

Interaktívne vyučovanie a jeho vyhodnotenie i z pohľadu žiakov Interactive Learning and its Evaluation from the Viewpoint of Pupils

Norbert Beták¹ – Miroslava Ožvoldová²

¹Spojená škola, Komárňanská 28, 940 75 Nové Zámky

e-mail: norbert.betak@gmail.com

²Katedra fyziky, Pedagogická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave
Priemyselná 4, 917 01 Trnava, e-mail: miroslava.ozvoldova@truni.sk

Abstrakt: V súčasnosti sa ukazuje potreba pretransformovania systému a priebehu tradičnej vyučovacej hodiny na moderné a interaktívne vyučovacie prostredie, ktoré dokáže vyhovieť potrebám a očakávaniam vzdelávaných, ale i spoločnosti. V príspevku prezentujeme nami navrhnutý spôsob vyučovania odborných predmetov elektrotechnika a informatika, ktorý sa stal predmetom pedagogického výskumu. Interaktívny spôsob vyučovania, implementovaný do vyučovacieho procesu strednej školy, sa zakladá na použití interaktívnych simulácií v spojení s hlasovacím zariadením. Princíp použitia týchto technológií rešpektuje zásady konštruktivistickej filozofie vyučovania a sleduje ako stratégiu integrovaného e-learningu tak i základné prvky metódy Peer Instruction. Práca približuje použité vyučovacie metódy, ako i vybrané výsledky výskumu v kognitívnej oblasti so štatistickým spracovaním. Okrem toho sústreďujeme pozornosť aj na názory žiakov na nový spôsob edukácie, ktoré sme merali prostredníctvom dvoch dotazníkov.

Kľúčové slová: hlasovacie zariadenie, simulácie, interaktívne vzdelávanie, informačné technológie, pedagogický výskum

Abstract: At the present time there is a pressing need for transformation the system of traditional lecturing to the form of interactive and modern educational environment, which is able to respect the requirements and expectations of students or the society as well. In this paper we present the method of teaching, which we designed. This teaching method has become a subject of created pedagogical research for the technical subjects: Computer Science and Electrical Engineering at the vocational school. The interactive teaching method, which has been implemented into the selected subjects of secondary school is based on combining interactive simulations with students' response system. The principle of its usage observes the constructivism as the philosophy of learning, the strategy of Integrated e-Learning and the main elements of the method Peer Instruction. The results of the pedagogical experiment on performance in cognitive areas supported by statistics methods are presented. Furthermore, in this paper we deals with students' attitudes, which have been measured by two questionnaires, and we pointed out the benefits of the applied teaching method as well.

Keywords: e-voting system, simulations, interactive education, information technology, pedagogical research

1 Úvod

V súčasnosti sa čoraz viac zdôrazňuje potreba dôkladného naplánovania vzdelávacieho prostredia, ako podstatného činiteľa, ktorý svojou komplexnosťou vo veľkom prispieva k úspešnosti pedagogického pôsobenia. Rôzne vonkajšie, ale i vnútorné faktory môžu byť zodpovedné za efektívny priebeh a žiadané výsledky výchovno-vzdelávacieho procesu. Interaktivita, ktorá podľa Reevesa (2012) je zoskupením troch kľúčových elementov: aktivita, interakcia a spätná väzba, sa môže považovať za fundament a nosný prvok kvalitného vzdelávacieho prostredia. Je neodmysliteľnou podmienkou k vybudovaniu správnych vzťahov v kontexte učiteľ – žiak, žiak – vzdelávací materiál (obsah) a žiak – žiak. Tie, bezpochyby prináležia k dosiahnutiu vytýčených vzdelávacích cieľov. Preto v našej pedagogickej činnosti by mala zohrávať mimoriadne dôležitú rolu snaha o zvyšovanie úrovne interaktivity, t. j. spôsobu a frekvencie interakčných vzťahov. Dohľadanie na úroveň interaktivity patrí medzi primárne úlohy učiteľa, pričom jej rozšírenie sa zabezpečuje najmä umožnením žiakom čo najširší zásah do vyučovacieho procesu a to hlavne

- kladením a odpovedaním otázok,
- nastavovaním a prispôbením rôznych učebných pomôcok (simulácií a animácií),
- riešením rôznych úloh.

Pratt (1999) vo svojej štúdii naznačuje, že interaktívne prostredie je ideálnym vzdelávacím prostredím pre dospelých. Spomína dôležité elementy vzdelávacieho prostredia: obsah, kontext, účastníci, učiteľ, myšlienky. Interaktívny vzťah (proces) medzi uvedenými prvkami charakterizuje, ako kľúč k úspechu vo vzdelávaní. Vyučovanie by malo byť vždy interakčným procesom, nech už hovoríme o vzdelávaní ľudí akejkoľvek vekovej kategórie. Preto si dovoľujeme naše hlavné zistenia a výsledky v oblasti výskumu interaktívnych vzdelávacích metód získaných v stredoškolskom prostredí zovšeobecniť a hovoriť o vzdelávacom prístupe, ktorý svojim konštruktivistickým a interaktívnym charakterom sa dokáže prispôbiť očakávaniam a potrebám vzdelávaných. Práve „formulovateľnosť“ vyučovacej metódy je v súčasnom svete zvlášť výnimočnou črtou a to vzhľadom na rapidný vývoj informačno-komunikačných technológií (IKT), ale aj na osobnosti žiakov, ktorých požiadavky a potreby k vzdelávaniu vôbec sú veľmi rozmanité. „Učiť sa z vlastných chýb“ však môže byť spájajúcou filozofiou, ktorej v našom vzdelávaní prináleží patričná pozornosť. Skúsenosti – aj keď v mnohých prípadoch len prvotné – môžu byť spojené s chybami a nepresnosťami, pri ktorých postupom ich korigovania môžeme vyvolávať skutočné učenie sa. Úlohou nás – pedagógov je, aby sme vyučovanie spestrili aktivitami, ktoré ponúkajú bohaté možnosti na získanie skúseností, a namiesto upozorňovania žiakov vyvarovania sa chýb, viest' ich k tomu, aby boli schopní prijať poučenia z vlastných chýb.

Ako názov príspevku naznačuje, orientujeme sa na rozvoj kognitívnej úrovne žiakov vplyvom implementácie interaktívnych vzdelávacích metód, ktoré v krátkosti predstavíme. Záverom diskutujeme výsledky spätnej väzby od žiakov na nami vytvorené vzdelávacie prostredie, ako možného činiteľa ovplyvňujúceho aj kognitívny rast študujúcich, ale i celkovú úspešnosť vyučovania.

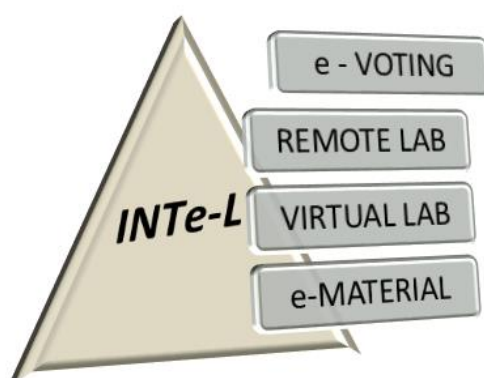
2 Interaktívne vyučovacie metódy

V rámci našej experimentálnej pedagogickej činnosti sme využívali interaktívne vyučovacie metódy, ktoré zabezpečovali aktívnu a vzájomnú späťosť nielen medzi žiakom a vzdelávacím materiálom, ale i medzi učiteľom a žiakmi. Vychádzali sme zo súčasných vzdelávacích trendov a hľadali sme cestu, ako ich čo najprínosnejšie zaviesť do vzdelávacieho procesu vybraných odborných predmetov na strednej odbornej škole. Transformovali sme myšlienky Carla Wiemana (2010) a Erica Mazura (1997), ktoré zvyrazňujú potrebu umožnenia získavať vlastné skúsenosti a podporné zážitky vo vzdelávaní a na

základe nich analyzovať vzniknuté odborné problémy, ktoré sú zvyčajne sformulované do podoby motivujúcich otázok. Taktiež sme nadviazali na novú stratégiu vzdelávania integrovaný e-learning (INTe-L), ktorú jej autori definovali ako: „INTe-L je interaktívna stratégia vyučovania a učenia sa založená na pozorovaní javov reálneho sveta s využitím:

- a) reálneho a reálneho vzdialeného e-experimentu,
- b) e-simulácií, vychádzajúcich zo základných princípov fyzikálnych zákonov
- c) a e-učebníc, resp. študijných e-materiálov a návodov, poskytujúcich informácie a teoretický základ pre porozumenie a kvantifikáciu sledovaného javu“

(Ožvoldová a kol., 2005, Schauer a kol., 2009), ktorá sa osvedčila už pri príprave budúcich učiteľov fyziky. Okrem uvedených troch komponentov sme ako interaktívny prvok pri vzdelávaní používali aj hlasovacie zariadenie (e-voting). Schematické znázornenie tejto stratégie prezentuje obr. 1.



Obr. 1 Konceptia INTe-L s nadstavbou hlasovacieho zariadenia (e-voting)

Nakoľko sme sa v našej práci zameriavali najmä na implementáciu interaktívnych simulácií v spojení s e-hlasovaním, v nasledujúcej časti sa im budeme podrobnejšie venovať. Okrem stratégie INTe-L sme tiež využívali poznatky z interaktívnej metódy „Peer Instruction“ (IP). Konceptia IP vychádzala z predpokladu odstránenia zistených miskonceptí u študentov fyziky, objavených po absolvovaní tzv. Force Concept Inventory (FCI) testov, pripravených v USA Hallounom a kol. (Halloun a kol., 1995) z Arizona State University (Beták, 2012). Konceptuálny test FCI, dotýkajúci sa preverovania porozumenia pojmu sila a zákonitosti s ním súvisiacich, v súčasnosti patrí k najviac vedecky preskúmaným a používaným testom na svete (Hanč, 2009). Ukázalo sa totiž, že často krát dobré prospievanie (aj u tých najlepších študentov) je výsledkom iba memorovania a zvládnutia iba určitých algoritmických postupov riešenia zadaných úloh a nie dôsledného porozumenia prebranej problematiky. K hlbšiemu, konceptuálnemu porozumeniu danej látky dochádza len v ojedinelých prípadoch. Harvardský profesor fyziky a vedec Eric Mazur vidí riešenie v potrebe zmeny tradičných prednášok na interaktívne lekcie, ktoré zabezpečujú možnosť zapojenia sa študentov do priebehu vzdelávania. PI metóda (Mazur, 1997), sa stala široko uznávanou (hlavne v USA) a to vďaka veľmi priaznivým efektom a benefitom, dosiahnuteľným pri jej zavádzaní a systematickej aplikácii. Táto metóda spája svojich prívržencov – učiteľov z celého sveta na webovej lokalite <https://www.peerinstruction.net/> a taktiež pomocou internetového blogu <http://blog.peerinstruction.net/>. Inovatívni učitelia takouto formou sa môžu podeliť o svoje skúsenosti z oblasti interaktívnych metód vyučovania, môžu požiadať o odbornú pomoc, resp. konzultáciu a prispieť tak k zdokonaleniu sa v používaní vyššie uvedeného spôsobu vyučovania. Metóda vo všeobecnosti pozostáva z troch hlavných komponentov:

- zahrievacie otázky (úlohy) pred prednáškou, ktorých úlohou je pripraviť študenta na výučbu a zistiť jeho prípadné problémy a neporozumenia a dať učiteľovi spätnú väzbu o tom;
- konceptesty počas výučby, pri ktorých si študenti overia alebo poopravia porozumenie základných preberaných pojmov a princípov; a nakoniec
- konceptuálne skúškové otázky, ktoré majú za cieľ motivovať študenta počas výučby (Hanč, 2009).

Kladenie otázok je súčasťou aj vyučovacieho cyklu (obr. 2), v ktorom je možné nájsť znaky metódy „učenia sa dotazmi“ (Inquiry Based Learning – IBL). E. Lee May (2013) zo Salisbury University definuje IBL ako vyučovaciu metódu, ktorá umiestňuje študenta, predmet a interakcie medzi nimi do stredobodu vzdelávacieho procesu. V rovnakom čase je zodpovedná za transformáciu roly učiteľa a to z podoby nositeľa a poskytovateľa vedomostí a informácií do podoby facilitátora učenia. Ďalej, premiestňuje učiteľa – aj fyzicky z centra, alebo z prednej časti učebne na miesto vedľajšie, niekedy aj zadné, a tak umožňuje zvýšiť podporu rozmyšľania žiakov/študentov a zasahovanie len vo zvažovaných prípadoch. Otázky vo forme konceptestov sú teda hybnou silou a patria k tej najdôležitejšej sekcii vo vyučovaní. K technickej vybavenosti patria študentské hlasovacie systémy, ktoré však môžu byť nahradené aj hlasovacími kartičkami a pod.



Obr. 2 Cyklus interaktívneho vyučovania pomocou hlasovacieho zariadenia

Z obr. 2 vyplýva, že základom vyučovania metódou PI je neustále aktivizovanie žiakov/študentov vhodne formulovanými otázkami. Študentom tak umožňuje, aby uvažovali samostatne a začali aktívne riešiť zadanú problematiku samostatne a následne aj prostredníctvom diskusie so spolužiakmi. Ako prispieva triedna diskusia k objasneniu skúmaného problému ukážu práve výsledky druhého hlasovania.

3 Metodika interaktívneho vyučovania

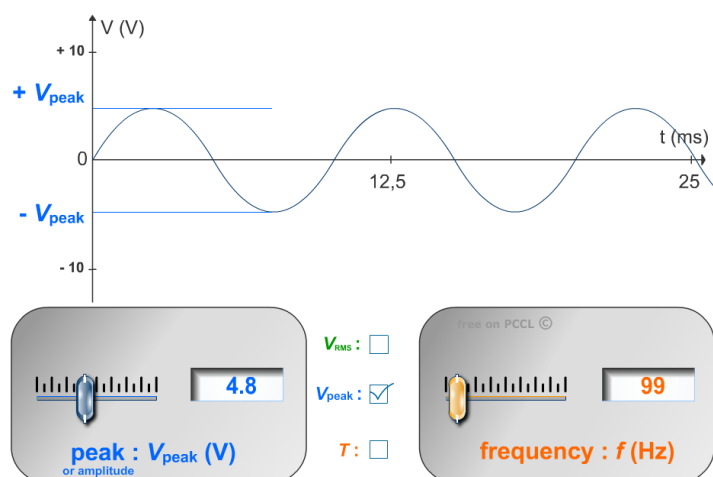
V technickom vzdelávaní sa stretávame s množstvom veľmi dobre aplikovateľných interaktívnych simulácií, ktoré vo vzdelávaní v určitej oblasti sa stali temer nenahraditeľnými a to hlavne z hľadiska toho, že dovoľujú snímať a odskúšať určitý princíp a dej, ktorý je podobný (rovnaký) realite. V elektrotechnickom vzdelávaní to môže byť napríklad princíp fungovania určitého elektrického obvodu. Ale veľmi užitočné sú aj tie simulačné programy, ktoré zistia, či navrhnutý elektrický obvod bude plne funkčný aj v skutočnosti, ako sa bude správať v zmenených podmienkach. Ďalej interaktívne simulácie poskytujú plnohodnotné výsledky z rôznych elektrotechnických meraní, atď.

Vychádzajúc z vyššie stručne predstavených dvoch interaktívnych metód vzdelávania (INTe-L a PI) sme pristúpili k ich skombinovaniu s využitím moderných prostriedkov IKT – interaktívnych simulácií s hlasovacím zariadením, tzv. klickermi. Implementácia týchto dvoch inovatívnych technológií patrí

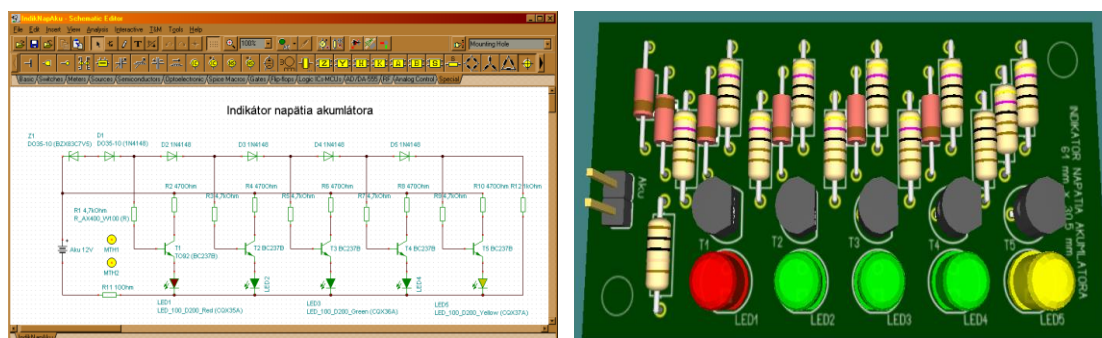
v poslednom období do stredobodu záujmu rôznych pedagogických výskumov nielen u nás, ale najmä v zahraničí.

