

THE RESEARCH RESULTS OF MATHEMATICS MODEL INFLUENCE TO ADVANCE THE EFFICIENCY OF ELECTRONICS BRANCH IN VOCATIONAL EDUCATION

Július ARPÁŠ - Vladimír SOTÁK - Anna TIRPÁKOVÁ

Abstract: Here are published the results of research which is focused to use the mathematic model in professional education at vocational school in this paper. Using the latest technology based on computer projection of electronical circuits it is the way to advance the level of our vocational education. The paper contains the results of two years of pedagogical experiment for higher efficiency of education by e-learning is presented here.

Key words: E-learning, mathematic model of education, higher efficiency of education, pedagogical research, ICT and education.

VÝSLEDKY VÝSKUMU VPLYVU MATEMATICKÉHO MODELOVANIA NA ZVÝŠENIE EFEKTIVITY VÝUČBY PREDMETU ELEKTRONIKA NA SOŠ

Abstrakt: Autori vo svojom príspevku interpretujú výsledky výskumu orientovaného na pôsobenie matematického počítačového modelovania vo výučbe. Zaradením najmodernejších technológií založených na počítačovom návrhu elektronických obvodov by sa mala zvýšiť atraktivita elektrotechnického odboru a v neposlednom rade aj kompatibilita stredoškolského odborného vzdelávania na Slovensku s vyspelými krajinami spoločného európskeho priestoru. Príspevok je určený na oboznámenie odbornej verejnosti s výsledkami dvojročného pedagogického experimentu, ktorý sa uskutočnil s cieľom zvýšiť efektivitu tradičného vzdelávania na SOŠ prostredníctvom e-learningu.

Kľúčové slová: E-learning, matematické modelovanie vo výučbe, zvýšenie efektivity vyučovania, pedagogický výskum, IKT a vzdelávanie.

1 Úvod

Ak by sme posudzovali odborné predmety z hľadiska obsahu na strednej škole s elektrotechnickým zameraním potom predmet *elektronika* patrí medzi profilový predmet s viacerými zameraniami. Obsahom predmetu sú v druhom ročníku štúdiá stavebné prvky elektronických obvodov. Nevýhodou stavebných prvkov (súčiastok) elektronických zariadení v porovnaní so stavebnými prvkami mechanických zariadení je skutočnosť, že jednoduchá manuálna manipulácia s nimi, prípadne vizuálny kontakt neumožňuje zistiť príčiny ich zlyhania. Tá vyžaduje dôkladnú analýzu elektrických vlastností jednotlivých súčiastok tvoriacich obvod, podľa určitého algoritmu za pomoci merania elektrických veličín. Výsledky meraní sa musia priradiť fyzikálnym vlastnostiam jednotlivých stavebných prvkov a ďalšími vyššími rozumovými operáciami ako je aplikácia, syntéza je možné diagnostikovať príčiny. Aby bolo možné používať vyššie rozumové operácie je nevyhnutné, aby žiaci ovládali základné učivo. Základné učivo predmetu vyžaduje dôkladné zapamätanie fyzikálnych princípov ako aj

výsledné grafické tvary (znovu - spoznanie) Volt-ampérových charakteristík jednotlivých stavebných prvkov.

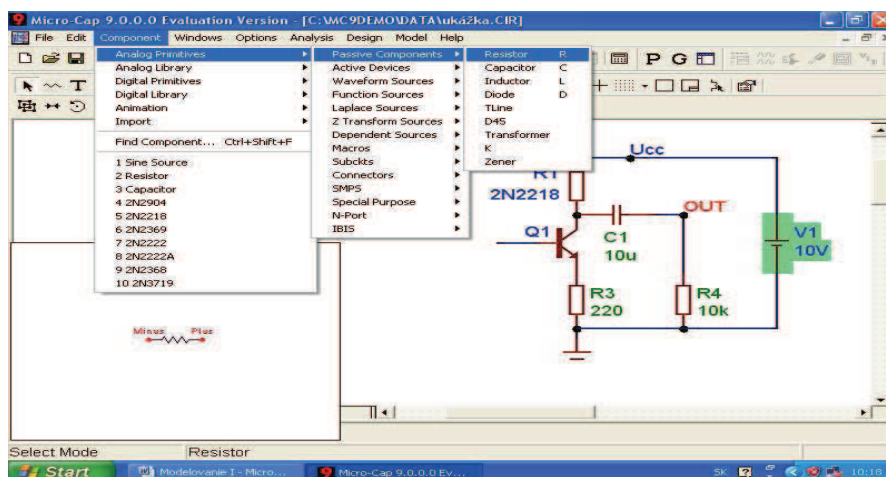
Najnižšiu úroveň vedomostí ako je zapamätanie, znovu - spoznanie je možné získať pri tradičnom spôsobe vzdelávania iba memorovaním, ktoré najmä žiaci s priemernými predpokladmi pre štúdium úplne ignorujú. Nosiče elektrického náboja voľným okom vidieť nie je a preto je obsah učiva pre nich abstraktný. Menej zdatní žiaci väčšinou už na začiatku školského roka rezignujú. Potom sa stáva pravidlom, že učitelia v príbuzných predmetoch pri vertikálnom rozširovaní učiva vo vyššom ročníku znovu preberajú učivo druhého ročníka, aby žiaci vôbec porozumeli nadstavbovému učivu. Oneskorenie, ktoré týmto spôsobom vznikne negatívne pôsobí na rozsah preberaného učiva v príbuzných a nadväzujúcich predmetoch. Vplyvom nevyhnutného prispôbovania sa učiteľa menej zdatným žiakom, talentovaní žiaci nemôžu napredovať a stanú sa z nich pre nekonečné opakovanie už dávno zvládnutého učiva priemerní žiaci. Podľa nášho názoru, riešením je zvýšenie motivácie žiakov objasňovaním významu obsahu učiva

v konkrétnych praktických aplikáciách (aj s horizontálnym zosúladením obsahu predmetu Prax) a cielené zaradenie vyučovacích hodín na počítačovom simulačnom programe.

