

Ing. Petr Kropík, Ing. Lenka Šroubová, Ing. Martin Vondrák

Abstrakt: Příspěvek pojednává o využití Matlabu v pedagogické činnosti, zejména k řešení a kontrole semestrálních prací na Katedře teoretické elektrotechniky Fakulty elektrotechnické ZČU v Plzni. Je zde vysvětleno, jakým způsobem počítačový systém pracuje, jak po stránce hardware, tak po stránce software. Popsána je technická realizace, struktura serveru a klientů, dále jsou charakterizovány funkce aplikace. Systém umožňuje zadávat určitá témata semestrálních prací včetně obměny číselného zadání, na základě algoritmů výpočtu pro daný problém sestavit program v MATLABu, který daný úkol číselně vyřeší a dodá tak soubor výsledných dat pro potvrzení správnosti práce studentů, vytvořit databázi, ve které budou uvedeny informace o průběžné práci studenta, ověřovat základní znalosti posluchačů formou testů.

```

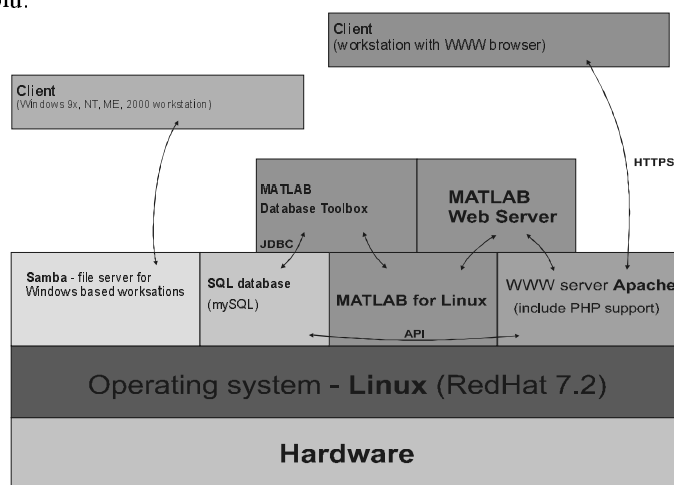
graph TD
    Teachers[Teachers] --> Internet[Internet]
    Students[Students] --> Internet
    Internet <--> WebPages[WEB pages HTML+PHP]
    WebPages <--> Server[Server Linux+ Apache]
    Server <--> DatabaseMySQL[DATABASE MySQL]
    Server <--> MATLABWebServer[MATLAB WEB SERVER]
    MATLABWebServer <--> DatabaseToolbox[DATABASE TOOLBOX]
    DatabaseToolbox <--> MATLAB[MATLAB]

```

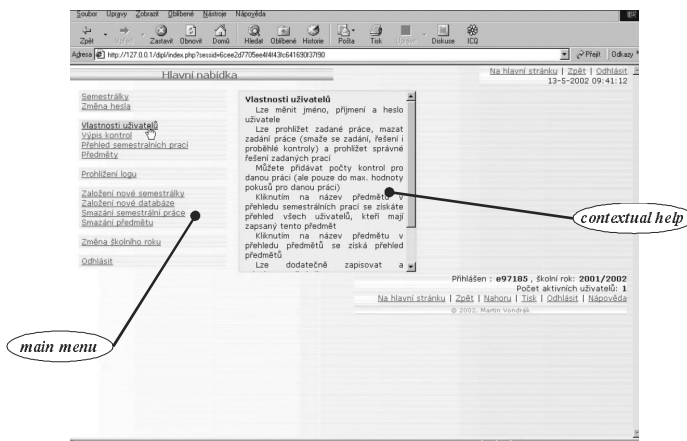
základních principů a jejich matematická formulace (matematický model problému) a vysvětlení metod použitých pro řešení elektrotechnického problému včetně fyzikální interpretace a diskuse obdržených výsledků. Výuka těchto teoretických předmětů požaduje od posluchačů dobré znalosti matematiky a dostatečné zkušenosti s různými matematickými úpravami, kterým je nutno věnovat více pozornosti než samotnému porozumění fyzikální podstatě řešeného jevu. Zjednodušení úkolů navíc představuje pouze hrubou aproximaci reálného technického problému. Tento problém lze eliminovat použitím moderní výpočetní techniky, která umožní rozvíjet schopnosti studentů správně analyzovat jednoduché technické problémy a