Používali sme najmä interaktívne simulácie (IS) dostupné na webovej lokalite <http://phet.colorado.edu/>, ako aj iné voľne dostupné simulácie. Tie nám slúžili na vytváranie problémových situácií, ktorých vyriešenie bolo úlohou žiakov. Pomocou hlasovacieho zariadenia sme zabezpečovali možnosť zadávania a odpovedania otázok. Mnohokrát sme zadávali aj úlohy – otázky, pri ktorých sme očakávali od žiakov predpovedanie nastávajúceho deja a následne sme prostredníctvom IS skontrolovali správnosť predpokladu. Obr. 3 prezentuje príklad IS, ktorú je možné zaradiť do interaktívneho vyučovania elektrotechniky, hlavne vďaka svojej prehľadnosti a jednoduchého ovládania. Dôležité pri tom je, aby neslúžila iba ako názorná pomôcka, ale podporovala a podnecovala žiakov k rozmyšľaniu a riešeniu rôznych úloh. To je možné dosiahnuť predovšetkým vtedy, ak prácu s IS zrealizujeme vo vopred (a vhodne) premyslenom vzdelávacom prostredí. Osvedčilo sa nám aj kladenie otázok cez hlasovacie zariadenia. Pri simulácii „Striedavé napätie“ sme kládli napríklad otázky typu: Aká je súvislosť medzi periódou a frekvenciou? Ako sa zmení frekvencia so zvyšovaním/znižovaním periódy T ? Aká je hodnota amplitúdy? Koľko periód sa vykreslí za 25 ms?

Na základe našich skúseností môžeme skonštatovať, že pomocou vhodne sformulovaných otázok dokážeme študujúcich viesť k tomu, aby sami objavovali skutočnosti a fakty ukryté v danom učive ako i v IS. Tým zabránime prezentovaniu len hotových informácií a podporíme motiváciu žiaka pre nadobúdanie nových vedomostí.



Obr. 3 Pohľad na simuláciu „Striedavé napätie“ (http://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/sine_waveform_voltage_AC.htm)



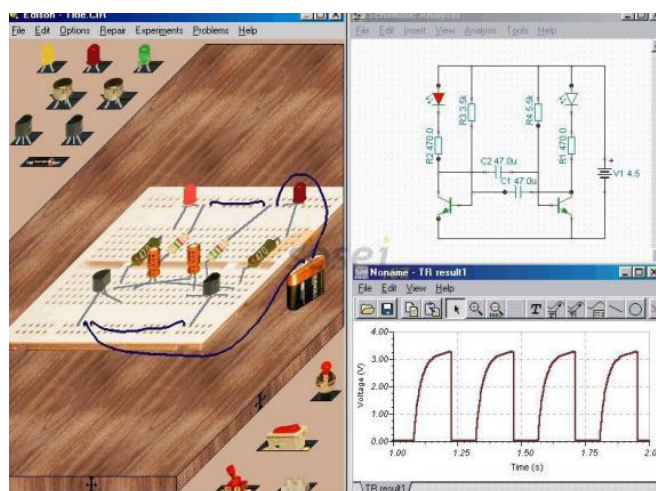
Obr. 4 Pohľad na interaktívnu simuláciu
a) elektrotechnická schéma, b) vizualizácia elektrotechnických súčiastok

Na precvičovanie tvorby a kreslenie elektrotechnických schém a na simuláciu činností elektrických obvodov je možné použiť, okrem iných, aj program TINA (obr. 4 a, b).

Ďalším výborným nástrojom na vzdelávacie účely je programový balík od spoločnosti Design Suite, pretože spomedzi podobných softvérov nie je veľký výber takých, ktoré dovoľujú nielen nakresliť elektrický obvod, ale súčasne aj vyhotoviť návrh plošného spoja a realizovať rôzne analýzy a simulácie. Znázornenie reálnej činnosti elektrického obvodu je potom užitočné hlavne z hľadiska možnosti predvídania očakávaných, alebo aj menej pravdepodobných procesov, ktoré po vyhotovení daného obvodu nastanú. Ďalej, je umožnená aj kontrola funkčnosti elektrického zapojenia, ktorá je rovnako dôležitou časťou pred jeho samotnou praktickou realizáciou. Analýzy jednosmerných digitálnych obvodov, prechodové charakteristiky, Fourierova analýza, ako aj rôzne iné spôsoby skúmania priebehu môžu byť mimoriadne poučné aj vo vzdelávaní. Učiteľovi sa tak vytvoria možnosti, ktorými dokáže aktivizovať svojich žiakov na riešenie rôznych úloh, projektov, alebo zaujímavých problémov formou položením konštruktívnej otázky. Takto dokáže prepojiť teóriu elektrických obvodov s praktickými cvičeniami a zvýšiť tak užitočnosť a názornosť svojej vzdelávacej činnosti. Môžu sa osvedčiť aj krátke jednoduché otázky typu:

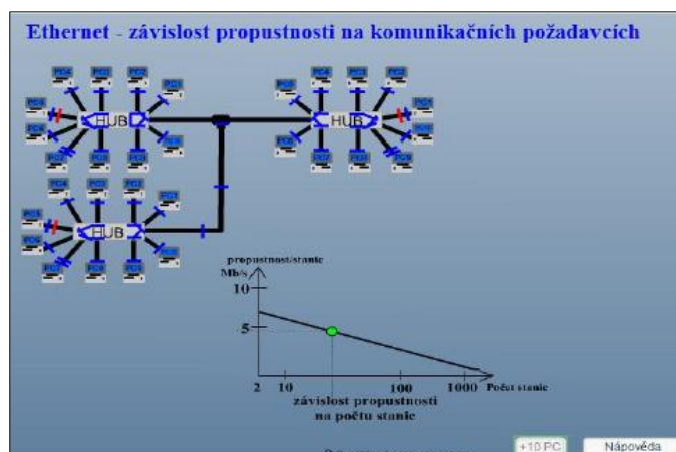
- *Aká bude zmena pri tejto časti obvodu, ak...?*
- *Ako zareaguje obvod, keď...?*
- *Aký budem mať výstup?*
- *Aký musí byť vstup, aby som získal potrebný výstup?*
- *Ako sa prejaví, keď do obvodu zapojíme ďalší prvok (žiarovku, rezistor...)?*
- *Aký bude priebeh činnosti daného obvodu?*
- *Ako by som vedel zmeniť časový priebeh prúdu/napätia?*
- *Bude navrhnutý elektrický obvod plne funkčný?*
- *Predpovedajte ako sa prejaví zmena parametra súčiastky (rezistora, zdroja...) v obvode ?*

Na demonštráciu činností jednoduchých elektrických obvodov je možné použiť aj aplikáciu EdisonLab (obr. 5), ktorá veľmi jednoduchým a názorným spôsobom prezentuje rôzne elektrické zapojenia. Študentom tak ponúka možnosť hravou formou sa vzdelávať v oblasti elektroniky a prehĺbiť si vedomosti o niektorých základných princípoch fyziky. Takzvané virtuálne laboratórium sa tak môže stať veľmi dobrým doplnkom pri vyučovaní elektrotechniky.



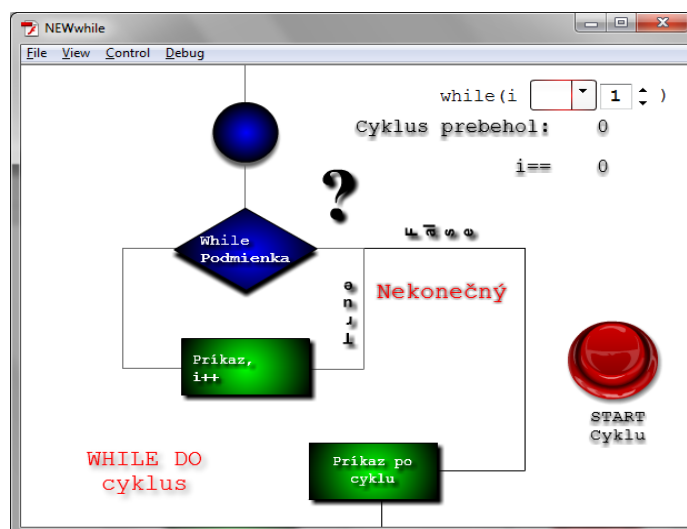
Obr. 5 Pohľad na EdisonLab

Ďalším príkladom, ako možno prostriedkami IKT obohatiť vyučovanie, je simulačný softvér používaný v rámci programu CISCO Network Academy. Vo všeobecnosti platí, že cieľom používania simulačných programov je, aby tie čo najdôveryhodnejšie prezentovali skutočnosť. Platí to obzvlášť pri vyučovaní sieťových technológií, pričom táto tematika sa objavila v učebných osnovách rôznych odborných škôl buď ako súčasť predmetu informatika resp. výpočtová technika, alebo v špecializovaných odboroch aj ako samostatný predmet.



Obr. 6 Pohľad na prostredie simulačného nástroja Packet Tracer

Softvér Packet Tracer (obr. 6) je schopný sprevádzať žiakov od návrhu až po samotnú realizáciu kompletnej počítačovej siete, začínajúc od voľby správnej sieťovej topológie, cez výber a nastavenie správnych sieťových prvkov a ich nasadení do modulov až po riešenie rôznych technických problémov vyskytujúcich sa nielen pri inštalácii, ale aj pri prevádzkovaní siete. Priebeh simulácií je natoľko rozsiahly, že dovoľuje zaradiť a následne skúmať činnosti aj rôznych periférnych zariadení, akými sú tlačiarne, servery, telefóny, atď. Vzniká tak situácia veľmi podobná reálnym podmienkam, ktorá pri štúdiu v danej oblasti je mimoriadne dôležitá. Packet Tracer (obr. 6), ale aj rôzne iné podobné programy, vytvárajú vynikajúce prostredie na prepojenie teórie s praxou, pričom je v rukách pedagóga, či tieto nástroje použije na demonštráciu rôznych jednoduchších situácií, alebo pomocou nich zadáva komplexnejšie príklady, ktoré tak môžu byť základom napríklad pre projektové vyučovanie.



Obr. 7 Príklad interaktívnej simulácie využiteľnej pri vyučovaní programovania

Simulačné programy pri tom zohrávajú dôležitú rolu aj ako prostriedky pri vyučovacích metódach koncipovaných na riešenie rôznych problémov, úloh, pretože sú schopné participovať na zoznámení sa s činnosťou skutočných prostriedkov, dokážu vytvárať aj jedinečné prípady a prostredia, s ktorými žiaci sa neraz stretávajú v reálnom živote a umožňujú pri tom experimentovanie a objavovanie, čo je tiež veľmi dôležité z hľadiska získavania trvácnych vedomostí.

Pri vyučovaní programovania sa nám osvedčili interaktívne animácie, vytvorené v prostredí Flash a zaoberajúce sa znázornením dejov prebiehajúcich pri cykloch, súborových operácií, práce s poľami a pod. Je na škodu veci, že bezpečnostné opatrenia firmy Oracle už obmedzujú použitie Java appletov, na ktorých sú závislé mnohé IS a tiež vzdialené experimenty. Na ich inovácii prepisom do JavaScriptu sa v posledných dvoch rokoch pracovalo a už sú dostupné aj na mobilných zariadeniach.

Veľmi nápomocná pri výučbe je i Interaktívna elektronická učebnica a Zbierka úloh na vyučovanie programovania v jazyku C (Tóth, 2010) vytvorená na Pedagogickej fakulte Univerzity J. Selyeho, ktorá poslúžila pri vyučovaní základov programovania (obr. 7).

Medzinárodne uznávaný odborník v oblasti kritického myslenia, Dr. Richard Paul (2007) sa neraz tak vyjadril, že otázka vo svojej podstate vyjadruje úlohu a definuje problém na riešenie. Upozorňuje, že rýchle odpovedanie otázky môže viesť k zastaveniu rozmýšľania. Je preto nutné poskytnúť študujúcim dostatočnú časovú dotáciu na vyjadrenie odpovedí. Paul považuje za užitočnejšie a vzhľadom na podnecovanie ďalšieho rozmýšľania aj efektívnejšie práve to, keď po odpovedaní otázok sa zrodia vždy nové a novšie, čoho dôsledkom môže byť neustále, resp. plynulé a systematické hľadanie odpovedí a riešení.

V každodennej pedagogickej praxi to neznamená, že by sme mali (alebo mohli) vynechať konkrétne odpovede a zaoberať sa hlavne sformulovaním otázok, problémov, ale skôr sa zaostriť na kvalitu položených otázok pri prehodnocovaní podstaty a ich dôležitého významu. Kladenie otázok môže zapríčiniť nielen „naštartovanie“ mentálnych procesov, ale je schopné podnietiť realizáciu rôznych činností, vedúcich k dosiahnutiu prospešného rozvoja. Podstatou vyplývajúcou z predchádzajúcich je, aby sme motivujúcimi a správne sformulovanými otázkami viedli svojich žiakov k podnieteniu rozmýšľania, pričom nezabudli na to, že cieľom nie je správne odpovedanie otázky, ale samotný proces hľadania a bádania. Keď kladeniu otázok priradíme význam odlišný od testovania a kontroly vedomostí, tak dosiahneme to, že žiaci sa budú aktívnejšie a smelšie zapájať do vyučovacieho procesu, nebudú sa báť vyjadrovania si svojich názorov a myšlienok a naučia sa rešpektovať názory iných.

Na základe hore uvedených skutočností charakterizujeme dobrú otázku, ako:

- presnú, zaujímavú a jasne sformulovanú;
- vedúcu k aktivitám na riešenie problémov;
- schopnú budenia myšlienok;
- rešpektujúcu aktuálne mentálne zdatnosti študujúcich;
- zohľadňujúcu vytýčené výchovno-vzdelávacie ciele.

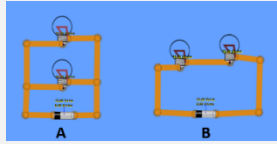
Otázky, položené v rámci rôznych testov môžu byť veľmi kvalitné, ale pri tom nemusia byť v súlade s filozofiou koncepcie PI. Môžu napríklad merať úroveň osvojených vedomostí, ale môžu aj viesť k potrebe riešenia rôznych úloh, vyžadujúcich jednoduché výpočty, či riešenie algoritmov. Nemusia pri tom byť sformulované tak, aby rozvíjali vyššiu kognitívnu úroveň vzdelávaného – čo je práve nesporným cieľom spomenutej metódy PI. V našej praxi sa osvedčil spôsob, pri ktorom zámerne ponúkame aj takú možnú odpoveď, ktorá vo všeobecnosti je spájaná s nejasnosťou a miskoncepciou v rade žiakov a preto sa očakáva, že veľká časť žiakov si zvolí práve tú možnosť za správnu. Takýmto

spôsobom síce dospejeme k získaniu relatívne vysokého počtu nesprávnych odpovedí, ale pri tom vytvoríme priestor na diskusiu, odbornú debatu, alebo ďalšie riešenie úloh a učenie sa na svojich chybách. Takáto metóda výborne korešponduje s možnosťou hlbšieho (a nielen povrchného) osvojovania si vedomostí a porozumenia skúmaných javov. Ak zosumarizujeme naše skúsenosti, možno deklarovvať, že je nevyhnutné dbať na to, že:

- otázky tvoria elementárny a neodmysliteľný základ v nami použitej kombinácii metód INTe-L, PI a IBL, tzv. blended learning;
- otázky musia byť správne sformulované;
- musíme si premyslieť dopredu ciele kladenia otázok, ako aj ich funkciu vo vzdelávaní;
- musíme ponúknuť dostatok času žiakovi/študentovi na premyslenie si otázky a správnych/nesprávnych odpovedí.

V tabuľke 1 uvádzame niekoľko príkladov otázok, ktoré vyhovujú kritériám metódy PI, alebo naopak, nie sú vhodné na použitie pri takto realizovanom vyučovaní. Za „Nesprávne PI“ otázky sme považovali najmä také, ktoré rozvíjajú nižšie poznávacie funkcie (pomenovať, zapamätať, atď.), namiesto vyššej formy myslenia. Podotýkame, že v rámci našej pedagogickej praxi si našli uplatnenie aj otázky, ktoré v tab. 1 sme označili za „Nesprávne PI otázky“. Takým sme však priradili nižšie opodstatnenie v našom vyučovaní a uplatnili sa najmä ako tzv. zahrievacie otázky v začiatkovej fáze vyučovacej hodiny, alebo pri testovaní lexikálnej vedomostnej úrovne.

