

Vedecká rada Fakulty matematiky, fyziky a informatiky
Univerzity Komenského

PaedDr. Drahoslava Židová

Autoreferát dizertačnej práce

**INTERAKTÍVNE APLETY VO VYUČOVANÍ
GONIOMETRICKÝCH FUNKCIÍ**

na získanie vedecko – akademickej hodnosti *philosophiae doctor* vo vednom odbore
doktorandského štúdia 9.1.8. Teória vyučovania matematiky

Bratislava, 2010

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre algebry, geometrie a didaktiky matematiky Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského Bratislave.

Predkladateľ: PaedDr. Drahoslava Židová
Katedra algebry, geometrie a didaktiky matematiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
842 48 Bratislava

Školiteľ: doc. RNDr. Viera Uherčíková, CSc.
Katedra algebry, geometrie a didaktiky matematiky
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
842 48 Bratislava

Oponenti:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Autoreferát bol rozoslaný dňa

Obhajoba dizertačnej práce sa koná dňa o hodine pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce v odbore doktorandského štúdia vymenovanou predsedom spoločnej odborovej komisie dňa vo vednom odbore 9.1.8. Teória vyučovania matematiky na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave.

Predseda spoločnej odborovej komisie:

Úvod

Čo počujem, to zabudnem. Čo vidím, to si pamätám. Čo si vyskúšam, tomu rozumiem.

Kung Fu Tzu (Konfucius)

Od doby, kedy prenikli informačno-komunikačné technológie (IKT) naplno do každodenného života ľudí a teda zasiahli aj do života školy prešlo už viac ako 15 rokov. Proces integrácie IKT do vyučovania (aj matematiky) stále prebieha. Ešte stále sa pozeráme na používanie IKT vo vyučovaní ako na inováciu. Dnes už skôr čelíme tomu, že hardvérové vybavenie je inovované rýchlejšie, informácie všetkého druhu sa digitalizujú, čím sa ešte viac všetko urýchľuje. Naopak, softvérové vybavenie starne o to rýchlejšie, hlavne, keď hovoríme o didaktických softvéroch, ktoré vznikli zväčša nekomerčne a ich inovácií sa ďalej nevenuje pozornosť. Podľa nášho názoru, nemá zmysel hovoriť o tom, či IKT všeobecne vplývajú na vyučovanie pozitívne. IKT je prostriedok, rovnako ako pravítko, krieda, tabuľa, model kocky atď. Vedia tieto prostriedky zlepšiť, zefektívniť vyučovací proces, motivovať študentov? Môžeme teda povedať, že IKT je prostriedok, ktorý učiteľ môže použiť, aby zefektívnil svoju prácu vo vyučovacom procese. Učiteľ musí vedieť s nástrojom pracovať, vedieť, akými spôsobmi je možné ho použiť vo vyučovaní a tiež musí mať k práci s týmto nástrojom pozitívny vzťah a mať chuť ho využívať. Viac o používaní IKT píšeme v kapitole 2 našej dizertačnej práce.

V prekladanej dizertačnej práci chceme ukázať jednu z možností ako vhodne využiť IKT a internet pri vyučovaní matematiky. Konkrétna oblasť matematiky, na ktorú sme sa v práci zamerali je tematický celok Goniometrické funkcie (GF) na strednej škole. Stručný prehľad historického vývoja, postavenie goniometrických funkcií v dôležitých slovenských pedagogických dokumentoch a spôsob ich zavádzania na strednej škole bližšie popisujeme v kapitole 1 našej dizertačnej práce.

Internet je pre učiteľa zdrojom rôznych materiálov vhodných pri príprave na výučbu i v samotnom vyučovaní, rôznych „virtuálnych učebných pomôcok“, akými sú prezentácie, didaktický softvér a množstvo iných. Špecifickým druhom edukačného softvéru sú aplety. Zjednodušene povedané, aplety sú obrázky na webovej stránke, ktoré sú interaktívne, dynamické a animované. V tejto práci uvádzame kritéria pre ich hodnotenie, resp. kritéria ktorých sa môžeme pridržať pri ich vytváraní. Tejto téme venujeme kapitolu 2.2 našej dizertačnej práce, kde tiež popisujeme aplety, ktoré sme vybrali ako vhodné na vyučovanie GF.

Tieto aplety sú však roztrúsené jednotlivo na rôznych stránkach, iba v cudzom jazyku, prevažne v angličtine. Z toho vyvstala potreba vytvorenia komplexnej vyučovacej pomôcky (intervencie) – web stránky, ktorá by bola orientovaná na slovenského študenta, resp. učiteľa.

Web stránka, kde by bol spracovaný tematický celok goniometrických funkcií podľa slovenských učebníc, štátneho vzdelávacieho programu a požiadaviek na maturitnú skúšku. Výskumný problém, ktorým sa teda v tejto práci zaoberáme je *Ako navrhnuť stránku a aplety tak, aby podporovala u študentov učenie sa o goniometrických funkciách?*

Vo fázach metodologického rámca *Integrative Learning Design Framework* (ILDF) metodológie *Design based research*, ktorý popisujeme v kapitole 4.2 našej dizertačnej práce, sme navrhli a naprogramovali interaktívne aplety v programovacom prostredí Imagine Logo. Aplety sme doplnili teoretickými poznatkami, aktivitami, príkladmi (s vyriešenými úlohami) a úlohami. Stránka je určená učiteľom na využitie vo vyučovacom procese i na samoštúdium pre študentov, ktorí sa nemohli zúčastniť vyučovania, prípadne na prípravu na maturitné skúšky alebo prijímacie skúšky na vysoké školy. Stránku je možné nájsť na internetovej adrese www.matheasy.eu.

V tretej fáze ILDF, fáze lokálneho dopadu, sme skúmali použitie stránky v praxi. Na popis kvázi-experimentu, sme vybrali teoretický rámec *Inštrumentálny prístup*, ktorý bližšie popisujeme v kapitole 3.3 našej dizertačnej práce. Tento teoretický rámec nám poskytol nielen pojmový aparát, ale tiež prostriedok na zachytenie interakcie medzi inštrumentom a študentom s dôrazom na kognitívne procesy.