Posluchači vypracovávají během semestru 2–3 semestrální práce. Zadání hodnot studentům, kontrola a hodnocení je pro učitele časově náročné. Z tohoto důvodu bylo navrženo a realizováno užití MATLAB Database Toolboxu a Web Serveru v systému ověřování znalostí studentů.

Navržený systém umožňuje zadávání, kontrolu a hodnocení semestrálních prací studentů pomocí libovolného počítače, který je připojen k internetu. Systém používá pro komunikaci uživatelské WWW rozhraní (Obr. 1). Projekt využívá prostředí operačního systému Linux RED HAT 7.2. Základní části



Obr. 2 Struktura systému (detailní)



Obr. 3 Hlavní menu aplikace

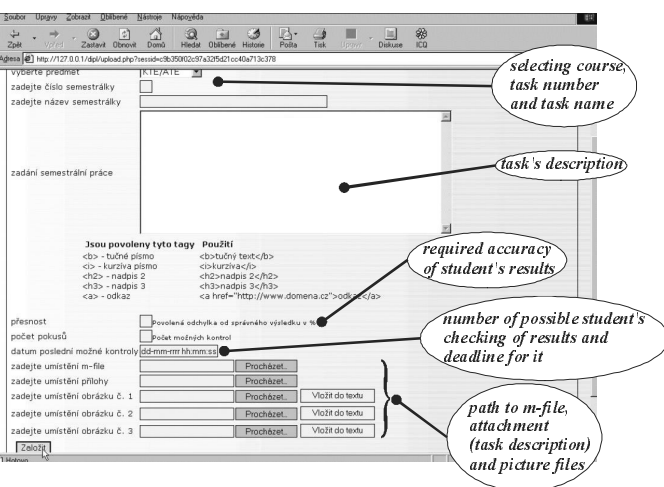
zajišťující výpočet úloh zadávaných studentům. Dále byly využity některé toolboxy MATLABu. MATLAB WEB Server je potřebný pro komunikaci mezi výpočetním systémem MATLAB a uživateli (běží na serveru jako služba operačního systému). MATLAB WEB Server potřebuje pro správnou funkci standardní WWW server (např. APACHE nebo MS IIS). MATLAB Database toolbox (založeného jako Java aplikace) je nutný pro přístup MATLABu do databáze. Tento toolbox využívá ovladač Java Database Connectivity (JDBC, typ JDBC-ODBC bridge, více informací lze najít na <http://java.sun.com/products/jdbc>).

Vytvořená databáze obsahuje informace o studentech, zadáných úlohách a předmětech. Systém umožňuje zadávání, kontrolu a hodnocení semestrálních prací studentů.

A. Funkce aplikace

Aplikace používá architekturu klient – server. Uživatelé odesílají své požadavky pomocí WWW formulářů. Odeslané údaje jsou dále zpracovány serverem. Systém vygeneruje zadání studentských semestrálních prací, přičemž hodnoty jsou náhodně vybírány z daného intervalu a / nebo ze sad daných možných hodnot. Následuje výpočet (spuštěný démonem cron systému Linux) a výsledky jsou zaznamenány do databáze (pomocí MATLAB Database Toolboxu).