Tabuľka 1 Príklady testových otázok

Nesprávne PI otázky	Správne PI otázky
1. Čo znamená skratka PC? a) Prenosný počítač b) Priemyselný počítač c) Osobný počítač d) Kalkulačka	1. Ktoré z čísiel sa zobrazí na monitore ako posledné? a) 25 b) 28 c) 27 d) 26 e) Ani jedna z odpovedí <pre>n = 27; i = 0; for (i = 0; i <= n; i += 2) { cout << i << endl; }</pre>
2. Ktorý z nasledujúcich vzťahov je správnou formuláciou Ohmovho zákona? a) $U = R \cdot I$ b) $R = U \cdot I$ c) $I = U \cdot R$ d) $U = R / I$	2. Štyri žiarovky sú zapojené na základe prezentovaných schém na obrázkoch. V ktorom prípade budú svietiť žiarovky jasnejšie? a) A b) B c) Budú svietiť rovnako. 

Možno uviesť, že hneď od začiatku implementácie interaktívnych metód sme spozorovali pozitívnu odozvu zo strany žiakov, ktorá sa prejavovala a spájala s prejavmi nadšenosti, radosti a s chuťou do práce. Práve táto angažovanosť našich žiakov a prvotná pozitívna akceptácia použitých prístupov nás podnecovala k tomu, aby sme siahali po adekvátne nástroje kvantitatívneho výskumu a hlbšie prešetrili ich pedagogický dopad. Primárne sme sledovali vedomosti žiakov, ktorých úroveň sme zisťovali vlastnými, neštandardizovanými didaktickými testami v dvoch profilových predmetoch

strednej odbornej školy – v informatike a v elektrotechnike na odbornej strednej škole v Nových Zámkoch. Zameriavali sme sa na tri rôzne kognitívne úrovne, prostredníctvom ktorých sme získali informácie o stupni zapamätania, porozumenia a aplikácie osvojených vedomostí. Získané dáta nám potvrdili prínos nami používaných interaktívnych metód v rozvoji kognitívnej úrovne žiakov. Tieto výsledky sme detailne prezentovali v dizertačnej práci (Beták, 2014).

Nemenej dôležitou časťou nášho pedagogického bádania sa stal výskum názorov žiakov, ako dôležitého ukazovateľa úspešnosti žiakov. Dosahovanie úspechov v učení sa, v dosahovaní žiadaných študijných výsledkov môže byť funkciou mnohých činiteľov. Je známe, že afektívne faktory zohrávajú dôležitú rolu v správaní a konaní človeka. V školskom prostredí môžeme považovať vnímanie, názory a postoje žiakov reflektovaných k jednotlivým vyučovacím predmetom, resp. vyučovacím metódam za meradlo efektívnosti učiteľskej práce. Často sa totiž stáva, že žiaci si obľúbia určitý predmet, alebo vednú disciplínu hlavne na základe priaznivého emocionálneho dopadu spôsobu vyučovania a osobnosti učiteľa. Petlák (2009) zdôrazňuje, že v procese učenia je treba vyvolávať kladné pocity a emócie, pretože tie pôsobia na zapamätávanie a učenie môže byť pre žiakov pútavejšie ako v prípade, ak pre emócie „nevytvárame podnety“.

Zmenu vedomostnej úrovne žiakov sme merali adekvátnymi didaktickými testami v súlade s požiadavkami kvantitatívneho pedagogického výskumu. Okrem toho, vedomosťami sme sa zaoberali aj v dotazníkoch názorov a sledovali sme subjektívny názor žiakov o svojich vlastných vedomostiach. O dosiahnutých výsledkoch pojednáme v nasledujúcej časti.

4 Pedagogický výskum

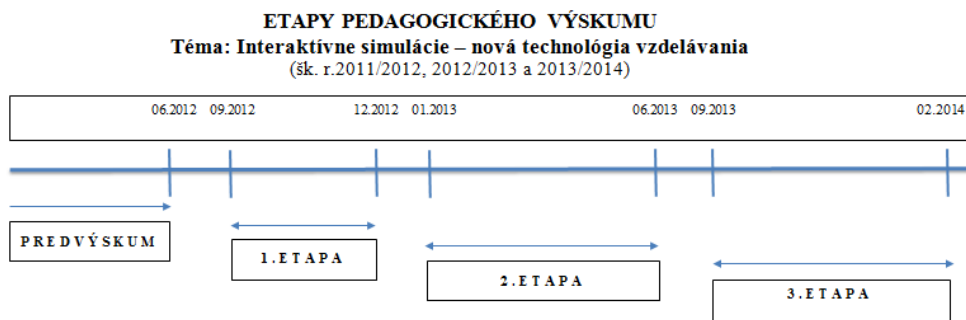
V tejto časti práce sa zameriavame na prezentáciu vybraných výsledkov, získaných pri vyučovaní predmetu informatika a elektrotechnika a meraní žiackych názorov, ktoré sa stalo súčasťou aj nášho rozsiahleho pedagogického výskumu, realizovaného v rokoch 2011 – 2014. Hlavný cieľ, vytýčený pri plánovaní výskumného šetrenia sme si stanovili:

„Preskúmať vzťah medzi interaktívnym vyučovaním – realizovaním zakomponovaním interaktívnych simulácií v kombinácii s hlasovacím zariadením – a kognitívnym rozvojom experimentálnej a kontrolnej skupiny žiakov prvého ročníka strednej odbornej školy vo vybraných oblastiach učiva predmetov informatika a elektrotechnika“.

Tým sme chceli zabezpečiť možnosť získania komplexnejšieho obrazu o používanej didaktickej metóde, ktorý okrem kognitívneho rozvoja žiakov zaradenými do experimentálnej skupiny (ES) zmapuje aj naplnenie afektívno-postojových cieľov vzdelávania.

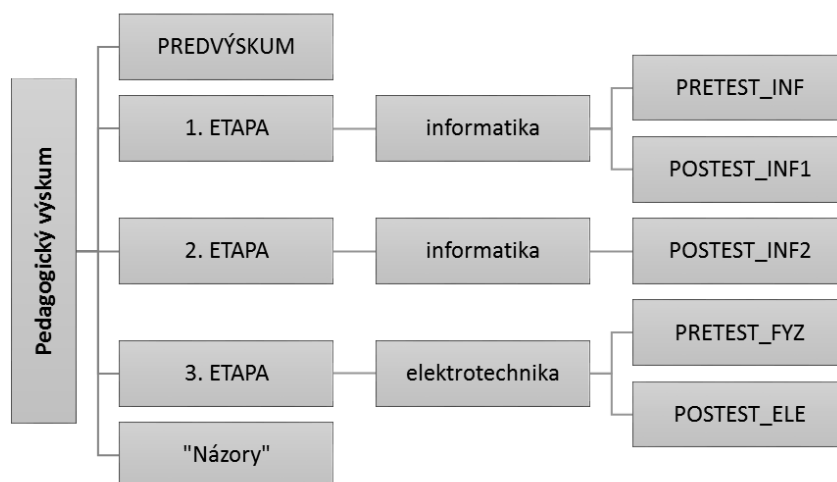
4.1 Charakteristika pedagogického výskumu

Pedagogický výskum sme rozdelili podľa časového rozloženia jeho častí na „predvýskum“, a na tri etapy, (obr. 8), v rámci ktorých prebiehala experimentálna metóda vyučovania, a s tým súvisiaci výskum v oblasti kognitívneho rozvoja. Na záver, ako samostatnú časť výskumu, nazvanou „Názory“, sme sa venovali žiackym názorom. Časovo začínala hneď po skončení experimentálneho pedagogického pôsobenia (po prebehnutí všetkých troch etáp), ktorá však na obr. 8 nie je uvedená.



Obr. 8 Etapy pedagogického výskumu

Naším cieľom pri kvantitatívnom výskume, realizovanom počas experimentálnej pedagogickej činnosti, bolo skúmať dôsledky interaktívneho vyučovania na vedomosti sledovaných žiakov a zistiť, či nami vopred sformulované hypotézy možno prijať. Detailnejšie znázornenie realizovaného výskumu s príslušnými vyučovacími predmetmi a spôsobmi získavania kvantitatívnych výsledkov prezentuje obr. 9.



Obr. 9 Schematické znázornenie pedagogického výskumu

V nasledujúcej časti sa zameriavame na organizáciu výskumu a stručne predstavíme hlavné aktivity smerujúce na *charakterizáciu interaktívneho vyučovania s využívaním interaktívnych simulácií – ako novej technológie vzdelávania v prostredí elektronického hlasovania*.

Na splnenie vyššie uvedeného hlavného cieľa výskumu bolo nevyhnutné splniť viaceré čiastkové ciele, z ktorých uvádzame niektoré:

1. Na internete zozbierať vhodnú, voľne dostupnú databázu IS a prezentovať vybrané príklady interaktívnych simulácií využiteľné v edukačnom procese predmetov informatika a elektrotechnika na SOŠ.
2. Spracovať súbor otázok pre interaktívne vyučovanie tematickej oblasti:
 - a) „Princíp fungovania IKT“ predmetu informatika pre prvý ročník štúdia SOŠ;
 - b) „Úvod do programovania jazyku C++“ predmetu informatika pre prvý ročník štúdia SOŠ;
 - c) „Elektrostatické pole“ predmetu elektrotechnika pre prvý ročník štúdia SOŠ;
 - d) „Jednosmerný prúd“ predmetu elektrotechnika pre prvý ročník štúdia SOŠ.

3. Predstaviť príklady implementácie interaktívnych simulácií v kombinácii s hlasovacím zariadením do edukačného procesu predmetov informatika a elektrotechnika na SOŠ.
4. Overiť vhodnosť využívania interaktívneho vyučovania pre jednotlivé odborné predmety pomocou pedagogického experimentu.
5. Zistiť názory žiakov na realizovanú novú technológiu vzdelávania – interaktívnu výučbu s využitím IS v kombinácii s hlasovacím zariadením.

Teoretická časť pedagogického výskumu pozostávala z aktivít:

- formulácie a vymedzení výskumných cieľov – na základe predchádzajúcich štúdií a analýzy odbornej literatúry danej problematiky,
- výberu výskumných metód,
- výber IS a zakomponovania IS do konkrétnych tematických celkov a príprava vhodných otázok k nim pre zvolenú interaktívnu metódu výučby,
- teoreticko-odbornej prípravy priebehu výskumu,
- návrh vstupných a výstupných didaktických testov,
- informačnej prípravy výskumu.

Empirickú časť výskumu, so zreteľom na popis a sprehľadnenie jednotlivých výskumných etáp tejto časti, sme prezentovali na obr. 8. K deleniu celého výskumu na menšie etapy bolo nutné pristúpiť kvôli šírke výskumnej činnosti. Uvedme niektoré údaje o výskumnej vzorke:

Prirodzeného pedagogického experimentu sa zúčastnili žiaci odbornej školy v Nových Zámkoch. Pri zostavovaní výberového súboru sme si zvolili spôsob zámerného výberu s dôrazom na zabezpečenie jednoty premennej. Do prvej až tretej etapy nášho výskumu boli začlenení žiaci prvých ročníkov odboru Elektrotechnika v celkovom počte 203. V etape „Názory“ sa na výskume podieľali žiaci zo všetkých odborov odbornej školy, t. j. odboru 26 75 M Elektrotechnika, 63 17 M Obchodná Akadémia, 26 94 M Informačné a sieťové technológie, 39 17 M Technické a informatické služby v elektrotechnike. Dotazníkovej ankety sa zúčastnilo 11 tried s celkovým počtom 209 respondentov. Celkový počet žiakov zúčastnených na celom pedagogickom výskume bol 412.

V tomto príspevku prezentujeme len časť získaných výsledkov našej práce. Sústredíme sa na výsledky pre predmet informatika a názory žiakov na interaktívne vyučovanie, štatistickej analýze jednotlivých čiastkových hypotéz a na ich základe rozhodnutia dotýkajúce sa prijatia alebo zamietnutia hlavných hypotéz pedagogického výskumu. V závere sa budeme zaoberať analýzou výsledkov a ich interpretáciou.

4.2 Pedagogický výskum v predmete informatika a jeho štatistické vyhodnotenie

Vychádzajúc zo stanoveného hlavného cieľa nášho výskumu i z neho vyplývajúcich čiastkových cieľov, sme si stanovili dve hypotézy a k nim prislúchajúce čiastkové hypotézy. Výsledky výstupného testu, ktorému sa podrobilo 89 žiakov, z toho 44 žiakov patrilo do KS a 45 žiakov do ES, sú vyhodnotené štatistickými metódami. Výstupný didaktický test (VyDT) pozostával z 29 úloh, počet maximálne dosiahnuteľných bodov je totožný s počtom úloh, t. j. 29 bodov. Ich porovnanie so vstupným testom uvedieme v závere, v osobitnom paragrafe. V tomto paragrafe sa budeme venovať prvej hypotéze a z nej vychádzajúcich čiastkových hypotéz:

H1: *Žiaci interaktívnym vyučovaním prostredníctvom interaktívnych simulácií v spojení s hlasovacím zariadením dosiahnu v predmete informatika na konci experimentálnej výučby v didaktickom teste vyššie výkon v kognitívnej oblasti ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom.*

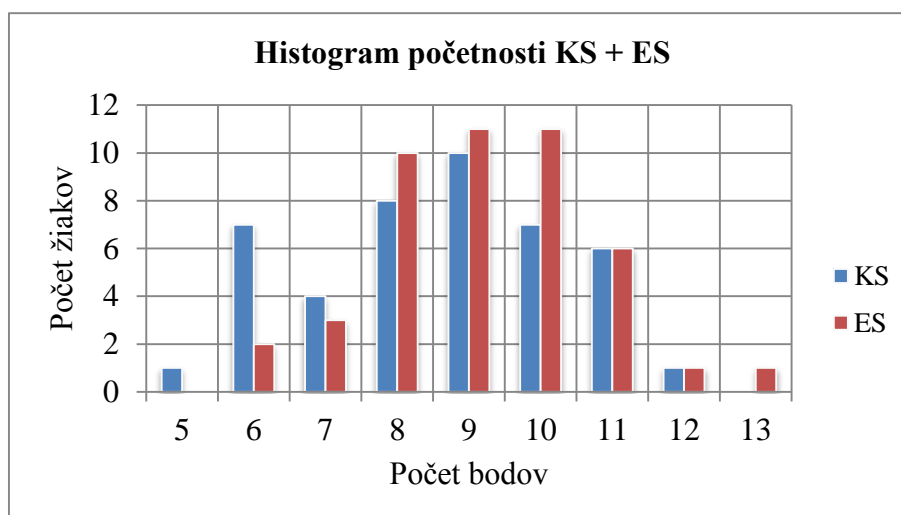
H1.1 Žiaci interaktívnym vyučovaním predmetu informatika dosiahnu na konci experimentálnej výučby vyššie skóre v úlohách výstupného didaktického testu zameraných na **zapamätanie** ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom.

H1.2 Žiaci interaktívnym vyučovaním predmetu informatika dosiahnu na konci experimentálnej výučby vyššie skóre v úlohách výstupného didaktického testu zameraných na **porozumenie** ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom.

H1.3 Predpokladáme, že žiaci interaktívnym vyučovaním predmetu informatika dosiahnu na konci experimentálnej výučby vyššie skóre v úlohách výstupného didaktického testu zameraných na **aplikáciu nadobudnutých vedomostí** ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom.

4.2.1 Štatistická verifikácia hypotézy H1.1

Hypotézou H1.1 overujeme účinnosť nami použitej interaktívnej metódy vyučovania informatiky s využitím interaktívnych simulácií v prostredí e-hlasovania a to v oblasti zapamätania, ako najnižšej kognitívnej úrovne podľa Revidovanej Bloomovej taxonómie. Pre túto oblasť sme vo výstupnom didaktickom teste (VyDT) vytvorili osem otázok.



Obr. 10 Výsledky počtosti KS a ES z oblasti zapamätania – VyDT informatika

Predpokladáme, že žiaci experimentálnej skupina (ES) dosiahnu vyššie skóre vo výstupnom vedomostnom teste (POSTTEST_INF), ako žiaci vyučovaný tradičným spôsobom. Úlohy didaktického testu, ktoré sú zamerané na zapamätanie spracovávajú vyhradenú oblasť základov programovania v jazyku C++ . Spracovanie výsledkov prezentuje histogram na obr. 10. Z výsledkov môžeme konštatovať, že: najvyšší dosiahnutý počet bodov :

- v KS bol 9, ktorý dosiahli 10 žiaci, čo predstavuje 23 % všetkých žiakov KS a najnižší počet bodov (1) dosiahol iba 1 žiak.
- v ES bol 10 bodov, ktorý dosiahli 11 žiaci, čo predstavuje 24 % všetky žiakov ES, kým najmenší počet (6) dosiahli 2 žiaci.

Zo získaných výsledkov vo vedomostnom postteste pre predmet informatika môžeme konštatovať, že žiaci KS dosiahli v priemere 8,57 bodov (66 %), kým žiaci ES dosiahli v priemere 8,18 (71 %). Rozdiel medzi vedomostnou úrovňou jednotlivých skupín predstavoval 5 %.

