro bakalářskou práci.
- g) Zpracování studie dopadu změny výukových postupů v kurzech základních fyzikálních praktik na obsahovou a metodologickou stránku navazujících předmětů „Měřící technika ve fyzice“ – OFY052 a „Experimentální metody fyziky I a II“ – OFY059 a OFY060.

B) Virtuální laboratoře MFF UK

- a) Nákup odpovídajícího serveru s diskovým polem a virtualizačního software GSX server od firmy VMWare.
- b) Instalace zařízení a testovací procedury
- c) Příprava a testování výukových postupů s instalovaným zařízením
- d) Školení a praktický zácvik pedagogických pracovníků podílejících se na výuce v práci s virtuální laboratoří (okolo 10 pedagogů).
- e) Výuka předmětů ve virtuálním prostředí
- f) Vývoj nových předmětů vyučovaných v prostředí virtuální laboratoře. V minulosti některé předměty nemohly být vůbec vyučovány, neboť pro ně nebylo možné zajistit organizačně i finančně dostatek prostředků. S nasazením virtuální laboratoře lze tyto, studenty velmi žádané, předměty vyvinout a následně učit.

Způsob řešení byl v návrhu projektu formulován takto:

Záměrem části A projektu je realizovat ve všech pěti kurzech základních fyzikálních praktik alespoň v omezené míře inovované či zcela nové úlohy, které studentům umožní procvičit moderní partie vykládané látky a zároveň jim umožní získat praktické návyky v zacházení s moderní měřící technikou. Tato technika zároveň poskytne moderní způsob sběru experimentálních dat a jejich vyhodnocení na kvalifikovanější úrovni.

Následující tabulka podává přehled o tom, ve kterých předmětech a kterých partiích se inovace vělení do stávajících souborů experimentálních úloh.

Oblast fyziky	Předmět
Mechanika a molekulová fyzika	OFY066, UFY093, UFZ011
Elektrina a magnetismus	OFY024, UFY098, UFZ012
Optika	OFY028, UFY099, UFZ013
Atomová fyzika	OFY030, OFY050
Elektronika	OFY004, OFY052, UFY078, OFY064

Záměrem části B projektu je umožnit kvalitní přípravu studentů oboru „Správa počítačových systémů“ v předmětech běžně nerealizovatelných v podmínkách reálných laboratoří výpočetní techniky. Nová technika bude použita primárně v předmětech SWI099 "Administrace systémů Windows", SWI106 "Administrace Unixu", DBI013 "Administrace Oracle", ale očekáváme vznik dalších předmětů, které tuto techniku virtualizace využijí, zejména předměty týkající se administrace dalších jiných databázových řešení nebo předměty týkající se síťových technologií.

Navržený časový harmonogram byl stanoven v návrhu takto:

Časový harmonogram

	Rok 2006	Rok 2007	Rok 2008
Reálné laboratoře			
Cíl a)			
Cíl b)			
Cíl c)			
Cíl d)			
Cíl e)			
Cíl f)			
Cíl g)			
	Rok 2006	Rok 2007	Rok 2008
Virtuální laboratoře			
Cíl a)			
Cíl b)			
Cíl c)			
Cíl d)			
Cíl e)			
Cíl f)			

Zdůvodnění finančních požadavků bylo v návrhu projektu formulováno takto:

Rozpočtové finanční prostředky MFF UK neumožňují dostatečnou reprodukci, která by umožnila udržet technické vybavení praktických částí výuky na současné technologické úrovni a je proto nezbytné pro potřebné inovace hledat další finanční zdroje. Tato potřeba je nyní se zavedením nových akreditovaných bakalářských programů zcela urgentní, neboť práce s moderní měřicí technikou a vyhodnocování experimentálních dat není možné odložit do dalších ročníků (seminární a diplomové práce) vzhledem k ucelenosti tohoto typu studia. Navíc práce na sofistikovaných specializovaných aparaturách určených pro vědeckou činnost na jednotlivých odborných katedrách nejsou vhodnou substitucí pro svou specifičnost a dlouhou přípravu, kterou student potřebuje ke zvládnutí jejich obsluhy a pochopení. Zároveň budou realizovaná zařízení sloužit i jako aparatury pro experimentální zázemí bakalářských prací. Požadované mzdové prostředky budou použity na pohyblivé složky platu vedoucích

jednotlivých kurzů praktik – zkušených lektorů. Tito lektori budou odpovědni nejen za samotnou realizaci nových či inovovaných úloh, tvorbu učebních textů, návodů a vzorových řešení ale zajistí i zaškolení ostatních pedagogických pracovníků působících v praktické výuce fyziky. V prostředí virtuálních laboratoří budou požadované mzdové prostředky také využity na pohyblivé složky platů garantů jednotlivých vyučovaných předmětů a na pohyblivou složku platu správce prostředí virtuální laboratoře. Díky stavebnicovému způsobu řešení se domníváme, že vynaložené prostředky budou velmi ekonomicky využity a jejich dopad se dotkne v pozitivním smyslu velkého počtu studentů v mnoha předmětech výuky. Požadavek na dotaci řešení tohoto projektu nebyl předložen do žádných jiných programů a grantových agentur.