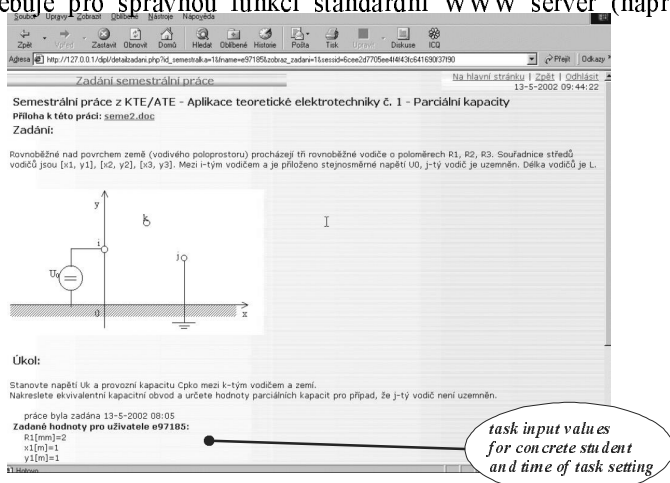
Kontrola semestrálních prací probíhá tak, že studenti odesílají vypočtené hodnoty do systému pomocí WWW rozhraní (WWW formuláře). Tyto hodnoty jsou porovnávány se správnými výsledky uloženými v databázi a



Obr. 5 Vytvoření nové semestrální práce

celého systému jsou realizovány pomocí web serveru APACHE a databázového serveru. Databáze je vytvořena v prostředí mySQL (systém řízení báze dat). Tato databáze disponuje rozhraním API pro jazyk PHP. Jde o rychlou databázi obsahující jednoduché administrativní nástroje (phpMyAdmin).

Hlavní část prezentovaného systému je naprogramována v jazyce PHP nainstalovaném jako modul serveru APACHE. PHP generuje potřebné WWW stránky (Obr. 2). Většina použitého programového vybavení je z kategorie Open Source Software a je bezplatná. Z komerčního software byl použit především systém pro matematické výpočty MATLAB

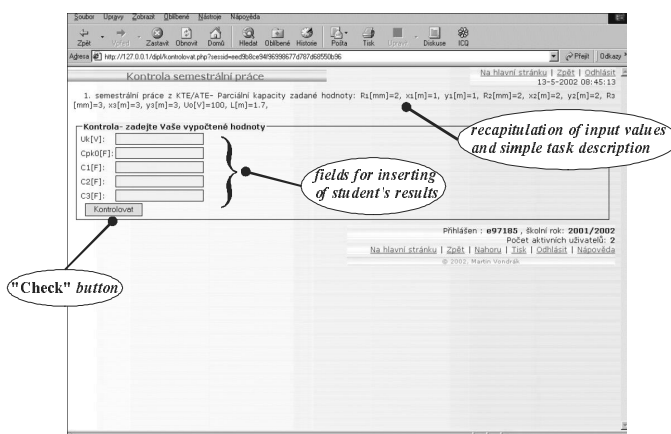


Obr. 4 Popis semestrální práce

Následuje výpočet (spuštěný démonem cron systému Linux) a výsledky jsou zaznamenány do databáze (pomocí MATLAB Database Toolboxu). Kontrola semestrálních prací probíhá tak, že studenti odesílají vypočtené hodnoty do systému pomocí WWW rozhraní (WWW formuláře). Tyto hodnoty jsou porovnávány se správnými výsledky uloženými v databázi a studentům se v podobě WWW stránky vrací odpověď, které hodnoty vypočetli správně a které řešení je chybné. Výsledky studentů, informace o správnosti řešení, aktuální čas a datum jsou uloženy do databáze.

Učitelé mohou nahlížet do výsledků úloh vypočtených studenty (a uložených v databázi) opět prostřednictvím WWW rozhraní. Stejně je realizována i administrace celého systému. Tento způsob komunikace umožňuje přístup k uživatelům z pracovních stanic založených na jakékoli platformě a umístěných kdekoli v Internetu.