Na overenie normality údajov sme použili Shapiro-Wilkovov test. Testovali sme nulovú hypotézu: H_0 : Výsledky posttestu experimentálnej a kontrolnej skupiny sú rozložené normálne. Test normality

distribúcie nepotvrdil Gaussovské rozloženie údajov, t. j. nulová hypotéza sa zamietla na hladine významnosti $\alpha=0,05$. Na základe získaných výsledkov konštatujeme, že podmienka použitia parametrického testu nebola splnená, preto na ďalšie štatistické spracovanie dát sme použili Mann-Whitneyho test. Pri ďalšom štatistickom vyhodnotení výsledkov sme stanovili nasledovnú nulovú hypotézu:

H_0 : Obidva výberové súbory pochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti zapamätania v experimentálnej a kontrolnej skupine nie je štatisticky významný. Proti nulovej hypotézy sme postavili alternatívnu hypotézu: H_1 : Výberové súbory nepochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti zapamätania v experimentálnej a kontrolnej skupine je štatisticky významný.

Výsledky štatistického spracovania dát, zrealizovaného v programe Statistica, prezentuje tab. 2. V oblasti zapamätania sme získali hodnotu pravdepodobnosti $p = 0,139649$. Keďže táto hodnota $p > 0,05$, hypotézu H_0 nemôžeme zamietnuť. Na základe toho platí, že nie je štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach v oblasti zapamätania pre KS a ES t. j. **hypotézu H1.1 zamietame. Konštatujeme, že interaktívne vyučovanie nemá signifikantný prínos na typ otázok, vyžadujúcich memorovanie.**

Tabuľka 2 Štatistická analýza výsledkov H1.1

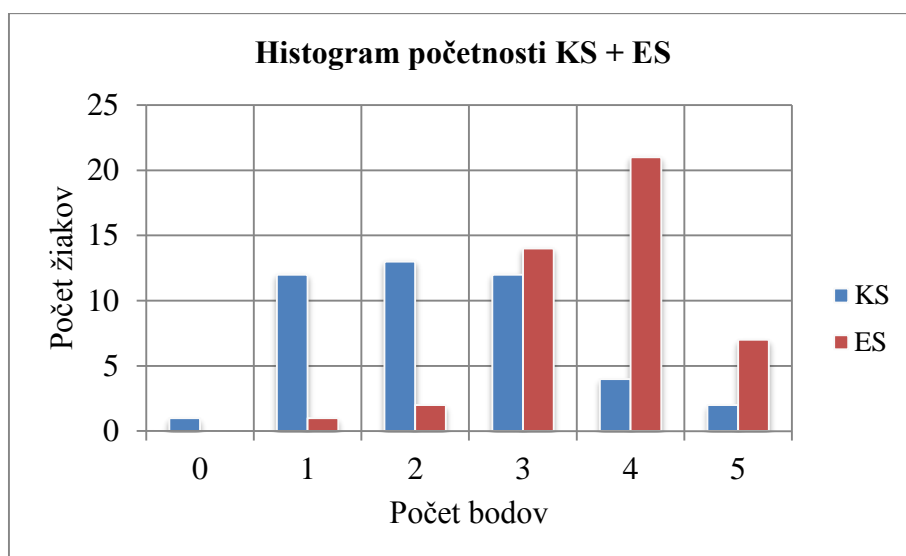
	Druh testu / p – hodnota				
	Shapiro test	Wilkov	S – W p – hodnota	Mann – Whitney test	Mann –Whitney p – hodnota
ES	0,959562		0,117538	1,959964	0,139649
KS	0,947106		0,042981	1,959964	0,139649

4.2.2 Štatistická verifikácia hypotézy H1.2

Hypotézou H1.2 overujeme účinnosť nami použitej interaktívnej metódy vyučovania predmetu informatika s využitím interaktívnych simulácií v prostredí e-hlasovania a to v *oblasti porozumenia*. Predpokladáme, že žiaci ES dosiahnu vyššie skóre vo výstupnom vedomostnom teste (POSTTEST_INF), ako žiaci vzdelávaní tradičným spôsobom. Úlohy didaktického testu, ktoré sú zamerané na porozumenie, spracovávajú vyhradenú oblasť základov programovania v jazyku C++. Spracovanie výsledkov prezentuje histogram na obr. 11.

V oblasti porozumenia môžeme konštatovať, že:

- pre KS maximálny počet bodov (5) dosiahli len 2 žiaci (5 % všetkých žiakov danej skupiny), kým minimálny počet (0) získal 1 žiak.
- pre ES najvyšší počet bodov (5) dosiahlo 7 žiakov, čo predstavuje 16 % všetkých žiakov ES, kým najmenší počet (1) dosiahol len 1 žiak.



Obr. 11 Porovnanie výsledkov počtosti v oblasti porozumenie – VyDT informatika

Zo získaných výsledkov vo vedomostnom postteste pre predmet informatika môžeme konštatovať, že žiaci KS dosiahli v priemere 2,27 bodov (45 %) kým žiaci ES dosiahli v priemere 3,69 (74 %). Rozdiel medzi vedomostnej úrovni jednotlivých skupín predstavoval 29 %.

Na overenie normality údajov sme použili Shapiro-Wilkovov test. Testovali sme nulovú hypotézu: H_0 : Výsledky posttestu experimentálnej a kontrolnej skupiny sú rozložené normálne. Test normality distribúcie nepotvrdil Gaussovské rozloženie údajov, t. j. nulová hypotéza sa zamietla na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Na základe získaných výsledkov konštatujeme, že podmienka použitia parametrického testu nebola splnená, preto na ďalšie štatistické spracovanie dát sme použili Mann-Whitneyho test. Pred ďalšími štatistickými výpočtami sme si stanovili nasledovnú nulovú hypotézu:

H_0 : Obidva výberové súbory pochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti porozumenia v experimentálnej a kontrolnej skupine nie je štatisticky významný. Proti nulovej hypotézy sme postavili alternatívnu hypotézu H_1 : Výberové súbory nepochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti porozumenia v experimentálnej a kontrolnej skupine je štatisticky významný.

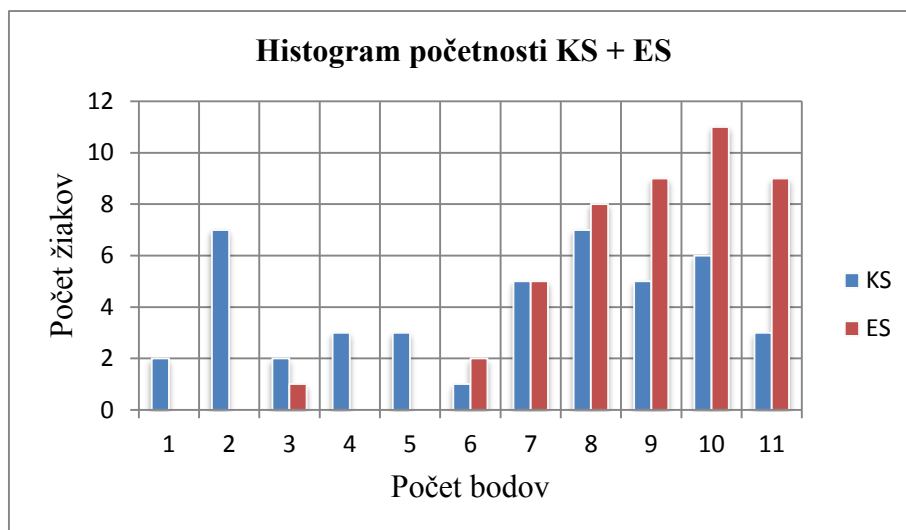
Tabuľka 3 Štatistická analýza výsledkov – H1.2

	Druh testu / p – hodnota			
	Shapiro test	Wilkov	S – W p – hodnota	Mann – Whitney test p – hodnota
ES	0,863874		0,000085	1,959964 0,000000
KS	0,914943		0,003240	1,959964 0,000000

Výsledky Mann-Whitneyho U testu prezentuje tab. 3. V oblasti zapamätanie sme získali hodnotu pravdepodobnosti $p = 0,000000$. Keďže táto hodnota $p < 0,05$, hypotézu H_0 môžeme zamietnuť. Na základe toho platí, že je štatisticky významný rozdiel **vo vedomostiach v oblasti porozumenia pre KS a ES, t. j. – hypotézu H1.2 prijímame.**

4.2.3 Štatistická verifikácia hypotézy H1.3

Hypotézou H1.3 overujeme účinnosť nami použitej interaktívnej metódy vyučovania predmetu informatika s využitím interaktívnych simulácií v prostredí e-hlasovania, a to v oblasti *aplikácie*. Predpokladáme, že žiaci ES dosiahnu vyššie skóre vo výstupnom vedomostnom teste (POSTTEST_INF), ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom. Úlohy didaktického testu, ktoré sú zamerané na aplikáciu, spracovávajú vyhradenú oblasť základov programovania v jazyku C++ . Spracovanie výsledkov prezentuje histogram na obr. 12.



Obr. 12 Sumárne porovnanie výsledkov počtosti za KS a ES v oblasti aplikácia – VyDT informatika

V oblasti aplikácie môžeme konštatovať, že maximálny počet bodov (11) dosiahli len 3 žiaci KS (7 % všetkých žiakov danej skupiny), kým minimálny počet predstavoval 1 a získali ho 2 žiaci. V oblasti aplikácie pre ES môžeme konštatovať, že najvyšší počet bodov bol 11, (rovnako ako v KS), avšak v ES ho získalo až 9 žiakov, čo predstavuje 24 % všetkých žiakov ES, kým najmenší počet (3) dosiahol 1 žiak. Zo získaných výsledkov vo vedomostnom posteste pre predmet informatika môžeme konštatovať, že žiaci KS dosiahli v priemere 6,45 bodov (58,64 %) kým žiaci ES dosiahli v priemere 8,98 (81,64 %). Rozdiel vedomostnej úrovni jednotlivých skupín predstavoval **23 %**.

Na testovanie, či náhodné výbery pochádzajú z normálového rozloženia sme použili Shapiro-Wilkov test. Pred jeho realizáciou sme stanovili nulovú hypotézu

H_0 : Výsledky pretestu experimentálnej a kontrolnej skupiny sú rozložené normálne.

Test normality distribúcie nepotvrdil Gaussovské rozloženie údajov, t. j. nulová hypotéza sa zamietla na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Na základe získaných výsledkov konštatujeme, že podmienka použitia parametrického testu nebola splnená, preto na ďalšie štatistické spracovanie dát sme použili Mann-Whitneyho test. Pred ďalšími štatistickými výpočtami sme si stanovili nasledovnú nulovú hypotézu:

H_0 : Obidva výberové súbory pochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti aplikácie v experimentálnej a kontrolnej skupine nie je štatisticky významný. Proti nulovej hypotézy sme postavili alternatívnu hypotézu:

H_1 : Výberové súbory nepochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti aplikácie v experimentálnej a kontrolnej skupine je štatisticky významný.

Štatistické spracovanie dát sme zrealizovali pomocou programu Statistica, a na testovanie údajov sme zvolili Mann Whitneyho U test, výsledky ktorého sú znázornené v tab. 4.

Tabuľka 4 Štatistická analýza výsledkov – H1.3

	Druh testu / p – hodnota			
	Shapiro test	Wilkov	S – W p – hodnota	Mann – Whitney test Mann –Whitney p – hodnota
ES	0,894665		0,000649	1,959964 0,000147
KS	0,909742		0,002199	1,959964 0,000147

V oblasti zapamätanie sme získali hodnotu pravdepodobnosti $p = 0,000147$. Keďže táto hodnota $p < 0,05$, hypotézu H_0 môžeme zamietnuť. Na základe toho platí, že je štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach v oblasti porozumenia pre KS a ES, t. j. **hypotézu H1.3 prijímame**.

4.3 Štatistická verifikácia hypotézy H2

V nasledujúcej časti sa venujeme štatistickej verifikácii druhej, nami stanovenej hypotézy H2, vrátane jej čiastkových hypotéz:

H2: *Žiaci interaktívnym vyučovaním prostredníctvom interaktívnych simulácií v spojení s hlasovacím zariadením dosiahnu v predmete elektrotechnika na konci experimentálnej výučby v didaktickom teste vyšší výkon v kognitívnej oblasti ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom.*

4.3.1 Štatistická verifikácia čiastkovej hypotézy H2.1

H2.1 *Žiaci interaktívnym vyučovaním predmetu elektrotechnika dosiahnu na konci experimentálnej výučby vyššie skóre v úlohách výstupného didaktického testu zameraných na zapamätanie ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom.*

H2.2 *Žiaci interaktívnym vyučovaním predmetu elektrotechnika dosiahnu na konci experimentálnej výučby vyššie skóre v úlohách výstupného didaktického testu zameraných na porozumenie ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom.*

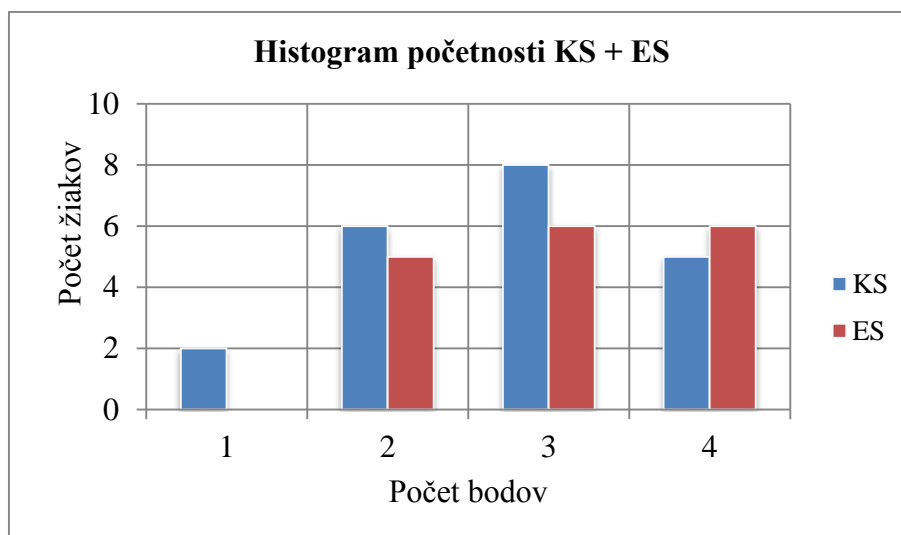
H2.3 *Žiaci interaktívnym vyučovaním predmetu elektrotechnika dosiahnu na konci experimentálnej výučby vyššie skóre v úlohách výstupného didaktického testu zameraných na aplikáciu nadobudnutých vedomostí ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom.*

Hypotézou H2.1 overujeme účinnosť nami použitej interaktívnej metódy vyučovania predmetu elektrotechnika s využitím interaktívnych simulácií v prostredí e-hlasovania a to v oblasti *zapamätania*. Predpokladáme, že žiaci experimentálnej skupiny dosiahnu vyššie skóre vo výstupnom vedomostnom teste z elektrotechniky (POSTTEST_ELE), ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom. Úlohy didaktického testu, ktoré sú zamerané na zapamätanie spracovávajú vyhradenú oblasť základov elektrotechniky pre 1. ročník štúdia. Spracovanie výsledkov prezentuj histogram (obr. 13).

V oblasti zapamätania môžeme konštatovať, že maximálny počet bodov, dosiahnutých v didaktickom postteste z elektrotechniky:

- pre KS bol 4, čo dosiahli celkom 5 žiaci (29 % všetkých žiakov danej skupiny). Najmenší počet bodov (1) získali 2 žiaci;

- pre ES bol 4 a získali ho 6 žiaci, čo predstavuje 29 % všetkých žiakov ES, kým najmenší počet (2) získali 5 žiaci.
- žiaci KS dosiahli v priemere 3 body (75 %), kým žiaci ES dosiahli rovnako 3 body v priemere (75 %). Vedomostná úroveň na základe rovnosti získaných percent je rovnaká.



