

VIRTUÁLNÍ A VZDÁLENÉ LABORATOŘE

VIRTUAL AND REMOTE LABORATORIES

David Vaněček

ČR

Masarykův ústav vyšších studií ČVUT

E-mail: david.vanecek@muvs.cvut.cz

1. ÚVOD

Studenti inženýrských oborů se souběžně s jejich technickým vzděláváním na vysokých školách technického směru připravují na našem pracovišti MÚVS, ČVUT na budoucí profesi učitele na středních technických školách. Absolvují pedagogické studium.

V současné době se nejen Evropská unie, ale i další části světa potýkají stále s poklesem zájmu o studium technických oborů na středních i vysokých školách. Zároveň, je obecně uznáváno, že se Evropská unie musí přeměnit na společnost založenou na znalostech, která bude schopna vyřešit současné i budoucí problémy. Technici hrají v tomto procesu nezanedbatelnou roli. Jejich nápady, postřehy, inovace a objevy přináší Evropě prosperitu a bude záležet na jejich dalších inovacích a kreativitě, aby toto bylo zajištěno i do budoucna. S tím se objevuje otázka, jak mají například university zajistit, aby jejich studenti byli po absolvování vzdělávacího programu kreativními inženýry. Jedním z prostředků jak toho dosáhnout je kvalitní výuka.

Jedno z možných prostředí, ve kterém mohou studenti dát průchod své fantazii a neotřelým nápadům jsou např. laboratoře. Ovšem množství studentů a množství laboratoří není zdaleka v poměru. Jeden ze způsobů jak umožnit studentům, aby do laboratoře měli přístup, je jejich zpřístupnění přes internet. Tento článek ukazuje jednu z možných cest, jak mohou vysoké školy prostřednictvím zpřístupnění virtuálních laboratoří pomoci školám středním ve zvýšení kvality. Taková spolupráce mezi vysokou a střední školou může pomoci k popularizaci technických oborů a do budoucna i ke zvýšení zájmu studentů o technické obory.

2 VYBRANÉ PEDAGOGICKÉ ASPEKTY VÝUKY V LABORATOŘÍCH

Přírodní vědy mají oproti ostatním oblastem lidského bádání jednu výraznou výhodu. Důkazy lze obdržet z první ruky, bez potřeby důvěry v autority. Učitel je postaven do pozice, kdy může pracovat s myslí žáků neposkvěnou předsudky. William Westway jako jeden z prvních navrhl, že by mohly být vědecké, laboratorní metody použity při výuce přírodních věd. Je to právě možnost vylučování, která formuje úsudek. Tato musí být považována za největší devizu a příslib specifických výsledků vědecké výuky za použití laboratoří.

Při správném a důsledném použití metod si můžeme být jisti, že jakkoli je obtížné dostat množství informací do vědomí studenta, tak pokud se nám to podaří, tak vytvoříme intelektuální zvyk nedocenitelné hodnoty. Učitel by měl být na straně studenta a jeho vystupování by mělo vést k potlačení dogmat. Závazkem učitele je učit, nikoli kázat; provádět, nikoli přednášet.

Jako problém učitelů se v té době také jevil jejich samotné vzdělání. Jak může být učitel, který vše, co mu bylo na škole předloženo formou jasných faktů, schopen najednou, z ničeho nic, učit

žáky formou laboratorních zkoušek, když sám nikdy vědeckou činnost a s ní spojené bádání neprováděl. Učitelé jsou většinou vzdělávání formou: „Věř a nepokládej žádné otázky“. Toto později přenáší i na své vlastní žáky. Proto se rozvíjí myšlenka heuristické výuky i při vzdělávání samotných učitelů.

Ke konci devatenáctého století se například v USA začíná plně rozvíjet myšlenka zavedení laboratoří do výuky, tak aby byly natolik integrované, že s nimi přijde do styku každý student. Důvod byl prostý: „ Studenti mají touhu zkoumat tehdy, když jsou zahrnuti do smysluplných laboratorních aktivit. Laboratoř je zdravé prostředí, kde může být věda prožívána.“ Laboratorní aktivity by měly rozvíjet široké spektrum investigativních, organizačních, kreativních a komunikačních dovedností. Z těchto očekávání vzniklo v USA doporučení na zavedení většího množství výuky přírodních věd v laboratořích. Minimálně 80 procent výuky přírodních věd u dětí kolem dvanáctého roku by mělo být v laboratořích.