V současné době pracujeme na systému využívajícím MATLAB Web Server k prezentaci ukázkových výukových příkladů. Úlohy z oboru Teoretická elektrotechnika jsou uloženy na serveru ve formě m-file. Tyto m-file využívá MATLAB Web



Obr. 6 Kontrola výsledků

nabídku práce se systémem (Obr. 3)

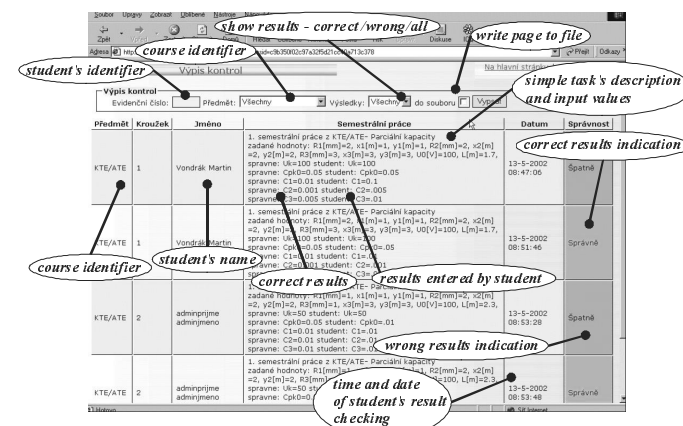
Vytvoření předmětu – uloží do databáze identifikační číslo předmětu, jméno katedry garantující předmět, zkratku předmětu, název předmětu.

Vytvoření nové úlohy – uloží m-file a popis úlohy do vyhrazeného adresáře na serveru pomocí HTTP protokolu a запиše potřebné údaje do databáze (Obr. 4, 5).

Zadání nové úlohy – je generováno na základě dotazu od studenta při použití prohlížeče WWW stránek a je vytvořeno náhodně vybranými hodnotami z daného intervalu a / nebo náhodným výběrem z vhodných hodnot pro dané zadání.

Výpočet úlohy – periodicky démon cron systému Linux spustí MATLAB, který vypočítá úlohu každého studenta (dosud nevypočítanou) a uloží výsledky do databáze.

Kontrola výsledků – student vloží výsledky (pomocí WWW formuláře) a systém je uloží do databáze. Systém



Obr. 8 Výpis studenty provedených kontrol výsledků

ještě student možnost provést kontrolu (resp. odevzdání) svých výsledků a též datum poslední možné kontroly výsledků (Obr. 10, 11).

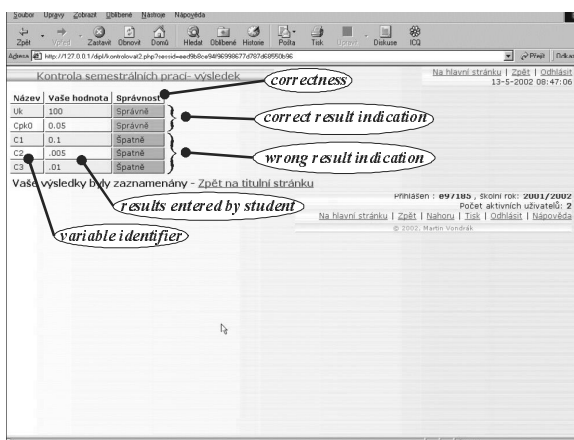
Výpis předmětů – vypíše seznam všech předmětů obsažených v databázi, autorizovaný uživatel (administrátor) může upravovat stávající a vytvářet nové předměty v databázi. Toto menu též umožňuje prohlížet výpis studentů navštěvujících určitý předmět.

Smazání zadání semestrálních prací z databáze – smaže semestrální práci (její popis, m-file atd.) z databáze (samozřejmě se zachováním integrity databáze).

Smazání předmětu – vymaže předmět z databáze (samozřejmě se zachováním integrity databáze).

server nabízející studentům možnost řešit ukázkové úlohy za použití WWW stránek, které jsou dostupné z jejich vlastního počítače připojeného na Internet (opět pomocí WWW prohlížeče). Studenti mohou posílat jednotlivé vstupní hodnoty pro výpočet prostřednictvím WWW formulářů. MATLAB Web server jim odešle zpět výsledky v podobě WWW stránek, které neobsahují pouze text nebo numerické hodnoty, ale též grafy, diagramy, schémata, obrázky atp. Náš systém bude dále nabízet posílání (WWW formulářem) otázek učitelům. Tyto otázky budou ukládány do databáze, stejně jako odpovědi učitelů a prezentovány prostřednictvím WWW serveru studentům.

