Ověření přínosu simulace mikropočítačové stavebnice pro výuku hardware

Tomáš Jakeš

Abstrakt: Příspěvek představuje experimentální ověření přínosu navrženého a vytvořeného simulačního programu pomocí pedagogického experimentu. Protože přínos nemusí být pouze v rovině kognitivní, ale i v rovině afektivní, byl zvolen smíšený přístup poskytující širší přehled o zkoumané problematice. Pomocí metod kvalitativního a kvantitativního výzkumu byly zjišťovány nejen podstatné statistické skutečnosti, ale i důvody vedoucí k přijímání či odmítání simulačního programu i vlivu jeho začlenění na motivaci a demotivaci studentů, a to jak na vědomé, tak i podvědomé úrovni.
Klíčová slova: výzkum přínosu počítačové simulace, mikropočítačová stavebnice MAT, hardware, změna postojů, ohniskové skupiny, Bloomova taxonomie.

Abstract: The paper presents an experimental verification of the benefit of the proposed and created simulation program by the means of pedagogical experiment. Since the contribution does not have to be only cognitive but on an affective level also, a composite approach providing a broader view of the researched issue was chosen. Using the qualitative and quantitative research methods, not only essential statistic facts were investigated, but also reasons leading to accepting or rejecting the simulation program and the effect of its integration on motivation and demotivation of students on both conscious as well as subconscious level.
Key words: Research contribution of computer simulation, microcomputer applications trainer MAT, hardware, change of attitudes, focus group, Bloom's taxonomy.

Jakeš, T. 2015. Ověření přínosu simulace mikropočítačové stavebnice pro výuku hardware. *Arnica 4, 1–2*, 19–33. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366.
Rukopis došel 11. srpna 2014; byl přijat po recenzi 24. srpna 2014.

Tomáš Jakeš, Katedra výpočetní a didaktické techniky, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Klatovská 51, Plzeň, 306 19, Česká republika; e-mail: tjakes@kvd.zcu.cz

Úvod

Myšlenka využití počítačových simulačních programů ve výuce není nikterak nová. Simulace poskytují možnost provádět relativně běžné i v praxi obtížně realizovatelné či ekonomicky náročné experimenty. Umožňují hledat potencionálně správná řešení a postupy. Jejich přínos je v některých oblastech, jako je např. medicína či letectví, neodmyslitelný. Už jen samotný fakt eliminace rizika poškození zdraví pacientů či ohrožení života cestujících je dostatečným důvodem k jejich zavedení. Nás však zajímalo, zda jsou počítačové simulace přínosné i v oblasti, kde primárním cílem není ochrana zdraví osob ani nemožnost realizace. Jednou z takových relativně speciálních a vědecky neprozkoumaných oblastí je i výuka principů mikropočítačů, kterou lze realizovat např. pomocí fyzické mikropočítačové stavebnice s názvem MAT (Microcomputer Applications Trainer). Ta je sama tréninkovým simulátorem základních principů mikropočítače. Na katedře výpočetní a didaktické techniky Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni jsme proto vytvořili vlastní simulační program této stavebnice a provedli experiment s jeho začleněním do výuky.

1 Cíle výzkumu

Předmětem výzkumu bylo experimentální ověření přínosu vlastního navrženého výukového simulačního programu mikropočítačové stavebnice MAT v předmětu „technika počítačů 2“ vyučovaném na katedře výpočetní a didaktické techniky Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Protože přínos simulačního programu nemusí být pouze v rovině kognitivní, ale též i afektivní, např. změnou postoje a motivace, nelze výzkum omezit na pouhé testování znalostí a dovedností studentů.

Kladená výzkumná otázka proto zněla: *„Vede začlenění možnosti využití vlastního navrženého simulačního programu mikropočítačové stavebnice MAT studenty v předmětu technika počítačů 2 na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity v Plzni ke statisticky významnému zvýšení výstupní úrovně kognitivních znalostí a dovedností studentů či alespoň k pozitivnímu ovlivnění jejich postojů?“*

Vzhledem k výzkumné otázce jsme zvolili smíšený výzkum využívající výhod kvantitativního i kvalitativního přístupu. Porovnání tak bylo prováděno ve dvou rovinách. První spočívala ve zjištění statisticky významné změny v kognitivní složce vzdělávání pomocí metod kvantitativního výzkumu. Druhá, využívající metod kvalitativního výzkumu, ve zjištění a nastínění postojů žáků k využívání simulačního programu, a tím pádem i k jeho přijetí či odmítnutí

s možným důsledkem na negativní či pozitivní změnu motivace studentů.

Hlavním obecným cílem výzkumu bylo *„Prozkoumat a popsat, zda a jakým způsobem vedlo začlenění možnosti využití vlastního navrženého simulačního programu v předmětu technika počítačů 2 na vysoké škole ke zvýšení kognitivních znalostí a dovedností studentů či k ovlivnění postojů studentů k předmětu.“*

2 Metodika

2.1 Mikropočítačová stavebnice MAT (Microcomputer Applications Trainer)

Při tvorbě simulačního programu bylo potřeba nejprve důkladně analyzovat samotnou fyzickou stavebnici a navrhnout a vytvořit odpovídající zjednodušený a studenty přijímaný výukový model v podobě počítačového programu. Vzhledem k náročnosti tohoto tématu však bude dále uvedeno jen stručné představení mikropočítačové stavebnice a princip studentské činnosti, který je nezbytný pro správné pochopení výzkumu. O východiscích podstatných pro tvorbu simulačního programu si můžete více přečíst např. ve článku (Jakeš *et al.* 2009).

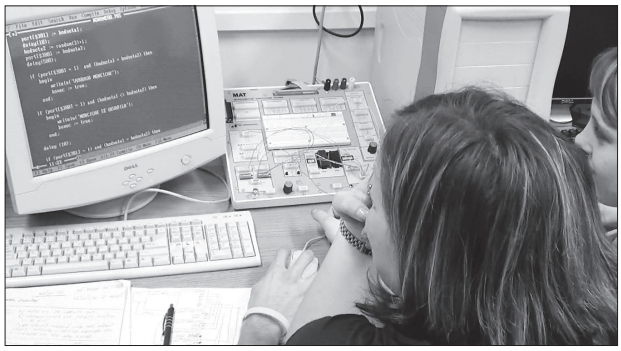
Elektronická stavebnice MAT byla firmou E&L Instruments navržena jako výuková stavebnice pro pochopení principů činnosti a systému jednotek mikropočítačů. Pomocí stavebnice (obr. 1) je tak možno ověřovat a přiblížit činnost jednotlivých sekcí počítače, pochopit jejich uspořádání, využití i způsob komunikace včetně adresace a přenosu dat přes společnou datovou sběrnici.

Mikropočítačová stavebnice se skládá ze samotné fyzické stavebnice, počítače a rozhraní, které počítač a stavebnici propojuje. Nezanedbatelnou roli ve výuce tak hraje i propojení stavebnice s počítačem řídícím její činnost pomocí programu vytvořeného studentem.

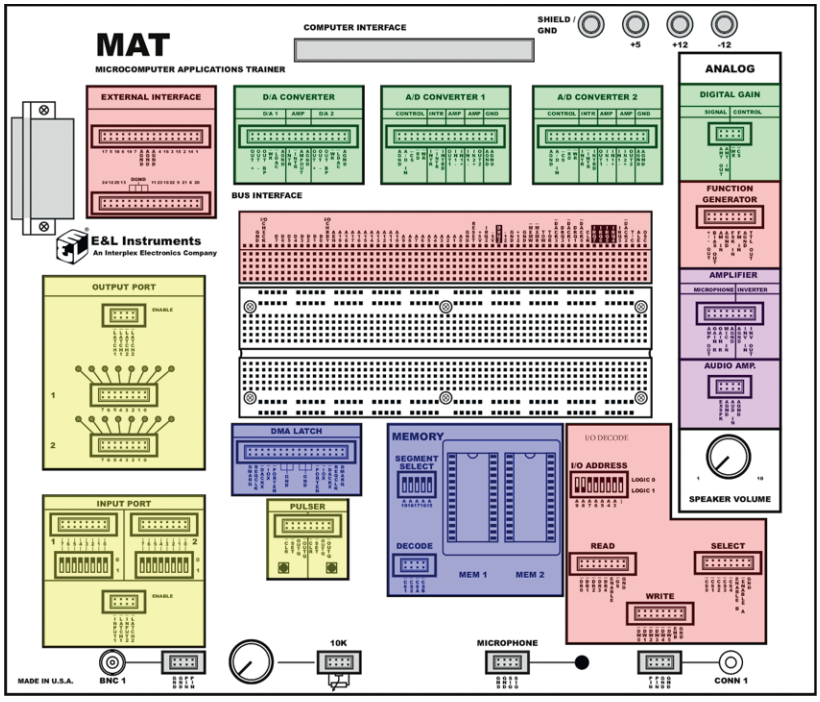
Stavebnice umožňuje sjednocení dříve získaných, zpravidla izolovaných, teoretických i praktických znalostí a dovedností z oblasti počítačové techniky, elektroniky, matematiky či fyziky a jejich propojení do jednoho funkčního celku. Umožňuje tak nejen pochopení základních principů z oblasti hardware, ale také propojení a upevnění mezioborových vazeb.