Nicméně s větším použitím laboratoří ve výuce, se začaly projevovat další problémy. Například Carl Sagan si všímá, že učitelé se sice snaží včleňovat laboratorní cvičení do výuky, ale metody, které používají, nevedou k podpoře zájmů a znalostí žáků. Při výuce periodické tabulky prvků, nakloněných rovin, fotosyntézy, anebo rozdílu mezi černým a hnědým uhlím, nedá žákům učitel jasný základ, jak k daným poznatkům lidstvo dospělo. Je jim to předloženo pouze jako fakt. Carl Sagan poukazuje na nutnost předvedení postupu, jakým byly dané věci objeveny, jakých chyb se lidstvo dopustilo a třeba i jaké směry volilo a ze kterých postupně ustupovalo.

Ve školních laboratořích se také utkáme s problémem, že pokud je zadán pokus, tak je jen jedna správná odpověď a všechny ostatní jsou špatné. Studenti jsou hodnoceni horšími známkami, pokud se nedoberou k přesnému výsledku. Není možnost, aby studenti volili vlastní směr a vlastní prostředky, kterými se doberou k pravdě a poznání. Dalo by se to shrnout do poznatku, že sice studenti jsou účastníky laboratorních zkoušek, ale z těchto zkoušek se vytrácí vědeckost. Studenti jsou pouze účastníky laboratorního cvičení, ale postupují podle jakési kuchařky, aniž by mohli skutečně ovlivnit proces a zasáhnout do něj. Toto potlačuje jejich přirozenou snahu po objevování. Výsledkem je, že mnoho učitelů vysílá své studenty do laboratoří jednoduše opakovat nebo potvrzovat to, co jim už jednou bylo vysvětleno a ilustrováno ve výuce - studenti jsou vysíláni k nezajímavé a pravděpodobně i k nevyhovné zkušenosti.

Díky laboratořím je nicméně možné značně zvýšit kvalitu výuky. Empirická výuková teorie [1] definuje výuku, jako proces kde jsou vědomosti vytvářeny skrz předávání zážitků. Vědomost je výsledkem kombinace uchopení a transformování dojmů. Je také na učiteli, aby zvolil vhodnou metodu výuky. Někteří raději dostanou novou informaci skrz konkrétní zážitek, hmatatelný, pocitový vjem založený na našich pocitech, naopak jiní raději nové informace vstřebávají za pomoci symbolické reprezentace abstraktní konceptualizace - hloubáním nad problémem, analyzováním nebo systematickým plánováním, raději než užíváním pocitů jako vedení. Stejně tak někteří při zpracování, nebo transformování zážitku inklinují k pozornému sledování druhých, kteří jsou do zkoumání zapojeni a chovající se podle toho co se stane, kdežto druzí raději rovnou začnou konat. Pozorovatelé se vydávají cestou sledování, kdežto ti, co konají, jsou motivováni experimentováním. Správný didaktický model laboratoře zůstává nosným problémem bez ohledu zda jde o návrh „klasické“ či „virtuální“ laboratoře.

3 VIRTUÁLNÍ LABORATOŘE

Virtuální vědecké laboratoře (simulované laboratoře)

Virtuální laboratoř je jednoduše laboratorní zkušenost bez skutečné laboratoře. Učitelé používají metodu virtuální laboratoře, tedy laboratoře za použití pouze papíru a tužky už mnoho let. Při této metodě byla data už naměřena a studenti tato data pouze analyzují a ilustrují výsledky. V posledních několika letech se tento typ laboratoří prosadil i ve spojitosti s výpočetní technikou. Skoro vždy ukazuje nějakou simulaci založenou na počítačových algoritmech. Tyto algoritmy jsou často jednoduché rovnice. Většinou tato výuka probíhá tím způsobem, že si student zvolí, na jakou simulaci se chce koukat, nebo jakou se chce zabývat. Je to stejné jako si pustit na videu určitou scénu pokusu. Velmi často je tato scéna animována, obsahuje nějaké výpočty a grafy.

Stejně jako u vyhodnocování výsledků měření na papíře, i zde jsou data předem definována, tentokrát ovšem nějakým výpočetním algoritmem, na kterém je scéna založena. Student je zde pouze jakýmsi pozorovatelem pokusu, může si o něm udělat představu, ale sám do něj nemůže moc zasahovat. Často tento typ zkoušek bývá přesněji nazýván jako virtuální demonstrace, nebo simulovaná laboratoř.