Hlavní menu aplikace – obsahuje základní



Obr. 7 Kontrola správnosti jednotlivých výsledků

ukazuje studentovi, které výsledky jsou správné nebo nesprávné v podobě WWW stránky (Obr. 6, 7).

Výpis studenty provedených kontrol výsledků – umožňuje vyučujícím sledovat kolikrát student provedl kontrolu (pokus o odevzdání) svých výsledků, kolik semestrálních prací bylo odevzdáno a kteří studenti odevzdali správné výsledky (Obr. 8, 9).

Výpis zadání semestrálních prací – vypíše seznam všech zadání semestrálních prací v databázi, umožňuje úpravu zadání semestrální práce i jejího popisu, vypisuje seznam studentů, kteří mají danou práci zadánu a jejich výsledky.

V tomto menu je též možno upravit kolikrát má

Prohlížení log souborů – prohlížení všech log souborů (errorlogů). Log soubory uchovávají informace o přihlašování uživatelů, chybných přihlášeních, zadáních semestrálních prací, úpravy informací o uživatelích, změnách uživatelských práv atp.

Vytvoření nové databáze

Změna akademického roku – prohlížení archivních dat.

B. Uživatelská práva

Student – generování konkrétního zadání semestrální práce a vstupních hodnot, kontrola správnosti výsledků / odevzdání semestrální práce, změna hesla.

Učitel – práva studenta + výpis kontrol výsledků (odevzdání semestrálních prací) studenty, výpis semestrálních prací (včetně všech parametrů), výpis předmětů, mazání semestrálních prací (zadání), změna akademického roku atp.

Nižší administrátor – práva učitele + změna uživatelských jmen, editace uživatelů (jméno, příjmení, heslo, změna předmětu, semestrální práce a její popis, prohlížení logů a errorlogů).

Administrátor – plná administrátorská práva t.j. nižší administrátor + vytvoření předmětu, nové semestrální práce, smazání semestrální práce, smazání předmětu, vytvoření nové databáze.

C. Základní zabezpečení aplikace

Server

- přístup na server pouze pro autorizované uživatele
- na serveru jsou spuštěny jen nezbytné služby

Web server

- správné nastavení přístupových práv k adresářům ServerRoot, DocumentRoot atd.
- ochrana souborů serveru
- zákaz zpracování CGI scriptů

PHP

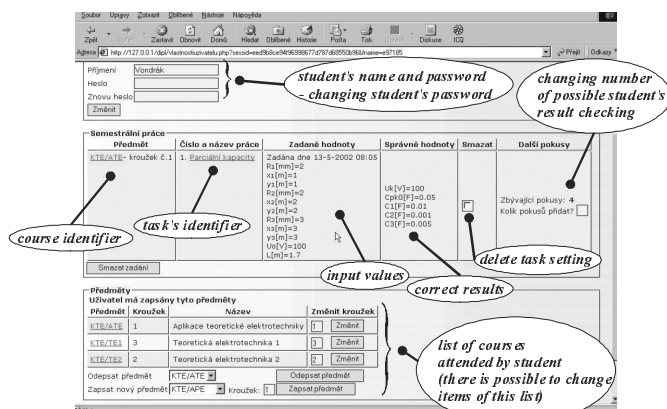
- správné nastavení parametrů v souboru php.ini