1 POČÍTAČOVÉ MODELOVANIE PROSTREDNÍCTVOM SIMULAČNÉHO PROGRAMU MICROCAP

Dôvodom zaradenia práve simulačného programu Microcap bola jej bezplatná dostupnosť vo forme demoverzie a aj skutočnosť,

že demoverzia poskytuje plne funkčný program s obmedzením len na počet elektronických prvkov dostupných v knižnici programu, ktorý je pre účely stredoškolského štúdia nepodstatný. Podrobnejší prehľad dostupných simulačných programov určených pre elektroniku poskytuje publikácia R. Láníčka (Láníček, 2002). Naše skúsenosti s používaním simulačného programu *Microcap* sme spracovali v našich príspevkoch (Arpáš, 2007), (Arpáš 2008).



Obr. č. 1: Základné prostredie programu Microcap verzie 9.

Výučba vyžaduje dataprojektor a miestnosť s výpočtovou technikou, v ktorej má každý žiak skupiny počítač s nainštalovaným programom MicroCap s verziou 7 a vyššou.

Výskumná časť

Výskumná časť je zameraná na transparentné získanie výsledkov z experimentálneho pedagogického výskumu, jeho štatistické vyhodnotenie a interpretáciu získaných poznatkov týmto výskumom. Pri organizácii pedagogického výskumu sme sa riadili doporučeniami I. Tureka (Turek, 1996)

Ciele výskumu

Hlavným cieľom nášho výskumu bolo vyhodnotiť vplyv informačných a komunikačných technológií na zvýšenie efektívnosti výučby vybraného technického predmetu Elektronika na strednej odbornej škole.

Pri analýze vplyvu IKT na výučbu odborného predmetu sme sa zamerali na nasledujúce čiastkové ciele:

- Zistiť vplyv matematického modelovania v podobe simulačného programu na efektívnosť získavania vedomostí žiakov

zaradených do experimentu v predmete Elektronika v druhom ročníku SPŠ v porovnaní so žiakmi vyučovanými tradične.

- Zistiť vplyv matematického modelovania v podobe simulačného programu na trvácnosť vedomostí žiakov v predmete Elektronika v druhom ročníku SPŠ zaradených do pedagogického experimentu v porovnaní so žiakmi vyučovanými tradične.

Hypotézy výskumu

Pre splnenie stanovených cieľov sme navrhli overenie hlavnej hypotézy:

Žiaci využívajúci matematické modelovanie vo forme simulačného programu implementovaného do výučby odborných predmetov budú lepšie motivovaní pri štúdiu daných predmetov, čím dosiahnu pozitívnejšie výsledky pri hodnotení ako žiaci kontrolnej triedy vyučovaní tradične.

Pracovné hypotézy sú:

H(1): Žiaci začlenení do programu vyučovacích hodín so zaradeným simulačným programom dosiahnu vyššie skóre v hodnotení z predmetu počas školského roka v porovnaní so žiakmi vyučovanými tradične /**didaktické testy**/

H(2): Žiaci začlenení do programu vyučovacích hodín so zaradeným simulačným programom budú mať trvácnejšie vedomosti z predmetu ako žiaci vyučovaní tradične /**didaktický test**/

Vzorka výskumu

Predmetom realizovaného výskumu boli dosiahnuté vedomosti žiakov v predmete *elektronika* vyučovaného v 2. ročníku Strednej priemyselnej školy v Nitre s elektrotechnickým zameraním. Výberový súbor tvorili triedy menovanej školy počas dvoch školských rokov nasledovne:

- Pracovné hypotézy H(1), H(2) boli v rámci pedagogického výskumu sledované u žiakov 2. ročníka v školských rokoch 2006/2007

a 2007/2008 na 117 respondentoch -žiakoch školy.

Pedagogický výskum sme prevádzkali počas dvoch školských rokov z dôvodu nízkeho počtu vyčlenených vyučovacích hodín z osnov daného predmetu na realizáciu pedagogického výskumu. Ten bol podmienený s cieľom nenarušiť pôvodnú štruktúru platných osnov navrhnutých Ministerstvom školstva Slovenskej republiky (ďalej MŠ SR), ktoré boli v tom čase záväzné pre všetky stredné školy.

Pre realizáciu plánovaného výskumu sme vybrali *dostupnú vzorku* žiakov na škole (dve triedy). Výberový súbor žiakov zaradených do ped. experimentu uvádzame v tabuľke 1.

Trieda s tradičným spôsobom vyučovania (školský rok)	Počet žiakov	Trieda s vyučovaním rozšíreným o Microcap (školský rok)	Počet žiakov
2. B (B1) v 2006/2007	29	2. A (A1) v 2006/2007	26
2. A (A2) v 2007/2008	32	2. B (B2) v 2007/2008	30

Tabuľka 1: Počet respondentov dotazníka a vedomostných testov pedag. experimentu.