Priebeh kvázi-experimentu, spôsob zberu dát a ich vyhodnotenie popisujeme v kapitole 4.4 našej dizertačnej práce. Hlavnú hypotézu, ktorú sme pomocou kvázi-experimentu overovali je *Študenti vyučovaní pomocou web stránky www.matheasy.eu (experimentálna skupina) dosiahnu v kontrolných testoch vedomostí rovnaké až lepšie výsledky ako študenti kontrolnej skupiny.*

Štruktúra dizertačnej práce

Obsah.....	7
Slovník použitých pojmov a skratiek	10
Úvod	12
1 Goniometrické funkcie	14
1.1 Stručný prehľad historického vývoja goniometrie a trigonometrie.....	14
1.2 Postavenie goniometrických funkcií vo vyučovaní matematiky na gymnáziách v pedagogických dokumentoch.....	17
1.3 Vyučovanie goniometrických funkcií na strednej škole	20
2 IKT vo vyučovaní matematiky	22
2.1 E-learning.....	27
2.2 Interaktívne aplety.....	27
2.2.1 Definícia a popis apletov	27
2.2.2 Psychologicko-neurologický pohľad na aplety	28
2.2.3 Kritéria hodnotenia apletov	28
2.2.4 Apletu vo vyučovaní goniometrických funkcií	31
3 Teoretické východiská.....	39
3.1 Teórie učenia sa.....	40
3.1.1 Behaviorizmus	40
3.1.2 Kognitivismus	40
3.1.3 Konštruktivismus	41
3.1.4 Konektivismus.....	42
3.2 Didaktické teórie vo vyučovaní matematiky.....	44
3.3 Teoretický rámec Inštrumentálny prístup	46
3.3.1 Analýza obmedzení artefaktu	48
3.3.2 Dva komponenty genézy inštrumentu: inštrumentalizácia a inštrumentácia.....	49
3.3.3 Pojem schémy.....	50
3.3.4 Inštrumentované techniky	51
3.3.5 Inštrumentálna orchestrácia.....	52
4 Výskum.....	54
4.1 Metodológia	54
4.1.1 Action research.....	54
4.1.2 Developmental research	55
4.1.3 Design-based research (DBR)	56
4.2 The Integrative Learning Design Framework (ILDF).....	57
4.2.1 Prvá fáza: Oboznamovanie sa s problematikou.....	59
4.2.2 Druhá fáza: Vytváranie intervencie.....	59
4.2.3 Popis web stránky http://www.matheasy.eu/	60
4.2.4 Tretia fáza: Evaluácia: Lokálny dopad.....	71
4.2.5 Štvrtá fáza: Evaluácia: Širší dopad.....	71
4.3 Ciele a hypotézy práce	73
4.3.1 Metódy.....	74
4.4 Empirický kvázi-experiment	77
4.4.1 Popis vzorky	77
4.4.2 Priebeh vyučovania celku Goniometrické funkcie.....	79
4.4.3 Analýza a priori použitých kontrolných písomných prác (Test1 a Test2).....	85
4.4.4 Analýza a posteriori a vyhodnotenie výsledkov kontrolných písomných prác Test1 a Test2	89
4.4.5 Zhrnutie	98
Záver.....	100
Zoznam bibliografických odkazov	102
Prílohy	111

The Integrative Learning Design Framework (ILDF)¹

ILDF sa snaží poskytnúť komplexný, flexibilný rámec, ktorý DBR berie ako sociálne konštruovaný, kontextualizovaný proces na produkovanie efektívnej vzdelávacej intervencie s vysokou pravdepodobnosťou používania v praxi. Cieľom ILDF je nielen skonštruovať návrh intervencie na učenie sa a vyučovanie, ale tiež vybudovať efektívne prostredie na učenie sa. ILDF sa snaží skombinovať kreativitu komunity dizajnérov a developerov s náležitým dodržiavaním štandardov kvalitatívnych a kvantitatívnych výskumných metód vo vzdelávaní. V rámci ILDF vieme ohraničiť štyri fázy²:

1. *The Informed Exploration Phase*

Oboznamovanie sa s problematikou

2. *The Entactment Phase*

Vytváranie intervencie

3. *The Evaluation phase: Local Impact*

Evaluácia: Lokálny dopad

4. *The Evaluation phase: Broad Impact*

Evaluácia: Širší dopad

Jednotlivé fázy sa navzájom prelínajú a ovplyvňujú, ide o iteratívny proces.

Prvá fáza: Oboznamovanie sa s problematikou

Táto fáza spočíva v nevyhnutných výskumných krokoch ako: identifikácia problému, prehľad literatúry a definícia problému i návrh jeho riešenia. K tomuto základu ešte môžeme pridať štúdie inovatívnych trendov, štúdie, ktoré nám viac povedia o konečnom užívateľovi navrhovanej intervencie, pohľad expertov na danú tému, pozorovanie vyučovania atď.

V našom prípade išlo o štúdium literatúry zameranej na vyučovanie goniometrických funkcií, čiže rôzne didaktické prístupy k tejto téme, taktiež ako je táto téma rozobratá v rôznych (i zahraničných) učebniciach (viac v kapitole 1.3); a literatúry z histórie matematiky, aby sme dostali ucelený obraz z epistemologického hľadiska na GF, ako sa pojmy z oblasti GF vyvíjali (viac v kapitole 1.2). Hlavne z internetových zdrojov, z prieskumov i z neformálnych rozhovoroch s učiteľmi z praxe sme sa snažili zistiť situáciu o integrovaní IKT a ich prijatí/neprijatí vo vyučovaní matematiky. V neposlednom rade sme sa venovali štúdiu apletov, ktoré k téme GF už boli vytvorené a štúdiám, ktoré boli k týmto apletom vypracované (viac v kapitole 2.2.4).

¹ Spracované podľa (Ritland, 2003)

² Uvádzame v pôvodnom anglickom znení s nami navrhovanými slov. prekladmi

Druhá fáza: Vytváranie intervencie³

V modeli ILDF sa na intervenciu pozerá ako na sociálne konštruovaný objekt, ktorý musí byť jasne popísaný a prepracovaný v niekoľkých cykloch, nie iba ako jednoduchý zásah na overenie hypotéz. Z tohto dôvodu táto fáza zahŕňa pilotnú verziu intervencie, prototyp popisu a následne vyvíjanie (cibrenie) intervencie do detailov. Vývoj v tejto fáze je primárne ovplyvnený hodnotením na základe lokálneho dopadu intervencie. Táto fáza môže zabráť značne veľa času a vyžadovať si niekoľkonásobne opakované cykly vývoja (s čím ale treba pri plánovaní výskumu už dopredu rátať).