Obr. 13 Porovnanie výsledkov počtosti za KS a ES v oblasti zapamätanie – VyDT z elektrotechniky

Na overenie normality údajov sme použili Shapiro-Wilkov test. Testovali sme nulovú hypotézu H_0 : *Výsledky posttestu experimentálnej a kontrolnej skupiny sú rozložené normálne*. Test normality distribúcie nepotvrdil Gaussovské rozloženie údajov, t. j. nulová hypotéza sa zamietla na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Na základe získaných výsledkov skonštatujeme, že podmienka použitia parametrického testu nebola splnená, preto na ďalšie štatistické spracovanie dát sme použili Mann-Whitneyho test. Pred ďalšími štatistickými výpočtami sme si stanovili nasledovnú nulovú hypotézu:

H_0 : *Obidva výberové súbory pochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti zapamätania v experimentálnej a kontrolnej skupine nie je štatisticky významný.*

Proti nulovej hypotézy sme postavili alternatívnu hypotézu H_1 : *Výberové súbory nepochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti zapamätania v experimentálnej a kontrolnej skupine je štatisticky významný.*

Tabuľka 5 Štatistická analýza výsledkov – H2.1

	Druh testu / p – hodnota			
	Shapiro Wilkov test	S – W p – hodnota	Mann – Whitney test	Mann –Whitney p – hodnota
ES	0,805682	0,002430	0,866057	0,386459
KS	0,881622	0,015656	0,866057	0,386459

Výsledky Mann-Whitneyho U test, prezentuje tab. 5. V oblasti zapamätanie sme získali hodnotu pravdepodobnosti $p = 0,386459$. Keďže táto hodnota $p > 0,05$, hypotézu H_0 nemôžeme zamietnuť. Na

základe toho platí, že nie je štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach v oblasti zapamätania pre KS a ES, t. j. **hypotézu H2.1 nemôžeme prijať a preto ju zamietame.**

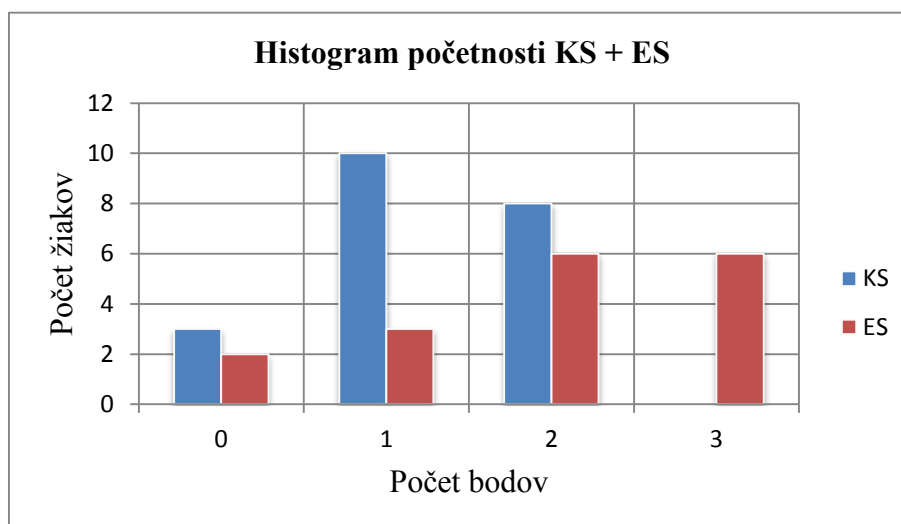
4.3.2 Štatistická verifikácia hypotézy H2.2

Hypotézou H2.2 overujeme účinnosť nami použitej interaktívnej metódy vyučovania predmetu elektrotechnika s využitím interaktívnych simulácií v prostredí e-hlasovania, a to v oblasti **porozumenia**. Predpokladáme, že žiaci experimentálnej skupiny dosiahnu vyššie skóre vo výstupnom vedomostnom teste (posttest_ele), ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom. Úlohy didaktického testu, ktoré sú zamerané na porozumenie, spracovávajú vyhradenú oblasť základov elektrotechniky pre 1. ročník štúdia. Spracovanie výsledkov prezentuje histogram (obr. 14). V oblasti porozumenia môžeme konštatovať, že :

- maximálny počet bodov, dosiahnutých v didaktickom postteste z elektrotechniky pre KS bolo 2, čo dosiahli celkom 8 žiaci (47 % všetkých žiakov danej skupiny). Najmenší počet bodov v tejto skupine bolo 0 a získali ho 3 žiaci, kým v ES dosahovali žiaci najväčší počet bodov 3 (29 % žiakov) a najmenší počet bodov 0 získali 2 žiaci;
- žiaci KS dosiahli v priemere 2 body (50 %), kým žiaci ES dosiahli v priemere rovnako 2 body (50 %). Vedomostná úroveň na základe zhody získaných priemerných výsledkov je rovnaká.

Na overenie, či údaje sú normálne rozložené sme použili Shapiro-Wilkovov test. Testovali sme nulovú hypotézu H_0 : *Výsledky posttestu experimentálnej a kontrolnej skupiny sú rozložené normálne.*

Test normality distribúcie nepotvrdil Gaussovské rozloženie údajov, t. j. nulová hypotéza sa zamietla na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Na základe získaných výsledkov skonštatujeme, že podmienka použitia parametrického testu nebola splnená, preto na ďalšie štatistické spracovanie dát sme použili Mann-Whitneyho test. Pred ďalšími štatistickými výpočtami sme si stanovili nasledovnú nulovú hypotézu:



Obr. 14 Porovnanie výsledkov početnosti za KS a ES v oblasti porozumenie – VyDT z elektrotechniky

H_0 : *Obidva výberové súbory pochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti porozumenia v experimentálnej a kontrolnej skupine nie je štatisticky významný.*

Proti nulovej hypotéze sme postavili alternatívnu hypotézu H_1 : *Výberové súbory nepochádzajú z toho istého základného súboru, t.j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti porozumenia v experimentálnej a kontrolnej skupine je štatisticky významný.*

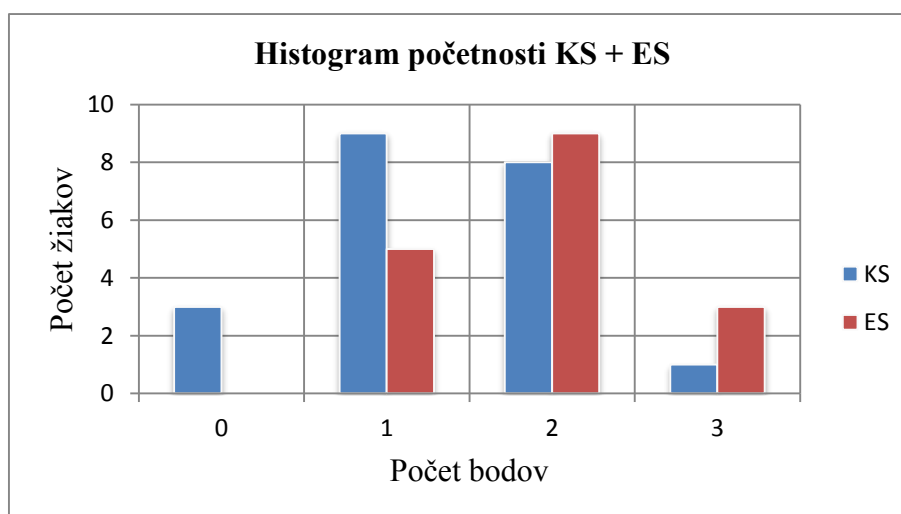
Tabuľka 6 Štatistická analýza výsledkov – H2.2

	Druh testu / p – hodnota			
	Shapiro Wilkov test	S – W p – hodnota	Mann – Whitney test	Mann –Whitney p – hodnota
ES	0,849474	0,010528	1,959964	0,024712
KS	0,795647	0,000563	1,959964	0,02712

Výsledky štatistického spracovania dát pomocou Mann-Whitneyho U v programe Statistica prezentuje tab. 6. V oblasti porozumenia sme získali hodnotu pravdepodobnosti $p = 0,024712$. Keďže táto hodnota $p < 0,05$, hypotézu H_0 môžeme zamietnuť. Na základe toho platí, že je štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach v oblasti porozumenia pre KS a ES, t. j. **čiasťkovú hypotézu H2.2 prijímame.**

4.3.3 Štatistická verifikácia hypotézy H2.3

Hypotézou H2.3 overujeme účinnosť nami použitej interaktívnej metódy vyučovania v predmete elektrotechnika s využitím interaktívnych simulácií v prostredí e-hlasovania a to v oblasti aplikácie.



Obr. 15 Porovnanie výsledkov počtosti za KS a ES v oblasti aplikácia – VyDT z elektrotechniky

Predpokladáme, že žiaci experimentálnej skupiny dosiahnu vyššie skóre vo výstupnom vedomostnom teste (posttest_ele), ako žiaci vyučovaný tradičným spôsobom. Úlohy didaktického testu, ktoré sú zamerané na aplikáciu spracovávajú vyhradenú oblasť základov elektrotechniky pre 1. ročník štúdia. Spracovanie výsledkov prezentuje histogram (obr. 15). V oblasti aplikácie môžeme konštatovať, že :

- maximálny počet bodov, dosiahnutých v didaktickom postteste z elektrotechniky bolo 3, pre obidve skupiny, kým však v KS dosiahol maximum len 1 žiak, a v ES 3 žiaci (18 %);
- minimálny počet bodov v KS bol 0 a získali ho 3 žiaci ;kým v ES bol najmenší počet (1) získali 5 žiaci.

- žiaci KS dosiahli v priemere 1 body (25 %), kým žiaci ES dosiahli v priemere dvojnásobok t. j. 2 body (50 %). Rozdiel vo vedomostnej úrovne na základe získaných priemerných hodnôt vyjadrených v percentách predstavuje 25 %.

Na overenie normality údajov sme použili Shapiro-Wilkovov test. Testovali sme nulovú hypotézu H_0 : *Výsledky posttestu experimentálnej a kontrolnej skupiny sú rozložené normálne*. Test normality distribúcie nepotvrdil Gaussovské rozloženie údajov, t. j. nulová hypotéza sa zamietla na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Na základe získaných výsledkov konštatujeme, že podmienka použitia parametrického testu nebola splnená, preto na ďalšie štatistické spracovanie dát sme použili Mann-Whitneyho test. Pred ďalšími štatistickými výpočtami sme si stanovili nasledovnú nulovú hypotézu:

H_0 : *Obidva výberové súbory pochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti aplikácie v experimentálnej a kontrolnej skupine nie je štatisticky významný*. Proti nulovej hypotéze sme postavili alternatívnu hypotézu H_1 : *Výberové súbory nepochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v oblasti aplikácie v experimentálnej a kontrolnej skupine je štatisticky významný*.

Tabuľka 7 Štatistická analýza výsledkov – H2.3

	Druh testu / p – hodnota			
	Shapiro Wilkov test	S – W p – hodnota	Mann – Whitney test	Mann –Whitney p – hodnota
ES	0,809256	0,002725	1,959964	0,035809
KS	0,866398	0,008250	1,959964	0,035809

Výsledky testovania údajov cez Mann-Whitneyho U test, sú znázornené v tab. 7. V oblasti aplikácie sme získali hodnotu pravdepodobnosti $p = 0,035809$. Keďže táto hodnota $p < 0,05$, hypotézu H_0 môžeme zamietnuť. Na základe toho platí, že je štatisticky významný rozdiel vo vedomostiach v oblasti zapamätania pre KS a ES, **t. j. hypotézu H2.3 prijímame**.

4.4 Celkové štatistické overenie hypotézy H1

Hlavnou hypotézou H_1 sme predpokladali, že žiaci vyučovaní nami navrhnutým interaktívnym spôsobom výučby predmetu informatika dosiahnu na konci experimentálnej výučby v didaktickom teste vyššie skóre v kognitívnej oblasti, ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom. Hypotézu H_1 budeme môcť prijať, ak budeme môcť prijať minimálne dve zo stanovených čiastkových hypotéz. Štatistickou verifikáciou hypotéz sme zistili, že čiastkovú hypotézu $H_{1.1}$ musíme zamietnuť, kým čiastkové hypotézy $H_{1.2}$ a $H_{1.3}$ prijímame. Na základe týchto výsledkov môžeme skonštatovať: hypotézu H_1 prijímame.

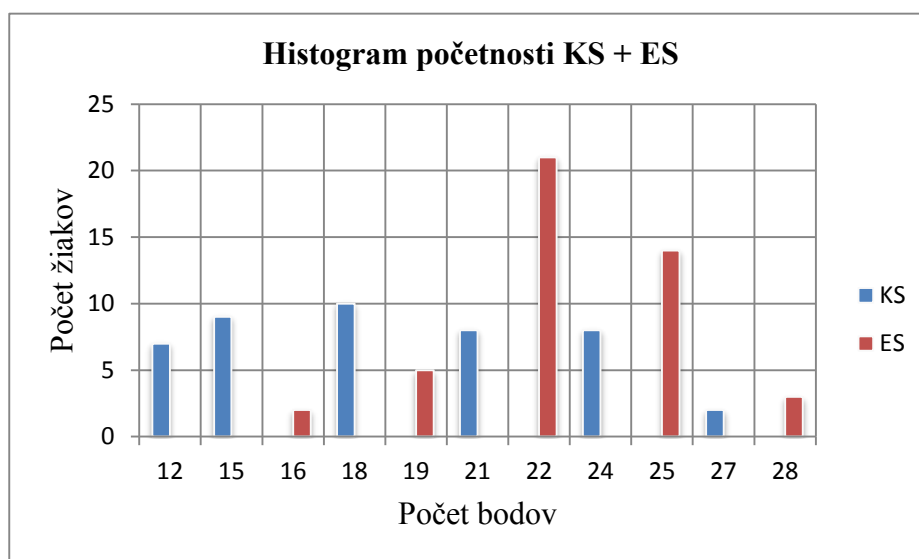
Diskutujem niektoré výsledky. Ako sme uviedli, VyDT bol hodnotený maximálnym počtom 29 bodov, čo odpovedalo 29 otázkam. Z tabuľky 8 je zrejmé, že pre predmet informatika:

- maximálny počet bodov nezískal ani jeden žiak;
- najmenšia bodová hranica bola dosiahnutá v KS a to 10, čo predstavuje 34 % percent z celkového počtu, kým najväčšia bodová hranica sa dosiahla v ES a to 26, čo predstavuje 90 % z celkové počtu dosiahnuteľných bodov (obr. 16);
- celkový priemer je pri oboch skupinách vysoký, avšak v prípade ES dosahuje 15 % zvýšenie.;

- podľa Postupu hodnotenia a klasifikácie žiakov Spojenej školy v Nových zámkoch, ktorý bol vypracovaný v súlade s Metodickým pokynom MŠ SR č. 21/2011, a ktorý nadobudol účinnosť od 2. 9. 2013, by žiak s priemerom 60 % získal výsledné hodnotenie „dobrý (3)“ a priemer 75 %, by bol hodnotený ako „veľmi dobrý (2)“. Modus v prípade KS ukazuje, že pri dosiahnutých výsledkoch sa najčastejšie vysťupuje 15 bodový výkon. V ES modus predstavuje 21, teda je pozorovateľné až 6 bodové navýšenie.

Tabuľka 8 Vybrané ukazovatele výsledkov VyDT z informatiky

Počet žiakov v skupine		Minimum	Maximum	Priemer	Smerodajná odchýlka	Modus	Medián
KS	Body	10	25	17,30	4,39	15,00	17,50
	[%]	34	86	60	15	52	60
ES	Body	14	26	21,84	2,56	21	22
	[%]	48	90	75	9	72	76



Obr. 16 Histogram početnosti KS a ES v VyDT z informatiky

Pri štatistických výpočtoch sme získali hodnotu pravdepodobnosti $p = 0,000001$. Keďže táto hodnota $p < 0,05$, hypotézu H_0 môžeme zamietnuť. Na základe toho platí, že je štatisticky významný rozdiel vo výsledkoch v kognitívnej oblasti medzi žiakmi KS a ES, t. j. **hypotézu H1 prijímame**.

Na overenie normality údajov sme použili Shapiro-Wilkovov test. Testovali sme nulovú hypotézu H_0 : *Výsledky pretestu experimentálnej a kontrolnej skupiny sú rozložené normálne*.

Test normality distribúcie nepotvrdil Gaussovské rozloženie údajov, t. j. nulová hypotéza sa zamietla na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Na základe získaných výsledkov konštatujeme, že podmienka použitia parametrického testu nebola splnená, preto na ďalšie štatistické spracovanie dát sme použili Mann-Whitneyho test. Pred ďalšími štatistickými výpočtami sme si stanovili nasledovnú nulovú hypotézu:

H_0 : Obidve výberové súbory pochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného postestu v experimentálnej a kontrolnej skupine nie je štatisticky významný.

Tabuľka 9 Štatistická analýza výsledkov – H1

	Druh testu / p – hodnota			
	Shapiro Wilkov test	S – W p – hodnota	Mann – Whitney test	Mann –Whitney p – hodnota
ES	0,948138	0,043201	1,959964	0,000001
KS	0,952926	0,070735	1,959964	0,000001

Proti nulovej hypotéze sme postavili alternatívnu hypotézu: H_1 : Výberové súbory nepochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného postestu v experimentálnej a kontrolnej skupine je štatisticky významný. Výsledky Mann-Whitneyho U testu, sú znázornené v tab. 9.