1. Skutečný průběh řešení projektu:

Řešitelka i spoluřešitel se snažili o průběžné a efektivní čerpání prostředků projektu. Oproti předpokládané skladbě finančních prostředků nebyl zakoupen software VMware GSX server, neboť firma VMware začala novější produkt stejné třídy pod názvem VMware Server nabízet zdarma. Kapitálové prostředky o velikosti 100 tis. Kč vyhrazené na nákup tohoto software byly po domluvě s proděkanem Tichým převedeny na navýšení kapitálových prostředků určených pro nákup serveru virtuálních laboratoří, což umožnilo pořídit skutečně špičkový hardware.

Celkově byla celá investiční dotace vyčerpána bez závad do nuly. Položky investičních výdajů projektu byly dodrženy prakticky přesně. Kopie veškerých faktur má k dispozici účtárna MFF UK k případné kontrole. Mzdové prostředky byly v souladu s návrhem projektu použity na pohyblivé složky mezd zkušených lektorů – vedoucích jednotlivých kurzů fyzikálních praktik a na pohyblivé složky mezd odborných asistentů sekce informatika. V souladu s návrhem projektu byly čerpány i prostředky na sociální a zdravotní pojištění. Drobný majetek k instalaci zařízení, náklady na média, spotřební materiál a kancelářské potřeby a provozní náklady hradila MFF UK.

Jako dodavatel části projektu A (reálné laboratoře) byla zvolena firma PHYWE, která dodala kompaktní výukové celky a poskytla slevu pro dlouhodobého zákazníka pro přístroje z oblasti termodynamiky. Polarizační mikroskop byl nakoupen od firmy Olympus, která nabídla požadované vybavení přístroje a má dlouhodobě vysokou kvalitu i v oblasti mikroskopů pro vědecké účely. V oblasti elektrických přístrojů jsme zvolili přístroje Keithley zaručující vysokou kvalitu a bezporuchovost zařízení a firmu Blue Panther pro dodávku osciloskopu s logickým analyzátozem, která poskytuje okamžitý záruční i pozáruční servis. Bezporuchovost zařízení resp. jejich velmi rychlá oprava je prioritní, neboť minimalizuje případné výpadky ve výuce, které nejsou vzhledem k náročnosti studijních plánů přípustné. Část nákladů na polarizační mikroskop (cca 60 %) byla hrazena z jiných prostředků MFF UK. Následující tabulka podává přehled o zakoupených celcích a oblastech výuky, kde jsou využity:

Oblast fyziky	Téma úlohy: N-nová I-inovovaná	Zakoupené zařízení
Mechanika a molekulová fyzika	Stirlingův motor-N Sluneční kolektor-N	Výukové sestavy termodynamických úloh
Elektřina a magnetismus	Měření malých odporů-I Měření charakteristik diod-I Charakteristiky termistoru-I	Měřicí centrála
Optika	Interference nepolarizovaného i polarizovaného světla-I	Polarizační mikroskop s digitálním záznamem
Atomová fyzika	Určení měrného náboje elektronu z charakteristik magnetronu-I	Aparatura pro impulsní metody měření
Elektronika	Studium sběrnice ISA-N Adresovatelné a neadresovatelné sběrnice-N Standardní rozhraní PC-N	Čtyřkanálový osciloskop

Pro část B projektu bylo nutné vybírat dodavatele mezi několika předními světovými výrobci, kteří jsou schopni dodat hardware požadované třídy a kvality. Současný provoz několika

virtuálních strojů klade zvýšené nároky na hostitelský počítač, kde je virtualizační server spuštěn. Takovému řešení a provozu proto vyhovují servery s velkým počtem procesorů, velmi velkou operační pamětí a značným místem na soubory. Jako dodavatel byla nakonec zvolena firma Dell vzhledem k naší velmi dobré zkušenosti s výrobky této firmy, vzhledem k nabídnutému vybavení za dohodnutou částku i vzhledem k poskytované záruce na hardware, která nám zajišťuje bezproblémový chod virtuální laboratoře po několik dalších let. Na konci srpna byly proto zakoupeny server Dell PowerEdge 6850 se 4 dvoujádrovými procesory Xeon 7140M, 32GB paměti a diskové pole Dell PowerVault 220S s dvoukanálovým řadičem a čtrnácti SCSI disky o velikosti 147GB a rychlosti 15000 ot/min. Takové vybavení plně odpovídá záměrům provozu virtuální laboratoře. Nebyl zakoupen VMware GSX server, neboť firma VMware přestala tento produkt dodávat a místo něj začala dodávat novější produkt stejné třídy s názvem VMware Server. Tento produkt je však nyní zdarma ke stažení na webových stránkách firmy VMware.