Zabezpečení na úrovni samotné aplikace

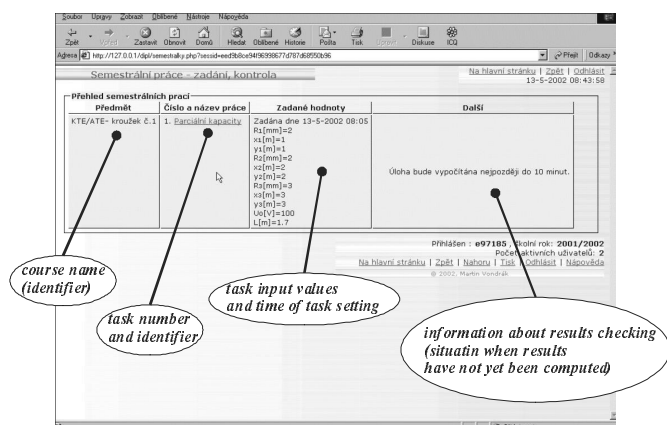
- identifikace a autorizace uživatelů
- autorizace uživatelů a kontrola přístupových práv uživatelů pro všechny WWW stránky generované aplikací
- automatické odhlášení neaktivních uživatelů (time out)
- nastavení magických uvozovek v PHP

D. Zabezpečení komunikace klient / server

Aplikace využívá Secure Sockets Layer (SSL) pro zabezpečení datové komunikace mezi serverovým a klientským systémem (modul mod_ssl serveru APACHE). Většina současných webových prohlížečů podporuje SSL komunikaci. Vrstva SSL zabezpečuje datovou komunikaci mezi aplikační a transportní vrstvou (TCP/IP) modelu OSI. SSL při práci využívá veřejný klíč pro zakódování dat jež jsou přenášena pomocí SSL spojení.



Obr. 9 Podrobný výpis studenty provedených kontrol výsledků



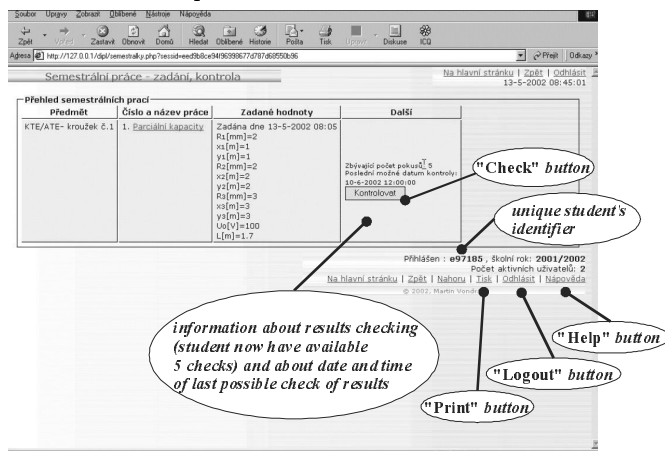
Obr. 10 Výpis semestrálních prací jež má student zadány – situace 1

III. HARDWARE

Hardwarová konfigurace serveru:

- motherboard MSI 694D Pro 2 RAID VIA 694T Socket370 ATX – dual processor
- dva procesory Intel Pentium III BOX 1 GHz

- paměť (RAM) – 2 GB (4x 512 MB)
- diskový řadič – UltraATA 100 RAID controller 3Ware 3W-7410
- pevné disky – čtyři 80 GB disky, RAID 0+1 (tj. 160 GB diskového prostoru)
- grafický adaptér – ATI Xpert2000 Rage128Pro 32MB AGP 4x
- síťový adaptér – 3COM Fast Etherlink XL 10/100 PCI
- monitor – TARGA T1786 C4 – 17"
- skříň se zdrojem – miditower H800 ATX, 300W Hot Plug power supply, přídatné ventilátory
- DVD mechanika –Toshiba SD-M1612 16x/48x IDE
- záložní zdroj napájení (UPS) – APC 1000I NET, serial/USB, 1000 VA
- záložní pásková mechanika – HP SureStore DLT VS80i, 80GB internal drive