2.2 Princip studentské činnosti

Principem práce studentů (obr. 2) je řešení zadané úlohy v podobě navrhnutí a realizace správného využití jednotlivých modulů dle zadání, jejich vnějších propojení, vytvoření řídicího programu na počítači a odladění celého systému. Součástí návrhu je i stanovení podmínek vzájemné spolupráce modulů (např. napěťový rozsah vstupních a výstupních analogových signálů, vzájemná návaznost časování signálů, ...) a s tím související



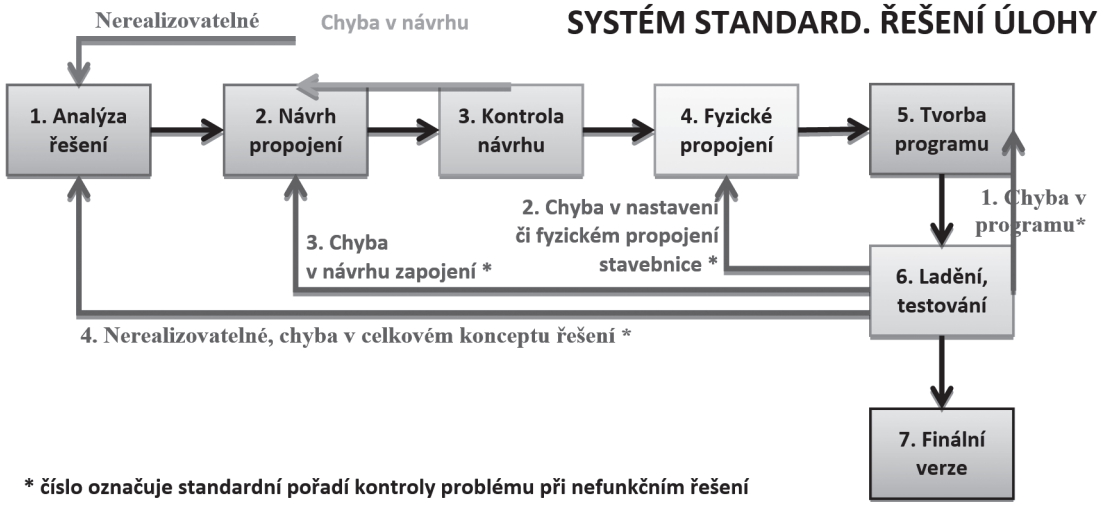
Obr. 2. Ukázka realizace úlohy na fyzické stavebnici MAT



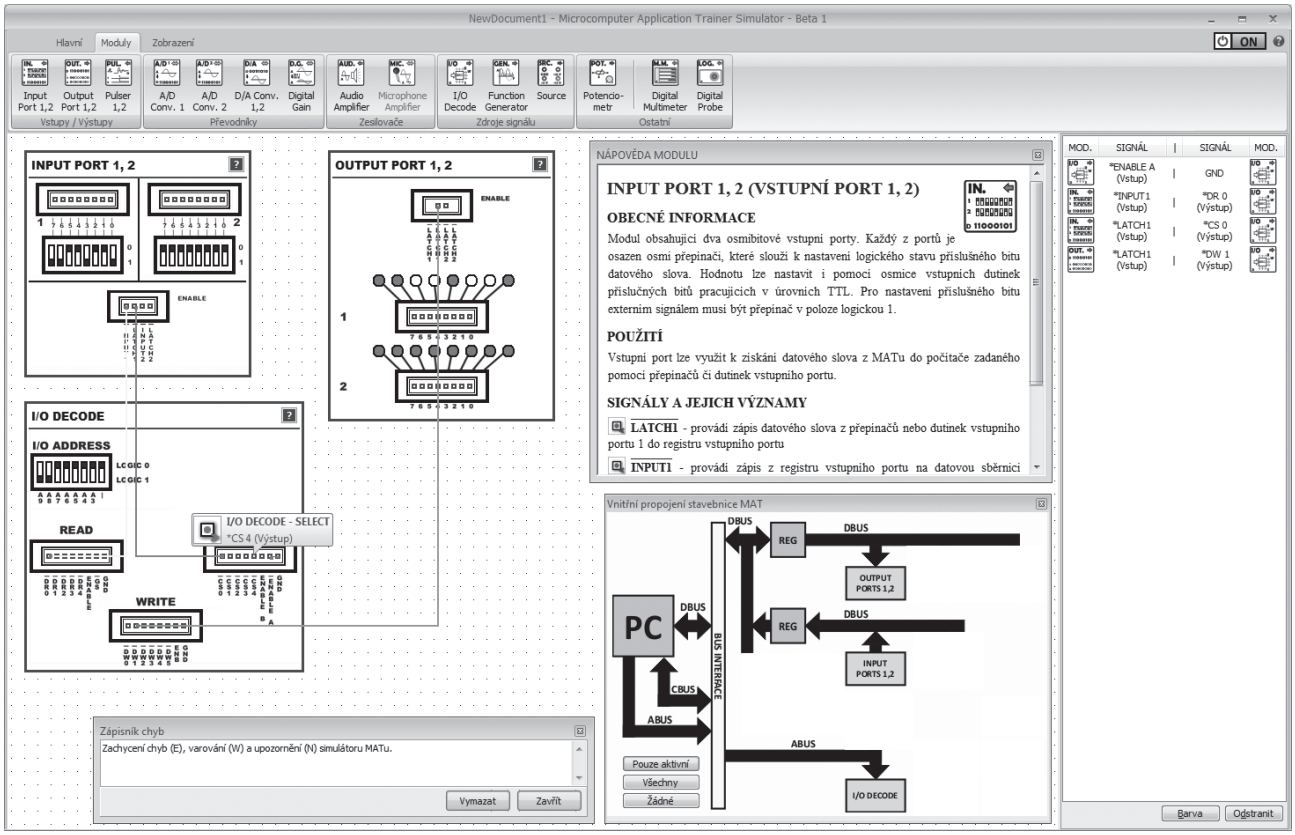
ČELNÍ PANEL STAVEBNICE MAT

- vstupně výstupní (I/O operations),
- A/D a D/A převodníky (converters),
- zesilovače (amplifier),
- zdroje signálů (signal source),
- práce s pamětí (memory access),
- konektory a napájení (connectors and supply),
- ostatní, např. nepájivé kontaktní pole (others).

Obr. 1. Čelní panel stavebnice MAT (podle E&L INSTRUMENTS LTD 1996)



Obr. 3. Diagram systému standardního řešení úlohy na výukové stavebnici



Obr. 4. Ukázka zapojené úlohy v simulačním programu stavebnice MAT (zdroj: vlastní)

ochrana proti jejich možnému poškození. Princip standardního řešení úlohy na výukové stavebnici je patrný z obrázku 3 a je aplikovatelný jak na fyzickou stavebnici, tak i na simulační program (obr. 4). Bloky 1 až 3 se týkají návrhu schématu propojení jednotlivých sekcí stavebnice, blok 4 pak propojení vodiči na stavebnici a jejího nastavení. U fyzické stavebnice je propojení signálů modulů realizováno pomocí externích vodičů, u simulátoru pak vodiči virtuálními. V bloku 5 je vytvářen počítačový program komunikující se stavebnicí. V bloku 6 je vše testováno a detekované chyby jsou opravovány.

2.3 Metodika navrženého výzkumu

Praktický výzkum se uskutečnil v letech 2009 až 2011 na Západočeské univerzitě v Plzni Fakultě pedagogické katedře výpočetní a didaktické techniky v rámci předmětu s názvem „technika počítačů 2“. Cvičení tohoto předmětu byla zaměřena na pochopení základních principů práce mikropočítače za použití výukové stavebnice MAT. Předmět byl zakončen kombinovanou zkouškou, jejíž první částí byla realizace typové úlohy na zmíněné stavebnici. Při nesplnění této úlohy musel student zkoušku opakovat.

Zkouška byla prováděna pouze na fyzické stavebnici. Podstata výzkumu spočívala v porovnání dosažených vzdělávacích cílů dosavadní „klasické“ výuky a inovované výuky se začleněním možnosti využití vlastního navrženého simulačního programu za pomoci metod kvantitativního výzkumu. Změny v postojích studentů byly posuzovány metodami kvalitativního výzkumu. Použitý smíšený přístup se snaží o odstranění negativ jednotlivých typů výzkumu a získání uceleného pohledu na přínos simulačního programu v rámci výuky předmětu technika počítačů 2 na VŠ. Kvantitativní přístup poskytuje potvrzení či vyvrácení zkoumaného jevu a kvalitativní přístup pomáhá porozumět důvodům a zachycení změn v postojích studentů. Volba výzkumných metod byla do značné části ovlivněna podmínkami, za nichž mohl být výzkum prováděn. Podle požadavků nesměl prováděný výzkum studenty již více zatěžovat, musel být prováděn anonymně, na základě dobrovolnosti a nesměl zasahovat do podmínek plnění předmětu. V rámci těchto požadavků, jež musely být akceptovány, nemohlo dojít k párování jednotlivých testů a pretestů studentů a musely být zvoleny jiné výzkumné strategie.

2.4 Charakteristika výzkumného vzorku

Původní zamýšlenou výzkumnou technikou bylo využití paralelních skupin ve stejném ročníku. To se ukázalo jako problematické hned ze dvou důvodů. Prvním byla nemožnost zaručení nešíření simulačního programu mezi studenty z kontrolní skupiny. Druhým pak značně malý počet studentů, kteří nemohli být, vzhledem k velké specifičnosti zkoumané oblasti, doplněni o studenty jiných ročníků, fakult ani univerzit.

Výzkum byl proto realizován jako dvouletý s cílem při dodržení objektivity a rozumného časového rozpětí výzkumu získat v daných podmínkách co největší počet účastníků. Vzhledem k počtu studentů nebyl vzorek pro kvantitativní část nijak omezován ani nebyl prováděn žádný výběr, což vedlo k početně odlišnému vzorku kontrolní a experimentální skupiny. Pro potřeby kvalitativní části výzkumu byl proveden záměrný kvótní výběr studentů na základě jejich ochoty spolupráce, studijních problémů, způsobu práce na seminářích, dosažených výsledků, stylu komunikace, pohlaví a roku studia. Je třeba vzít v úvahu, že nízký počet účastníků může vést k určitému zkreslení výsledků kvantitativní části výzkumu. Ten slouží pouze pro základní orientaci při hledání odpovědi na výzkumnou otázku. Níže uváděná procenta použitá pro srovnání odlišné velikosti skupin je vhodné brát s určitou rezervou vždy ve vztahu k počtu respondentů v dané části výzkumu. Jsme si vědomi, že např. při 27 účastnících vyjadřuje jeden účastník zhruba 3,7 %, při 15 účastnících pak již 6,7 procenta.

2.4.1 Charakteristika kontrolní skupiny

Kontrolní skupina byla složena z 27 studentů, z toho 6 žen a 21 mužů. Věkový rozsah skupiny byl k datu 21. 9. 2009, kdy byl výzkum započat, 21 až 49 let, střední hodnota byla 23 let a průměrná hodnota 24 let. Všichni studenti studovali prezenčně studijní program Přírodovědná studia, z toho 26 studentů obor Informatika se zaměřením na vzdělávání a jeden obor Matematická studia. Vyjma tohoto studenta byl předmět pro všechny povinný. Jeden ze studentů již měl předmět zapsaný v předchozím roce a z důvodu nesplnění požadavků ho měl zapsaný podruhé. Z pohledu délky doby studia předmět navštěvovalo 20 studentů 3. ročníku, 6 studentů 4. ročníku a 1 student 5. ročníku. Studenti se znali z předchozích předmětů absolvovaných v rámci studia. Z výukového pohledu byli studenti rozděleni do třech skupin. Dvě ze skupin o počtech 7 a 9 účastníků vyučoval autor, jednu s 11 účastníky Ing. Petr Michalík, Ph.D. Volba vyučujícího závisela na studentech.