Tento typ laboratoří najde svoje uplatnění. Jeden z příkladů je použití jak ho popsal Waller a Foster [2] jako část výukového experimentu. Jejich cílem bylo naučit jejich žáky pracovat se spektrometrem v laboratoři.

Tento program byl systém několika webových stránek, které obsahovaly snímky obrazovky z počítače, který ovládal spektrometr, spolu s klíčovými kroky nastavení přístroje. Snímky obrazovky byly propojeny používající „Image Map“ techniku. Toto dovolovalo kliknutím na různé části obrázku otevřít různé webové stránky. Díky tomuto se podařilo docílit iluze, že student ovládal jak spektrometr, tak software. Simulace umožňovala studentům změřit vlastnosti několika vzorků, jako kdyby ovládali skutečný spektrometr.

Pokročilejším systémem tohoto typu byla Oxfordská virtuální laboratoř pro první ročníky bakalářského studia chemie. Jejich systém byl také založen na předem naměřených datech, v kombinaci s počítačovým algoritmem, nicméně umožňoval mnohem větší zapojení uživatelů. Tvůrci této laboratoře natočili určité množství chemických reakcí. Student si je poté mohl vyvolávat přes volbu dvou prvků vstupujících do reakce. Po zhlédnutí videa byly uživatelům okamžitě pokládány otázky k reakci, kterou právě vytvořili. Tento systém je samozřejmě velice omezen množstvím natočených reakcí, nicméně se blíží tomu, co je běžné chemické laboratoři. Dalším krokem ke zdokonalení myšlenky využití výpočetní techniky při zprostředkování laboratorní zkušenosti jsou „Skutečné vzdálené laboratoře“.

Skutečné virtuální laboratoře – Vzdálené laboratoře

Tento typ laboratoří by měl umožnit studentům překonat dva základní problémy, které byly popsány v předchozím textu. První je propojení skutečného probíhajícího experimentu s počítačem, takže zde budou jen ve velmi omezené míře využity počítačové algoritmy. A za druhé možnost žáků vstupovat do tohoto procesu, ovlivňovat ho, určovat směr a tím ztraktivnit tuto metodu. Student by měl mít možnost zapojit široké spektrum vědeckých metod a překročit možnosti, které mu byly dány programátorem dané laboratoře.

Neméně zajímavý poznatek je, že díky použití vzdálené laboratoře žáci pracují více impulzivně. Při skutečné práci v laboratoři se kdesi v pozadí drží obava, aby nedošlo k nějaké nehodě při

pokusu, nebo nějakému zranění. Studenti se snaží pracovat opatrně a toto může prodlužovat délku laboratorních zkoušek.

Důležitý fakt je, že vzdálená laboratoř obsahuje skutečné experimenty. Stěžejní aktivita v každé laboratoři je běžící pokus a jeho měření. Abychom toto mohli uskutečnit i u tohoto typu laboratoře, vzdálená laboratoř musí obsahovat skutečný experiment, ze kterého mohou studenti získávat data, které nejsou žádným způsobem předdefinovány. Toto vychází z tvrzení, že experiment je stejně důležitý jako jeho pozorování.

4. TECHNOLOGIE VZDÁLENÝCH LABORATOŘÍ

Virtuální laboratoře, mají oproti reálným vzdáleným laboratořím výhodu v množství uživatelů, které jsou schopny obsloužit, používají se především u pokusů, kde chceme, aby si studenti pokus mohli mnohokrát zopakovat, měnit koeficienty a sledovat jak tyto jejich zásahy ovlivňují výsledek. Naproti tomu skutečné vzdálené laboratoře dávají skutečné výsledky, nikoli výsledky generované algoritmem. Pro oba přístupy je ale třeba zajistit vhodnou komunikaci mezi uživatelem a pokusem.