Obr. 11 Výpis semestrálních prací jež má student zadány – situace 2

Redundant Array of Independent (nebo Inexpensive) Disks (RAID) level 0+1 využívá čtyři disky pro zajištění odolnosti souborového systému proti poruchám a zároveň pro zvýšení výkonu souborového systému. RAID 0 představuje tzv. striped disk array. Data jsou rozkládána do bloků a každý blok dat je ukládán na separátní disk. RAID 1 zajišťuje plnou redundantnost dat – všechna data jsou zapisována na dva nezávislé disky. V případě selhání některého z disků postačí vytvořit duplikát dat na nový disk a systém pracuje beze změny a především ztráty dat dále (probíhá automaticky díky podpoře na úrovni hardware pole RAID). Pole RAID 0+1 je implementováno jako zrcadlené pole, jehož segmenty jsou tvořeny pole RAID 0.

IV. ODOLNOST PROTI PŘETÍŽENÍ

Použitá hardwarová konfigurace je dostatečně dimenzována pro daný účel. Systém byl testován na počítači s nižším výkonem–Intel PIII 600Mhz, 128MB RAM. Testovací databáze obsahovala 2008 tabulek, 796400 záznamů a velikost databáze byla 341 MB. V reálném provozu je dosahováno přibližně 10% těchto hodnot.

Operace select nad 5000 záznamy zabrala 23 sekund a přenos a zobrazení výsledné webové stránky přibližně 70 sekund (velikost výsledné webové stránky v tomto testovacím případě byla 4,6 MB). V případě reálné databáze, stejná operace select zabere pouze 2 sekundy a přenos pouze 3 sekundy.

V. ZÁVĚR

Účelem tohoto příspěvku je mimo jiné připomenout fakt, že moderní počítačové technologie umožňují snížit objem pracných a monotónních matematických výpočtů ve výuce Teorie obvodů a Teorie elektromagnetického pole a nahrazují je interaktivní prací s výkonným softwarem. To je základem pro rozvoj kreativní práce studentů.

Hlavním přínosem použitého softwarového systému je jeho jednoduchost, univerzálnost, relativně nízká cena a snadná rozšiřitelnost. Použití tohoto systému není omezeno jen na použití ve výuce teoretické elektrotechniky, ale též matematiky, fyziky a dalších disciplín. Systém pomáhá zefektivnit výukový proces zjednodušením práce vyučujících.

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování za finanční podporu patří výzkumnému projektu FRVŠ č. MSM 232200008.

LITERATURA

- [1] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions," *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529-551, Apr. 1955.
- [2] Mayer D., Ulrych B.: Algorithmization of the Electromagnetic Field Theory. *Elektrotechnický časopis* 38 (1987), No. 8, pp. 638-647, česky.
- [3] Benešová, Z., Mayer, D.: New Aspects in Teaching of Theory of Electrical Engineering. ISTET 1999, X. International Symposium on Theoretical Electrical Engineering, pp.391-395, Magdeburg, Germany.
- [4] Benešová Z., Ulrych B.: Manual for Using Programs in Teaching of the Electromagnetic Field Theory, 1997, University of West Bohemia in Pilsen, česky.
- [5] Benešová, Z., Kropík, P., Teplý, J.: Computer Supported Teaching in the Theory of Electrical Engineering, International Conference on Engineering Education, August 18-21, 2002, Manchester, U.K.

- [6] Benešová, Z., Kropík, P., Teplý, J.: *e*learning system for the Theory of Electrical Engineering, 10th International IGTE Symposium, September 15-18, 2002, Graz, Austria.

KONTAKT NA AUTORY

Ing. Petr Kropík, FEL ZČU, KTE, sady Pětatřicátníků 14, 306 14 Plzeň, e-mail: pkropik@kte.zcu.cz
Ing. Lenka Šroubová, FEL ZČU, KTE, sady Pětatřicátníků 14, 306 14 Plzeň, e-mail: lsroubov@kte.zcu.cz
Ing. Martin Vondrák, FEL ZČU, KTE, sady Pětatřicátníků 14, 306 14 Plzeň