2.4.2 Charakteristika experimentální skupiny

Experimentální skupina byla složena z 15 studentů, z toho byly 3 ženy a 12 mužů. Věkový rozsah skupiny byl k datu 20. 9. 2010, kdy byl výzkum započat, 21 až 26 let, střední hodnota byla 22 let a průměrná hodnota 23 let. Všichni studenti studovali prezenčně studijní program Přírodovědná studia, obor Informatika se zaměřením na vzdělávání. Předmět byl pro všechny povinný. Jeden ze studentů měl předmět z důvodu nesplnění požadavků v předchozím roce zapsaný podruhé. Z pohledu délky doby studia předmět navštěvovalo 10 studentů 3. ročníku, 4 studenti 4. ročníku a 1 student 5. ročníku. V rámci jednotlivých ročníků se již studenti znali z předchozích předmětů absolvovaných v rámci studia, vyjma dvou studentů, kteří své studium dříve přerušili. Studenti byli rozděleni do dvou výukových skupin o počtech 8 a 7 účastníků. Obě skupiny vyučoval autor.

2.5 Výzkumné metody kvantitativní části

Pro ověření přínosu v kvantitativní části výzkumu byly formulovány celkem čtyři hypotézy lišící se pouze úrovní kognitivních znalostí revidované Bloomovy taxonomie.

- H1: Začlenění možnosti využití vlastního simulačního programu v předmětu technika počítačů 2 na vysoké škole vede ke statisticky významně vyšší úrovni kognitivních znalostí a dovedností studentů na úrovni

zapamatovat / znalost faktů revidované Bloomovy taxonomie oproti studentům bez této možnosti.

- H2: Začlenění možnosti využití vlastního simulačního programu v předmětu technika počítačů 2 na vysoké škole vede ke statisticky významně vyšší úrovni kognitivních znalostí a dovedností studentů na úrovni rozumět / znalost faktů a konceptů revidované Bloomovy taxonomie oproti studentům bez této možnosti.
- H3: Začlenění možnosti využití vlastního simulačního programu v předmětu technika počítačů 2 na vysoké škole vede ke statisticky významně vyšší úrovni kognitivních znalostí a dovedností studentů na úrovni aplikovat / znalost faktů, konceptů a procedurální znalosti revidované Bloomovy taxonomie oproti studentům bez této možnosti.
- H4: Začlenění možnosti využití vlastního simulačního programu v předmětu technika počítačů 2 na vysoké škole vede ke statisticky významně vyšší úrovni kognitivních znalostí a dovedností studentů na úrovni analyzovat / znalost faktů, konceptů a procedurální znalosti revidované Bloomovy taxonomie oproti studentům bez této možnosti.

Za hlavní výzkumnou metodu byl zvolen jedno-faktorový přirozený pedagogický experiment technikou paralelních skupin. Ten slouží ke srovnání výsledků pořízených v kontrolní a experimentální skupině, ve které byla provedena změna jednoho parametru – přidání možnosti využití vlastního simulačního programu. Program byl pro experimentální skupinu dán k dispozici i pro případné domácí použití. Jeho využití bylo nepovinné. Z důvodu malého počtu fyzických stavebnic mikropočítačové stavebnice MAT bylo na hodinách studentům pouze doporučeno střídání softwaru a fyzické stavebnice. Střídání nebylo kontrolováno ani vyžadováno. Aby se zamezilo chybnému testování přínosu simulačního programu, byly veškeré testy prováděny pouze na fyzické stavebnici MAT, nikoli na simulačním programu.

2.5.1. Vstupní pretest a zdůvodnění jeho použití

V průběhu provádění experimentu nedošlo k žádným výrazným změnám studijních podmínek. Z důvodu zachování objektivity však i přesto bylo nutné provést porovnání výchozích studijních předpokladů pretestem. Často využívanou variantou pro zjištění přírůstku znalostí a dovedností je využití stejného testu pro pretest a posttest. S ohledem na obsah vyučovaného předmětu, který pro naprostou většinu studentů představuje novou velmi specifickou látku, a jeho normativní plnění, kdy u správného řešení úlohy je měřitelný rozdíl maximálně jen v rychlosti řešení daného problému, by bylo použití stejného pretestu a posttestu velmi problematické. Získání nulových výsledků v pretestu by vedlo k nezachycení podstatných detailů v rozdílech jednotlivých studentů. Z uvedených důvodů byl proto pretest koncipován jinak, a to jako test studijních předpokladů a požadovaných znalostí potřebných pro úspěšné plnění předmětu. Pretest, který se konal na 2. výukové hodině, byl zaměřen na oblasti matematiky (logické operace, číselné soustavy a převody čísel), informatiky (programování základních strukturovaných úloh s podmínkami i cykly, práce s porty), fyziky (akustika a průběhy signálů) a elektroniky (principy a zapojení vybraných analogových a číslicových prvků, způsoby komunikace, čtení a tvorba elektrických schémat). Součástí pretestu bylo i ověření schopnosti řešit úlohy, které by měl student zvládnout až po dokončení studia předmětu a jež jsou ověřovány posttesty. Jednotlivé části pretestu byly navrženy tak, aby poskytovaly odpověď na zvládnutí jednotlivých v předmětu dosahovaných a požadovaných kognitivních úrovní revidované Bloomovy taxonomie. Takto navržený pretest vede k lepšímu posouzení vstupních rozdílů mezi studenty v oblastech využívaných při plnění předmětu.

2.5.2 Test ze znalosti signálů stavebnice

Nejnižší úroveň revidované Bloomovy taxonomie zapamatování / znalost faktů byla ověřena pomocí testu ze znalosti signálů stavebnice. Tento povinný zápočtový test se konal na seminářích v 10. výukovém týdnu. Zkoumal znalosti faktů a jejich vybavování. Obsahoval deset otázek s volnou odpovědí, z toho pět otázek bylo zaměřeno na doplnění názvů jednotlivých signálů podle daného významu a pět otázek na význam signálu daného názvem. Bez znalosti signálů a jejich významu nelze úspěšně vytvářet složitější úlohy a vlastní zapojení na mikropočítačové stavebnici MAT. Při řešení testů měli studenti k dispozici schéma čelního panelu mikropočítačové stavebnice MAT. Test slouží k získání odpovědi na výzkumnou hypotézu H1. Tu dále člení na nulovou a alternativní. $H1_0$: Začlenění možnosti využití vlastního simulačního programu v předmětu technika počítačů 2 na vysoké škole nevede ke statisticky významně vyšší úrovni kognitivních znalostí a dovedností studentů na úrovni zapamatovat / znalost faktů revidované Bloomovy taxonomie oproti studentům bez této možnosti. $H1_A$: Začlenění možnosti využití vlastního simulačního programu v předmětu technika počítačů 2 na vysoké škole vede ke statisticky významně vyšší úrovni kognitivních znalostí a dovedností studentů na úrovni

zapamatovat / znalost faktů revidované Bloomovy taxonomie oproti studentům bez této možnosti.

Z důvodu úspory již nebudeme v dalších částech rozepisovat nulové a alternativní hypotézy, jejichž konstrukce je vždy shodná s touto, pouze je testována vyšší úroveň kognitivních znalostí revidované Bloomovy taxonomie.

2.5.3 Kombinovaný test

Kombinovaný test byl zaměřen na oblast porozumění / znalosti faktů a konceptů hypotézy H2. Tento test byl proveden na seminářích ve 12. výukovém týdnu jako volitelný. Na rozdíl od předchozího testu již zkoumal schopnost pochopit, kategorizovat, srovnávat a vysvětlovat příčiny na základě znalosti faktů a konceptů. Obsahoval několik na sobě nezávislých částí: 1. porozumění možné funkci schématu zapojení, 2. kategorizování signálů podle vlastností a zdroje signálu, 3. porozumění funkci na základě předloženého programu a schématu a 4. nalezení a vysvětlení příčiny chybné funkce zapojení ze schématu.

2.5.4 Řešení typové úlohy

Řešením typové úlohy student prokazuje schopnost užít a provádět naučené postupy na základě znalosti faktů, konceptů a procedurálních znalostí. Z pohledu revidované Bloomovy taxonomie se jedná o oblast aplikace / znalosti faktů, konceptů a procedurální znalosti. Studentovi je k řešení zadána úloha typově odpovídající již probrané úloze. Student musí během 60 minut zvládnout správně: 1. navrhnout schéma, 2. provést zapojení, 3. vytvořit řídicí program a 4. oživit zapojení a předvést funkční úlohu. Testování bylo provedeno po ukončení výukové části semestru jako první část zkoušky, do výzkumného vzorku byly zahrnuty všechny učiněné pokusy studentů. Studenti měli vzhledem ke studijnímu a zkušebnímu řádu k dispozici až 3 pokusy, které mohli, ale nemuseli využít. V případě úspěchu na jednom z termínů již nemuseli absolvovat další pokusy. Zadání úlohy bylo každému účastníkovi určeno losem.

Test slouží k získání odpovědi na výzkumnou hypotézu H3.

2.5.5 Řešení neznámé (netypové) úlohy

Cílem této oblasti bylo ověřit schopnost zaměřit se na podstatné informace, integraci izolovaných vstupních znalostí do celků a schopnost vytvářet schémata na základě získaných znalostí faktů, konceptů a procedurálních znalostí v odborné oblasti cvičení předmětu. Tato oblast reprezentuje nejvyšší možnou úroveň dosažitelnou v rámci běžné výuky předmětu. Díky ní je student schopen samostatně uvažovat a hledat finální řešení dosud neřešeného problému. Z pohledu revidované Bloomovy taxonomie se jedná o úroveň analyzovat / znalost faktů, konceptů a procedurálních znalostí. Studentovi je k řešení zadána dosud neřešená úloha komplexně kombinující probranou tématiku. Student během 90 minut musí zvládnout správně: 1. navrhnout schéma, 2. provést zapojení, 3. vytvořit řídicí program, 4. oživit zapojení a předvést funkční úlohu. Testování na řešení netypové úlohy bylo provedeno v 11. výukovém týdnu jako zadání úlohy na semináři a slouží k získání odpovědi na výzkumnou hypotézu H4.