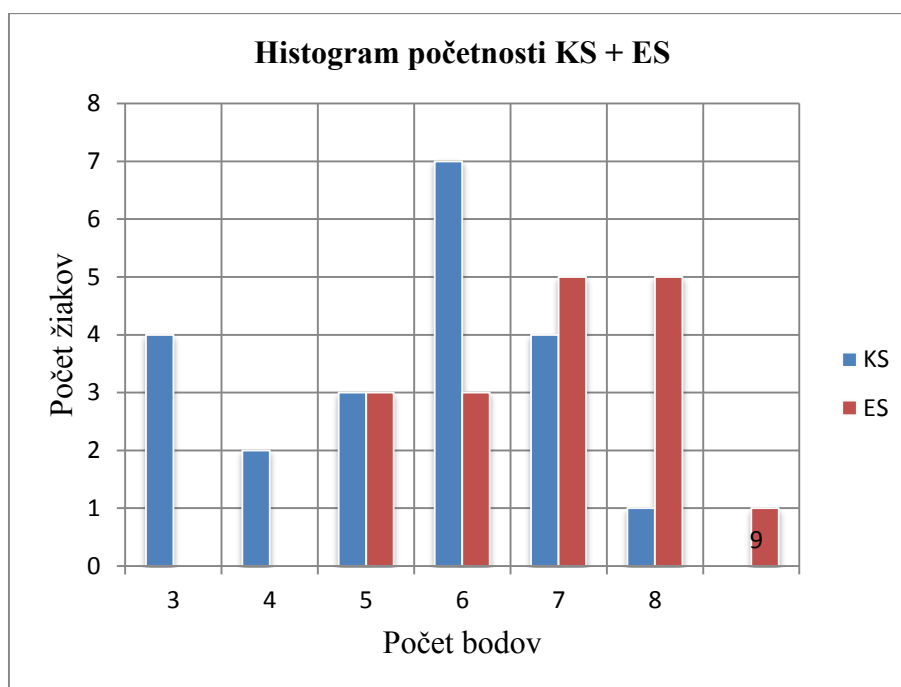
4.5 Celkové štatistické overenie hypotézy H2

Hlavnou hypotézou H2 sme predpokladali, že žiaci vyučovaní nami navrhnutým interaktívnym spôsobom výučby predmetu elektrotechnika dosiahnu na konci experimentálnej výučby v didaktickom teste vyšší výkon v kognitívnej oblasti, ako žiaci vyučovaní tradičným spôsobom. Hypotézu H2 sme považovali za platnú, ak sa potvrdia minimálne dve zo stanovených čiastkových hypotéz. Štatistickou verifikáciou hypotéz sme zistili, že čiastková hypotéza **H2.1** sme nemohli prijať, kým čiastkové hypotézy **H2.2** a **H2.3** sme prijali. **Na základe týchto výsledkov možno hypotézu H2 prijať.**

Výstupný didaktický test vyplňali žiaci 1. ročníka odboru Elektrotechnika v počte 38, z toho 17 žiakov patrilo do ES, kým 21 žiakov do skupiny KS. Test pozostával z 12 úloh, počet maximálne dosiahnuteľných bodov bolo 12 (obr. 17).

Tabuľka 10 Vybrané ukazovatele VyDT elektrotechnika

Počet žiakov v skupine		Minimum	Maximum	Priemer	Smerodajná odchýlka	Modus	Medián
KS	Body	3,00	9,00	5,38	1,53	6,00	6,00
	[%]	14	43	26	7	29	29
ES	Body	5,00	9,00	6,88	1,22	7,00	7,00
	[%]	29	53	40	7	41	41



Obr. 17 Sumárne porovnanie výsledkov početnosti za KS a ES – VyDT elektrotechnika

Z tab. 10 vyplývajú hlavné ukazovatele výsledkov testu:

- maximálny počet bodov nedosiahol ani jeden žiak,
- najvyšší počet bodov predstavoval 9 pri oboch skupinách,
- v ES dosiahol túto hranicu bodov o 10 % viac žiakov,
- najmenší získaný počet bodov bol pri KS nižší, než v prípade ES,
- v KS minimálny počet bodov (3 body) získalo 14 % žiakov,
- v ES najmenší počet získaných bodov bol 5 a získalo ho 29 % žiakov danej skupiny. Modus aj medián je pri oboch skupinách rovnaký, v prípade ES sledujeme 1 bodové navýšenie v týchto ukazovateľoch (7). Priemer získaných bodov je v prípade ES 6,88 a v prípade KS 5,38.

Na overenie normality údajov sme použili Shapiro-Wilkov test. Testovali sme nulovú hypotézu H_0 : *Výsledky pretestu experimentálnej a kontrolnej skupiny sú rozložené normálne*. Test normality distribúcie nepotvrdil Gaussovské rozloženie údajov, t. j. nulová hypotéza sa zamietla na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Na základe získaných výsledkov skonštatujeme, že podmienka použitia parametrického testu nebola splnená, preto na ďalšie štatistické spracovanie dát sme použili Mann-Whitneyho test. Pred ďalšími štatistickými výpočtami sme si stanovili nasledovnú nulovú hypotézu:

Tabuľka 11 Štatistická analýza výsledkov – H2

	Druh testu / p – hodnota				
	Shapiro test	Wilkov	S – W p – hodnota	Mann – Whitney test	Mann –Whitney p – hodnota
ES	0,911701		0,106881	1,959964	0,005287
KS	0,902955		0,039942	1,959964	0,005287

H_0 : Obidva výberové súbory pochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v experimentálnej a kontrolnej skupine nie je štatisticky významný.

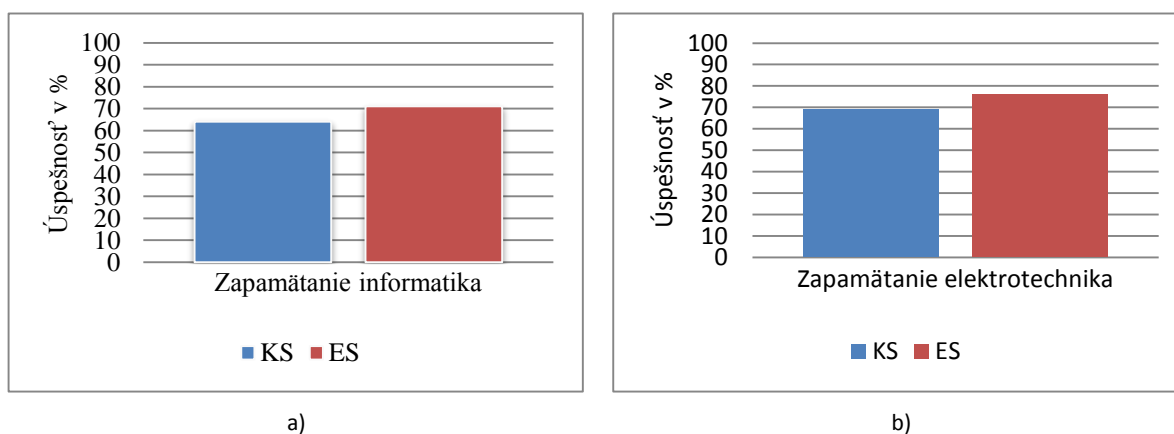
Proti nulovej hypotéze sme postavili alternatívnu hypotézu:

H_1 : Výberové súbory nepochádzajú z toho istého základného súboru, t. j. rozdiel medzi výsledkami vedomostného posttestu v experimentálnej a kontrolnej skupine je štatisticky významný.

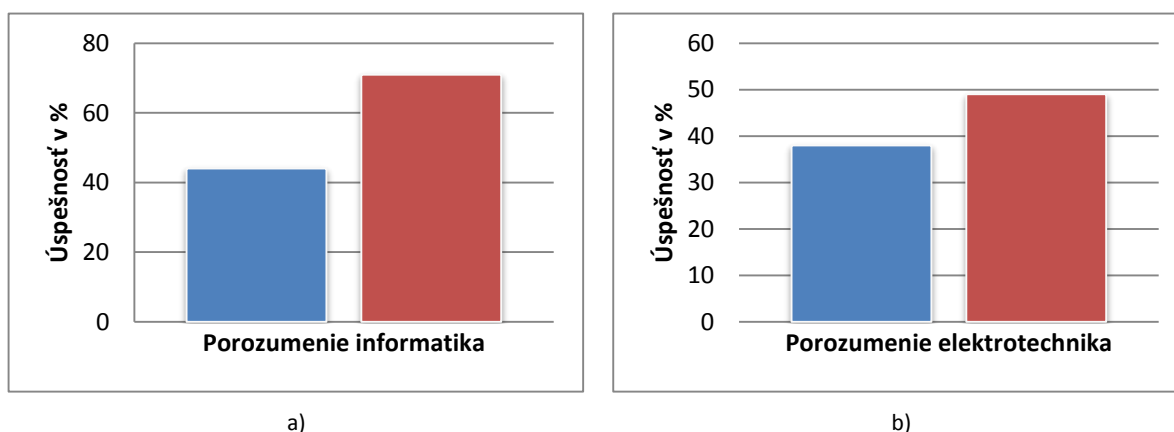
Štatistické spracovanie dát sme zrealizovali pomocou programu Statistica, pričom na testovanie údajov sme zvolili Mann-Whitneyho U test, výsledky ktorého sú znázornené v tab. 11.

Pri štatistických výpočtoch sme získali hodnotu pravdepodobnosti $p = 0,005287$. Keďže táto hodnota $p < 0,05$, hypotézu H_0 môžeme zamietnuť. Na základe toho platí, že je štatisticky významný rozdiel vo výsledkoch v kognitívnej oblasti medzi žiakmi KS a ES, t. j. **hypotézu H2 sme prijali**.

Pozrime sa na porovnanie dosiahnutých výsledkov pre obidva skúmané predmety, ktoré prezentujú obr. 18 – 20.



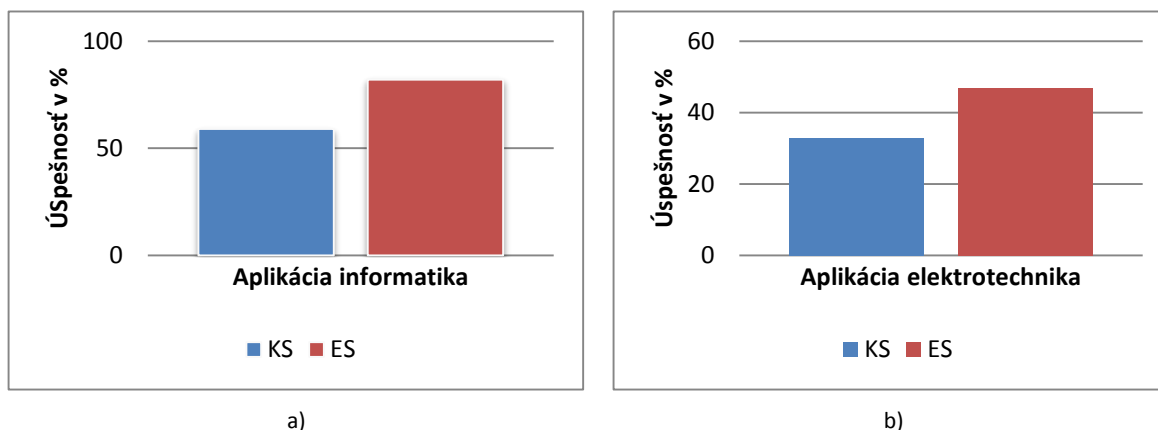
Obr. 18 Porovnanie úspešnosti žiakov v oblasti zapamätania v predmete informatika (a) a elektrotechnika (b)



Obr. 19 Porovnanie úspešnosti žiakov v oblasti aplikácie v predmete informatika (a) a elektrotechnika (b)

Získané výsledky prezentované na obr. 18 – 20 nás viedli k vyvodu záveru, podľa ktorého nami použitá experimentálna interaktívna vyučovacia metóda, tak v prípade predmetu informatika, ako aj pri predmete elektrotechnika, dospela k výraznému zlepšeniu žiackych výsledkov v didaktickom postteste v oblasti porozumenia i aplikácie za skúmané obdobie štúdia. Žiaci ES boli už od začiatku

experimentálneho obdobia vedení k tomu, aby svoje vedomosti si uplatňovali pri riešení rôznych úloh, väčšinou úzko spätých s reálnymi problémami vyskytujúcich sa v danej oblasti.



Obr. 20 Porovnanie úspešnosti žiakov v oblasti aplikácie v predmete informatika (a) a elektrotechnika (b)

5 Meranie žiackych názorov

V pedagogickom výskume sme použili dva dotazníky na zisťovanie žiackych názorov, ktoré sme vytvárali tak, aby bolo možné sledovať dopad a vzťah experimentálneho vyučovania v užšom poňatí – v prostredí predmetov, ktoré boli vyučované výlučne týmto spôsobom a v širšom poňatí – v prostredí všetkých predmetov, t. j. vyučovanými rôznymi spôsobmi. Týmto spôsobom sme realizovali možnosť získania výsledkov z výskumu názorov, ktoré napovedajú o reálnom postavení nami navrhnutého spôsobu vyučovania na širokej palete metód používaných na rôznych predmetov danej strednej školy. Na meranie žiackych názorov sme vypracovali dva dotazníky:

- *Dotazník na zistenie názorov žiakov v kontexte všetkých vyučovacích predmetov (D1),*
- *Dotazník na zistenie názorov žiakov v kontexte experimentálnych vyučovacích predmetov (D2).*

Naším cieľom pri sformulovaní týchto dotazníkov bolo získanie relevantných výsledkov prednostne o tom, ako vnímajú žiaci predmety, ktoré boli vyučované experimentálnymi spôsobmi v kontexte všetkých ostatných predmetov. Naša snaha smerovala na určenie imaginárnej pozície nami použitého experimentálneho spôsobu vyučovania, ktorú zaujala na palete všetkých vyučovacích predmetov vo vybraných školských triedach. Na tomto mieste musíme podotknúť, že medzi skúmanými školskými triedami boli aj také, v ktorých:

- jeden predmet bol vyučovaný experimentálnym spôsobom,
- viac predmetov bolo vyučovaných experimentálnym spôsobom,
- žiadny predmet nebol vyučovaný experimentálnym spôsobom.

Výskum ukázal, že väčšina z učiteľov používala prevažne tradičné metódy vyučovania, kde učiteľ je nositeľom informácií a žiak nie je aktívne vťahovaný do vzdelávacieho procesu. Vzhľadom na rozsah tohto príspevku neuvádzame opis týchto metód. Podrobnosti môže čitateľ nájsť v dizertačnej práci „Interaktívne simulácie – nová technológia vzdelávania“ (Beták, 2014).

5.1 Dotazník na zistenie názorov žiakov v kontexte všetkých vyučovacích predmetov

Názorový dotazník D1 pozostával z 22 neúplných výrokov. Obr. 21 prezentuje tri z nich. Úlohou žiakov bolo, aby k jednotlivým výrokom sa vyjadrili tým spôsobom, že na chýbajúce miesta doplnia predmet, ktorého pridaním získajú úplný a podľa ich názoru, platný výrok. Z významu jednotlivých výrokov

jednoznačne vyplýva, ktoré predmety sú najviac pre nich charakteristické. Neúplné vety (výroky) žiaci dopĺňali predmetmi, ktoré si vyberali z ponuky predmetov, ktorú našli vždy pod každým výrokom. Ponuka predmetov bola zostavená podľa toho, ktoré predmety absolvujú v danom školskom roku. Umožnili sme výber najviac troch rôznych predmetov pri danej položke (výroku). V prípade, že žiak na základe svojho vlastného zväženia, nedokázal spojiť význam daného výroku so žiadnym predmetom, mohol sa rozhodnúť tak, že si neoznačil žiadny z nich. Takouto formou sme zabezpečili slobodu v rozhodovaní a zabránili sme tomu, aby žiak „vynútené“ priradil predmet k danému výroku – aj napriek tomu, že s ním nesúhlasil.

1. Hodina predmetu ... je pre mňa najnáročnejšia.

SJL	OBN	DEJ	STN	MAT	ANJ - SLA	ELG	PRA - UAI	PRA - MOM	PRA - VER	ELK	FYZ	INF
-----	-----	-----	-----	-----	-----------	-----	-----------	-----------	-----------	-----	-----	-----

2. Na hodine predmetu ... získavam vedomosti, ktoré si najviac pamätám.

SJL	OBN	DEJ	STN	MAT	ANJ - SLA	ELG	PRA - UAI	PRA - MOM	PRA - VER	ELK	FYZ	INF
-----	-----	-----	-----	-----	-----------	-----	-----------	-----------	-----------	-----	-----	-----

3. Na hodine predmetu ... mi najviac vyhovuje štýl práce, akým postupujeme.

SJL	OBN	DEJ	STN	MAT	ANJ - SLA	ELG	PRA - UAI	PRA - MOM	PRA - VER	ELK	FYZ	INF
-----	-----	-----	-----	-----	-----------	-----	-----------	-----------	-----------	-----	-----	-----

Obr. 21 Ukážka dotazníka názorov D1 – neúplné výroky s možnosťou výberu predmetov

Prostredníctvom hore uvedeného spôsobu názorového výskumu sme získali prehľad o vyučovacích predmetoch, ktoré v žiakoch vyvolávajú najpozitívnejšie ako aj najnepriaznivejšie mienky. Nevýhodou je, že niektoré predmety – vychádzajúc z umožnenia výberu maximálne troch vyučovacích predmetov – budú absentovať, alebo sa objavia iba v nevýznamne nízkom počte.