Vychádzajúc z poznatkov, ktoré sme nadobudli v rámci prvej fázy ILDF, sme navrhli a vytvorili aplety, ktoré sme postupným pridávaním textu (teoretické poznatky, príklady, úlohy, aktivity, popisy apletov, metodické poznámky a pod.) dotvorili na ucelenú web stránku.

Počas pilotáže v rámci výskumu diplomovej práce sa objavili niektoré nedostatky: posun textu na stránke, rozloženie príkladov a apletov na stránke, zložitá adresa na stránku, farebne rozlíšenie nadpisov na aplete, numerické a iné preklepy v texte. Tieto nedostatky sme vhodným spôsobom odstránili. Tieto úpravy si nevyžadovali žiadne hlbšie zásahy do zdrojových kódov jednotlivých apletov.

Stránka s apletmi bola prijatá i ohodnotená veľmi pozitívne ako zo strany študentov, tak aj zo strany ich učiteľov. Toto pozitívne prijatie nám bolo povzbudením do ďalšej práce i výskumu.

Tretia fáza: Evaluácia: Lokálny dopad

Cieľom tejto fázy je hodnotenie lokálneho dopadu intervencie na vyučovanie: Ako (dobro) navrhnutá intervencia „uspokojuje svojich používateľov“? (V našom konkrétnom prípade, ako nami vytvorená stránka „uspokojuje“ jej používateľov, čiže učiteľov a hlavne študentov?)

Nadalej trvá vývojový proces intervencie. Zber a analýza dát však už neslúži iba na to, aby pomohli vyvíjať intervenciu (formatívne hodnotenie intervencie), ale tiež, aby postupne umožnili vyvíjať lokálnu teóriu učenia sa/ vyučovania týkajúcu sa danej intervencie (sumatívne, zhrňujúce hodnotenie intervencie). Vyhodnocovanie dát v tejto fáze môže viesť až k rozsiahlym, podstatným zmenám v intervencii.

Výskum v tejto fáze tvorí gro tejto dizertačnej práce. V kapitolách (4.3 a 4.4) sa venujeme výskumným metódam, ktoré sme v našom výskume použili, popisu priebehu výskumu i výsledkom, ktoré z neho vyplývajú.

³ Prvé dve fázy prebehli ešte ako časť diplomovej práce. Skráteno uvádzame výsledky práce (pre viac detailov pozri (Židová, 2007)).

Štvrtá fáza: Evaluácia: Širší dopad

Cieľom tejto fázy je pozrieť sa na záležitosti „ekologickej validity“ (jeho používania vo vhodnom prostredí), úspešného rozšírenia intervencie a jej prijatiu v širšom kontexte a širšej verejnosti. ILDF upriamuje svoju pozornosť nielen na zverejnenie a prístupnosť, ale tiež má na zreteli prijatie a adaptáciu skúmanej intervencie a jej zaradenie do praxe. Nevyhýba sa ani otázke „smrteľnej mutácie“ (upravenie intervencie, alebo jej použitie veľmi nevhodným spôsobom, ktoré môže viesť až k „ujme“) verzus kreatívnejšie a efektívnejšie spôsoby použitia danej intervencie.

Ciele a hypotézy práce

Výskumný problém, ktorým sa v tejto práci zaoberáme je *Ako navrhnuť stránku a aplety tak, aby podporovala u študentov učenie sa o goniometrických funkciách?*

Vo fázach 1.-2. metodológie ILDF (kapitola 4.2) sme sa venovali hlavne tomu, ako prebieha učenie sa o goniometrických funkciách, tak aby sme mohli navrhnuť a zrealizovať stránku, ktorá toto učenie sa bude podporovať.

Cieľom predkladanej dizertačnej práce je teda preskúmať, či stránka a aplety, ktoré sme navrhli vychádzajúc z predchádzajúceho výskumu sú vhodnou učebnou pomôckou na vyučovanie tematického celku Goniometrické funkcie.

Proces tvorby, dopĺňania a vylepšovania stránky síce nie je nikdy úplne ukončený, ale v tejto fáze, v akej sa momentálne nachádza sme si dali za úlohu zistiť, či táto stránka naozaj prispieva k učeniu sa poznatkov o GF. Z predpokladov a paradigiem, s ktorými sme túto stránku tvorili (viac v kapitole 3.1 a 2.2), vyšli hypotézy, ktoré sme overovali experimentom (resp. kvázi experimentom).

Hlavná hypotéza: Študenti vyučovaní pomocou web stránky www.matheasy.eu (experimentálna skupina) dosiahnu v kontrolných testoch vedomostí rovnaké až lepšie výsledky ako študenti kontrolnej skupiny.

Pracovné hypotézy:

H1: Študenti vyučovaní pomocou web stránky www.matheasy.eu (experimentálna skupina) dosiahnu v priebežnom kontrolnom teste (Test1⁴) vedomostí rovnaké až lepšie výsledky ako študenti kontrolnej skupiny.

H2: Študenti vyučovaní pomocou web stránky www.matheasy.eu (experimentálna skupina) dosiahnu v záverečnom kontrolnom teste (čiže post-teste, budeme označovať ako Test2⁵) vedomostí rovnaké až lepšie výsledky ako študenti kontrolnej skupiny.

⁴ Tento prvý kontrolný test Test1 bol zadaný približne v polovici experimentálneho obdobia.

H3: Rozdiel medzi priemernými známkami z priebežného a záverečného testovania narastie v prospech experimentálnej skupiny.

H4: Študenti experimentálnej skupiny budú dosahovať lepšie skóre v príkladoch, kde bol kladený dôraz na vizuálne vedomosti (grafy, orientácia na jednotkovej kružnici a i.).

H5: Študenti experimentálnej skupiny dosiahnu rovnaké až lepšie výsledky v teste na testovanie trvácnosti vedomostí.

Metódy

Kvázi-experiment

Na skúmanie v 3. fáze metodológie ILDF sme sa rozhodli použiť, ako nám to už samotná metodológia navrhuje, *empirický kvázi-experiment*⁶, aby sme overili hypotézy, ktoré sme stanovili.