2.6 Výzkumné metody kvalitativní části

Kvalitativní část výzkumu si kladla za cíl zjistit případné postoje studentů a důvody vedoucí k využívání či nevyužívání navrženého simulačního programu. V rámci pilotáže byl za hlavní výzkumnou metodu zvolen polostrukturovaný rozhovor. V průběhu testování však bylo zjištěno, že se studenti, byť s dobrým úmyslem ve snaze pomoci, snaží hromadně aktivně ovlivnit výsledky rozhovoru ve prospěch simulačního programu. Hlavní pomocná výzkumná metoda byla proto změněna na metodu ohniskových skupin (obr. 5),

Obr. 5. Ukázka provádění metody ohniskových skupin v roce 2010/2011

ve které se dle (Gavora 2006) a (Pelikán 1998) může více projevit skupinová interakce a názory i pohledy bez interakce těžko dostupné (Svatoš *et al.* 2007). Ve skupině člověk potlačuje svojí individualitu, stává se anonymním (Le Bon 1994), což vede k pocitu bezpečí (Výrost & Slaměník 2008) a větší otevřenosti.

Další pomocnou metodou kvalitativní části se tak stalo přímé i nepřímé zúčastněné pozorování, které sloužilo jako prostředek k výběru členů ohniskových skupin a sledování preference fyzických stavebnic, simulačních programů i způsobu práce studentů.

2.6.1 Ohniskové skupiny

S ohledem na zaznamenané problémy bylo z preventivních důvodů ohnisko změněno na více otevřené téma „Výuka seminářů předmětu technika počítačů 2 a možnosti jejího zlepšení“. Skýtalo tak širší prostor zpětné vazby a nevedlo přímo k předchozímu studenty ovlivňovanému tématu. Studenti byli též informováni o potřebnosti získat pravdivá data a samotný rozhovor nad ohniskem byl proveden až po celkovém uzavření předmětu. Při provádění ohniskových skupin byla dodržována základní doporučená pravidla (Švaříček *et al.* 2007, s. 189), která byla viditelně vyvěšena na několika místech, a nad jejich dodržováním měl kromě moderátora dohled i jeden na začátku setkání zvolený účastník. Ohniskové skupiny se skládaly z několika tematicky zaměřených částí:

- úvodní fáze otázek,
- hlavní výzkumné otázky,
- otázky závěrečné fáze.

Úkolem úvodní fáze otázek bylo navodit atmosféru důvěry a zároveň studenty rozpovídat. Nebylo očekáváno, že se dozvíme zásadní informace. Cílem moderátora bylo přimět studenty se nad otázkou zamyslet a podporovat neaktivní členy skupiny k zapojení se.

Po úvodní části následovaly hlavní výzkumné otázky, které měly přinést odpovědi na hlavní zkoumaná témata. Otázky byly rozděleny do následujících kategorií: práce na úkolech, simulační program a pocitové otázky. Úkolem moderátora bylo vhodně vybírat a pokládat některé z připravených otázek. Otázky týkající se simulačního programu byly u skupiny, která ho neměla k dispozici, zaměřeny na očekávání a potřebnost, kdežto skupina, která ho k dispozici měla, prováděla jeho zhodnocení.

Protože jedním ze základních principů ohniskových skupin je navození důvěry, bylo potřeba neprovádět ukončení výzkumu ve spěchu a dát všem členům skupiny prostor k vyjádření se a doplnění informací. K tomu sloužily otevřené otázky závěrečné fáze.

Záznamy z ohniskových skupin byly pomocí programu TJ Transcriber přepsány a analyzovány technikou otevřeného kódování. K tomuto účelu byl využit na exportní funkce omezený, ale zdarma dostupný program QDA Miner 4 Lite. Vzniklé kategorie, které jsme dále deskriptivně zpracovávali, byly použity jako základ selektivního kódování, odpovídajícího na základní výzkumné otázky. Více k problematice otevřeného a selektivního kódování ve (Švaříček *et al.* 2007, s. 211–247). Pro vyhodnocování byl zvolen realistický přístup. Uvědomujeme si však, že některé studenty uváděné skutečnosti mohou být značně subjektivní, založené na pocitu a nemusejí nutně být objektivně pravdivé a validovatelné. K triangulaci těchto sdělení sloužila možnost konfrontace reakcí ostatních členů skupiny, videozáznamy z hodin a vedená evidence.

3 Výsledky

3.1 Výsledky kvantitativní části výzkumu

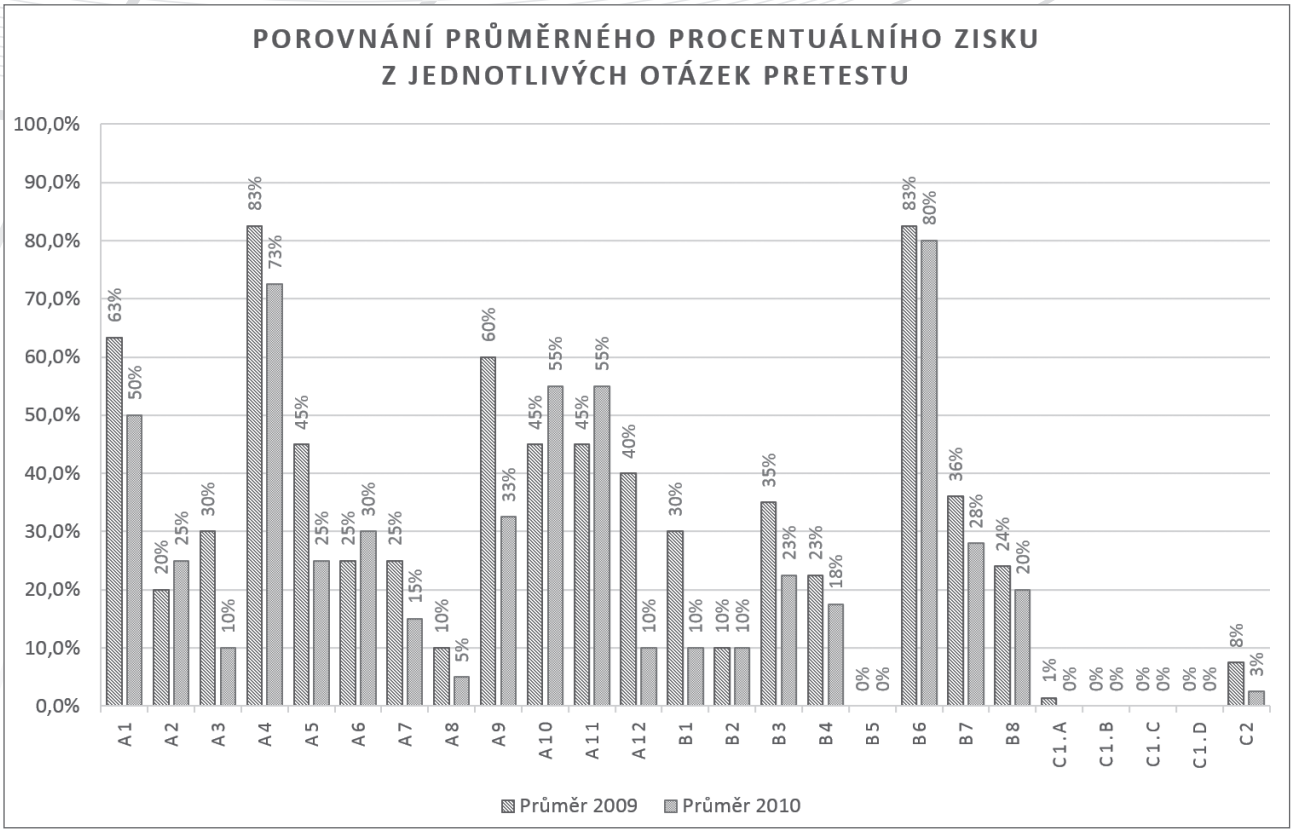
Pro představení hlavních závěrů výzkumu je potřeba nejprve představit dílčí výsledky utvářející celkovou představu o dané problematice. Vzhledem k rozsahu budou některé části záměrně zjednodušeny a detailně publikovány v některých dalších zamýšlených článcích.

3.1.1 Vstupní pretest

Při zkoumání výsledků pretestu bylo zjištěno, že experimentální skupina dosahuje prokazatelně nižší střední hodnoty i průměrného bodového zisku než skupina kontrolní. Zatímco kontrolní skupina dosahovala průměrně 22,7 bodů z 88 bodů možných a medián bodového zisku byl 23,7 bodů, u experimentální skupiny byl průměrný zisk jen 18,6 bodů z 88 možných, medián pak 14,9 bodů. Směrodatná odchylka výsledků experimentální skupiny byla 8,9, u kontrolní pak 6,8, vzorek byl tedy konzistentnější. Průměrná procentuální úspěšnost v jednotlivých otázkách pretestu je znázorněna na obr. 6 na následující straně. Pohled na sekci C2 a zejména pak sekci C1, ve které byla testována schopnost řešení úloh na mikropočítačové stavebnici, potvrzuje správnost koncepce pretestu. Uvedené zjištění nižšího bodového zisku pomocí střední hodnoty i mediánu však není dostatečně silné pro vyslovení závěru. Byla proto vyslovena hypotéza, že výsledek experimentální skupiny je srovnatelný s výsledkem skupiny kontrolní. Vzhledem k nižšímu počtu účastníků byl vybrán Mann–Whitney U test, pomocí kterého se na hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$ podařilo tuto hypotézu zamítnout. Lze tedy tvrdit, že výsledky pretestu experimentální skupiny v roce 2010 byly statisticky horší než výsledky kontrolní skupiny v roce 2009.