Metodika výskumu

Na overenie platnosti hlavnej hypotézy a z nej vyplývajúcich pracovných hypotéz sme zvolili nasledovnú metodiku:

- na začiatku pedagogického experimentu sme vybrali dostupnú vzorku žiakov a realizovali vstupné testy (pretesty)
- na základe výsledkov vstupných testov sme určili experimentálnu a referenčnú triedu
- v experimentálnych triedach prebiehalo vyučovanie rozšírené o zaradený simulačný program *Microcap* a v referenčných triedach tradičným spôsobom
- po ukončení každej experimentálnej dvojhodinovky sa všetci žiaci (experimentálnej aj kontrolnej triedy) zúčastňovali priebežných testov
- na konci pedagogického experimentu sa realizoval výstupný test (posttest)

Ako prostriedok merania úrovne osvojených vedomostí sme zvolili didaktické testy. Použité didaktické testy boli vlastnej konštrukcie v ktorých sme rešpektovali časovú dotáciu v súlade s osnovami pod č. 2751/03-43 schválenými dňa 17. 4. 2003 MŠ SR a tematické celky s vyššou dotáciou hodín mali v teste zastúpený väčší počet otázok. Konštrukcia použitých didaktických testov bola konzultovaná s učiteľmi odborných elektrotechnických predmetov a jednotlivé úlohy testov boli

schválené predmetovou komisiou na škole, na ktorej bol pedagogický experiment realizovaný. Všetci žiaci zúčastnení vo výskume riešili ten istý didaktický test.

Vstupné testy pozostávali zo základných vedomostí z predmetu vyučovaných v triedach tradičným spôsobom v prvých dvoch mesiacoch štúdia. Až po uplynutí tohto obdobia boli na základe výsledkov *pretestu* rozdelené triedy na experimentálnu a kontrolnú. V experimentálnej sme na subjekty experimentu pôsobili nezávislou premennou - *Microcapom*. V kontrolnej triede vyučovanie prebiehalo štandardným spôsobom bez použitia simulačného programu. Priebežné testy boli zamerané na overovanie vedomostí žiakov získaných počas prebiehajúceho pedagogického experimentu. Výstupný test bol zostavený metódou selekcie z otázok priebežných testov.

Na získanie údajov potrebných pre overenie platnosti stanovených hypotéz sme zvolili nasledovné metódy:

- Prirodzený pedagogický experiment – hlavná metóda výskumu,
- didaktické testy – na overenie hypotéz H(1), H(2),
- štatistické metódy na spracovanie výsledkov výskumu.

Pedagogický experiment

Pre experiment sme vybrali dve triedy strednej priemyselnej školy Ul. Fraňa Kráľa v Nitre s elektrotechnickým zameraním počas dvoch školských rokov 2006/2007 a 2007/2008. Vzhľadom k tomu, že úroveň vedomostí v oboch triedach nebola štatisticky významne rozdielna, *experimentálnu skupinu* tvorili triedy, ktoré dosiahli vyššiu strednú hodnotu a v prípade rovnosti väčší rozptyl okolo strednej hodnoty. Kontrolnú, tvorili triedy s vyššou strednou hodnotou vo vstupných testoch (tabuľka 2). Pedagogický experiment prebiehal v rámci cvičení z predmetu. Žiaci jednotlivých tried boli rozdelení na deväť až desať členné skupiny z dôvodu potreby učebne s výpočtovou technikou v ktorej každý žiak skupiny má svoj počítač.

Didaktický test

Za účelom výberu žiakov do experimentálnej a kontrolnej triedy a zisťovania ich priebežnej vedomostnej úrovne počas pedagogického experimentu, ale aj trvalosti ich novozískaných vedomostí, sme zostavili tri druhy testov:

- Vstupné,
- priebežné,
- výstupný.

Pri zostavovaní didaktických testov sme sa riadili odporúčaniami I. Tureka (Turek, 1995). Štatistické vyhodnotenie didaktických testov sme overovali pomocou Cochranovho – Coxonovho testu, ktorý predstavuje jednu z podôb parametrických t -testov pre nezávislé výbery (Tirpáková, 2007).

Vstupné testy

Aby sme zabezpečili rovnocennosť experimentálnej a kontrolnej triedy počas obidvoch rokov pedagogického výskumu, boli triedam A1, B1 a tiež A2, B2 vždy na začiatku školského roka zadane vstupné testy. Vstupné testy pozostávali zo štyroch didaktických testov z tematického celku *Základy číslicovej techniky* a boli skórované binárne (každý správnej odpovedi sme priradili 1 bod) pričom každej úlohe boli pridelené rôzne váhy významu. Pri vyhodnocovaní vstupných didaktických testov sme vyslovili nasledujúcu nulovú hypotézu H_0 : Skóre vstupných vedomostných testov oboch tried sa štatisticky významne nelíši.

Oproti testovanej nulovej hypotéze H_0 sme položili alternatívnu hypotézu H_1 .

H_1 : Dosiahnuté skóre vo vstupných didaktických testoch je v testovaných triedach štatisticky významne rozdielne.

Platnosť nulovej hypotézy sme overovali pomocou Cochranov – Coxonovho testu a výsledné štatistické hodnoty sme zapísali do tabuľky 2.

1. Vstupný test bol zameraný na výpočet uzlových napätí na predloženej schéme zapojenia lineárneho obvodu. Test obsahoval osem jednoduchých úloh s rôznou váhou významu. Trieda bola rozdelená do dvoch skupín, žiaci sedeli v laviciach po jednom za sebou, aby sa zabránilo opisovaniu.