Experiment v pedagogickom výskume je definovaný ako vývoj prostredia, v ktorom výskumník objektívne pozoruje fenomén, ktorý sa objaví, keď výskumník v prísne kontrolovanej situácii manipuluje jednou alebo viac premennými a ostatné udržuje nezmenené (konštantné). Pri experimente subjekty do kontrolnej a experimentálnej skupiny vyberáme náhodným výberom. Ak takýto náhodný výber nevieme zabezpečiť, hovoríme o *kvázi-experimente*. *Empirický* znamená, že budeme tento experiment vykonávať v prirodzených podmienkach (nie laboratórnych - umelo vytvorených).

V rámci experimentu sa používajú rôzne metódy zberu dát: dotazník, škálovanie, pozorovanie, (didaktické) testy a pod.

Podľa kategorizácie v Johnson&Burke (2008) je náš experiment silný, pretože máme dve skupiny: kontrolnú a experimentálnu, ktoré budeme porovnávať podľa výsledkov v kontrolných písomných prácach na overovanie vedomostí (testoch⁷). Tieto skupiny neboli vybraté náhodným výberom, preto hovoríme o kvázi-experimente (viac v kapitole 4.4). Pri experimentálnej metóde sa na označenie experimentálnej zmeny používa pojem *nezávisle premenná*. Je to premenná v experimente, ktorou sa manipuluje experimentálna skupina. Následok vplyvu nezávisle premennej sa nazýva *závisle premenná* (Gavora, 1997).

⁵ Tento druhý kontrolný test Test2 bol zadaný na záver experimentálneho obdobia (záver vyučovacieho celku GF).

⁶ Spracované podľa (Turek, 1998), (Gavora, 2008), (Johnson&Burke, 2008)

⁷ Podľa literatúry o pedagogickom výskume (napr. Gavora (2008)) testy sú objektívne výskumné nástroje, ktoré boli overené v praxi. V našej práci, pre skrátenie budeme pod pojmom test rozumieť kontrolné písomné práce na overovanie vedomostí.

V našom empirickom experimente teda definujeme:

- **závisle premennú:** výkon študentov
- **nezávisle premennú:** vyučovanie tematického celku GF
 - využitie web stránky www.matheasy.eu (pre experimentálnu skupinu)
 - tradičné vyučovanie (pre kontrolnú skupinu)

Metódy zberu dát, ktoré sme v empirickom pedagogickom experimente použili:

- Kontrolné písomné práce (testy), ktorými budeme zisťovať stav vedomostí v jednotlivých skupinách a ich obsahová analýza⁸,
- Participačné pozorovanie,
- Dotazníky.

Na overovanie hypotéz H1 - H5 sme použili hlavne výsledky študentov v kontrolných písomných prácach a ich obsahovú analýzu. Metódy pozorovanie a dotazníky sme použili na dokreslenie celkovej situácia a hodnotenia použitia intervencie zo strany študentov.

⁸ Podľa Gavora (2008)

Výsledky práce a ich význam

V predkladanej dizertačnej práci sme predstavili interaktívne aplety ako jednu z možností, ktoré ponúkajú IKT pri inovatívnom vyučovaní tematického celku Goniometrické funkcie na strednej škole.

V práci sme sa venovali stručnému prehľad historického vývoja trigonometrie, postaveniu goniometrických funkcií v dôležitých slovenských pedagogických dokumentoch a spôsobu ich zavádzania na strednej škole. Na základe vysokých požiadaviek zvládnutia učiva z tematického celku goniometrických funkcií na maturitnej skúške uvedených v cieľových požiadavkách Štátneho vzdelávacieho programu ISCED 3A sa javí, že v praxi študenti toto učivo nemusia dostatočne zvládnuť (hlavne kvôli časovo-organizačným nárokom kladených na učiteľa).

Za hlavný prínos pre prax preto považujeme vytvorenú intervenciu, ktorá je voľne dostupná na internete. Na webovej stránke www.matheasy.eu je spracovaný tematický celok goniometrických funkcií s prihliadaním na slovenské učebnice, Štátny vzdelávací program a cieľové požiadavky na maturitné skúšky. Stránka s vytvorenými apletmi, doplnenými teoretickými poznatkami, aktivitami, príkladmi a úlohami tvorí vyučovaciu pomôcku pre učiteľa použiteľnú priamo vo vyučovaní, je tiež určená pre študentov na domácu prípravu, alebo na prípravu na maturitné skúšky a prijímacie konanie na vysoké školy.

Prínosom pre prax sú tiež výsledky kvázi-experimentu, ktorý sme v rámci výskumu uskutočnili a ktorý sa stal nástrojom na overenie našich hypotéz. Výsledky experimentu ukázali, že študenti experimentálnej skupiny preukázali v priemere rovnaké až lepšie výsledky ako študenti kontrolnej skupiny. Za prínos však považujeme aj poznatky, ktoré výskum priniesol prostredníctvom pozorovania a dotazníka.

Prínos do teórie vyučovania matematiky vidíme v popísaní existujúcich apletov a hodnotiacich kritérií, ktoré sa dajú využiť nielen pri hodnotení už existujúcich apletov, ale tiež pri tvorbe nových apletov. Na našu intervenciu sa pozeráme taktiež z pohľadu rôznych teórií učenia sa. Konkrétne na popis kvázi-experimentu sme použili teoretický rámec *Inštrumentálny prístup*, ktorý nám poskytol dostatočný pojmový aparát na zachytenie interakcie medzi subjektom a inštrumentom. Prínos vidíme aj v implementácii výskumného dizajnu *ILDF*, v rámci metodológie *Design based research*, ktorá umožňuje vytvárať a zhodnotiť intervencie určené priamo pre prax. Za prínos to považujeme najmä z dôvodu, že teoretický rámec Inštrumentálny prístup a metodologický rámec *ILDF* nie sú veľmi vo výskumoch na Slovensku rozšírené.

Vypracovávanie tejto dizertačnej práce nás obohatilo o množstvo nových poznatkov ako aj praktických skúseností. Z časových a organizačných dôvodov však nebolo možné previesť výskum v takej miere ako sme si v jeho úvodných fázach predstavovali.