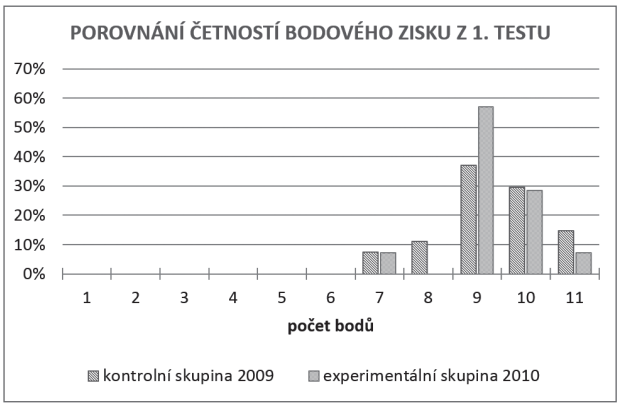
3.1.2 Test ze znalosti signálů stavebnice

V testu ze znalosti signálů dosáhla experimentální i kontrolní skupina shodného průměru 8,3 bodů z 10 možných i shodného mediánu 8 bodů. Směrodatná odchylka kontrolní skupiny byla 1,09, u experimentální skupiny pak 0,88. Zkoumaná data byla podrobena Mann–Whitney U testu. Na hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$ se však hypotézu H1 nepodařilo zamítnout. Nelze tedy tvrdit, že mezi výsledky kontrolní



Obr. 6. Graf porovnání průměrného procentuálního zisku z jednotlivých otázek pretestu

a experimentální skupiny neexistuje korelace. Tomuto tvrzení napomáhá i zjištěný medián, průměr i celkový průběh četností bodového zisku (obr. 7).

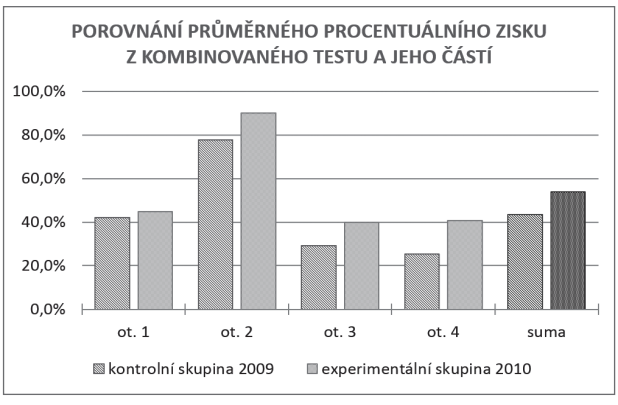


Obr. 7. Graf porovnání četností bodového zisku z 1. testu

3.1.3 Kombinovaný test

V rámci kombinovaného testu, ověřujícího úroveň porozumění / znalosti faktů a konceptů, dosáhla experimentální skupina vyššího průměrného bodového zisku i mediánu. Zjištěné hodnoty průměrného zisku byly 10,8 bodů z 20 možných a mediánu 11 bodů při směrodatné odchylce 2,6. Kontrolní skupina dosáhla průměrného bodového zisku 8,7 bodů z 20 a mediánu 9 bodů při směrodatné odchylce 2,5. Výsledky jednotlivých testů byly podrobeny Mann–Whitney U testu, Na hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$ se hypotézu H2 podařilo zamítnout ve prospěch alternativní hypotézy. Lze tedy tvrdit, že výsledky v kombinovaném testu experimentální skupiny v roce 2010 byly statisticky lepší než výsledky kontrolní skupiny v roce 2009.

Informačně přínosné bylo i doplňkové zkoumání jednotlivých částí testu, jejichž průměrný procentuální zisk můžeme vidět na grafu porovnání průměrného procentuálního zisku z kombinovaného testu (obr. 8).



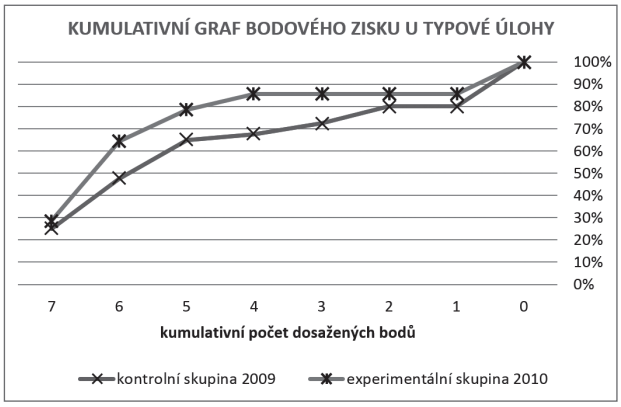
Obr. 8. Graf porovnání průměrného procentuálního zisku z kombinovaného testu

Při zkoumání rozložení souborů experimentální i kontrolní skupiny pomocí U testu bylo konstatováno, že statisticky významný zisk na stanovené hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$ se prokázal u kategorizování

signálů podle vlastností a zdroje signálu (otázka 2) a nalezení a vysvětlení příčiny chybné funkce zapojení ze schématu (otázka 4).

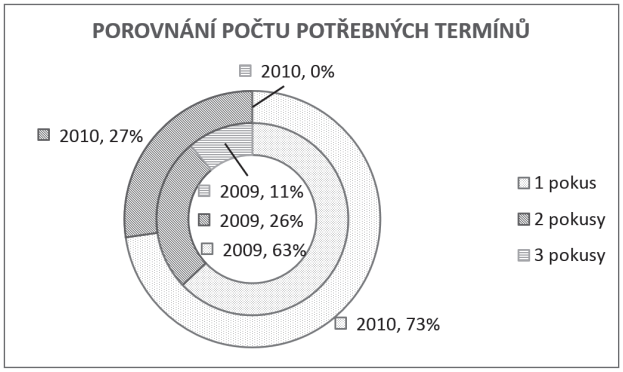
3.1.4 Řešení typové úlohy

Testování řešení typové úlohy se zúčastnilo celkem 27 osob kontrolní a 11 osob experimentální skupiny. Celkový průměrný bodový zisk kontrolní skupiny byl 4,4 ze 7 bodů, medián 5 bodů při směrodatné odchylce 2,6. U experimentální skupiny byl průměrný zisk 5,1 bodů, medián 6 bodů při směrodatné odchylce 2,3. O rozložení bodového zisku vypovídá kumulativní graf bodového zisku u typové úlohy (obr. 9). Bodové



Obr. 9. Graf kumulativního bodového zisku u typové úlohy

zisky jednotlivých účastníků experimentální i kontrolní skupiny byly vyhodnoceny pomocí Mann–Whitney U testu. Na hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$ se hypotézu H3 nepodařilo zamítnout. Nemůžeme proto tvrdit, že naznačený vyšší bodový zisk je statisticky významný. Menší počet účastníků tak mohl způsobit chybu. Při bližším zkoumání jednotlivých částí úlohy bylo zjištěno, že největší rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou byl v sekci týkající se tvorby programu. Experimentální skupina dosahovala průměrného bodového zisku 2,4 bodu, kontrolní 2 body. Medián byl shodně 3 body, kontrolní skupina však dosahovala vyššího rozptylu. Pomocí U testu se zlepšení na dané

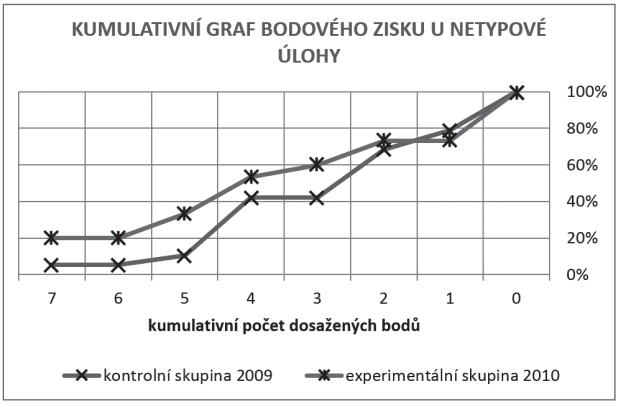


Obr. 10. Porovnání počtu potřebných termínů

hladině významnosti nepodařilo potvrdit ani u této kategorie. Zajímavý pohled na skutečnost nastiňuje i graf porovnání potřebného počtu pokusů na úspěšné zvládnutí příkladu (obr. 10). Zatímco kontrolní skupina (2009) potřebovala častěji třetí pokusy, členové experimentální skupiny (2010) nepotřebovali žádné.

3.1.5 Řešení neznámé (netypové) úlohy

Komplexní úlohy se zúčastnilo 19 z 27 účastníků kontrolní skupiny a všichni členové experimentální skupiny. Experimentální skupina dosáhla průměrného bodového zisku 3,5 ze 7 možných bodů. Medián experimentální skupiny byl 4 body a směrodatná odchylka 2,5. Kontrolní skupina dosahovala obdobných hodnot, konkrétně průměrem 3,4 bodu ze 7 možných a mediánem 4 bodů. Směrodatná odchylka přitom byla 4,7. O rozložení bodového zisku nejlépe vypovídá následující kumulativní graf (obr. 11).



Obr. 11. Graf kumulativního bodového zisku u netypové úlohy

Při dosazení bodových zisků jednotlivých účastníků experimentální i kontrolní skupiny do Mann–Whitney U testu se na hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$ hypotézu H4 nepodařilo zamítnout. Nemůžeme proto tvrdit, že naznačený vyšší bodový zisk je statisticky významný. Podstatná je však i skutečnost, že viditelně nedochází ke zhoršení výsledků experimentální skupiny.

3.2 Výsledky kvalitativní část výzkumu

Kvalitativní část výzkumu se snažila o rozšíření získaných poznatků zjištěním a uchopením aspektů vedoucích k ovlivnění postojů studentů k předmětu při zavedení možnosti využití simulačního programu. Bylo by chybou se domnívat, že bude poskytovat jasné statistické údaje o výskytu daných jevů ve společnosti. Kvalitativní analýza se zaměřuje na studenty dané kontrolní a experimentální skupiny, zejména pak na studenty vybrané do ohniskových skupin.

Při hledání odpovědí na hlavní výzkumnou otázku jsme pomocí kódování zjistili následující klíčové oblasti:

- motivaci a demotivaci studentů ve vztahu ke studovanému předmětu,
- vnímání fyzické mikropočítačové stavebnice,
- vnímání vytvořeného simulačního programu,
- způsob práce studentů.