Pre prvý vstupný test platí:

- v prvom roku výskumu pre triedy A1, B1, keďže vypočítaná hodnota testovacej štatistiky $t_{\text{stat}} = -1,886$, čo je menšia hodnota ako kritická tabuľková hodnota (2,008), nulovú hypotézu H_0 nemôžeme zamietnuť. To znamená, že skóre prvého vstupného vedomostného testu medzi žiakmi oboch tried sa štatisticky významne nelíši.
- v druhom roku výskumu pre triedy A2, B2, keďže $t_{\text{stat}} = 0,435 < 2,001$ nulovú hypotézu H_0 nemôžeme zamietnuť. To znamená, že skóre prvého vstupného vedomostného testu sa štatisticky významne nelíši medzi žiakmi oboch tried.

2. Vstupný test zisťoval vedomosti z učiva zameraného na reálny napäťový a prúdový zdroj. Obsahoval päť jednoduchých úloh skórovaných binárne s rôznymi váhami významu.

Pre druhý vstupný test platí:

- v prvom roku výskumu pre triedy A1, B1, keďže $t_{\text{stat}} = -1,102 < 2,008$ nulovú hypotézu H_0 nemôžeme zamietnuť. To znamená, že skóre druhého vstupného vedomostného testu sa štatisticky významne nelíši medzi žiakmi oboch tried;
- v druhom roku výskumu pre triedy A2, B2, keďže $t_{\text{stat}} = 0,698 < 2,001$ nulovú hypotézu H_0 nemôžeme zamietnuť. Teda, skóre druhého vstupného vedomostného testu sa štatisticky významne nelíši medzi žiakmi oboch tried.

Interpretácia výsledkov zo vstupných testov.

Uplatnením štatistických metód sme vo všetkých štyroch vedomostných testoch nulovú hypotézu nemohli zamietnuť. To znamená, že skóre, dosiahnuté vo vedomostných testoch u žiakov v testovaných triedach 2. A, 2. B sa v oboch rokoch pedagogického výskumu štatisticky významne nelíšili. Môžeme teda

povedať, že na začiatku realizácie experimentu sme preverili kritérium rovnocennosti a obe testované skupiny - kontrolná aj experimentálna sa navzájom nelíšili. Po rozbere stredných hodnôt z tabuľky 2, sme **za experimentálne triedy zvolili triedy A1 v prvom a B2 v druhom roku výskumu, a za kontrolné triedy B1 v prvom a A2 v druhom roku výskumu.**

1. rok výskumu	1. vstupný test		2. vstupný test		2. rok výskumu	1. vstupný test		2. vstupný test	
	A1	B1	A1	B1		A2	B2	A2	B2
Str. hodnota	39,7	53,4	37,6	45,2	Str. hodnota	48,7	45,6	39,6	34,1
Rozptyl	778,4	656,4	692,1	607,9	Rozptyl	732,7	804,9	923,4	1004,1
t stat	-1,886		-1,102		t stat	0,435		0,698	
P(T<=t) (2)	0,065		0,275		P(T<=t) (2)	0,664		0,488	
t krit (2)	2,008		2,008		t krit (2)	2,001		2,001	

Tabuľka 2: Výsledky štatistických parametrov vstupných testov v 1. a 2. roku výskumu.

Priebežné testy

Priebežných testov sa zúčastnili všetky triedy zaradené do pedagogického experimentu. Triedy A1, B2 predstavovali experimentálnu triedu (ozn. E) a triedy B1, A2 kontrolnú triedu (ozn. K). Prostredníctvom priebežných didaktických testov sme overovali platnosť nasledujúcej H_0 nulovej hypotézy H_0 .

H_0 : Skóre priebežných vedomostných testov u experimentálnych a kontrolných tried sa štatisticky významne nelíši.

Oproti testovanej nulovej hypotéze H_0 sme položili alternatívnu hypotézu H_1 .

H_1 : Dosiahnuté skóre v priebežných didaktických testoch je v experimentálnych a kontrolných triedach štatisticky významne rozdielne.

Na overovanie platnosti nulovej hypotézy sme použili dvojvýberový t-test.

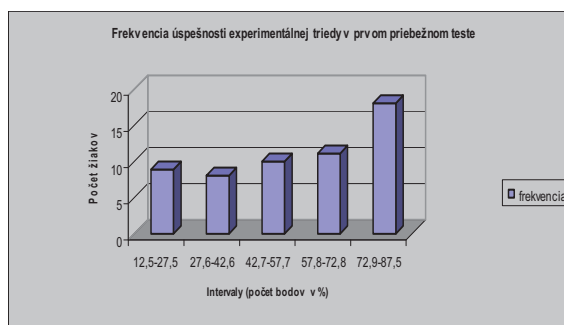
Po každom experimentálnom dvojhodinovom cvičení nasledoval didaktický test. Výsledky testov sme podrobili štatistickej analýze a výsledky štatistických parametrov sme zapísali do tabuliek č. 3 až č. 7. Spolu sme realizovali päť priebežných didaktických testov.

1. priebežný test pozostával z piatich úloh s rôznymi váhami významu. Test bol zameraný na fyzikálne vlastnosti diódy a tranzistora, vplyv teploty na zmenu ich vlastností a ich možné aplikácie v obvodoch.