Webová experimentální softwarová struktura

Struktura vzdálené laboratoře se snaží propojit laboratoř a uživatele. K tomu je potřeba (virtuální laboratoř by se lišila nepřítomností webové kamery, laboratorního zařízení a ovládacího počítače):

1. Uživatel, který je připojen buď k internetu a přes firewall k serveru, nebo k privátní síti, kde není potřeba firewall a opět k serveru.
2. Server, který má tři základní části. Počítač, který distribuuje jednotlivé dotazy na příslušné periferie, datové úložiště pro ukládání dat z experimentu a UPS neboli záložní zdroj. Na serveru dochází k publikaci obsahu na internet, může na něm například běžet plánovač využití laboratoře a dochází zde k ukládání naměřených dat na datové úložiště.
3. Ovládací počítače po obdržení příkazu od uživatele přes server, vykonají daný pohyb, úkol na laboratorním zařízení. Následně odešlou naměřená data.
4. Laboratorní zařízení, na kterém se provádějí pokusy
5. Webová kamera, která snímá průběh experimentu a zlepšuje tak dojem a reálnost celého procesu
6. Přístupové počítače, na kterých může běžet virtuální laboratoř, případně přes ně mohou správci upravovat celý proces experimentu
7. Router, přes který jsou přenášena data mezi venkovní sítí a serverem, zabezpečuje připojení externích uživatelů.

Vývojové nástroje vzdálených a virtuálních laboratoří

Java

Java využívá objektového programování. Mimo objekty se v Javě pracuje i s typy, to znamená, že každý výraz i proměnná mají svůj typ, který je znám už v době kompilace. V Javě najdeme dva datové typy, primitivní a referenční.

Po napsání kódu v Javě dojde k jeho přeložení do mezikódu pomocí kompilátoru a tento mezikód následně spouští Java Virtual Machine (virtuální stroj) pro danou platformu. Díky tomu je zajištěna nezávislost celého kódu na platformě, na které aktuálně běží. Proto stačí program kompilovat pouze jedenkrát a o jeho správné funkci na různých platformách se už postará implementace JVM pro danou platformu. S tímto principem se pojí slogan firmy SunMicrosystems „Write once, run everywhere.“ (Napiš jednou, spust' všude).

Díky tomuto principu je velice snadné spustit virtuální a vzdálené laboratoře na libovolném počítači, je pouze třeba si nainstalovat Java Runtime Environment. Proto byly v Javě naprogramovány mnohé laboratoře. Například na německé univerzitě v Hagenu [3] vznikla potřeba sdílet nákladné experimentální zařízení mezi vícero universitami. Proto byla naprogramována laboratoř v jazyku Java, kde studenti mohou používat zařízení v laboratoři. Zároveň je v programu možnost, aby spolu studenti spolupracovali vzdáleně na stejném pokusu.

Adobe Flash

Velikou výhodou tohoto programovacího jazyka je, že zde prakticky není žádný problém s kompatibilitou. Díky tomu, že Flash soubory jsou viditelné pouze s plug-inem, Flash bude pracovat stejně u uživatelů, kteří mají FireFox nebo Safari, případně Internet Explorer, Linux, Windows nebo Apple. Výhodou je malá velikost výsledného souboru. Používá se především při tvorbě animací. Ty jsou tvořeny vektorově. V jazyku Flash bylo napsáno mnoho virtuálních laboratoří, nicméně se tento jazyk neukázal jako příliš vhodný pro vzdálené reálné laboratoře. Jedním z příkladů využití může být návrh webového prostředí pro vzdálenou laboratoř pivovarnického procesu [4].

XML

EXtensible Markup Language (rozšířitelný značkovací jazyk). Je to značkovací jazyk podobně jako HTML (Hypertext markup language). Příkladem použití jazyka XML může být práce [5]. Tato práce využívá přístupu použití XML jazyka k napsání experimentálního konfiguračního souboru. Pro spuštění laboratoře uživatel potřebuje internetový prohlížeč se spuštěnou Javou. Cílem tohoto projektu bylo, aby mohli jednotliví uživatelé sdílet jejich hardwarové a softwarové zdroje.

Matlab a Simulink

Matlab (Maticová Laboratoř) a Simulink(původně Scilab – Science Laboratory) jsou běžně dostupné a používané nástroje, jak ve světě, tak i na ČVUT. Díky prostředí Matlabu, rozhraní Simulinku a Real-time Workshopu mohou vyučující a pedagogové soustředit svou pozornost na design systému, implementaci a rozvoj laboratoře spíše než na časově náročné základní programování. Například práce z Německé university v Bochumu [6] předvádí zdařilé užití Matlabu při programování vzdálené laboratoře. Program byl navržen pro studenty oboru Řídicí systémy.