2. Dosažené výsledky řešení

Zakoupená technika byla bez prodlení instalována ve fyzikálním praktiku v budově Ke Karlovu 3 a zakoupený počítačový hardware byl nainstalován v místnosti pro servery v budově fakulty na Malostranském náměstí, dále byl nainstalován operační systém a následně zprovozněn virtualizační software VMware Server.

Provoz praktika ani počítačové laboratoře nebyl instalací přerušen (ani nemohl být, protože instalace probíhala během semestru při využití laboratoří pro výuku). Je možné konstatovat, že bezproblémová instalace nové techniky se podařila proto, že se spojily síly jak vedení fakulty, která stanovila nákup techniky prioritou, tak i řešitelů projektu a jejich spolupracovníků, kteří se postarali, aby po dodání byla technika co nejdříve umístěna a uvedena do testovacího provozu. Všechny realizace zavádějí do výuky moderní měřicí a informační technologie, sběr dat a umožňují kvalitnější vyhodnocení získaných výsledků.

Nová úloha „Stirlingův motor“ seznamuje studenty s moderní aplikací první a druhé věty termodynamické, cyklickými ději a účinností. Úloha „Sluneční kolektor“ využívá absorpce světelné energie k ohřevu vody. Úloha vede k pochopení principu slunečního článku a jeho účinnosti za různých experimentálních podmínek – uspořádání kolektoru a počáteční teploty vody. V úloze „Měření malých odporů“ dochází kromě měření pomocí Wheatstonova můstku a Thomsonova můstku k použití měřicí centrály pro měření ve čtyřvodičovém zapojení s velkou přesností. Studenti porovnají efektivnost a přesnost různých měřících metod na tomtéž vzorku. U dalších úloh „Měření charakteristik diod“ a „Charakteristiky termistoru“, které se měřilo bod po bodu a pomocí souřadnicového zapisovače, inovace zásadně mění měřicí režim a vede k větší didaktické i poznatkové hodnotě těchto pracovních úkolů. Digitální mikroskop s výstupem na počítač a video programově ošetřený k odečítání rozměrů studovaného interferenčního obrazce moderním způsobem inovuje úlohu „Interference nepolarizovaného a polarizovaného světla“. Poslouží při určování rozměrů optických mřížek, štěrbin, dvojštěrbin, a dalších optických předmětů používaných pro studium difrakce. Bude jím možno studovat stáčení polarizační roviny i interferenci polarizovaného světla na dvojlomných materiálech. Je jím možno studovat interferenční obrazce v nepolarizovaném světle a měřit tloušťky tenkých vrstev nebo měřit poloměry křivosti čoček z Newtonových kroužků. Se zakoupeným příslušenstvím umožní pozorování v prošlém a odraženém světle a to jak okem tak prostřednictvím kamery připojené na monitor PC. Maximální zvětšení se zakoupeným okulárem a výměnnými objektivy je 200. Mikroskop je dále vybaven polarizačními filtry, čtvrtvlnnou destičkou, Amiciovou-Bertrandovou čočkou. To vše umožní pozorovat efekty v polarizovaném světle. Výhodou snímání obrazu kamerou je nejen pohodlnější práce, ale umožní sledování obrazu studentovi a zároveň i přítomnému vyučujícímu, takže usnadní diskuzi nad získaným záznamem. Obraz pořízený kamerou můžeme zpracovávat programem

Quick PHOTO MICRO 2.2. Ten umožní měřit rozměry v nasnímaném obrázku, velikosti ploch objektů i velikosti plochy jedné barvy. Záznam obrazu pak může být ukládán a dále používán dle potřeby. Díky komfortnějšímu sběru dat se studenti mohou soustředit na fyzikální řešení problému a výběr vhodných měřicích postupů. V úloze „Určení měrného náboje elektronu z charakteristik magnetronu“ se lze nyní soustředit na interaktivní práci student-pedagog a na výběr vhodné oblasti měření a interpretaci výsledků. Aparatura umožňuje použití impulsních metod měření a vzhledem k všestrannosti čtyřkvadrantového Source-Meteru a řídicí jednotce ji lze využít ke snímání charakteristik dalších elektronických obvodů. Nové úlohy „Studium sběrnice ISA“, „Adresovatelné a neadresovatelné sběrnice“ a „Standardní rozhraní PC“ bez zakoupené sestavy čtyřkanálového osciloskopu WaveSURFER 424 společně s 32-kanálovým logickým analyzátozem MS-32 realizovat nelze. Zařízení díky přenášenému pásmu do 200 MHz umožňuje snadné sledování přechodových dějů na sběrnících. Je vybaveno komfortním zpracováním signálu od prostého součtu až po Fourierovy transformace. Lze ho proto velmi dobře použít i pro složitější úlohy analogové části výuky, například v oblasti metod zpracování signálů na úrovni šumu.