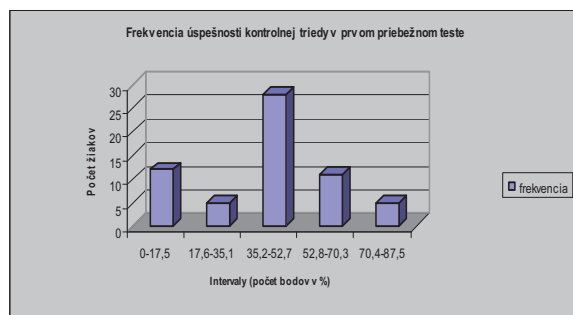
Dvojvýberový t-test s nerovnosťou rozptylov 1. priebežného testu		
trieda	E	K
Str. hodnota	54,69	40,37
Rozptyl	480,5	580,2
Pozorovanie	56	61
Hyp. rozdiel str. hodnôt	0,000	
Rozdiel	115,0	
t stat	3,366	
P(T<=t) (1)	0,001	
t krit (1)	1,658	
P(T<=t) (2)	0,001	
t krit (2)	1,981	

Tabuľka 3: Výsledky testovania nezávislosti EXS a KS v 1. priebežnom teste

Keďže $t_{\text{stat}} = 3,37 > 1,98$ (Tab. 11), nulovú hypotézu H_0 zamietame na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Tento záver potvrdzuje aj vypočítaná hodnota pravdepodobnosti $P = 0,001$. To znamená, že medzi výsledkami, ktoré dosiahli žiaci v prvom priebežnom teste z kontrolnej a experimentálnej triedy je štatisticky významný rozdiel v prospech experimentálnej triedy.



Obr. 1: Graf úspešnosti experimentálnej triedy.



Obr. 2: Graf úspešnosti kontrolnej triedy.

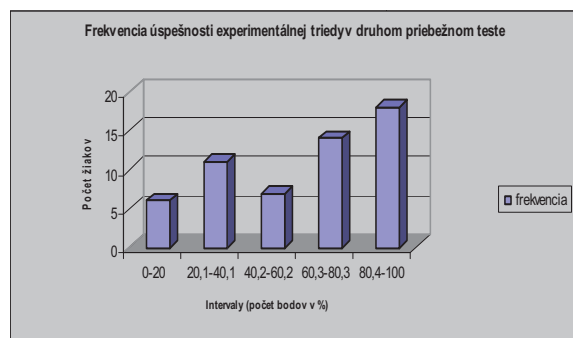
2. priebežný test bol skórovaný okrem štvrtej úlohy binárne s rôznymi váhami významu.

Test bol zameraný na príklady stabilizácie pracovného bodu bipolárneho tranzistora, význam odporov R_E a C_E v zapojení jednostupňového zosilňovača a výpočet prvkov mostíkovej stabilizácie pracovného bodu tranzistora v zapojení so spoločným emitorom.

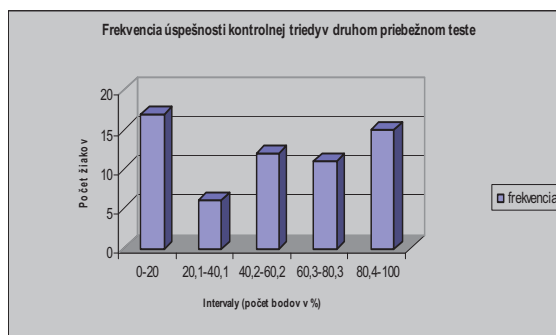
Dvojvýberový t-test s nerovnosťou rozptylov 2. priebežného testu		
trieda	E	K
Str. hodnota	60,71	48,67
Rozptyl	865,7	1164,2
Pozorovanie	56	61
Hyp. rozdiel str. hodnôt	0	
Rozdiel	115	
t stat	2,050	
P(T<=t) (1)	0,021	
t krit (1)	1,658	
P(T<=t) (2)	0,043	
t krit (2)	1,981	

Tabuľka 4: Výsledky testovania nezávislosti EXS a KS v 2. priebežnom teste.

Keď, že $t_{\text{stat}} = 2,05 > 1,98$, nulovú hypotézu H_0 zamietame na hladine významnosti $\alpha=0,05$ a tento záver potvrdzuje aj hodnota pravdepodobnosti, ktorá je $0,04 < 0,05$ pre ktorú prijímame alternatívnu hypotézu. Medzi výsledkami, ktoré dosiahli žiaci v priebežnom teste z kontrolnej a experimentálnej triedy je štatisticky významný rozdiel v prospech experimentálnej triedy.



Obr. 3: Graf úspešnosti experimentálnej triedy.



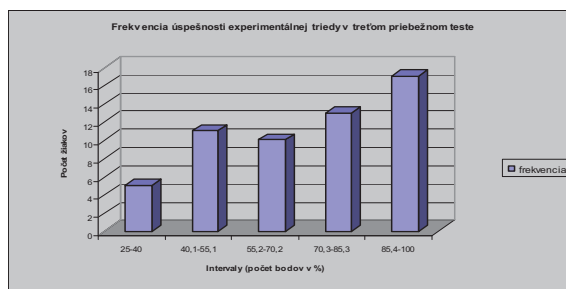
Obr. 4: Graf úspešnosti kontrolnej triedy.

V poradí **3. priebežný test** pozostával zo siedmich úloh s rôznou váhou významu zameraných na fyzikálne vlastnosti viacvrstvových polovodičových súčiastok, výstupné priebehy usmerňovačov a návrh parametrického stabilizátora napätia.