Podľa nášho presvedčenia, realizovaná interaktívna vyučovacia metóda, ktorá sa diametrálne líši od doteraz praktizovaných tradičných spôsobov, musí vyvolať v radoch žiakov isté prvotné stanovisko. Predpokladali sme, že medzi najlepšie hodnotené predmety sa umiestnia práve tie, na ktorých prebiehala výučba nami používaným interaktívnym spôsobom. V dotazníku sme sa zameriavali skôr na spôsoby práce so žiakmi, než na obsah učiva, ktorý môže byť pre niektorých žiakov zaujímavejší, pre iných zas menej atraktívny. Takto sme – aspoň sčasti – zabránili tomu, aby žiaci hodnotili predmety na základe svojich záujmov, zameranosti, atď. Ďalším špecifikom dotazníka je, že rozlišujeme v ňom pozitívnu, ako aj negatívnu dimenziu. Tri príklady otázok sú uvádzané v tabuľke 12. Znamená to, že v dotazníku D1 sa objavujú položky, ktoré skúmajú názor žiaka v pozitívnom meradle a zároveň aj otázky, ktoré v negatívnej dimenzii.

Tabuľka 12 Ukážka otázok v pozitívnej i negatívnej dimenzii

Pozitívna dimenzia	Negatívna dimenzia
Hodina predmetu ... je pre mňa najnáročnejšia.	Hodina predmetu ... je pre mňa najmenej náročná.
Na hodine predmetu ... získavam vedomosti, ktoré si najviac pamätám.	Na hodine predmetu ... získavam vedomosti, ktoré si najmenej pamätám.
Na hodine predmetu ... mi najviac vyhovuje spôsob hodnotenia prác žiakov.	Na hodine predmetu ... mi najmenej vyhovuje spôsob hodnotenia prác žiakov.

Naším ďalším predpokladom bolo, že predmety vyučované interaktívnym spôsobom (v zmysle nami realizovanej interaktívnej technológie vzdelávania) sa objavia medzi pozitívne hodnotenými

vyučovacími predmetmi, a to s veľkým percentuálnym obsadením, pričom negatívne hodnotenie získajú len v ojedinelých prípadoch, ktoré sme skúmali v D1 dotazníku.

Názorový dotazník (D1), sme distribuovali do 11 školských tried strednej odbornej školy. Dotazník bol formulovaný tak, aby poskytoval potrebné informácie o tom, ktoré spôsoby a formy vzdelávania sú z pohľadu žiakov najviac a najmenej akceptované. V našom skúmaní sme zisťovali, na ktorom mieste „rebríčka oblíbenosti“ sa umiestňujú predmety vyučované interaktívnym spôsobom v porovnaní s tradične vyučovanými predmetmi. Na základe výskumov z predchádzajúcich rokov sme predpokladali, že tieto vyučovacie hodiny budú hodnotené viac pozitívnejšie ako negatívne. Vzhľadom na rozsah publikácie uvedieme len niektoré výsledky z etapy názorov.

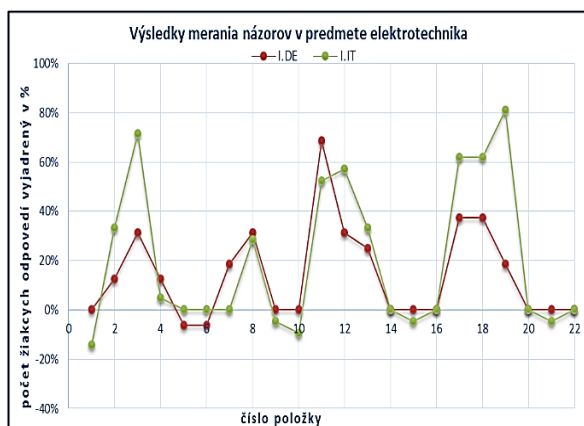
5.2 Analýza výsledkov

Vo fáze plánovania navrhnutého pedagogického výskumu sme stanovili dva odborné predmety ako experimentálne a na tých sme realizovali interaktívne vyučovanie, spočívajúce vo využívaní interaktívnych simulácií v kombinácii s elektronickým hlasovaním. Zaoberali sme sa hlbšou analýzou štyroch oblastí, ktoré sú najviac charakteristické pre použité experimentálne spôsoby vyučovania. Sú to predovšetkým:

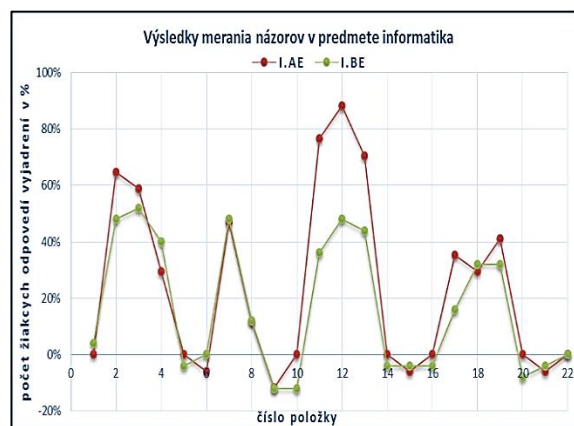
- štýl práce;
- spôsob hodnotenia práce;
- spätná väzba;
- celková atmosféra pri výučbe.

Uvedené oblasti najviac odlišujú nami použité spôsoby a formy vyučovania od jeho tradičného chápania a preto sme predpokladali, že za prípadné pozitívne výsledky v meraní názorov budú zohrávať rozhodujúci vplyv.

Grafy na obr. 22 a obr. 23 znázorňujú sumárne výsledky z merania názorov v predmete elektrotechnika a informatika. Na grafoch sú prezentované počty získaných odpovedí (vyjadrené v percentách), ktoré udávajú počet priradenia daného experimentálneho predmetu (os y) k jednotlivým položkám dotazníka (os x). Do grafického zobrazenia sme zahrnuli iba predmety, ktoré boli vyučované experimentálnym spôsobom. Na y-ovej osi sú vymedzené aj záporné hodnoty, ktoré sú ekvivalentom negatívnej dimenzie odpovedí, t. j. rozhoduje o počte žiakov, ktorí zaradili predmety s experimentálnou metódou vyučovania medzi negatívne hodnotené.



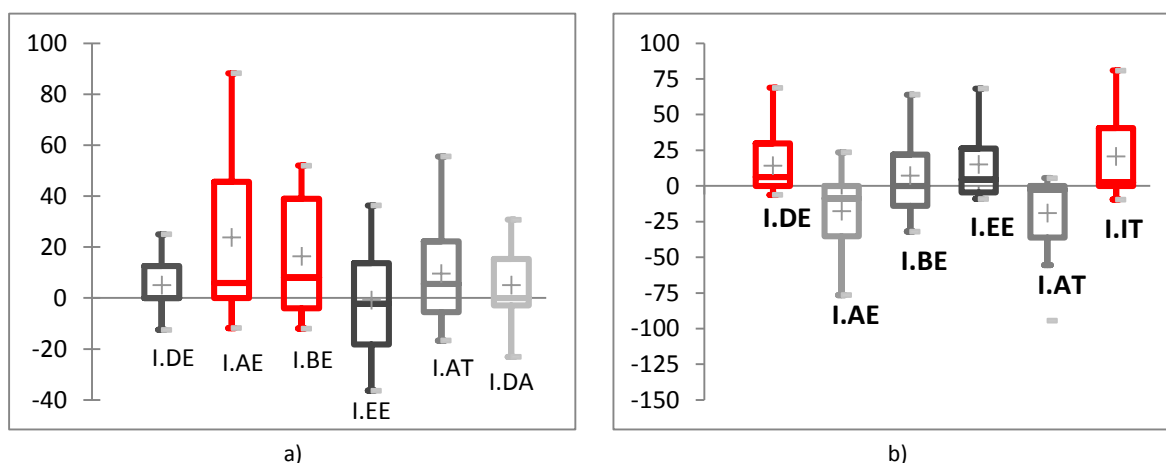
Obr. 22 Výsledky z merania názorov – elektrotechnika



Obr. 23 Výsledky z merania názorov – informatika

Z analýzy je zrejmé, že do negatívnej dimenzie sa dostali experimentálne predmety len v ojedinelých prípadoch. V porovnaní s ostatnými predmetmi konštatujeme, že tieto nepriaznivé výsledky sú zanedbateľné. V budúcnosti však naše úsilie bude vynaložené aj na zdokonalenie použitých experimentálnych metód vyučovania, čím veríme, že zredukujeme ešte počet negatívnych názorov. Štyri charakteristické oblasti, považujeme za silnú stránku interaktívneho vyučovania. Tento fakt deklaruje na základe analýzy výsledkov jednotlivých položiek dotazníka. Výroky, ktoré boli formulované na potvrdenie tohto predpokladu, boli najčastejšie spájané s experimentálnymi metódami. Analýza ukázala, že vo všetkých položkách realizovaná interaktívna experimentálna výučba bola hodnotená mimoriadne pozitívne, čomu nasvedčuje vysoký podiel žiackych hlasov (80 %). Vzhľadom na rozsah článku neuvádzame výsledky, ktoré získali vyučovacie predmety vyučované tradičným spôsobom. Tie, vo všetkých sledovaných oblastiach boli hodnotené negatívnejšie v porovnaní s experimentálnymi predmetmi.

Grafy na obr. 24 umožňujú porovnávať výsledky, získané nielen na experimentálnych vyučovacích predmetoch (ako sme uviedli vyššie), ale dokážeme pomocou nich analyzovať názory žiakov komplexne, t. j. na základe výsledkov získaných na všetkých vyučovacích predmetoch, ktoré boli zaradené do etapy výskumu názorov. Krabicové grafy, tak pre vyučovací predmet informatika (obr. 24a), ako pre predmet elektrotechnika (obr. 24b) prehľadným spôsobom prezentujú zistené extrémny, priemery a iné charakteristiky.



Obr. 24 Krabicový graf pre 1. ročník predmetu a) informatika, b) elektrotechnika

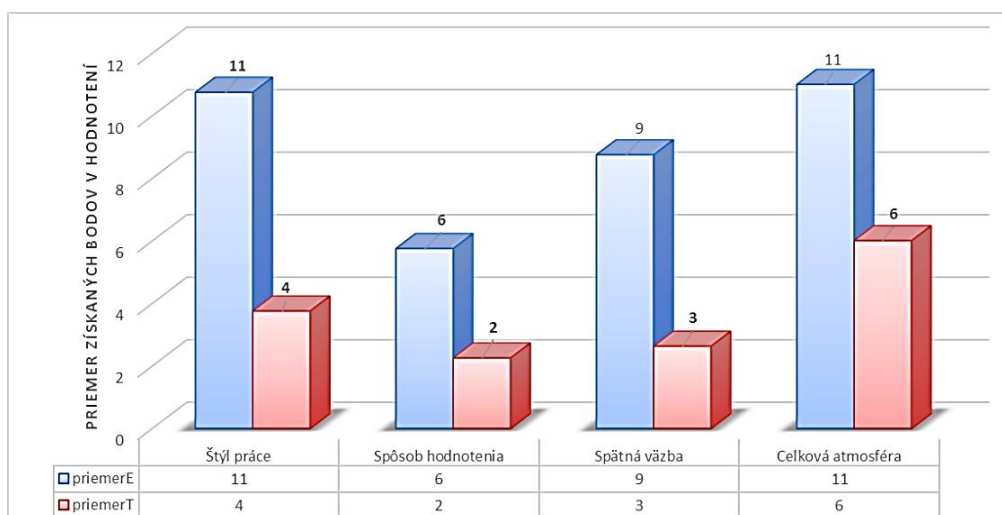
Dva predmety, ktoré boli vyučované experimentálnym spôsobom, dosahovali celkovo najlepšie hodnotenia v porovnaní s ostatnými predmetmi, vyučovanými tradičným spôsobom. V grafoch zvyrazňujeme červenou farbou tie školské triedy, v ktorých prebiehala výučba jednej zo sledovaných predmetov (informatika a elektrotechnika) experimentálnym spôsobom (I.AE, I.BE, I.DE a I.IT). Zaujímavosťou je, že v triede I.DE neboli zaznamenané žiadne negatívne hodnotenia pre predmet elektrotechnika – vyučovaný experimentálnym spôsobom, rovnako ako ani v triede I.EE, kde rovnaký predmet bol vyučovaný tradičným spôsobom. Tento jav si vysvetľujeme predovšetkým nasledujúcim:

- osobnosť učiteľa je významným činiteľom, ktorá môže mať pozitívny vplyv na utváranie názorov a postojov žiakov na použité metódy vyučovania, ba dokonca celkovo aj na vyučovací predmet;
- tradičné vyučovanie, ktoré sa zakladá na prezentovaní hotových informácií, môže v niektorých prípadoch vzbudiť v žiakoch mylnú predstavu „ľahšej“ a jednoduchšej formy získavania vzdelania;

- použitý spôsob skúmania názorov umožňuje žiakom rozhodnúť o predmetoch v meradle „najlepší“ a „najhorší“, t. j. niektoré predmety sa dostanú medzi tzv. neutrálne, o ktorých si žiaci nevyjadrovali svoje názory. Naším cieľom pri experimentálnej výučbe bola aby žiaci dosiahli lepšie vedomosti a pritom aj získali kladný vzťah k predmetu, čo by sa následne prejavilo v ich pozitívnom hodnotení.

Vo všetkých triedach predmety, ktoré boli vyučované tradičným spôsobom získali značný podiel negatívneho hodnotenia (okrem už spomínanej triedy I.EE, kde výučba neprebíhala nami navrhnutým spôsobom a bola zrealizovaná iným učiteľom školy). Najlepšie výsledky sme získali na predmete elektrotechnika (vyučovanej experimentálnym spôsobom) v triede I.IT, pričom pre tento predmet boli zo strany žiakov pridelené aj negatívne hodnotenia, podotýkame, len vo veľmi malom počte.

Stĺpcové diagramy na obr. 25 prezentujú sumárne výsledky hodnotenia sledovaných oblastí vyučovania. Dáta sú uvádzané ako priemery počtov získaných pozitívnych hodnotení v dotazníku D1. na meranie názorov. Výsledky jednoznačne naznačujú, že v sledovaných oblastiach sú najlepšie hodnotené práve experimentálne vyučovacie metódy v experimentálnych skupinách (ES). Priemery počtov hodnotenia pre experimentálny spôsob vyučovania výrazne prevyšujú priemery tradičného vyučovania v kontrolných skupinách (KS).



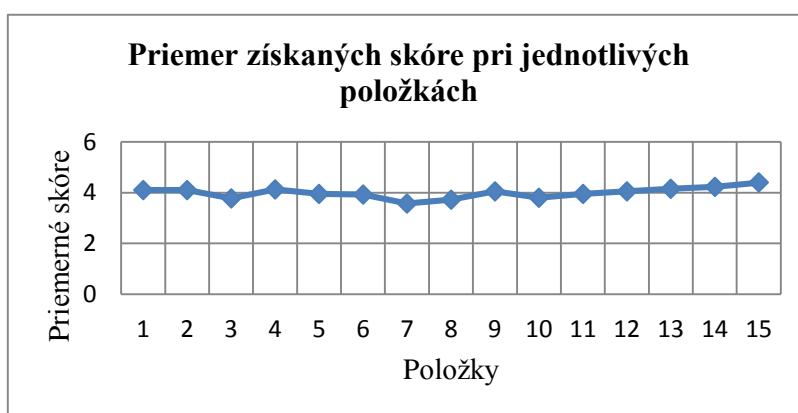
Obr. 25 Výsledky hodnotenia sledovaných oblastí – modrá ES, ružová KS

Najmarkantnejší nárast sa zdá byť v oblasti štýlu práce a najmenší zas v oblasti spôsobu hodnotenia. Na základe týchto výsledkov konštatujeme, že podľa žiackeho hodnotenia je štýl použitej práce na experimentálnom vyučovaní najobľúbenejší, ale veľmi pozitívne hodnotili i rýchlu spätnú väzbu pomocou hlasovacích zariadení, ktorá pre nami používanú interaktívnu metódu je charakteristickou črtou. Okrem toho sa vyjadrili i tak, že na experimentálnom vyučovaní prevládala veľmi pozitívna celková atmosféra, prospešná pre ich ďalšie napredovanie. Používali sme špeciálny spôsob hodnotenia žiackych prác, pri ktorom každá aktivita bola hodnotená na základe bodového systému. Takáto forma evidencie a kvalifikácie predpokladá od žiakov úsilie, aktivitu a svedomitý prístup. Napriek tejto „náročnosti“ je sledovateľná zvýšená obľúbenosť systému hodnotenia v experimentálnom vyučovaní v porovnaní s hodnotením na základe tradičných spôsobov.