Během podzimu 2006 byly provedeny veškeré testovací procedury provozu virtuální laboratoře. Již nyní probíhá na virtuální laboratoři v pilotním provozu vývoj softwarových projektů v rámci předmětu PRG023, což nám umožňuje otestovat virtuální laboratoř před spuštěním do plného provozu. Dále byly připraveny úlohy pro předměty SWI099 a SWI106 pro cvičení provozované na virtuální laboratoři. Tyto úlohy se budou v průběhu času dále zdokonalovat a obměňovat podle aktuálních potřeb předmětů, neboť situace v informačních technologiích se rapidně mění i v průběhu jednoho roku.

3. Konkrétní výstupy z řešení projektu

Realizovaný projekt poskytuje možnost posunout kvalitu výuky v bakalářských programech Fyzika a Informatika na vyšší úroveň a umožňuje připravit odpovědně absolventy těchto typů studia pro budoucí povolání či pro navazující magisterské, příp. doktorské studium. Zavedením nových a inovovaných úkolů s využitím moderních technologií se zvyšuje přístupnost studia i v rámci EU.

Rozšířená témata experimentálních prací na zařízeních, které student pozná v základních fyzikálních praktikách jsou plánována i jako vhodná témata experimentálních bakalářských prací. Modernější zařízení, která byla předmětem tohoto grantu, rozšiřují kromě průběžného studia fyzikálních jevů nabídku zajímavých témat studentských a hlavně bakalářských prací. Tyto práce budou prvním (u některých studentů možná posledním) samostatným badatelským pokusem a je proto vhodné, aby alespoň někteří ze studentů měli možnost pracovat samostatně na zařízeních nikoliv špičkové ale přesto slušné úrovně.

V současné době bylo dokončeno vybavení laboratoří základních fyzikálních praktik přístroji a zařízeními pro realizaci nových fyzikálních úloh, resp. pro realizaci moderních měřicích a vyhodnocovacích metod. Proběhlo sestavení aparatur a testovací procedury zařízení. Byly sestaveny pilotní pracovní úkoly nových i inovovaných úloh. Započala tvorba vzorových řešení. Experimentální provoz úloh započne od LS 2006/07. Proběhl zácvik a školení prvních 5 pedagogických pracovníků. S dalším zácvikem počítáme v průběhu LS 2006/2007. Fotodokumentace nově realizovaného vybavení je v příloze.

Hlavním přínosem části B projektu je příprava studentů pro jejich okamžité a kvalitní uplatnění v praxi. Výuka v jednotlivých předmětech pokrývá značné spektrum současných i budoucích řešení v daném oboru. Dalším netriviálním přínosem je i možnost využít výkonný server mimo výuku předmětů nebo během prázdnin k výpočtům nebo experimentům v rámci jiných předmětů magisterského nebo doktorandského studia. Již nyní probíhá na virtuální laboratoři v pilotním provozu vývoj softwarových projektů, což nám umožňuje testovat virtuální laboratoř před spuštěním do plného provozu v delším časovém horizontu. Plný

provoz nastane od LS 2006/2007, kdy zde bude zahájena výuka předmětů SWI099 "Administrace systémů Windows" a SWI106 "Administrace Unixu" a bude pokračovat výuka PRG023 "Softwarový projekt".

V současnosti jsou některé předměty (např. DBI013 "Administrace Oracle" , SWI111 "Seminář TCP/IP"), které jsou svým obsahem vhodné pro výuku na virtuální laboratoři, vyučované na reálném hardware, neboť možnost virtuální laboratoře zde prostě nebyla. Očekáváme, že po dohodě a zaškolení vyučujících budou tyto předměty postupně převedeny na výuku na virtuální laboratoři. Velmi pravděpodobně pak budou ve spolupráci s externími subjekty (např. firma Sybase) připraveny další předměty vyučované na virtuální laboratoři.

4. Závěr

Cíle projektu s názvem „Reálné a virtuální laboratoře MFF UK na bázi moderních technologií“ byly v roce 2006 podle názoru řešitelky a spoluřešitele beze zbytku splněny. Instalovaná technika inovuje v části A projektu výuku v 15 předmětech bakalářského studia fyziky a v části B v 5 předmětech bakalářského i magisterského studia informatiky na MFF UK.

V Praze, dne 4. ledna 2007

doc. RNDr. Ivana Stulíková, CSc.,
řešitelka projektu

prof. RNDr. Milan Tichý, DrSc.,
proděkan MFF UK