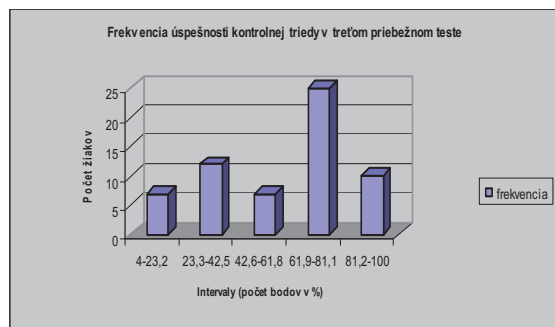
Dvojvýberový t-test s nerovnosťou rozptylov 3. priebežného testu		
trieda	E	K
Str. hodnota	70,46	57,45
Rozptyl	504,0	677,7
Pozorovanie	56	61
Hyp. rozdiel str. hodnôt	0	
Rozdiel	115	
t stat	2,903	
P(T<=t) (1)	0,002	
t krit (1)	1,658	
P(T<=t) (2)	0,004	
t krit (2)	1,981	

Tabuľka 5: Výsledky testovania nezávislosti EXS a KS v 3. priebežnom teste.

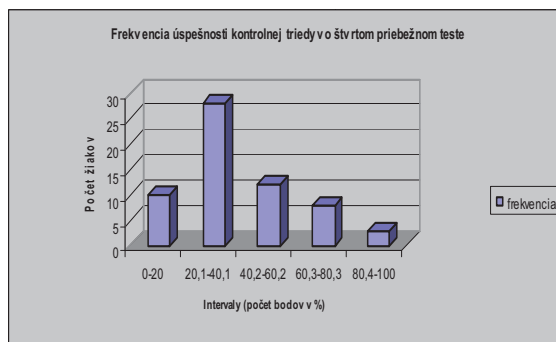
Z tabuľky 5 vidíme, že $t_{\text{stat}} = 2,90 > 1,98$, nulovú hypotézu H_0 zamietame na hladine významnosti $\alpha=0,05$ a tento záver potvrdzuje aj hodnota pravdepodobnosti, ktorá je $0,004 < 0,05$ pre ktorú prijímame alternatívnu hypotézu. Medzi výsledkami, ktoré dosiahli žiaci v priebežnom teste z kontrolnej a experimentálnej triedy je štatisticky významný rozdiel v prospech experimentálnej triedy.



Obr. 5: Graf úspešnosti experimentálnej triedy.



Obr. 6: Graf úspešnosti kontrolnej triedy.



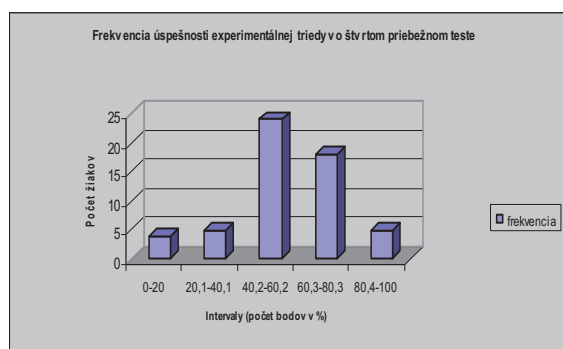
Obr. 8: Graf úspešnosti kontrolnej triedy.

4. priebežný test pozostával zo šiestich úloh s rôznou váhou významu, zameraných na vlastnosti a návrh zosilňovačov (AFCH, zapojenie a princíp činnosti, výstupné priebehy jednotlivých tried zosilňovačov).

Dvojvýberový t-test s nerovnosťou rozptylov 4. priebežného testu		
trieda	E	K
Str. hodnota	55,36	36,43
Rozptyl	491,5	593,1
Pozorovanie	56	61
Hyp. rozdiel str. hodnôt	0	
Rozdiel	115	
t stat	4,400	
P(T<=t) (1)	0,00001	
t krit (1)	1,658	
P(T<=t) (2)	0,00002	
t krit (2)	1,981	

Tabuľka 6: Výsledky testovania nezávislosti EXS a KS v 4. priebežnom teste.

Z tabuľky 6 vidno, že $t_{\text{stat}} = 4,4 > 1,98$ nulovú hypotézu H_0 zamietame na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ a tento záver potvrdzuje aj hodnota pravdepodobnosti, ktorá je 0,00002. To znamená, že medzi výsledkami, ktoré dosiahli žiaci v priebežnom teste z kontrolnej a experimentálnej triedy je štatisticky významný rozdiel v prospech experimentálnej triedy.



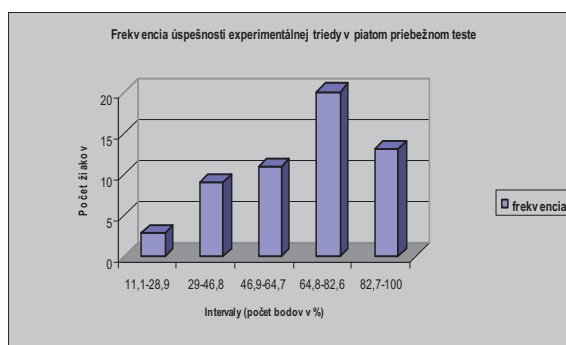
Obr. 7: Graf úspešnosti experimentálnej triedy

5. priebežný test pozostával z piatich úloh s rôznou váhou významu a bol zameraný na klopné obvody, čas kyvu, časové priebehy, schémy zapojenia a výpočet obvodoých prvkov astabilného preklápacieho obvodu.