LabVIEW

V USA byl vyvinut systém LabVIEW, který je hojně používán jak v akademické sféře, tak ve výrobních podnicích. Byl vyvinut společností National Instrument (NI) a snadno se v něm nastavuje proces, grafické rozhraní, hardware a ovladače. Další balíček, který se spolu s ostatními užívá je takzvaný DataSocket. Tento systém umožňuje připojení více uživatelů, kteří mohou následně spolupracovat na jednom pokusu, případně mohou dělat více pokusů najednou.

Jeden z příkladů užití [7] je vzdálená laboratoř s nanosiloměry. Zde se podařilo díky vzdálené laboratoři zpřístupnit velice drahé laboratorní zařízení. Nicméně i přes tak pokročilý nástroj, jakým je LabVIEW s DataSocket, musí vývojáři prokázat veliké úsilí, aby vyvinuli a uvedli do chodu vzdálenou, nebo virtuální laboratoř.

Dalším krokem ke zjednodušení tohoto procesu je software nazvaný Remote Lab Generator (RLGen) navržený Hasnimem [8]. Tento program je založen na zkušenostech s návrhem laboratoří a HTML dokumentů pro pokusy, RLGen automaticky vygeneruje studentskou webovou stránku, kde potom mohou studenti přes internet provádět příslušné pokusy. Nicméně i zde vyvstaly komplikace, tentokrát s kompatibilitou mezi měřicím prostředím ActiveX a LabVIEW.

Jedním z dalších vhodných užití je vzdálená laboratoř vyvinutá na MIT (Massachusetts Institute of Technology), která se jmenuje iLab [9]. iLab je rozdělená na tři klíčové webové části. Obsahuje rozhraní pro uživatele, systém, který rozděluje a třídí příkazy a laboratorní servery. I zde byly použity některé prvky LabVIEW a uživatelské rozhraní je založeno na ASP a ASP.NET webových stránkách pro webové publikování.

Web 2.0

Jedna z bohatých technik využitá k vývoji Web 2.0 je webové rozhraní AJAX (Asynchronous JavaScript and Xml). Jedním z příkladů AJAX je Gmail. Použití konceptu Web 2.0 k navrhování vzdálených laboratoří je relativně nové. Jeden z příkladů je přístup ke vzdálené laboratoři přes mobilní zařízení [10]. Díky tomu, že použili systém AJAX, je jejich systém aktualizován jen po zásahu uživatele. Díky tomu došlo k výrazné redukci dat přenášených mezi uživatelem a serverem.

5. UKÁZKA NÁVRH VZDÁLENÉ INTERNETOVÉ LABORATOŘE PRO NAŠE STUDENTY

Realizace návrhu vzdálené internetové laboratoře vyžaduje důkladnou přípravu. Je třeba vhodně zvolit experiment s ohledem na technickou proveditelnost, možnosti vzdáleného řízení a didaktického využití. Nemalou roli hraje i finanční hodnota, kterou můžeme do úlohy vložit. S ohledem na tyto aspekty je nutné rozhodnout, zda vznikne vzdálená internetová laboratoř veřejně přístupná, nebo bude sloužit především studentům školy, kde je vytvořena, a ostatním bude umožněn přístup po registraci. Po zvážení všech aspektů vytvoříme vzdálenou internetovou laboratoř finančně dostupnou, určenou pro studenty jedné školy. Svou jednoduchostí a variabilitou umožňující měnit úlohy během roku podle učebního plánu předmětu. Byla zvolena jednoduchá úloha „Měření Voltampérové charakteristiky LED diody“. Výhoda tohoto pokusu je především v tom, že se jedná o elektrické veličiny. Jejich řízení a připojení k řídicímu počítači je jednodušší než u některých mechanických nebo chemických úloh.

Z didaktických důvodů použijeme digitální přístroje, které se odečítají pomocí webové kamery. Pro řízení pokusu použijeme osm digitálních výstupů, kterými se provádí změna napětí. Toto řešení bylo zvoleno proto, že vzdálená internetová laboratoř ochudí studenty o výběr metody, kterou dané měření provedou, výběr měřidel a dalších komponentů pokusu, o možnost zapojit úlohu dle vybraného schématu. Všechny tyto složky činnosti mají značný vliv na tvořivé myšlení. Pokud použijí výstupy měření převedené do počítače a přímo do formátu pro další zpracování, kde se pouhým výběrem z menu vytvoří např. graf, pak není velký rozdíl mezi touto úlohou a pouhou animací. Studenti se musí naučit přemýšlet o tom, co dělají a jak to dělají. Měli by vytvořit tabulku a do ní zapsat naměřené hodnoty. Z těchto vypočítat potřebné veličiny a sestavit graf.