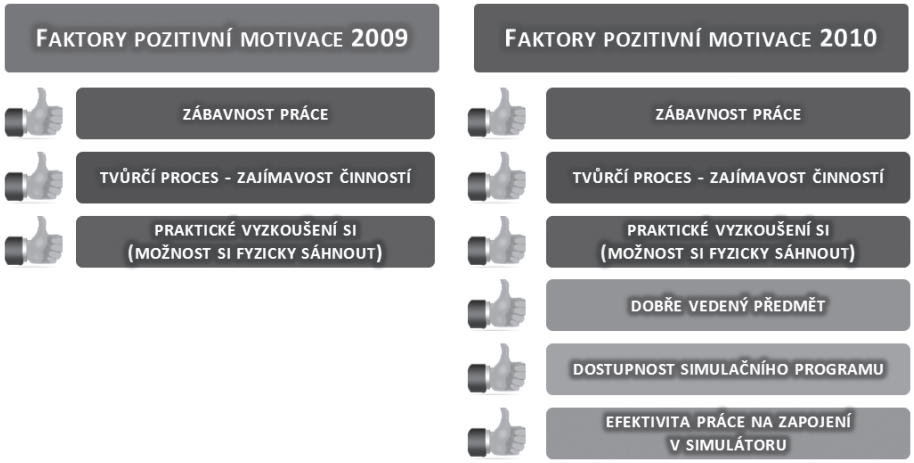
3.2.1 Problematika motivace a demotivace studentů ve vztahu ke studovanému předmětu

Možnost využívání simulačního programu může mít vliv na změnu postojů studentů k předmětu samotnému na vědomé i podvědomé úrovni. Postoj může být měněn vnějšími podněty (tzv. stimuly), které musí být zvnitřňovány. Mluvíme o pozitivních nebo negativních motivech.

Naším cílem proto bylo při analýze textu získat dostatečné povědomí o pozitivní a negativní motivaci studentů v jednotlivých skupinách s cílem tyto výpovědi porovnat.

3.2.1.1 Pozitivní motivace

Účastníci ohniskových skupin uváděli následující faktory, které je pozitivně ovlivňovaly (obr. 12).



Obr. 12. Diagram faktorů pozitivní motivace studentů

Velmi často se objevujícím faktorem byla zábavnost práce, která byla srovnávána zejména s ostatními předměty: *„Tadyty semináře mě docela třeba bavily, ... že to bylo takový odlišný ... proti klasický hodiny, kdy se jenom učí, učí a učí.“* S pocitem zábavnosti byla spojena i potřeba tvůrčího procesu *„člověk konzultuje, hádá se o tom a tak“* a silný mnohdy i skrytý podnět potřeby praktického vyzkoušení *„mně se líbí ty MATy ve fyzický podobě, kdy má prostě člověk pod rukou určitě.“* Jak se později ukázalo, tento podnět velmi souvisí s preferencí fyzické stavebnice či simulačního programu: *„Je pořád lepší si to, vlastně ty drátky, zapojovat a vidět to.“*

Se začleněním simulačního programu se začaly objevovat nové motivy různé intenzity. Jako nejsilnější motiv lze použít prohlášení jednoho z účastníků, který tvrdí, že bez simulačního programu by předmět úspěšně nesplnil: *„...kdybych měl být teda vodkázanej jenom na ty MATy a jenom na tu hodinu, kdy jsme měli to cvičení, tak bych to neudělal, takže já si myslim, že to je [simulační program] dobrý, že to je přínosný.“* Zmíněná skutečnost dále naráží nejen na fyzickou stavebnici, ale i na časové omezení hodin: *„Mně vyhovuje, když si to můžu prostě doma pustit v klidu a zkusit si to no a to jsem taky udělal a jenom kvůli tomu to mam.“* Tuto skutečnost se podařilo potvrdit i v kontrolní skupině, kde se studenti měli vyjadřovat k možnosti existence simulačního programu: *„Já myslim, že kdyby to bylo k dispozici, že by to bylo jedině dobře.“* Na dotaz k čemu by program pomohl, odpověděl jeden z účastníků, který byl do ohniskových skupin vybrán právě kvůli problémům u zkoušky: *„k úspěšnějšímu zvládnutí předmětu.“* Ve zdůvodnění, proč tomu tak je, uváděli obdobné důvody jako experimentální skupina, např. možnost vyzkoušení si úlohy doma. O významu této možnosti ve vnímání studentů vypovídá prohlášení: *„Ta možnost toho vyzkoušení je velká pomoc!“*

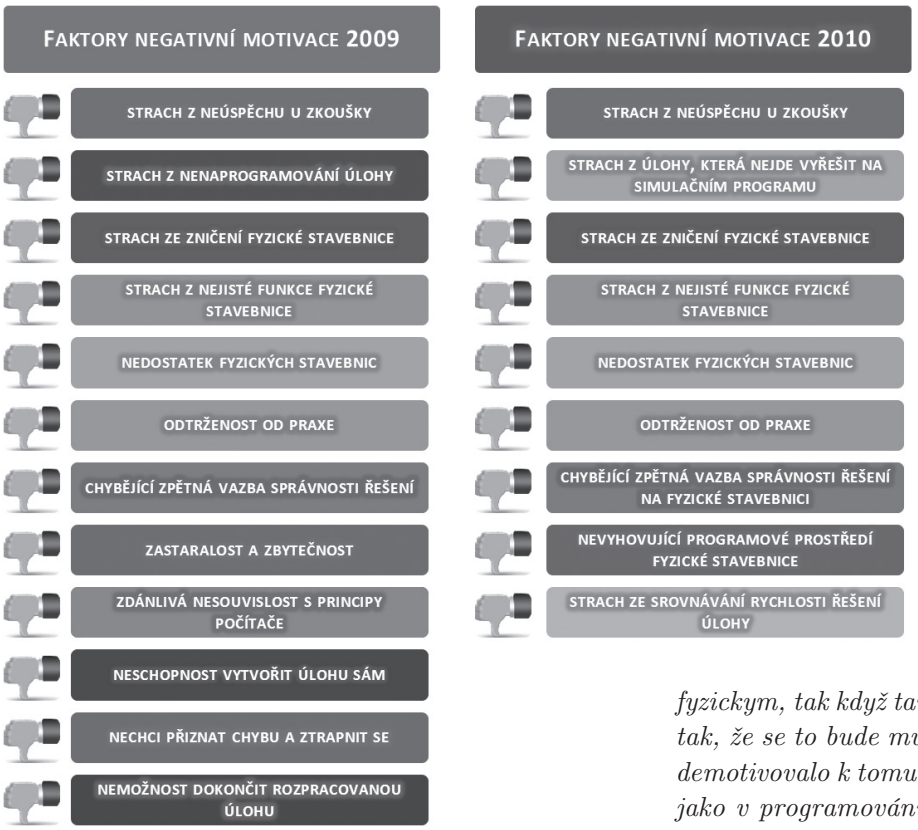
Ať již pomineme fakt, zda by studenti předmět bez simulačního programu skutečně nesplnili, je zřejmé, že by předmět bez simulačního programu vnímali jako výrazně problematický.

Při analýze záznamu se také podařilo zjistit, že studenti, kteří měli simulační program k dispozici, označovali předmět jako dobře vedený, zatímco členové druhé skupiny byli více kritičtí.

Méně intenzivní byly motivy zdůrazňující efektivitu práce v simulačním programu: *„Hlavně že jsem to tam dělal vo hodně rychlejš.“* Z nashromážděných dat si však nedovolujeme tvrdit, že pokud by student neměl simulační program k dispozici, byl by neefektivitou nějak výrazně demotivován.

3.2.1.2 Negativní motivace

Podstatně pestřejší byly respondenty zmíněné problémy, které mohly vést k pocitu demotivace (obr. 13). Zde se však jen velmi těžko hledala objektivní rovina,



Obr. 13. Diagram faktorů negativní motivace studentů

při které je vyvstalý problém (např. zkouška) vnímán jako výzva, a působí tak jako motivační faktor, a kdy, např. při dlouhodobém působení, je vnímán jako demotivace. Při analýze sdělení jsme proto vycházeli též z kontextu, ve kterém byla informace sdělována.

Klíčovým aspektem, který se ukázal jako velmi silný v obou skupinách, byl strach z neúspěchu u zkoušky. Jak někteří účastníci poznamenali: *„z málokterý zkoušky jsem měl větší stres než z téhle … to jo, ta byla snad jako nejhorší.“* Pocit strachu pramenil z různých skutečností, které se ne vždy v kontrolní a experimentální skupině shodovaly. Zatímco u kontrolní skupiny se objevoval strach z nutnosti pracovat samostatně *„když jsem šel ke zkoušce, začaly být deprese, že nebudu moc s kamarádem, už jsem se musel učit…“*, u experimentální skupiny tento důvod zcela chyběl. Rozdílné bylo i vnímání obtížnosti jednotlivých částí typové úlohy u zkoušky. Zatímco u experimentální skupiny byl strach z neúspěchu rozložen mezi všechny tři části zapojení, u kontrolní skupiny převažoval pocit obav ze sekce programování: *„Já třeba měl i z tý zkoušky jako největší strach z toho, bych to spíš nenaprogramoval.“* Důvody lze dát do souvislosti s odlišným stylem práce a přípravy některých studentů experimentální skupiny na zkoušku.

Společným demotivačním faktorem se stal strach z možnosti zničení stavebnice. Ten se, vzhledem k nutnosti zapojení úloh na fyzické stavebnici, objevoval jak v kontrolní, tak i experimentální skupině a týkal se jak seminářů, tak i zkoušky z předmětu. Míra vnímání intenzity tohoto problému byla různá. Od obav *„… abych to nepropojil špatně, abych nepoškodil MAT“* po bezproblémovost tohoto faktu.

Strach z možného zničení fyzické stavebnice u některých studentů vedl k tomu, že se obávali se stavebnicí experimentovat: *„Pak mně teda vadilo to, že jsem nebo, ne vždycky teda, ale jsem se bál, jakože když jsem teda na tom fyzickym, tak když tam něco, když to řeknu, vodpálim tak, že se to bude muset spravit, což teda mě docela demotivovalo k tomu, abych tam něco zkoušel stylem jako v programování pokus omyl.“* Přitom možnost tvorby experimentu a sledování výsledku by měla být jednou z hlavních výhod výukových simulací.