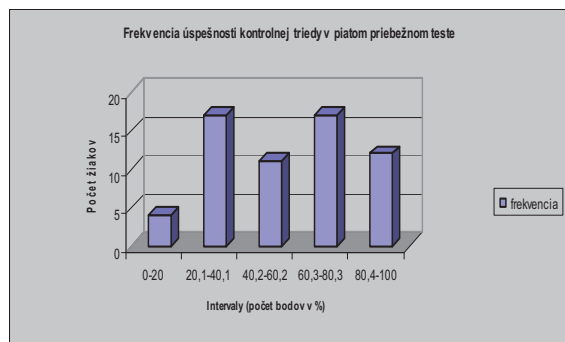
Dvojvýberový t-test s nerovnosťou rozptylov 5. priebežného testu		
trieda	E	K
Str. hodnota	65,58	55,74
Rozptyl	511,1	693,4
Pozorovanie	56	61
Hyp. rozdiel str. hodnôt	0	
Rozdiel	115	
t stat	2,173	
P(T<=t) (1)	0,016	
t krit (1)	1,658	
P(T<=t) (2)	0,032	
t krit (2)	1,981	

Tabuľka 7: Výsledky testovania nezávislosti EXS a KS v 5. priebežnom teste.

Z tabuľky 7 vidno, že $t_{\text{stat}} = 2,173 > 1,98$, nulovú hypotézu H_0 zamietame na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ a tento záver potvrdzuje aj hodnota pravdepodobnosti, ktorá je 0,032. To znamená, že medzi výsledkami, ktoré dosiahli žiaci v priebežnom teste z kontrolnej a experimentálnej triedy je štatisticky významný rozdiel v prospech experimentálnej triedy.



Obr. 9: Graf úspešnosti experimentálnej triedy.



Obr. 10: Graf úspešnosti kontrolnej triedy.

Výstupný test

Výstupný test pozostával z ôsmich čiastkových úloh a bol zameraný na trvalosť vedomostí. Obsah bol zostavený zo základných pojmov sledovanej oblasti učiva. Jeho realizácia prebehla naraz vo všetkých skupinách experimentálnej, ale aj referenčnej triedy. Výstupný test pozostával z dvoch častí: z časti zameranej na zapamätanie a časti zameranej na porozumenie učiva. Za prvé štyri čiastkové úlohy bolo možné dosiahnuť skóre po 2 body. Piata a šiesta čiastková úloha bola skórovaná binárne, ale za siedmu čiastkovú úlohu bolo možné dosiahnuť tri body, dôvodom bola požiadavka výpisu troch jednoduchých rovníc. Výstupným didaktickým testom sme overovali platnosť nulovej hypotézy H_0 .

H_0 : Skóre výstupných vedomostných testov oboch tried sa štatisticky významne nelíši.

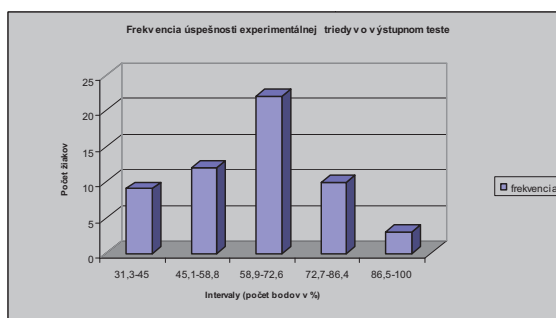
Oproti testovanej nulovej hypotéze H_0 sme položili alternatívnu hypotézu H_1 .

H_1 : Dosiahnuté skóre vo výstupnom didaktickom teste je u oboch testovaných tried štatisticky významne rozdielne.

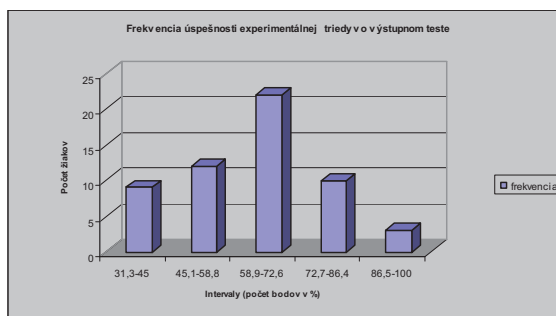
Dvojvýberový t-test s nerovnosťou rozptylov výstupného testu		
trieda	E	K
Str. hodnota	62,1	45,8
Rozptyl	195,82	386,36
Pozorovanie	56	61
Hyp. rozdiel str. hodnôt	0	
Rozdiel	108	
t stat	5,18	
P(T<=t) (1)	0,00000051	
t krit (1)	1,659085144	
P(T<=t) (2)	0,00000102	
t krit (2)	1,982	

Tabuľka 8: Výsledky testovania nezávislosti EXS a KS vo vstupnom teste.

Pre výstupný test (Tab. 19) platí: keď, že $t_{\text{stat}} = 5,18 > 1,98$, a preto nulovú hypotézu H_0 zamietame na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Tento záver potvrdzuje aj hodnota pravdepodobnosti, ktorá je $1,02 \times 10^{-6}$. To znamená, že medzi výsledkami, ktoré dosiahli žiaci vo výstupnom teste z kontrolnej a experimentálnej triedy je štatisticky významný rozdiel. Inými slovami metóda, ktorá bola použitá v experimentálnej triede bola účinná, lebo žiaci v experimentálnej triede dosiahli v oblasti trvácnosti vedomostí štatisticky významne lepšie výsledky.



Obr. 11: Graf úspešnosti experimentálnej triedy.



Obr. 12: Graf úspešnosti kontrolnej triedy.

Interpretácia výsledkov výskumu

■ Použitím Cochranov – Coxonovho testu pre analýzu priebežných testov sa z výsledku didaktických testov preukázalo potvrdenie platnosti hypotézy **H(1): Dosiahnuté skóre v priebežných didaktických testoch je medzi experimentálnymi a kontrolnými triedami štatisticky významne rozdielne**.