Pro řízení experimentu je použita vývojová deska Arduino Mega 2560 založená na čipu ATmega2560. Má 54 digitálních vstupně/výstupních pinů z nichž 14 je možné použít jako PWM analogové výstupy, 16 analogových vstupů, 4 UART hardwarové sériové porty, 16 MHz krystalový oscilátor, USB konektor pro spojení s PC, napájecí jack, ICSP konektor a resetovací tlačítko. Deska má všechno potřebné pro funkci mikroprocesoru. Poskytuje pomocí jednoduchého programového prostředí množství možností využití. Můžeme měřit, monitorovat a řídit různá zařízení. Součástí softwaru pro programování Ardiuna jsou knihovny pro ovládání dalších rozšiřujících modulů (shieldů). Vzhledem k připojení desky k počítači přes USB konektor, není potřeba jakkoliv zasahovat do řídicího počítače.

Přepínáním jednotlivých digitálních výstupů se mění velikost napětí, kterou odečítáme na digitálním přístroji PU 510 použitým na měření stejnosměrného napětí. Rozsah měření 20 V ss. Proud procházející diodou odečítáme na druhém digitálním přístroji PU 510 použitým pro měření stejnosměrného proudu. Rozsah měření 200 mA ss. Odečtené hodnoty zapíšeme do tabulky.

Úloha je zapojena na nepájivém kontaktním poli. K měření napětí a proudu jsou použity dva digitální měřicí přístroje PU 510. Jeden označen písmenem „V“ je použit na měření stejnosměrného napětí a je nastaven na rozsah 20 V ss. Druhý, označený písmenem „A“, je použit na měření stejnosměrného proudu je nastaven na rozsah 200 mA ss. Displeje jsou nasvíceny, aby byly lépe čitelné. LED je připojena na jednotlivé digitální výstupy Arduina. Arduino je připojeno přes USB k řídicímu počítači. Protože LED má napětí 2 V a proud 20 mA, nemusí být použit další zdroj napětí, stačí 5 V USB portu.

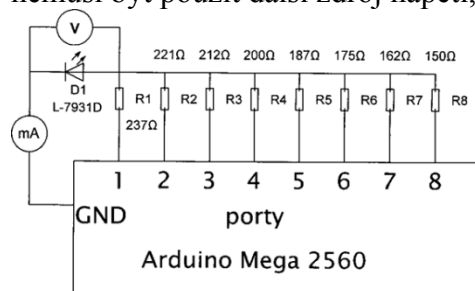


Schéma zapojení experimentu

Osvětlení experimentu je nainstalováno, protože měřené hodnoty se odečítají přímo na digitálních měřicích přístrojích, které mají LCD displeje, a jsou dostatečně osvětleny, aby byly čitelné.

Webová kamera je důležitou součástí této úlohy, protože měřené hodnoty odečítáme z přístrojů. Jako webová kamera je použit digitální fotoaparát Digimat VC 2110. Má velmi dobrou optiku,

což je pro zobrazení důležité. V řídicím počítači musí být spuštěn program umožňující zobrazení obrazu z kamery na obrazovku. V našem případě je použit free software ContaCam. Protože řídicí počítač není v žádné síti, je obraz přenášen pomocí streamovaného videa s rozlišením 640 x 480. Rychlost snímání je zhruba 24 snímků /s. Zobrazování webové kamery v html stránkách při „SPUŠTĚNÍ EXPERIMENTU“ je řešeno JAVA appletem.



Sestavená vzdálená internetová laboratoř

Protože je k ovládní experimentu použita vzdálená plocha počítače, jsou html stránky, přes které se laboratoř řídí, umístěny na řídicím počítači a tento počítač nám nahrazuje webový server. Na obrázku máme vzhled html stránky, která se nám zobrazí po přihlášení ke vzdálené ploše. Základ stránek je v HTML kódu. Na některé části je použit JAVA applet.