S fyzickou stavebnicí souvisela i obava z její nejisté funkce: *„Mně tam teda vadilo u toho jednoho MATu, že tam byly ňáký rozbitý některý ty přepínače … při tom testování toho programu jsem na to zapomněl třeba a divil jsem se, že mi to nejde“* a z možnosti vzniku chyby, která na simulačním programu nebyla: *„Nemusel jsem se [v simulačním programu] starat vo to, jestli ten drát zrovna je překlesanej nebo není.“* Negativně byla vnímána i chybějící zpětná vazba fyzické stavebnice: *„… v tom fyzickym to zapojim, ale on mi neřekne, jestli třeba jestli jsem nepřesáh rozsah nebo jestli to mám zapojený to v tom správně, neřekne to, prostě zapnout.“*

Dalším problémem byl nedostatek fyzických stavebnic. Problematiku nastiňuje následující komentář jedné ze studentek: *„Já si teda myslím, že byl docela velkej počet lidí na to, že tam bylo málo MATů, že každej ten student si to nemohl doma vyzkoušet, že by to chtělo udělat minimálně dvě skupiny anebo víc těch MATů, kdyby to šlo.“* Studentka kromě tlaku na hospodárnost zmiňuje hned dva problémy. Prvním je velký počet lidí (standardně max. 12) na 4 stavebnice a druhým nemožnost domácího procvičení. To zdánlivě nemusí souviset s nedostatkem fyzických stavebnic, ale vzhledem k jejich malému počtu, ceně i možnosti zničení si je studenti nemohou zapůjčit na domácí procvičení či provozovat v laboratoři mimo seminář.

S nemožností domácího procvičení souvisí i další ze zmiňovaných problémů – nemožnost dokončit rozpracovanou úlohu. Jev se vyskytoval pouze u studentů kontrolní skupiny.

Jeden ze studentů problém popsal pomocí ilustrace možnosti využití simulací v jiných předchozích předmětech: *„Tak s tím Workbenchem [elektro simulační program] to bylo právě skvělý, že jsme to mohli mít doma ... tak když se to [úloha] nezvládlo, vzalo se to domů a ještě skoro v živý paměti ještě ten den třeba, dodělalo se to lehce, pro mě, takže já jsem to využíval docela dost, no.“* Další popsal pocit bezradnosti a zbytečnosti, který by simulační program odstranil: *„Protože takhle děláte nějaký zadání při hodině, pak odejdete z tý hodiny, něco si rozděláte, hledáte informace, chcete se podívat, pak zjistíte, když já nevim tuto, a jak se tuto udělá, jak to zapojim, když nemáte ten MAT, tak koukáte zbytek tejdne prostě jenom koukáte, nemáte z čeho se na to podívat ...“*

Specifickým jevem, který se vyskytoval pouze u kontrolní skupiny, byl strach z přiznání chyby *„málokdo má takovou tu svoji tendenci se přihlásit a optat se, jako že mu to nejde nebo, tak radši nad tim sedí kolikrát než aby řek, některý studenti nechtěj se ztrapnit“* a neschopnosti samostatně vytvořit úlohu, který se nepodařilo odstranit ani přítomností vyučujícího na všech hodinách.

Vliv simulačního programu byl patrný i na postoji studentů k předmětu. Zatímco studenti kontrolní skupiny se shodovali na zastaralosti předmětu *„M: V praxi moc nepoužitelný, se zastaralejma vlastně rekvizitama to je dneska už docela pasé asi... N: Dneska se to těžko užije.“* a často i na zbytečnosti výuky pomocí fyzických stavebnic *„... principy třeba, že jo, to bude asi furt stejný ale třeba zrovna konkrétně na tom MATu to zkoušet, když je to věc já nevim stará dvacet let, to je ... a navíc ještě pod nosem, že jo, všechno na to, kdepa se s tím dneska setká člověk?“*, která dle jejich názoru nesouvisí s principy počítače, což ilustrují následující příklady sdělení: *„J: Mně třeba přijde, že na tom MATu se člověk moc nenaučí, jak funguje počítač jako. L: Já jsem to bral jako, že ... zábavu, jako jako srandičku, ale nijak to asi nerozšířilo moje chápání, jak ten počítač funguje. ... K: To je fakt.“*, v experimentální skupině se tento trend neobjevoval. Fyzické stavebnice zde byly vnímány jako vhodný doplněk k simulačním programům, u některých i jako jediný správný: *„No, mně se líbí ty MATy ve fyzický podobě, kdy má prostě člověk pod rukou určitě a ... jako nějak jako neopouštěl bych to...“*

3.2.2 Vnímání fyzické mikropočítačové stavebnice a simulačního programu

Motivace a demotivace studentů často souvisely s vnímáním fyzické stavebnice a simulačního programu. Na základě uveřejněných poznatků by bylo jistě snadné prohlásit, že simulační program odstraňuje negativní motivaci, a tudíž je jeho přínos neodmyslitelný. Použití tohoto zjednodušení by ale bylo velkou chybou. Při analýze jsme u experimentální skupiny zjistili, že zdaleka ne všichni používali a chtěli používat simulační program.

V experimentální skupině se vyskytovaly tři základní skupiny studentů, kteří využívali:

- pouze fyzickou stavebnici a simulační program odmítali,
- jak fyzickou stavebnici, tak i simulační program,
- simulační program, ale k použití stavebnice byli donuceni podmínkami předmětu.

Zajímalo nás proto, jaké faktory stojí za přijímáním či odmítáním simulačního programu.

Proces zjišťování jsme rozdělili na dvě části:

- vnímání fyzické mikropočítačové stavebnice,
- vnímání vytvořeného simulačního programu.

Přestože by se vnímání fyzické stavebnice mohlo s ohledem na výzkumnou otázku zdát jako poněkud zbytečné, není tomu tak. Pro zjištění vnímání a vlivu simulačního programu je potřebné zjistit souvislosti týkající se důvodů přijímání, odmítání, využívání či nevyužívání fyzické stavebnice, které poté budeme aplikovat na simulační program. Objevit se mohou tendence, které by mohly při analýze pouze otázek zaměřených na simulační program zapadnout. Tvrzení týkající se fyzické stavebnice totiž nelze vždy negovat a stavět do kontrastu se simulačním programem. Zařazením otázek na fyzickou stavebnici do diskuse v rámci ohniskových skupin navíc dochází k určité vyváženosti tak, aby studenti neměli pocit očekávání jen určitých „správných“ odpovědí.

Při analýze textu obou skupin jsme zjistili následující studenty udávaná pozitiva a negativa fyzických stavebnic a simulačního programu (obr. 14). Pokud se uvedený faktor vyskytoval pouze v jedné ze skupin, doplnili jsme tuto skutečnost uvedením roku (2009 – kontrolní, 2010 – experimentální skupina).

Při identifikaci pozitiv fyzické stavebnice se stávalo, že studenti nebyli schopni ve výpovědi sdělit důvod, proč označovali fyzickou stavebnici za lepší. Vnímání bylo založeno na pocitu, tedy afektivní, nikoli kognitivní úrovni. Prostě tak fyzickou stavebnici podvědomě vnímali a označovali ji za zábavnější. Teprve při hlubším zkoumání se začal objevovat jeden velmi silný motiv. Tím byla možnost si na stavebnici „fyzicky

FYZICKÁ STAVEBNICE	
POZITIVA	**NEGATIVA**

• je lepší než simulační program (2010)
• stavebnici i drátky si mohu fyzicky osahat
• je zábavnější než simulační program
• je reálnější a názornější než simulační program (2010)
• vede k lepšímu pochopení principů (2010)
	• strach ze zničení fyzické stavebnice
	• chybějící zpětná vazba výsledku zapojení
	• omezené množství stavebnic
	• nedostupnost stavebnic
	  ○ způsobuje nemožnost dokončit započatou práci
	  ○ vynucuje časový limit na řešení úlohy (2009)
	• má zastaralé programovací prostředí (2010)
	• riziko vzniku nezaviněné chyby (2010)
	• prostředí DOS obsahuje jen EN rozvržení klávesnice
	• není možné experimentovat (2010)

SIMULAČNÍ PROGRAM	
POZITIVA	**NEGATIVA**

• je lepší než fyzická stavebnice (2010) škoda, že neexistuje (2009)
• je názornější (2010)
• poskytuje výraznou časovou úsporu (2010)
• má lepší modernější prostředí (2010)
• lepší práce s chybou (2010)
  ○ nelze zničit (2010)
  ○ řešení neovlivňují chyby zařízení (2010)
  ○ usnadňuje nalezení chyby poskytováním zpětné vazby (2010)
• umožňuje domácí procvičování
  ○ nevyžaduje speciální HW (2010)
  ○ umožňuje dokončit rozpracovanou úlohu
  ○ poskytuje dostatek času na řešení (2009)
  ○ dovoluje pracovat kdykoli to já potřebuji
  ○ pomáhá k lepší přípravě na zkoušku
• pomáhá ujasnit a pochopit principy (2010)
	• simulační program se doma nepodařilo zprovoznit (2010)
	• vedení vodičů není někdy přehledné a znesnadňuje orientaci (2010)
	• není tolik zábavná (2010)

Obr. 14. Sdělená pozitiva a negativa fyzické stavebnice a simulačního programu

sáhnout“: *„Mně se líbí ty MATy ve fyzický podobě, kdy má prostě člověk pod rukou.“* Další výpovědi toto potvrzovaly: *„Nevim jak tady ostatní, ale mě bavilo tam zapojovat ty drátky.“*

Zajímavou a s tímto související zjištěnou skutečností byl i fakt, že za lepší označovali fyzické stavebnice i studenti, u kterých bylo při triangulaci zjištěno, že pracovali téměř výhradně se simulačním programem. Jeden a ten samý účastník tak vypověděl: *„Ten fyzickej pro mě byl lepší, protože jsem tam viděl ty dráty, moh jsem si na ně sahnout.“* V jiné části rozhovoru ale zase potvrdil preferenci simulačního programu: *„Já teda rozhodně tvrdim, že ten MAT, kterej je v tej fyzickej formě spoustě lidem řekne, jak to funguje nebo nebo trošku přiblíží tu technologii, zase na druhou stranu já teda preferoval ten software z toho důvodu, že tam mi nehrozilo, že bych něco zničil, a hlavně, že jsem to tam dělal vo hodně rychlejš, než jsem natahoval dráty v tom samotnym, v tom samotnym programu a nemusel jsem se starat vo to, jestli ten drát zrovna je překlesanej nebo neni.“*

Na základě výše uvedeného si odvažujeme tvrdit, že pozitivní vnímání založené na pocitech ještě nutně nemusí znamenat finální volbu využívaného produktu.