5.3 Dotazník na zisťovanie názorov v kontexte experimentálnych vyučovacích predmetov

Cieľom tohto dotazníka bolo získanie informácií o postojoch žiakov vyučovaných nami navrhnutou metódou, ktorá sa zakladá na používaní IS spolu s HZ. Zamerali sme sa na obidva prvky nášho interaktívneho vyučovania a na základe toho osobitne skúmame vplyv HZ, ako aj vplyv IS na žiacke

názory. Do dotazníka sme zaradili aj také položky, pri ktorých už disponuje kombinované používanie týchto prvkov. Dotazník na meranie názorov pozostával z pätnástich uzavretých položiek, na jeho vyplnenie bolo stanovených 15 minút. V dotazníku bolo celkom 13 pozitívne ladených položiek a 2 boli negatívne ladené. Na zber údajov sme použili 5 stupňový škálovaný dotazník – Likertovu škálu (Likert, 1932), čo predstavuje bežne používanú psychometrickú stupnicu na meranie postojov. Dotazník bol administrovaný triednymi učiteľmi do dvoch experimentálnych tried, v ktorých prebiehala výučba experimentálnou metódou. Získané údaje boli pre potreby štatistického spracovania prevedené do číselnej podoby podľa formátu: Úplne nesúhlasím – 1; Skôr nesúhlasím – 2; Nevie sa rozhodnúť – 3; Skôr súhlasím – 4; Úplne súhlasím – 5. Žiakom boli objasnené, že dotazníky sú anonymné a výsledky budú použité na výskumné účely. Na meraní názorov podľa dotazníka D2 sa zúčastnilo celkom 40 žiakov. Pri jednotlivých položkách sme vypočítali priemer získaných skóre (obr. 26), ktoré sa pohybujú v rozmedzí od 3,6 do 4,4. Najmenší získaný priemer bodov evidujeme pri položke 7, kým najväčší pri položke 15.

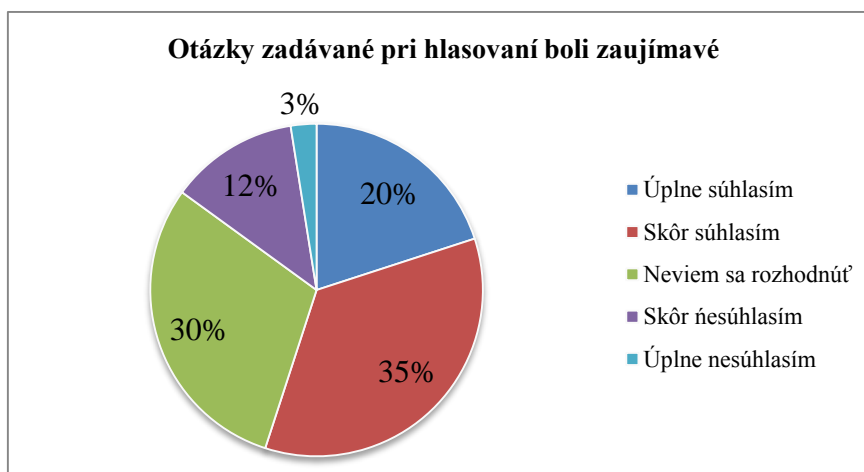


Obr. 26 Priemer získaných skóre pri položkách dotazníka

Vychádzajúc z toho, že sme sa snažili objasniť silné a menej silné stránky nášho experimentálneho vyučovania, rozhodli sme sa pre hlbšiu analýzu tých položiek, pri ktorých sme získali najmenšie a najväčšie skóre v dotazníku (položka č. 7 a položka č. 15).

Vyhodnotenie položky č. 7

Úplné znenie položky: „Otázky zadávané pri hlasovaní boli zaujímavé.“

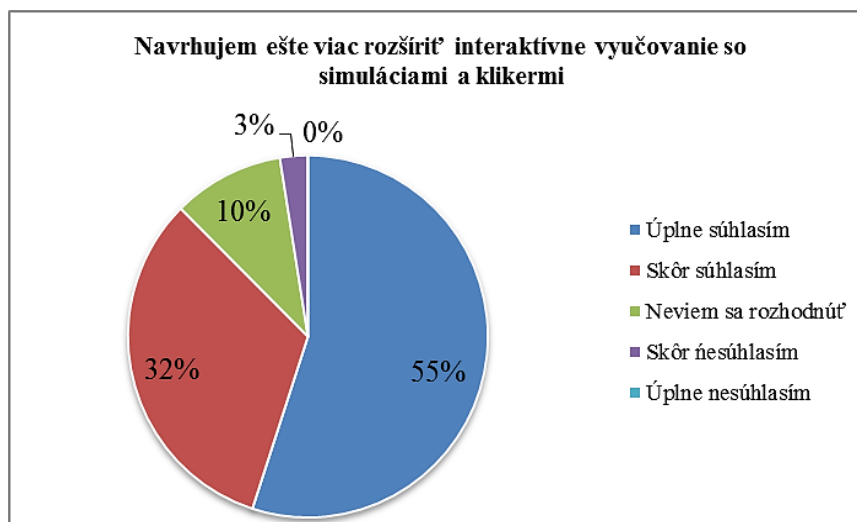


Obr. 27 Grafické vyhodnotenie položky č. 7

Vyhodnocovaním položky č. 7 postojového dotazníka (obr. 27) zisťujeme, že len 20 % žiakov úplne súhlasí s položeným výrokom, avšak väčší podiel (35 %) sa vyjadril, že s daným výrokom skôr súhlasí. V strednom pásme sa umiestnilo až 30 % odpovedí, čo je vzhľadom na počet respondentov relatívne vysoký podiel. Žiaľ, názory týchto žiakov voči danému výroku nie sú jasné, čo je aj nevýhodou takto sformulovanej päťstupňovej škály. Celkom 5 (12,5 %) žiakov sa stotožňuje s názorom, že skôr nesúhlasí s tým, že otázky zadávané pri hlasovaní boli zaujímavé a 1 žiak úplne nesúhlasí s výrokom.

Vyhodnotenie položky č. 15

Úplné znenie položky: „Navrhujem ešte viac rozšíriť interaktívne vyučovanie so simuláciami a klikermi“.
 Položku č. 15 sme sformulovali tak, aby žiaci mali možnosť sa vyjadriť k tomu, či by navrhovali rozšíriť experimentálnu výučbu s ďalšími simuláciami a e-hlasovaním. Pri tejto položke sme dosiahli najväčší priemer skóre (4,4). Vyhodnocovaním tejto položky (obr. 28) sme dospeli k zisteniu, že viac než polovica (55 %) žiakov úplne súhlasí s daným výrokom. Relatívne veľké percento žiakov (32,5 %) skôr súhlasí s tým, že treba zaviesť ešte častejšie používanie IS v kombinácii s HZ do interaktívneho vyučovania. Z celkového počtu žiakov len 1 (2,5 %) skôr nesúhlasí s daným výrokom a možnosť „Úplne nesúhlasím“ ne zvolil ani jeden z opýtaných žiakov.



Obr. 28 Grafické vyhodnotenie položky č. 15

Záver

Cieľom našich aktivít bolo navrhnúť a v praxi odskúšať interaktívnu stratégiu vzdelávania s využitím nových foriem a metód vzdelávania a implementáciou IKT na vybraných tematických celkoch predmetov elektrotechnika a informatika.

V nami navrhnutom experimentálnom interaktívnom vyučovaní sme skombinovali používanie interaktívnych simulácií, ako virtuálneho experimentu, jedného z troch komponentov stratégie INTe-L a jeho doplnenie s hlasovacími zariadeniami, zabezpečujúcimi okamžitú spätnú väzbu medzi učiteľ – žiaci, ale aj žiak – žiak. Tým sme sledovali súčasné trendy vzdelávania mladej generácie, ktoré vychádzajú z potreby rešpektovania odlišností a charakteristík vzdelávaných. Zameriavali sme sa na zvýšenú aktivizáciu žiakov počas vyučovacích jednotiek a to nastolením rôznych odborných problémov a úloh, sformulovaných do podoby otázok. Pri kladení otázok sme vychádzali z podstaty interaktívnej stratégie Peer Instruction a jednotlivé úlohy sme vytvárali v súlade s konštruktivistického chápania vzdelávania. Viedli sme svojich žiakov k používaniu vyšších kognitívnych operácií pri riešení

adekvátnych úloh, ďalej k realizovaniu bádateľskej činnosti, k rozvoju komunikačných a prezentačných schopností, ale i schopností kooperácie so spolužiakmi v prospech dosiahnutia vytýčených vzdelávacích cieľov. Zámerom našej snahy bolo premeniť tradičnú formu vzdelávania do podoby interaktívnej. Naše predpoklady o správnom fungovaní a dosiahnutí pozitívnych zmien boli dokumentované nielen vyššou vedomostnou úrovňou žiakov v ES v porovnaní s KS, (Beták, 2014), ale aj ich pozitívnymi názormi na nami navrhnutý spôsob vzdelávania, ktoré potvrdil realizovaný dotazníkový prieskum. Cieľom interaktívnej výučby bolo tiež žiakov naučiť, že:

- informačná spoločnosť sa nevyznačuje nedostatkom informácií, ale skôr nutnosťou správneho narábania s nimi, ich zmysluplným spracovaním, vyhodnotením a analýzou získaných výsledkov;
- je dôležitejšie správne kritické rozmyšľanie, než nasledovanie vopred stanovených krokov pri riešení problému, t. j. je nevyhnutné kriticky uvažovať a zhodnotiť rôzne situácie a problémy;
- omyly a chyby môžu byť správnym východiskom pre skutočné pochopenie a ďalší ich rozvoj, t. j. využiť omyl na to, aby sa podučil zo svojich vlastných chýb;
- bez zmysluplnej činnosti, pri ktorej sa narába, pracuje a rozmyšľa je ťažké vytvoriť prirodzené vzdelávacie prostredie podporujúce dosiahnutie vyšších kognitívnych cieľov, t. j. je potrebné učiť sa prostredníctvom aktivít spojených s reálnym svetom okolo nich, založených na bádateľskom princípe, pri ktorých sami majú možnosť získať vlastné skúsenosti a prísť k vlastným objavom.
- Výsledky realizovaného pedagogického experimentu potvrdili, že v kognitívnej oblasti pre zapamätanie, porozumenie a aplikáciu, ktoré boli predmetom skúmania, boli výsledky lepšie v experimentálnej skupine.

Na základe zistených skutočností odporúčame využívanie interaktívnych simulácií v kombinácii s hlasovacím zariadením využívať v edukačnom procese nielen pre predmety informatika, ale aj elektrotechnika, ale i v ďalších prírodovedných či technických predmetoch.

Interaktívne simulácie je možné veľmi vhodne doplniť i reálnymi vzdialenými experimentmi, ktoré sú prostredníctvom internetu dostupné pre všetkých experimentátorov nielen na <http://remlabnet.eu/>, ale aj prostredníctvom iných e-laboratórií. Ako príklad uvádzame práce autorov [18 – 23].

Literatúra

- [1] BETÁK, N. 2014. Majú aktivizujúce metódy vplyv na rozvoj kognitívnej úrovne žiakov strednej školy? In: *Vzájomná informovanosť – cesta k efektívnemu rozvoju vedecko-pedagogickej činnosti : zborník z medzinárodnej konferencie doktorandov*. Nitra : UKF, 2013. ISBN 978-80-558-0722-5. s. 19-24.
- [2] BETÁK, N., OŽVOLDOVÁ, M. 2012. E-hlasovanie – komplexná stratégia pre vzdelávanie digitálnej mládeže. In: *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis*. Trnava : Trnavská univerzita, 2011. ISBN 978-80-8082-585-0.
- [3] BETÁK, N. a OŽVOLDOVÁ, M. 2013. Okamžitá spätná väzba a vzájomná diskusia – hybná sila e-hlasovania. In: *Vzájomná informovanosť – cesta k efektívnemu rozvoju vedecko-pedagogickej činnosti : zborník z medzinárodnej konferencie doktorandov*. Nitra : UKF, 2013. ISBN 978-80-558-0467-5. S. 20-26.
- [4] BETÁK, N., OŽVOLDOVÁ, M. 2013. Postoje študentov a interaktívna výučba informatiky prostredníctvom hlasovacieho zariadenia. In: *Sborník příspěvku z konference a soutěže eLearning 2012*, Hradec Králové: Gaudeamus, 2012. ISBN 978-80-7435-228-7.

- [5] E. LEE MAY. 2013. What is IBL? The academy of inquiry based learning [online]. 2013 [cit. 2013.12.04]. Dostupné na internete: http://www.inquirybasedlearning.org/?page=What_is_IBL.
- [6] HALLOUN, I. a kol. 1995. *Force Concept Inventory (FCI) Workshop Modeling Project* [online]. 1995 [cit. 2013.09.14]. Dostupné na internete: <http://modeling.asu.edu/R%26E/Research.html>.
- [7] HANČ, Jozef. 2008 Aktívne poznávanie študentov pomocou metódy Peer Instruction. In: *Vyučovanie fyziky v svetle nových poznatkov*. Nitra: UKF, 2009. ISBN 978-80-8094-496-4. Dostupné z: http://physedu.science.upjs.sk/metody/files/hanc_didfyz_2008.pdf.
- [8] LIKERT, R. 1932. A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of psychology*. Vol. 140, 1-55.
- [9] MAZUR, E.: *Peer Instruction: a user's manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1997. ISBN 01-356-5441-6.
- [10] OŽVOLDOVÁ, M., SCHAUER, F. 2011. Remote Experiments in Freshman Engineering Education by Integrated e-Learning: Internet accessible remote laboratories: scalable e-Learning tools for engineering and science disciplines Hershey, USA: IGI Global, 2011. p. 60-83. ISBN 978-1-61350-187-0.
- [11] OŽVOLDOVÁ, M., SCHAUER, F. 2015. Remote Laboratories in research-based education of real world: Frankfurt am Main: Peter Lang, 157 pp. ISBN 978-80-224-1435-7.
- [12] PAUL, R. 2013. *Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Professional and Personal Life (2nd Edition)*. New Jersey: Pearson Education, Inc., 480 pp. ISBN 978-0133115284.
- [13] PETLÁK, E. 2012. *Inovácie v edukačnom procese*. Dubnica nad Váhom : Dubnický technologický inštitút, 2012. 158 s. ISBN 978-80-89400-39-3.
- [14] PRATT, D. D. 1998. *Five perspectives on teaching in adult and higher education*. Malabar, Florida: Krieger Publishing Company.
- [15] REEVES, C. T. 2012. Interactive Learning Techniques. In: *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. New York: Springer Science+Business Media, LLC. ISBN 978-1-4419-1428-6.
- [16] TÓTH, P. 2004. *Gondolkodásfejlesztés az informatika oktatásában*. Budapest : Ligatura, 2004. 60 s. ISBN 963-86113-2-4.
- [17] WIEMAN, C., et al. 2010. Teaching physics using PhET simulations. *The Physics Teacher*, v 48 pp. 225-227. ISSN-0031-921X.
- [18] TKÁČ, Lukáš – SCHAUER, František. Laboratory work by remote experimentation in distance education. In: *Innovations 2013*, Potomac : iNEER, 2013, s. 101–122, ISBN 978-0-9818868-4-8. – ISSN 1553-9911.
- [19] TKÁČ, L., SCHAUER, F., GERHÁTOVÁ, Ž.: Chemical energy sources transformations by remote experiment. In: *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, Vol. 10, No. 4, 2014, pp. 35, ISSN 1861-2121.
- [20] OŽVOLDOVÁ, M., ŠPILÁKOVÁ, P., TKÁČ, L.: Archimedes' Principle-Internet Accessible Remote Experiment. In: *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, Vol. 10, No. 5, 2014, pp. 36, ISSN 1861-2121.
- [21] JANÍK, Z., ŽÁKOVÁ, K.: A contribution to real-time experiments in remote laboratories. In *International Journal of Online Engineering*, Vol. 9, No. 1, 2012, pp. 7–11, ISSN 1868-1646.

- [22] SCHAUER, F., OZVOLDOVA, M., TKÁČ, L., KRBECEK, M., INCLINE – the remote experimental kit for research based teaching based in the class, To be published, REV 2015 Conference on Remote Engineering and Virtual Experimentation, Bangkok, February 2015.
- [23] KRÁLIK, M. , ŽÁKOVÁ, K.: Interactive Web GL Model of Hydraulic Plants, IFAC-PapersOnLine 48–29 (2015) 146–151.