Vzhled stránek vzdálené internetové laboratoře

Vytvořená úloha vzdálené internetové laboratoře je postavena na vývojové mikroprocesorové desce Arduino MEGA 2560. V tomto experimentu je použit jeden z mnoha způsobů využití Arduina. To při rozšíření o desku Ethernet shield můžeme naprogramovat jako webový server.

6. Závěr

Příspěvek shrnuje nosné pedagogické a technologické aspekty virtuálních a vzdálených laboratoří. Praktická část je ukázkou konkrétního výstupu vytvoření vzdálené reálné laboratoře. Většina vzdálených laboratoří se potýká s nedostatkem kapacity v některých částech dne. Proto by dalším krokem mohlo být propojení mezi universitami v USA, Evropě a Austrálii atd. Především v oboru přírodních věd, počítačů a jiných jsou v různých státech metody výuky a s nimi spojené pokusy podobné. Pokud bychom měli vícero laboratoří se stejným pokusem, tak by se nám díky časovému posunu v jednotlivých zemích podařilo rozprostřít využití do celých 24 hodin. Věřím, že v příštích letech budeme svědky rozvoje vzdálených i virtuálních laboratoří, ale zároveň doufám, že tím nedojde k úplnému vytlačení skutečných laboratoří z výuky. Přeci jen jsou vjemy, které nám zatím počítač nedokáže zprostředkovat.

LITERATURA

- [1] D. Kolb a R. E. Boyatzis, „Experiential learning theory: Previous research and new directions,“ v *Perspectives on cognitive, learning, and thinking styles*, Lawrence Erlbaum, 2000.
- [2] J. C. Waller and N. Foster, "Training via the web: a virtual instrument," in *Computers and Education*, 2000, pp. 161-167.
- [3] H. Hoyer, „Multi user environment for a teleoperated laboratory,“ *IEEE Transaction in education*, pp. 121 - 126, Únor 2004.
- [4] J. Goffart, Design of a web-based remote lab for a brewery process, Hämeenlinna, Finland: HAMK University of Applied Sciences, 2007.
- [5] R. Pastor, C. Martín, J. Sánchez a S. Dormido, „Development of an xmlbased lab for remote control experiments on a servo motor,“ *International Journal of Electrical Engineering Education*, pp. 173 - 184, 2005.
- [6] C. Schmidt, „Virtual control laboratories and remote experimentation in control engineering,“ 2000.
- [7] T. Chang, P. Jaroonsiriphan a X. Sun, „Integrating nanotechnology into undergraduate experience: a web-based approach,“ *International Journal of Engineering Education*, pp. 557 - 565, 2002.
- [8] H. Hasnim a M. Z. Abdullah, „Remote lab generator (RLGen): A software tool using auto-generating technique to develop a remote lab,“ *International Journal of Online Engineering*, pp. 49-51, 2007.
- [9] V. J. Harward, J. A. D. Alamo, S. R. Lerman, P. H. Bailey, J. Carpenter, K. Delong, C. Felknor, J. Hardison, B. Harrison, I. Jabbour, P. D. Long, T. Mao, L. Naamani, J. Northbidge, M. Schulz, D. Talavera, C. Varadharajan, S. Wang a Yehia, „The iLab shared architecture: A web services infrastructure to build communities of internet accessible laboratories,“ v *Proceedings of the IEEE*, 2008, pp. 931 - 950.
- [10] D. L. de Ipiña, J. García-Zubia a P. Orduña, „Remote control of web 2.0-enabled laboratories from mobile devices,“ v *Proc., Second IEEE International Conference on e-Science and Grid Computing*, IEEE, 2006.
- [11] A. Vališová, J. Šubrt, P. Andres „E-learning from the technical university point of view“ *International Conference on Computers and Advanced Technology in Education*, Beijing, 2007, ISBN 978-088986699-7.
- [12] D. Vaněček, "Elektronické vzdělávání". Monografie, Praha. Česká technika – nakladatelství ČVUT, 165s, 2011. ISBN 978-80-01-04952-5.

KONTAKT

Ing. Bc. David Vaněček, PhD.

MÚVS ČVUT, katedra inženýrské pedagogiky, Kolejní 2a, 168 00 Praha 6

Tel.: 224353177

e-mail: david.vaneczek@muvs.cvut.cz