Při křížové kontrole v tabulce pozitiv a negativ jsme zjistili, že značná část uváděných pozitiv simulačního programu vycházela z negativ fyzické stavebnice (např. modernější vs. zastaralé prostředí, možnost domácího procvičování vs. nemožnost dokončit rozpracovanou úlohu, lepší práce s chybou, možnost zhoršení apod.).

I když v tomto případě docházelo k párování, které by naznačovalo pravdivost studenty uváděných faktů,

narazili jsme na problém s určením míry intenzity vnímání jednotlivých pozitiv a negativ studenty.

Například běžně označovaný problém nemožnost dokončení rozpracované úlohy, který je v určitém vztahu s nedostupností a malým množstvím fyzických stavebnic, byl zmiňován i studenty, kteří využívali ryze fyzickou stavebnici a simulační program, který by tento problém pomohl odstranit, odmítali. Jiní zase z uvedených důvodů zvolili možnost využití simulačního programu.

Některá negativa fyzických stavebnic však byla natolik silná, že byla často spouštěcím důvodem k preferenci simulačního programu. Příkladem takto silného motivu byla možnost zničení fyzické stavebnice: *„Já teda preferoval ten software z toho důvodu, že tam mi nehrozilo, že bych něco zničil.“*

Na základě výše uvedených skutečností lze tvrdit, že uváděná pozitiva i negativa mají subjektivně odlišnou váhu, a i když dochází k časté shodě při určování, zmíněné nedostatky mohou, ale nutně nemusí být vždy dostatečným důvodem k použití alternativních řešení. Uvedené tvrzení podporuje i fakt, že problémy fyzické stavebnice definovali i studenti, kteří ji jinak výrazně preferovali. Úroveň vnímání jednotlivých negativ jako problémů je totiž značně individuální.

K neshodám docházelo i u vnímání názornosti. Zatímco jedni označovali jako názornější fyzickou stavebnici, jiní simulační program. Jako názornější byl téměř jednoznačně označován ten produkt, se kterým uživatel primárně pracoval.

Simulační program preferovali jednak ti, kteří označovali předmět za obtížný, jednak ti, kterým chyběla dostupnost zpětné vazby při hledání chyb na fyzické stavebnici, kterým se nelíbila zastaralost prostředí, nemožnost dokončení práce, nemožnost domácího anebo, vzhledem ke skupinové výuce na seminářích, individuálního procvičení, nebo se obávali možnosti zničení fyzické stavebnice.

Obecně lze říci, že v naší skupině zastánci simulačních programů jmenovali větší množství negativ fyzické stavebnice či zdůrazňovali jedno z negativ jako velmi silné.

Významným, i když na první pohled skrytým faktorem byla proměna vnímání předmětu. Zatímco studenti kontrolní skupiny hromadně označovali předmět a fyzické stavebnice za zastaralé až zbytečné a uváděli zdánlivou nesouvislost s principy počítače, tento fenomén u studentů, jež měli možnost využívat simulační program, nebyl pozorován. Jedním z možných vysvětlení je dodání možnosti volby alternativní cesty v podobě využívání simulačního programu s moderním prostředím, která odstranila určité předsudky.

Diskuse

Při testování přínosů v úrovni kognitivních znalostí a dovedností studentů jsme zjistili, že experimentální skupina dosahovala proti skupině kontrolní statisticky významně lepších výsledků v úrovni porozumění / znalosti faktů a konceptů. U žádné další dosahované úrovně revidované Bloomovy taxonomie se statisticky významný přínos prokázat nepodařilo. Na základě zjištěných dat lze ale zároveň tvrdit, že v žádné oblasti nedochází k významnému zhoršení výsledků experimentální skupiny proti skupině kontrolní. Simulační program tak byl z tohoto pohledu skutečně do určité míry přínosný.

Zmíněný závěr bychom nemohli konstatovat bez testování vstupních znalostí a dovedností studentů kontrolní i experimentální skupiny na začátku semestru. V tomto testování byl potvrzen statisticky významný rozdíl ve prospěch kontrolní skupiny. Dá se tedy říci, že studenti experimentální skupiny dosahovali lepšího výsledku než studenti kontrolní skupiny i přesto, že měli menší výchozí znalosti a dovednosti.

Při konstrukci předpokladů jsme sice očekávali i nárůst v testované oblasti porozumění / znalosti faktů a konceptů, tento předpoklad byl ovšem založen na chybné představě o plošném využívání simulačního programu pro přípravu studentů na zkoušku. Jak se v kvalitativní části výzkumu ukázalo, ne všichni studenti chtěli simulační program využívat. Studenti se dělili na ty, kteří: využívali výhradně fyzické stavebnice; využívali jak fyzické stavebnice, tak i simulační program; preferovali simulační program a k využívání fyzické stavebnice je donutily podmínky plnění předmětu.

Na preferenci simulačního programu či fyzické stavebnice měly vliv faktory motivace, demotivace a potřeb studentů, které byly značně individuální. Velmi významným jevem, vedoucím k odmítání simulačního programu a k preferenci fyzické stavebnice, byla „nemožnost si sáhnout“. Tato potřeba haptiky úzce souvisí s typologií člověka. Zmiňována byla i větší názornost fyzické stavebnice. Tuto skutečnost si vysvětlujeme nutností náročnějšího abstraktního vnímání zapojení a vodičů v simulačním programu, oproti konkrétně realisticky orientovanému vnímání objektů vodičů a zařízení fyzické stavebnice. Vliv mohlo mít i zapojení menšího množství smyslů při práci v simulačním programu, který má vliv i na celkové zapamatování postupů kinesteticky orientovaných jedinců.

Přesto, že byl simulační program některými odmítán, jiní ho považovali za velmi přínosný a dokonce tvrdili, že bez něj by předmět nemohli úspěšně absolvovat. I kdyby se tento fakt nezakládal na pravdě,

ilustruje vnímání simulačního programu některými studenty jako velmi užitečné ba klíčové pomůcky. Studenti za přínosné považovali zejména možnosti dokončení rozpracovaných úloh (souvisí se Zeigarnikové efektem), možnosti domácího procvičení typových úloh a poskytnutí zpětné vazby simulátorem v podobě nahlášení případné chyby. Odstraněn byl i možný strach ze zničení fyzické stavebnice, který byl velmi silným negativním motivem, znemožňujícím experimentování. Všechny tyto zmíněné skutečnosti tak společně vedly k lepšímu pochopení problematiky a základních principů.

Přínos simulačního programu byl zjištěn i na nevědomé úrovni, zejména v oblasti celkového vnímání předmětu a odstranění některých demotivačních vlivů. Zatímco studenti kontrolní skupiny označovali předmět za zbytečný, se základními principy mikropočítače nesouvisející a se zastaralými rekvizitami, u experimentální skupiny se tento názor vůbec nevyskytoval. Hlavní změnu vidíme v přidání možnosti využívání simulačního programu s moderním prostředím, který odstraňoval předsudky některých studentů předmětu získané starším datem výroby stavebnic.

Závěr

Při hledání odpovědí na výzkumnou otázku jsme narazili na celou řadu podstatných faktů ovlivňujících vnímání přínosu aplikace vytvořeného simulačního programu mikropočítačové stavebnice do výuky námi zvoleného předmětu. Ukázalo se, že ne všemi musí být simulační program vnímán jako přínosná pomůcka. Odrazující byla především nemožnost si „sáhnout" na dané zapojení a následně také náročnější abstraktně orientované propojení modulů, kterému se při použití simulačního programu nedá vyhnout. Naopak pro některé byl simulační program více než užitečnou pomůckou. Oceňován byl zejména z pohledu odstranění některých bariér fyzické stavebnice, např. možnosti jejího zničení, nemožnosti dokončení rozpracované úlohy, nedostupností apod. Specifickým faktorem pak byl podvědomý vliv simulačního programu, který se podílel na celkové proměně vnímání předmětu. Zatímco v předchozích letech bez možnosti využití simulačního programu byl předmět vnímán jako zastaralý, zbytečný a nesouvisející s principy počítačů, s využitím simulačního programu a jeho moderního prostředí se tento předsudek podařilo necíleně odstranit.

V kombinaci s výsledky kvantitativní části výzkumu, ve které se prokázalo mírné zlepšení kognitivní úrovně znalostí a dovedností studentů experimentální skupiny, lze prohlásit, že poskytnutí možnosti využití navrženého simulačního programu bylo do určité míry skutečně přínosné.

Možnost využití simulačního programu vedla k respektování odlišnosti studentů a umožňovala jim volbu možné výukové strategie. Simulační program přispíval k odstranění určitých objektivních i subjektivních bariér a napomáhal k lepšímu vnímání předmětu. Některým studentům však nikdy nemůže nahradit pocit, mohou-li si „sáhnout na skutečné zařízení".

Literatura

E&L Instrumets Ltd 1996. *Mat Circuits Description Manual*. Wrexham UK: E&L Instruments Ltd.

Gavora, P. 2006. *Sprievodca metodológiou kvalitatívneho výskumu*. Regent. Bratislava. 239 s.

Jakeš, T. & Michalík, P. 2009. Problematika tvorby vlastního simulačního programu. In *Alternativní metody výuky 2009*. Gaudeamus, 1–9. Hradec Králové.

Le Bon, G. 1994. *Psychologie davu*. KRA. Praha. 159 s.

Pelikán, J. 1998. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Karolinum. Praha. 270 s.

Svatoš, T. & Švarcová, E. 2007. Zkoumání kvalita života žáků ZŠ v podmínkách ohniskových skupin. *In* Mareš, J. a kol. *Kvalita života u dětí a dospívajících II*. Brno: MSD, 159–78.

Švaříček, R., Šeďová, K. a kol. 2007. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Portál. Praha. 384 s.

Výrost, J. & Slaměník, I. 2008. *Sociální psychologie*. Grada. Praha. 404 s.

Summary – Experimental verification of the benefit of the proposed and created simulation program for teaching microcomputer

The paper presents an experimental verification of the benefit of the proposed and created simulation program by the means of pedagogical experiment. Since the contribution does not have to be only cognitive but also on an affective level, a composite approach providing a broader view of the researched issue was chosen. Using the qualitative and quantitative research methods, not only essential statistic facts were investigated, but also reasons leading to accepting or rejecting the simulation program and the effect of its integration on motivation and demotivation of students on both conscious as well as subconscious level.