V budúcnosti by bolo vhodné výskum v teréne zopakovať tak, aby sme prenikli viac do podstaty problematiky. Podľa nášho názoru, na to, aby sme vedeli jednoznačne potvrdiť naše hypotézy kvantitatívnym výskumom a z toho generalizovať závery, by mal na experimente spolupracovať skúsený učiteľ s dlhodobou praxou v používaní vytvorenej intervencie. Takýmto spôsobom by bolo možné podstatne zvýšiť validitu prevedeného výskumu.

Zoznam publikovaných prác autora

Židová, Drahoslava: Použitie apletov vo vyučovaní celku goniometrických funkcií v matematike na SŠ

In: Ako písať Policy Paper : Zborník príspevkov motivačného programu pre doktorandov. - Bratislava : Alternatíva Komunikácia Občania, 2008. - S. 157-161. - ISBN 978-80-969636-2-1, URL: http://alternativa.sk/uploads/tx_clanok/Zidova_RP.pdf

Koreňová, Lilla - Dillingerová, Monika - Vankúš, Peter - Židová, Drahoslava : Experience with solving real-life math problems in DQME II project

In: Models in Developing Mathematics Education. - Dresden : Dresden University of Applied Sciences, 2009. - S. 333-335. - ISBN 83-919465-8-4

[ME21 2009 : The Mathematics Education into the 21st Century Project : International Conference. 10th, Dresden, 11.-17.9.2009]

Židová, Drahoslava: Vyučovanie tematického celku Funkcie I. pomocou internetu a IKT

In: EMATIK 2008 : Zborník príspevkov z konferencie. - Bratislava : FMFI UK, 2009. - S. 132-141. - ISBN 978-80-89186-55-6

[EMATIK 2008 : Konferencia. Bratislava, 2.7.2008]

GII01 Borsseau, Guy - Trenčanský, Ivan 12% - Blunárová, Jana - Bestrová, Martina - Čerňanová, Viera - Folčan, Michal - Gazdová, Zuzana - Kaňuková, Katarína - Mikóczyová, Daniela - Neuhold, Erik - Koutná, Jana - Tisoň, Miroslav - Židová, Drahoslava: Akcia, formulácia a validácia podľa teórie didaktických situácií v matematike : voľný preklad úvodnej kapitoly z knihy Théorie des situations didactiques. - Bratislava : FMFI UK, 2007. - 16 s.

Zoznam bibliografických odkazov

AZZARELLO F., BOSCH M., LENFANT A., PREDIGER S. (2007): *Different Theoretical perspectives in research from teaching problems to research problems* in Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. [23.2.2010, online http://ermeweb.free.fr/CERME%205/WG11/11_Introduction.pdf]

ARTIGUE, M.(2002): *Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work* in International Journal of Computers for Mathematical Learning 7, s. 245-274, [2.3.2010, online:<http://cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/eudoxus/article/viewFile/550/542>]

ARTIGUE, M. (2007): *Digital technologies: A window on theoretical issues in mathematics education* in CERME 5, s. 68-82, [2.3.2010, online: <http://ermeweb.free.fr/CERME5b/plenaries.pdf>]

BEAK J., RITLAND-BANNAN, B., (2008): *Investigating the Act of Design in Design Research: The road taken* in Handbook of Design Research Methods in Education: Innovations in Science, Technology, EGINEERING, and Mathematics Learning and Teaching editované Kelly A. E., Lesh R.A., Beak J. Y.

BEREKOVÁ, H., FOLDESIOVÁ L., HRÍBIKOVÁ, REGECOVÁ M., TRENČANSKÝ I., (2001): *Slovník teórie didaktických situácií, 1. časť*. In: Zborník bratislavského seminára z teórie vyučovania matematiky, No 4, Vydavateľstvo UK, Bratislava

BERG, C. V., (2009): *Developing Algebraic Thinking in a Community of Inquiry: collaboration between Three Teachers and a Didactician*, dizertačná práca, Faculty of Engineering and Science, University of Agder, Kristiansand, Nórsko

BEZÁKOVÁ, D., (2008): *Vývoj počítačových prostredí pre učenie sa v matematike*. Dizertačná práca. Bratislava: FMFI UK.

BILLINGTON, M. G., (2009): *Processes of instrumental genesis for teachers of mathematics: Case study of teacher practise with digital tools in an upper secondary school in Norway*, dizertačná práca, University of Adger, Kristiansand

BOJNÁKOVÁ, V., (1980): *Goniometrické funkcie a goniometrické rovnice v učive strednej školy*. Diplomová práca. Bratislava: Prírodovedecká fakulta UK.

BOON P., DRIJVERS P. (2005): *Chaining operations to get insight in expressions and functions* in CERME 4 [1.5.2010, online: http://ermeweb.free.fr/CERME4/CERME4_WG9.pdf]

- BRODAHL C., OFTEDAHL H., (2009). *Experiences from Outsourcing Systems Development for Learning Applications*. In T. Bastiaens et al. (Eds.), *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2009* (pp. 151-159). Chesapeake, VA: AACE. [22.3.2010, online: <http://www.editlib.org/p/32448>]
- BRODHAL, C., (2004): *Animations - suitable in education of Mathematics* [20.4.2010, online: <http://home.uia.no/cornelib/animasjon/matematikk/animasjonsdidaktikk/index.html>]
- BROHDAL, C., SMESTAD, B., (2009): *A Taxonomy as a Vehicle for Learning* in *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects* 5, [3.2.2010, online: <http://ijello.org/Volume5/IJELLOv5p111-127Brodahl659.pdf>]
- BROWN, A., (1992): *Design experimentes: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings*. In *Journal of the Learning Science* 2. p. 141-178. [3.4.2010, online <http://www.cs.uml.edu/ecg/projects/cricketscience/pdf/brown-1992-design-experiments.pdf>]
- BRYMAN, A., (2001): *Social Research Methods*. Oxford University Press, Oxford
- BRYMAN, A., (2008): *Social Research Methods*. Oxford University Press, Oxford
- BRYMAN, A., CRAMER D., (1990): *Quantitative data analysis for social scientist*, Routledge, London
- COBB P., CONFREY J., DISESSA A., LEHRER R., SCHAUBLE L. (2003): *Design Experiments in Education Research*. In *The Educational Researcher* vol. 32, no.1. p. 9-13. [3.4.2010, online: http://www.aera.net/uploadedFiles/Journals_and_Publications/Journals/Educational_Researcher/3201/3201_Cobb.pdf]
- COLLINS, A. M., (1992): *Towards a design science of education*. In E. Scanlon & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (s. 15-22). Berlin: Springer.
- ČERŇANOVÁ, V., (2009): *Implementácia špirálového spôsobu vyučovania do osnov Matematiky pre štvorročné gymnázia*, dizertačná práca, FMFI UK, Bratislava
- DRIJVERS P., KIERAN C., MARIOTTI M.-A., AINLEY J., ANDERSEN M., CHAN CH. Y., DANA-PICARD T., GUEUDET G., KIDRON I., LEUNG A., MEAGHER M., (2010): *Integrating Technologies in Mathematics Education* (kapitola 7) in *Theoretical perspectives in Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*, The 17th ICMI Study, Springer, New York
- DRIJVERS P., DOORMAN M., BOON P., GISBERGEN S., (2009): *Instrumental Orchestration: Theory and practise*, CERME6, [1.5.2010, online: <http://www.fi.uu.nl/tooluse/docs/CERME6-WG7-DrijversOrchestrationProceedings.pdf>]