Inými slovami, môžeme konštatovať, že žiaci využívajúci matematické modelovanie vo forme simulačného programu implementovaného do výučby odborných predmetov sú lepšie motivovaní pri štúdiu daných predmetov, čím dosiahnu pozitívnejšie výsledky pri hodnotení ako žiaci kontrolnej triedy vyučovaní tradične.

■ Štatistická analýza výstupného testu prostredníctvom Cochranov – Coxonovho testu

umožnila zamietnuť nulovú hypotézu H_0 a tým potvrdiť platnosť hypotézy **H(2): Žiaci začlenení do programu vyučovacích hodín so zaradeným simulačným programom mali trvácnejšie vedomosti z predmetu ako žiaci vyučovaní tradične.**

Výsledky vstupných a výst. testu sme vzájomne neporovnávali pre odlišnosť obsahu ich úloh.

Zhrnutie výsledkov výskumu a prínos pre pedagogickú prax

Na základe predloženej výskumnej správy možno konštatovať, že žiaci zaradení do rozšíreného vyučovania s podporou simulačného programu *MicroCap* dosiahli vyššie skóre pri preverovaní vedomostí v priebežnom hodnotení a zároveň dosiahli trvácnejšie vedomosti potvrdené vo výstupnom teste. Sme presvedčení, že simulačný program *MicroCap* môže na stredných odborných školách elektrotechnického zamerania napomôcť oživiť tradičný spôsob vyučovania elektroniky prostredníctvom moderných technológií na báze IKT. Napriek tomu samotné využívanie simulačného softvéru neprinesie u žiakov okamžité zlepšenie výsledkov. Iba náležitá príprava žiaka na vyučovaciu hodinu a logická postupnosť obsahu učiva odovzdávaného učiteľom, doplnená o počítačové modelovanie, môže napomôcť zvýšeniu motivácie žiakov. U nepripravených žiakov môže dochádzať k tendencii riešiť zadané úlohy metódou pokusu a omylu, ktorá je vo vzdelávacom prostredí neprípustná. *MicroCap* prípadne iný simulačný program vo výučbe nesmie byť v žiadnom prípade používaný ako zdroj náhodných čísel, ale iba ako prostriedok overenia už vopred známych výsledkov získaných výpočtom.

Podľa našich poznatkov by výsledky nášho výskumu mohli byť prínosom z nasledujúcich dôvodov:

- nový prvok na oživenie tradičného vyučovania
- rozvíjajú sa kompetencie žiaka v oblasti najmodernejších technológií pre návrh elektronických obvodov
- klasické precvičovanie príkladov sa obohatí o praktickú skúsenosť bez nákladného a zložitého laboratórneho vybavenia
- okamžitá spätná väzba v podobe nameraných (aj zobrazených) výsledkov pri simulácii po predchádzajúcom manuálnom výpočte obvodu

- možný ďalší rozvoj v rámci vysokoškolského štúdia
- technická podpora v budúcom zamestnaní pri odstraňovaní porúch a riešení technických problémov
- technická podpora pre študentov elektrotechnických škôl v celoživotnom vzdelávaní v rámci svojej profesie

Záver

Prezentované výsledky výskumu predstavujú štvorročné úsilie hľadania účinnejších metód na zefektívnenie tradičného vyučovania na strednej odbornej škole aplikáciou informačných a komunikačných technológií. Naše výsledky výskumu majú slúžiť širokej odbornej verejnosti, prípadne ako podnet k ďalšiemu experimentovaniu.

Použitá literatúra:

- (1) ARPÁŠ, J. - SOTÁK, V. 2007. Počítačové modelovanie vo výučbe elektroniky zamerané na zvýšenie motivácie žiakov SOŠ I. Technológia vzdelávania, roč. XV, 2007, č. 10, s. 13-16.
- (2) ARPÁŠ, J. - SOTÁK, V. 2008. Počítačové modelovanie vo výučbe elektroniky zamerané na zvýšenie motivácie žiakov SOŠ II. Technológia vzdelávania, roč. XVI, 2008, č.2, Príloha Slovenský učiteľ, s. 2-5.
- (3) LÁNIČEK, R. 2002. Simulační programy pro elektroniku. Praha, BEN – technická literatura, 2002, ISBN 80-7300-051-2.
- (4) TIRPÁKOVÁ, A. 2007. Základy štatistiky. UKF Nitra. ISBN 978-80-8094-220-5.
- (5) TUREK, I. 1995. Kapitoly z didaktiky - Didaktické testy. Bratislava. MC, 1995. ISBN 80-88796-99-7.
- (6) TUREK, I. 1996. Učiteľ a pedagogický výskum. Bratislava. MC, 1996. ISBN 80-7164-173-1.
- (7) TUREK, I. 2008. Didaktika. Bratislava. Iura Edition, 2008. ISBN 978-80-8078-198-9.

Ing. Július Arpáš

SPŠ Nitra, Ul. Fraňa Kráľa, 949 01 Nitra
e-mail: arpasj@post.sk

Doc. Ing. Vladimír Soták, CSc.

KTIT, PF UKF v Nitre,
Drážovská 4, 949 74 Nitra,
e-mail: vsotak@ukf.sk

Doc. RNDr. Anna Tirpáková, CSc.

Katedra matematiky, FPV UKF,
Tr. A. Hlinku 1, 949 01 Nitra
e-mail: atirpakova@ukf.sk