- DRIJVERS P., DOORMAN M., BOON P., (2007): *Tool use in a technology-rich learning arrangement for the concept of function* in CERME 5 [1.5.2010, online: <http://www.fi.uu.nl/tooluse/docs/CERME5WG9DrijversEtAlProceedings.pdf>]
- GAVORA, P., (1997): *Výskumné metódy v pedagogike*, Bratislava: Univerzita
- GAVORA, P., (2008): *Úvod do pedagogického výskumu*, Vydavateľstvo UK, Bratislava
- GOODCHILD, S., (2008): *A quest for 'good' research* in B. Jaworski & T. Wood (Eds.), *International handbook on mathematics teacher education: Vol. 4. The mathematics teacher educator as a developing professional: Individuals, teams, communities and networks* (pp. 201-220). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- GUIN D., RUTHVEN K., TROUCHE L. (Eds.), (2005): *The Didactical Challenge of Symbolic Calculators: Turning a Computational Device into a Mathematical Instrument*, Springer, New York
- HECHT, T., ČERNEK, P., (2002): *Matematika pre 2. ročník gymnázií a stredných odborných škôl Funkcie*, Orbis Pictus Istropolitana, Bratislava
- HEJNÝ, M. a kol., (1990): *Teória vyučovania matematiky 2*, Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava
- HEJNÝ M., VIŠŇOVSKÁ J., (1999): *Diagnostika matematických kompetencií žiaka*, FMFI UK, Bratislava
- HOYLES C., LAGRANGE J.-B., (Eds.) (2010): *Theoretical perspectives in Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*, The 17th ICMI Study, Springer, New York
- JAWORSKI, B., (2007) : *Theoretical Perspectives as a basis for Research in LCM and ICTML in in* Jaworski, B. et al: *Learning Communities in Mathematics*, Caspar Follag AS
- JOHNSON B., CHRISTENSEN L., (2008): *Educational Research - Quantitative, Qualitative and Mixed Approaches. Third edition*. SAGE Publications inc.
- KABÁTOVÁ, M., (2006): *Kognitívny vývin a informačné technológie*, Študentská vedecká konferencia, FMFI UK, [2.4.2010, online: <http://cyril.fmph.uniba.sk/mffuk/studium/svk/DI/kabatova.pdf>]
- KALAŠ, I., (2005): *Čo je pedagogický softvér* (Časť prednášok k predmetu Tvorba pedagogického softvéru). Katedra základov a vyučovania informatiky FMFI UK, Bratislava [4.9.2009, online: <http://user.edi.fmph.uniba.sk/kalas/Vyucba/TPS1/prednaska04.doc>]
- KALAŠ, I., (2009): *Pedagogický výskum v informatike a informatizácii* (2. časť) in Zborník konferencie Didinfo (s. 15-24). Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela

KALAŠ, I.: *Informatika a informatizácia 1/3* (Časť prednášok k predmetu Didaktika informatiky), Bratislava: Katedra základov a vyučovania informatiky FMFI UK [2.2.2010, online:

http://www.edi.fmph.uniba.sk/kalas/Vyucba/Didaktika_informatiky/Informatika_a_informatizacia1.doc]

KALHOUS, O., OBST, O., (2009): *Školní didaktika*. Praha: Portál, s.r.o.

KAY R H., KNAACK L., (2008): *A formative analysis of individual differences in the effectiveness of learning objects in secondary school* in *Computers&Education* 51 (2008), 1304-1320

KAY R.H., KNAACK L., (2008): *Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the Learning Object Evaluation Scale for Students (LOES-S)*, Springer, Boston, [4.2.2010, online: <http://www.springerlink.com/content/v577287ln412uq1r/fulltext.pdf>]

KELLY, A. E., LESH, R., (Eds.), (2000): *Handbook of research design in mathematics and science education*, Mahwah, N.J. : Lawrence Erlbaum

KELLY, A. E., LESH, R., BAEK. J., (Eds.), (2008): *Handbook of design research methods in education: Innovations in science, technology, mathematics and engineering learning and teaching*, New York, Routledge

KOHANOVÁ, I., (2008): *Teoretické rámce vo výskumoch v didaktike matematiky*. 2. Zborník príspevkov štipendistov z projektu JPD 3 BA 2005/1-043 , p. 32-34. Bratislava : Centrum projektovej podpory FMFI UK.

KRASLANOVÁ, I., (2007): *Integrácia informačných technológií do vyučovania matematiky: DERIVE ako jedna z možností*, dizertačná práca, FMFI UK, Bratislava

KRATHWOHL, D. R., (2004): *Methods of Educational and Social Science research*, Waveland Press Inc., Long Grove, IL, USA

MANSON, J., (2005): *Mediating mathematical thinking with e-screen* in *Teaching Secondary Mathematics with ICT* editovaná Johnston-Wilder,S.& Pimm,D. 2005, Open University Press, London

MAYER, R. E., GALLINI, J. K., (1990): *When is an illustration worth ten thousand words?* in *Journal of Educational Psychology*. 82. 715-726

MUELLER J. WOOD E., WILLOUGHBY T., CRAIG R., SPECHT J., (2008): *Identifying discriminating variables between teachers who fully integrate computers and teachers with limited integration* in *Computers&Education* 51, 1523-1537

- NOLL, G., SCHMIDT, G., (1997): *Anschaulicher und lebendiger MU mit dem Werkzeug omputer*, Der Mathematikunterricht 2, Friedrich Verlage (1997), s. 5-11, [2.12.2009, online: http://matheag_sü.bildung_rp.de/html/einleitung.html]
- ODVÁRKO, O., RYŠÁNKOVÁ, M., (1990): *Matematika pre druhý ročník gymnázia Funkcie II*, Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava
- PALMÁROVÁ, V., (2008): *Teórie učenia a ich aplikácia v e-podpore vyučovania* [23.2.2010, online: http://www.ki.fpv.ukf.sk/projekty/kega_3_4029_06/iski2008/papers/Palmarova.pdf]
- PIAGET, J., (1973): *To understand is to invent: The future of education*. New York: Grossman
- PRATT, D., (1998): *The Construction of Meanings in and for a Stochastic Domain of Abstraction*. Doctoral thesis. London: University of London, Institute of Education. [5.5.2010, online: http://people.ioe.ac.uk/dave_pratt/Dave Pratt/Doctoral thesis files/thesis.pdf]
- RADFORD, L., (2008): *Theories in Mathematics Education: A Brief Inquiry into their Conceptual Differences*. [12.3.2010, online: <http://pthurston.laurentian.ca/NR/rdonlyres/77731A60-1A3E-4168-9D3EF65ADB37BAD/0/radfordicmist7.pdf>]
- REED, H. C., DRIJVERS, P., KIRSCHNER P. A., (2010): *Effects of attitudes and behaviours on learning mathemtaics with computer tools* in Computers&Education 55, s.1-15, [4.4.2010, online <http://dspace.ou.nl/bitstream/1820/2324/1/ReedDrijversKirschnerCE2009.pdf>]
- RITLAND-BANNAN, B., (2003): *The role of Design in Research: The Integrative Learning Design Framework* in Educational Researcher, Vol. 32, No. 1, str. 21-24
- SAK, P. a kol., (2007): *Člověk a vzdělání v informační společnosti*, Portál, Praha
- SILVERMAN, D., (2005): *Ako robiť kvalitatívny výskum: Praktická príručka*. Bratislava: Ikar.
- SINCLAIR, N., (2005): *Mathematics on internet* in Teaching Secondary Mathematics with ICT editovaná Johnston-Wilder,S.& Pimm,D., Open University Press, London
- ŠVAŘÍČEK R., ŠEĐOVÁ K. a kol. (2007): *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách : pravidla hry*.Praha: Portál.
- TISOŇ, M., (2009): *Využitie IKT vo vyučovaní témy Rotačné telesá a plochy*, dizertačná práca, FMFI UK, Bratislava

TROUCHE, L., (2004): *Managing the Complexity of Human/Machine Interactions in Computerized Learning Environments: Guiding Students' Command Process through Instrumental Orchestrations*, International Journal of Computers for Mathematical Learning 9, Kluwer Academic Publisher

TROUCHE, L., (2005): *An Instrumental Approach to Mathematics Learning in Symbolic Calculator Environments* (kapitola 6) in *The Didactical Challenge of Symbolic Calculators: Turning a Computational Device into a Mathematical Instrument*, Springer, New York

TROUCHE, L., (2005): *Instrumental genesis, individual and social aspects* (kapitola 8) in *The Didactical Challenge of Symbolic Calculators: Turning a Computational Device into a Mathematical Instrument*, Springer, New York

TUREK, I., (1997): *Zvyšovanie efektívnosti vyučovania*. Bratislava: Metodické centrum.

TUREK, I., (1998): *Učiteľ a pedagogický výskum*, Bratislava, MC Mesta Bratislavy

UJHÁZIOVÁ, R., (2005): *Výskumný prístup a skúmanie v školskej matematike*, dizertačná práca, PF UPJŠ, Košice

VESELSKÝ, M., (2004): *Pedagogická psychológia 1, Teória a prax*, Vydavateľstvo UK, Bratislava

WOOD T., BERRY B., (Eds.), (2003): *What does "design research" offer mathematics teacher education?* in *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6(3), 195-199.

ŽIDOVÁ, D., (2008): *Vyučovanie tematického celku Funkcie I. pomocou internetu a IKT* in *EMATIK 2008: Zborník príspevkov z konferencie*, FMFI UK, Bratislava

ŽIDOVÁ, D. 2007. *Využitie internetu vo vyučovaní matematiky (Goniometrické funkcie na stredných školách)*, diplomová práca, FMFI UK, Bratislava

Internetové zdroje:

- [1] *Aplety* [2.1.2009, online:
http://people.tuke.sk/zuzana.gibova/javaaplety/m14cz/sincostan_cz.htm]
- [2] *Applet : Recognize function 3* [2.1.2009, online:
<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/fun2/fun2.html#sincostan>]
- [3] *Applet puzzle creation* [2.1.2009, online:
<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/selfpuzzle/selfpuzzle.html>]
- [4] *Applet: The graphs of sin, cos and tan* [2.1.2009, online:
<http://www.univie.ac.at/future.media/moe/galerie/fun2/fun2.html#sincostan>]
- [5] *Common Angles Around a Circle* [2.1.2009, online:
<http://id.mind.net/~zona/mmts/trigonometryRealms/CommonAngles1/CommonAngles1.html>]
- [6] *Educyclopedia* [2.1.2009, online:
<http://www.educyclopedia.be/education/mathematicsjavatrigo.htm>]
- [7] *Effects of a, b, c, d on the graph of $y = a \sin (bx + c) + d$* [2.1.2009, online:
<http://home.netvigator.com/~wingkei9/javagsp/asinbxcd.html>]
- [8] *Free Trigonometry Tutorials and problems* [2.1.2009, online:
<http://www.analyzemath.com/Trigonometry.html>]
- [9] *Goniometrické funkcie* [2.1.2009, online: <http://matheasy.eu/>]
- [10] *Graphs of $y = a \sin (bx + c)$ and $y = a \cos (bx + c)$* [2.1.2009, online:
http://www.intmath.com/Trigonometric-graphs/3_Graphs-sin-cos-phase-shift.php].
- [11] *History of trigonometry* [2.3.2010, online:
http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_trigonometry]
- [12] *Inequalities of Sine, Cosine (1)* [2.1.2009, online:
<http://www.ies.co.jp/math/java/trig/trifutosin3/trifutosin3.html>
<http://www.ies.co.jp/math/java/trig/trifutocos3/trifutocos3.html>]
- [13] *Inequalities of Sine, Cosine (2)* [2.1.2009, online:
<http://www.ies.co.jp/math/java/trig/trifutosin1/trifutosin1.html>
<http://www.ies.co.jp/math/java/trig/trifutocos1/trifutocos1.html>]
- [14] *Java Applets zur Mathematik* [2.1.2009, online: <http://www.walter-fendt.de/m14d/>]
- [15] *Javasketchpad* [2.1.2009, online:
<http://home.netvigator.com/~wingkei9/javagsp/javagsp.html>]

- [16] JODAS, V.– KOREŇOVÁ, L.(2002): *Niektoré možnosti využitia internetu a didaktického softvéru vo vyučovaní matematiky v základných a stredných školách*, Bratislava: Metodické centrum mesta Bratislava, [12.11.2008, online: <http://kagdm.edu3000.sk/korenova/JOKO.pdf>]
- [17] JODAS, V.: *Obsahovo orientovaná didaktika (voliteľná prednáška pre poslucháčov učiteľského štúdia matematiky)*, Bratislava: Oddelenie didaktiky matematiky Katedry algebry, geometrie a didaktiky matematiky FMFI UK [20.11.2006, online: <http://www.ddm.fmph.uniba.sk/files/jodas/Texty/index.htm>]
- [18] KALAŠ, I.: *Čo je pedagogický softvér (Časť prednášok k predmetu Tvorba pedagogického softvéru)*, Bratislava: Katedra základov a vyučovania informatiky FMFI UK [20.1.2009, online: <http://user.edi.fmph.uniba.sk/kalas/Vyucba/TPS1/prednaska04.doc>]
- [19] KOREŇOVÁ, L.– HRDINOVÁ D.: *Informačné a komunikačné technológie v matematike ZŠ a SŠ*, Bratislava: NOS–OSF, 2000 [20.11.2006 CD, online: http://www.mctba.sk/korenova/CD_IKtVM/aplety/aplet.html]
- [20] *Manipula Math* [2.1.2009, online: <http://www.ies.co.jp/math/java/index.html>]
- [21] *Maths online* [2.1.2009, online: <http://www.univie.ac.at/future.media/moe/>]
- [22] *Prieskum pre program Partneri vo vzdelávaní (Prieskum PiL)* [online, 4.4.2010 <http://www.p-mat.sk/index.php?fetch=35&full=1&lang=1&ident=1>]
- [23] *sin t=a; cos t=a* [2.1.2009, online: <http://www.ies.co.jp/math/java/trig/sineshot/sineshot.html>
<http://www.ies.co.jp/math/java/trig/cosshot/cosshot.html>]
- [24] *Sine Box, Cosine Box, Tangent Box*[2.1.2009, online: <http://www.ies.co.jp/math/java/trig/>]
- [25] *The graph of $y=a \sin b(x-c)$* [2.1.2009, online: <http://www.ies.co.jp/math/java/trig/ABCsinX/ABCsinX.html>]
- [26] *The trigonometrical functions* [2.1.2009, online: <http://mathinsite.bmth.ac.uk/applet/trig/SinCos.html>]
- [27] *Transformation of periodical function* [2.1.2009, online: <http://cs.jsu.edu/mcis/faculty/leathrum/Mathlets/periodic.html#other>]
- [28] $y = a + b \sin c(x - d)$ [2.1.2009, online: <http://home.versatel.nl/lauwen37/applets/GrafiekSinus/GrafiekSinus.html>]

Pedagogické dokumenty:

- Štátny vzdelávací program, Matematika ISCED 3A, 1. upravená verzia (2009)
[2.5.2009, online: http://www.glstn.sk/svp/Matematika_ISCED_3A.pdf]
- Štátny vzdelávací program, Matematika ISCED 3A, 2. upravená verzia (2009)
[2.5.2009, online:
http://www.statpedu.sk/documents//16/vzdelavacie_programy/statny_vzdelavaci_program/prilohy/Matematika_ISCED_3a-2.pdf]
- Štátny vzdelávací program pre gymnázia v Slovenskej republike: ISCED 3A – Vyššie sekundárne vzdelávanie (2009) [2.5.2009, online:
http://www.statpedu.sk/documents//16/vzdelavacie_programy/statny_vzdelavaci_program/isced3a_jun30.pdf]
- Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z matematiky (2009)
[2.5.2009, online:
http://www.statpedu.sk/documents//16/vzdelavacie_programy/statny_vzdelavaci_program/cielove_poziadavky/Matematika.pdf]

Summary

Interactive applets are introduced as one possibility of using ICT in innovative teaching of trigonometric functions.

The methodology we used in the thesis is *Design Based Research*. From many different methodological models and frameworks of the methodology we used concretely *The Integrative Learning Design Framework* (ILDF).

In the first phase, *Informed exploration*, of ILDF, we studied historical development of trigonometry, trigonometry in Slovak curriculum and other important pedagogical regulations, how trigonometry and trigonometric functions are taught at secondary school level and what is the actual use of applets in teaching of trigonometric functions. We define applets in this research as interactive web-based tools that support learning by enhancing, amplifying and guiding the cognitive process of a learner. Applets are easily accessible on the internet; they are interactive, dynamic and animated. We have examined different criteria that can be used in evaluating existing applets and designing new applets. These criteria were used in evaluating existing applets on the internet designed for teaching/learning trigonometric functions and later on in designing and developing our own applets.

In the second phase, *Enhancement*, of ILDF we designed and programmed applets in programming language *Imagine Logo*. Subsequently, the applets were built in to the web site together with theory, activities, tasks and examples. The website as a unit can be found on the internet address www.matheasy.eu.

In the third phase, *Evaluation: Local Impact*, of ILDF, the theoretical framework used for describing the quasi-experiment was *Instrumental approach*. This framework provided accurate notions and structure to depict an interaction between subject – student and instrument. In quasi-experiment we used methods: observations, content analysis of text and questionnaires.

The score of students of experimental group was in average the same or better than the score of the control group in both knowledge-control tests we used. Students of experimental group liked the work with website in the computer lab, some did not. They could express their survey in questionnaire.